



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010146464/07, 16.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.11.2010

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2012 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 20.09.2012 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2121646 C1, 10.11.1996. RU 2195745 C2, 27.02.2002. RU 2090019 C1, 10.09.1997. JP 2008306209 A, 18.12.2008. WO 03087867 A2, 23.10.2003. JP 7159091 A, 20.06.1995.

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, директору (для В.П. Архипова, ЭМ)

(72) Автор(ы):

Артюх Сергей Николаевич (RU),
Архипов Владимир Павлович (RU),
Буланов Сергей Сергеевич (RU),
Демидов Василий Александрович (RU),
Есиев Руслан Умарович (RU),
Иванов Олег Анатольевич (RU),
Казаков Сергей Аркадьевич (RU),
Камруков Александр Семенович (RU),
Козлов Николай Павлович (RU),
Морозов Михаил Исаевич (RU),
Росляков Игорь Алексеевич (RU),
Смирнов Виктор Евгеньевич (RU),
Тосенко Валентин Михайлович (RU),
Трофимов Александр Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана" (RU)

(54) ВЗРЫВНОЙ ПЛАЗМЕННО-ВИХРЕВОЙ ИСТОЧНИК ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к плазменной технике, а именно к устройству для генерации оптически плотной излучающей плазмы с помощью подрыва заряда взрывчатого вещества, и может найти применение в экспериментальной физике. Увеличение длительности импульса излучения, формирование импульса со сложной временной структурой, а также расширение функциональных возможностей взрывного источника излучения является техническим результатом изобретения. В корпусе источника оптического излучения выполнены один или несколько одинаковых рабочих (излучающих) каналов, в каждом из которых заряд бризантного взрывчатого вещества выполнен в виде полого цилиндра, установленного в отверстии корпуса, плазмообразующее вещество в виде полой трубки размещено в

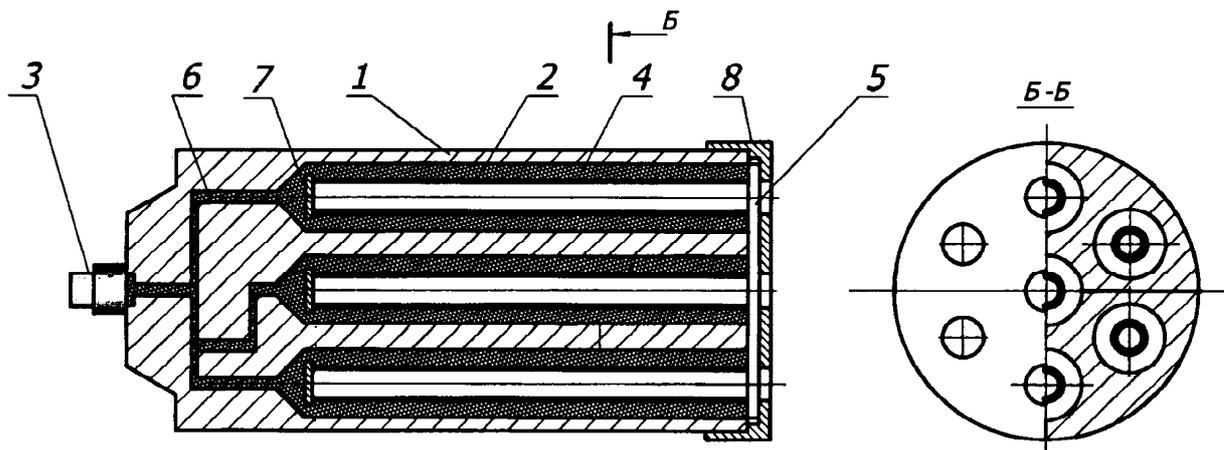
полости цилиндрического заряда, при этом параметры источника выбраны из соотношений:

$$1 \leq \frac{\delta}{r} \leq 2, \quad 10 \leq \frac{l}{r} \leq 30 \text{ и}$$

$$0,2 \leq \frac{M_0 Q_{\text{субл}}}{M_{\text{ВВ}} \epsilon_{\text{ВВ}}} \leq 0,7,$$

где r - радиус внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равный наружному радиусу трубки плазмообразующего вещества; δ - толщина стенки полого цилиндрического заряда взрывчатого вещества; l - длина внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равная длине трубки плазмообразующего вещества; M_0 - масса плазмообразующего вещества; $M_{\text{ВВ}}$ - масса взрывчатого вещества; $\epsilon_{\text{ВВ}}$ - удельная энергоемкость взрывчатого вещества (кДж/г);

$Q_{\text{субл}}$ - удельная энергия сублимации плазмообразующего вещества (кДж/г). 5 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 2

RU 2462008 C2

RU 2462008 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H05H 1/24 (2006.01)
F21K 5/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010146464/07, 16.11.2010**

(24) Effective date for property rights:
16.11.2010

Priority:

(22) Date of filing: **16.11.2010**

(43) Application published: **27.05.2012 Bull. 15**

(45) Date of publication: **20.09.2012 Bull. 26**

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, MGTU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, direktoru (dlja V.P. Arkhipova, EhM)

(72) Inventor(s):

**Artjukh Sergej Nikolaevich (RU),
Arkhipov Vladimir Pavlovich (RU),
Bulanov Sergej Sergeevich (RU),
Demidov Vasilij Aleksandrovich (RU),
Esiev Ruslan Umarovich (RU),
Ivanov Oleg Anatol'evich (RU),
Kazakov Sergej Arkad'evich (RU),
Kamrukov Aleksandr Semenovich (RU),
Kozlov Nikolaj Pavlovich (RU),
Morozov Mikhail Isaevich (RU),
Rosljakov Igor' Alekseevich (RU),
Smirnov Viktor Evgen'evich (RU),
Tosenko Valentin Mikhajlovich (RU),
Trofimov Aleksandr Vjacheslavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh. Baumana" (RU)**

(54) **EXPLOSIVE PLASMA-VORTEX OPTICAL RADIATION SOURCE**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: in the housing of an optical radiation source there is one or more identical operating (emitting) channels, in each of which a high-explosive charge is in form of a hollow cylinder which is fitted into the opening of the housing, a plasma-forming substance in form of a hollow tube is put into the cavity of the cylindrical charge, wherein parameters of the source are selected from the relationships

$$1 \leq \frac{\delta}{r} \leq 2, 10 \leq \frac{l}{r} \leq 30 \text{ и}$$

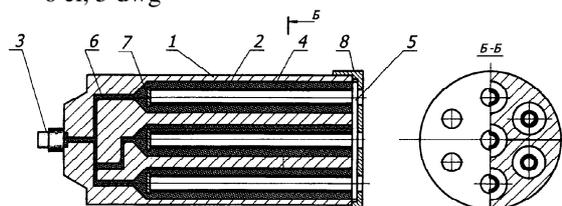
$$0,2 \leq \frac{M_0 Q_{\text{subl}}}{M_{\text{BB}} \epsilon_{\text{BB}}} \leq 0,7,$$

where r is the radius of the inner cavity of the explosive charge, which is equal to the outer radius of the tube of the plasma-forming substance, δ is the thickness of the wall of the hollow cylindrical explosive charge; l is the

length of the inner cavity of the explosive charge, which is equal to the length of the tube of the plasma-forming substance; M_0 is the mass of the plasma-forming substance; M_{BB} is the mass of the explosive; ϵ_{BB} is the energy density of the explosive (kJ/g); Q_{subl} is the specific energy of sublimation of the plasma-forming substance (kJ/g).

EFFECT: longer duration of the radiation pulse, generating a pulse with a complex time structure, and broader functional capabilities of the explosive radiation source.

6 cl, 5 dwg



Фиг. 2

RU 2 462 008 C2

RU 2 462 008 C2

Изобретение относится к плазменной технике, а точнее к устройствам для генерации оптически плотной излучающей плазмы с помощью подрыва заряда взрывчатого вещества, и может быть использовано в экспериментальной физике.

Известен патрон газодинамический со световым действием, содержащий корпус, в котором последовательно установлены средство инициирования в виде капсулы-воспламенителя, заряд взрывчатого вещества (ВВ) и снаряжение со светообразующим веществом в виде порошка магния (патент RU 2070709, МПК F42В 5/145, опубл. 20.12.1996). Известный патрон обеспечивает импульсное световое воздействие длительностью несколько сотен миллисекунд за счет горения магния.

Недостатком известного устройства является низкая эффективность применения из-за малого радиуса действия (единицы метров), невысокие энергетические характеристики излучения при горении порошка магния, узкий спектральный диапазон.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является взрывной плазменно-оптический источник излучения, реализованный в боеприпасе подавления оптико-электронных средств и выбранный в качестве прототипа (патент RU 2121646, МПК F42В 5/15, F42В 5/145, F42В 12/42, опубл. 10.11.1998), содержащий корпус с выходным окном, заряд бризантного взрывчатого вещества, устройство подрыва на основе электродетонатора и плазмообразующее вещество. Известное устройство-прототип обеспечивает генерацию импульсного излучения высокой интенсивности в широком спектральном диапазоне за счет нагрева ксенона за фронтом ударной волны, инициированной в результате подрыва заряда взрывчатого вещества.

Недостатком известного устройства-прототипа является малая длительность импульса излучения (10...15 мкс), что ограничивает функциональные возможности применения, и невысокий КПД преобразования энергии заряда взрывчатого вещества в энергию излучения (не более 0,1%).

Задачей настоящего изобретения является увеличение длительности импульса излучения и КПД, а также расширение функциональных возможностей взрывного источника излучения.

Такой технический результат достигается тем, что в корпусе выполнены один или несколько одинаковых рабочих (излучающих) каналов, в каждом из которых заряд бризантного взрывчатого вещества выполнен в виде полого цилиндра, установленного в отверстии корпуса, плазмообразующее вещество в виде полой трубки размещено в полости цилиндрического заряда, при этом параметры источника выбраны из соотношений

$$1 \leq \frac{\delta}{r} \leq 2 \quad (1)$$

$$10 \leq \frac{l}{r} \leq 30 \quad (2)$$

$$0,2 \leq \frac{M_0 Q_{субл}}{M_{ВВ} \epsilon_{ВВ}} \leq 0,7 \quad (3)$$

где r - радиус внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равный наружному радиусу трубки плазмообразующего вещества;

δ - толщина стенки полого цилиндрического заряда взрывчатого вещества;

l - длина внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равная длине трубки плазмообразующего вещества;

M_0 - масса плазмообразующего вещества;

$M_{ВВ}$ - масса взрывчатого вещества;

$\epsilon_{ВВ}$ - удельная энергоемкость взрывчатого вещества (кДж/г);

$Q_{субл}$ - удельная энергия сублимации плазмообразующего вещества (кДж/г).

5 Бризантное взрывчатое вещество может содержать добавку плазмообразующего вещества в виде мелкодисперсной фракции с массовой долей до 30%.

Внутри полости трубки плазмообразующего вещества может быть установлен вкладыш из высокопористого плазмообразующего вещества.

Устройство подрыва может быть выполнено с временным замедлителем.

10 В качестве плазмообразующего вещества может быть выбран алюминий.

Выходное окно может быть выполнено в виде металлической фольги, закрывающей отверстие в корпусе, или в виде пластины из прозрачного в рабочей области спектра оптического материала, установленной в отверстии корпуса.

15 Увеличение длительности импульса излучения и повышение КПД предлагаемого взрывного плазменно-вихревого источника оптического излучения происходит за счет того, что при его работе формируется импульс излучения со сложной временной структурой, интегральный высвет которого значительно повышается по сравнению с аналогами и прототипом.

20 Расширение функциональных возможностей предлагаемого взрывного плазменно-вихревого источника оптического излучения обусловлено специфической, нестандартной формой генерируемого импульса излучения, включающей «быструю» и «медленную» стадии, что позволяет решать дополнительные задачи

25 экспериментальной физики, например имитацию специальных воздействий. Изобретение поясняется графическими материалами, где на фиг.1 изображена схема взрывного одноканального плазменно-вихревого источника оптического излучения, на фиг.2 - пример конструктивного выполнения взрывного многоканального плазменно-вихревого источника оптического излучения, на фиг.3 - характеристические

30 размеры полого цилиндрического заряда взрывчатого вещества и трубки из плазмообразующего вещества, на фиг.4 - схема формирования плазменного тороидального излучающего вихря; на фиг.5 - типовая осциллограмма импульса излучения взрывного плазменно-вихревого источника излучения на длинах волн 555 нм и 1000 нм при скорости развертки 1 мс/дел.

35 В одноканальном варианте взрывной плазменно-вихревой источник оптического излучения содержит корпус 1 с выходным окном, полый цилиндрический заряд взрывчатого вещества 2 на основе гексогена с добавкой алюминиевой пудры с массовой долей 20%. Скорость детонации такого заряда составляла ~7,9 км/с.

40 Устройство подрыва реализовано в виде электродетонатора 3, соприкасающегося с зарядом взрывчатого вещества 2. В полости цилиндрического заряда 2 помещена трубка 4 из алюминиевой фольги толщиной 0,3 мм.

Выходное отверстие корпуса 1 может быть открытым или закрываться металлической фольгой 5.

45 В варианте исполнения в выходном отверстии корпуса 1 может размещаться оптическая пластина из кварца, лейкосапфира или других оптически прозрачных материалов (на фиг.1 не показано).

50 В варианте исполнения внутри трубки 4 может размещаться дополнительное количество плазмообразующего вещества в виде вкладыша из высокопористого алюминия.

В многоканальном варианте взрывного плазменно-вихревого источника излучения в корпусе 1 выполнено несколько (в примере выполнения на фиг.2 показано семь)

рабочих излучающих каналов, каждый из которых состоит из полого цилиндрического заряда бризантного взрывчатого вещества 3 и трубки 4 из алюминия в качестве плазмообразующего вещества.

5 Устройство подрыва реализовано в виде электродетонатора 3 и детонационных каналов 6 в корпусе 1, заполненных взрывчатым веществом. Конфигурация детонационных каналов выбирается из условия равенства длин путей распространения волны детонации от электродетонатора 3 до каждого цилиндрического заряда 2.

10 В точке контакта каждого детонационного канала 6 с цилиндрическим полым зарядом 2 взрывчатого вещества установлена пластина 7 из инертного материала.

Выходные отверстия излучающих каналов закрыты кварцевой пластиной 5 (или металлической мембраной), поджатой к корпусу 1 крышкой 8.

15 Работа предложенного взрывного плазменно-вихревого источника излучения поясняется на примере конструктивно более сложного многоканального варианта (фиг.2).

На электродетонатор 3 от внешнего источника подается электрический импульс, вызывающий срабатывание электродетонатора и возникновение вследствие этого 20 детонационной волны в каналах 6, заполненных взрывчатым веществом. Волна детонации распространяется по каждому из каналов 6 с определенной скоростью (скорость детонации) и через некоторое время задержки, определяемое длиной каналов, подходит к полым цилиндрическим зарядам 2. В силу равенства длин каналов 6 моменты подхода детонационной волны к каждому из цилиндрических 25 зарядов 2 совпадают с погрешностью, не превышающей десятых долей микросекунды.

В каждом из рабочих излучающих каналов волна детонации огибает пластину 7 из инертного материала и переходит на полые цилиндрические заряды 2, распространяясь вдоль каждого заряда. Расширение продуктов детонации приводит к 30 схлопыванию трубки 4 из алюминия, интенсивному разогреву, испарению и последующей ионизации образующихся паров плазмообразующего вещества, т.е. к образованию высокотемпературной и интенсивно излучающей плазмы. В этот момент времени излучение плазмы выходит из источника через кварцевую пластину 5.

35 Особенность описанного процесса формирования плотной излучающей плазмы состоит в том, что не вся масса плазмообразующего вещества переходит в плазменное состояние, значительная ее доля остается в капельной фазе.

40 Далее ударная волна разрушает кварцевую пластину 5 и струя плазмы истекает из выходного отверстия каждого из рабочих каналов источника в атмосферу. Процесс истечения сопровождается ударным торможением струи на атмосферном воздухе и трансформацией направленной кинетической энергии плазмы во внутреннюю энергию ударно нагретой плазмы, что приводит к повышению ее температуры и давления.

45 Истечение плазмы сопровождается оттеснением воздуха из области, прилегающей к выходному отверстию рабочего канала источника, и формированием контактной границы «плазма-воздух». При этом в воздухе образуется ударная волна и прослойка ударно сжатого газа, на которой происходит торможение истекающей из выходного отверстия рабочего излучающего канала плазменной струи.

50 Осевое движение ударно сжатой плазмы сопровождается ее радиальным расширением, причем в начальный период торможения скорость радиального расширения близка к продольной скорости контактной границы. Радиальный разлет плазмы приводит к уменьшению ее температуры, конкурирующим с точки зрения

выхода излучения процессом является рост геометрических размеров тела свечения. В результате в первые 3...8 мкс истечения мощность излучения, регистрируемая с фронта струи, монотонно возрастает. Яркостные температуры излучения в первом максимуме составляют 12...15 кК при характерных размерах тела свечения 10...15 см.

Длительность импульса излучения на полувысоте, соответствующая первой высокотемпературной стадии процесса, составляет 5...10 мкс для ультрафиолетового излучения и 10...25 мкс для видимого излучения. На этой, быстрой, стадии течения достигаются максимальные яркостные температуры и мощности излучения - осевая сила излучения составляет ~300 кВт/ср для одноканального и ~2 МВт/ср для семиканального варианта исполнения источника..

К концу быстрой стадии в результате динамической суперпозиции осевого и радиального движений плазмы контактная граница приобретает характерную «грибовидную» форму, при этом в полости «шляпки гриба» создается разреженность. Это приводит к возникновению обратного движения, последующей закрутке газа на периферии и, в конечном итоге, к формированию крупномасштабного тороидального плазменного вихря (фиг.4).

Одновременно с формированием вихревого течения продолжается истечение из выходного отверстия рабочего канала источника парокапельного потока, который индуцированным полем вихря захватывается в циркуляционное движение. При взаимодействии с кислородом воздуха, также захватываемым в вихрь, мелкодисперсные капли алюминия окисляются, а выделяемая при этом дополнительная тепловая энергия трансформируется в энергию вращательного движения и энергию излучения. В результате формируется долгоживущее (несколько десятков миллисекунд) плазменно-вихревое образование, которое интенсивно излучает световую энергию с яркостной температурой 3,5...6 кК. Длительность существования такого излучающего плазменно-вихревого образования достигает 10...20 мс.

Приведенные на фиг.5 характерные осциллограммы импульсов излучения относятся к одноканальному варианту выполнения взрывного плазменно-вихревого источника излучения. На осциллограммах хорошо видно наличие двух стадий импульса излучения: «быстрой» и «медленной».

Приведенное описание работы взрывного плазменно-вихревого источника излучения и достижение заявленного технического результата имеет место при условии соблюдения определенных взаимосвязей между конструктивными параметрами устройства.

Так, в двойном неравенстве (1) при $\delta < g$ уменьшается плотность энергии взрыва на единицу поверхности трубки плазмообразующего вещества, как следствие, снижается эффективность кумулятивного процесса сжатия и нагрева плазмообразующего вещества, уменьшается скорость кумулятивной плазменной струи и снижается пиковая мощность излучения источника.

При $\delta > 2g$ уменьшается эффективность использования массы, а следовательно, энергии ВВ из-за того, что растет относительная массовая доля ВВ, не участвующая в кумулятивном процессе, а разлетающаяся от оси в радиальном направлении.

В неравенстве (2) при $l < 10g$ в кумулятивном канале не успевает сформироваться устойчивое газодинамическое течение и не достигаются вследствие этого необходимые для оптимального режима генерации оптического излучения газотермодинамические параметры плазменного потока - среднемассовая скорость, температура и плотность вещества.

При $l > 30g$ увеличиваются потери энергии высокоскоростного плазменного потока на стенках канала (потери на трение и теплоотвод) и возрастает тормозное влияние присоединенной массы воздуха, в результате уменьшается эффективность преобразования энергии ВВ в кинетическую энергию плазменного потока, уменьшается его среднemasсовая скорость, что приводит к снижению яркости и мощности оптического излучения, генерируемого в быстрой стадии рабочего процесса взрывного источника.

В соотношении (3) при

$$0,2 > \frac{M_0 Q_{субл}}{M_{ВВ} \epsilon_{ВВ}}$$

реализуется режим не оптимально высоких удельных энергетических нагрузок на единицу массы плазмообразующего вещества. При этом несмотря на то, что обеспечиваются достаточно большие пиковые мощности излучения источника, но из-за малой массы плазмообразующего вещества, находящейся в микрокапельной фазе, уменьшается вклад плазмохимических процессов, протекающих в тороидальном вихре, т.е. уменьшается роль второй, медленной стадии рабочего процесса. В результате этого существенно уменьшаются длительность светового импульса, полный энергетический выход излучения и КПД источника в целом.

При

$$\frac{M_0 Q_{субл}}{M_{ВВ} \epsilon_{ВВ}} > 0,7$$

удельных энергетических нагрузок, вкладываемых в единицу массы плазмообразующего вещества, недостаточно для эффективного нагрева и ускорения плазмы, среднemasсовые скорости газоплазменного потока малы, значительная доля массы плазмообразующего вещества истекает в атмосферу в виде крупных капель расплавленного металла, которые не захватываются в вихревое движение и не участвуют в протекающих в вихре плазмохимических процессах. В результате существенно уменьшаются как яркости и пиковые мощности, так и энергетический выход излучения и эффективность преобразования химической энергии ВВ в оптическое излучение.

В результате выполнения указанных соотношений создаются условия для самоподдержания устойчивого плазменно-вихревого образования, излучение которого формирует вторую «медленную» стадию результирующего импульса излучения предложенного источника излучения.

Таким образом, заявленная в формуле изобретения совокупность существенных признаков обеспечивает при работе предложенного взрывного плазменно-вихревого источника излучения протекание таких физических процессов, которые приводят к двухстадийному характеру образующейся излучающей плазмы и, соответственно, к двухстадийному импульсу излучения. Наличие 2-й «медленной» стадии на порядок увеличивает общий вы свет излучения и КПД источника по отношению к энергии, запасенной в заряде взрывчатого вещества.

Максимальная достигнутая в экспериментах мощность излучения для одноканального варианта исполнения составила около ~ 300 кВт/ср при энергетическом выходе ~ 400 Дж/ср. При увеличении массы плазмообразующего вещества путем размещения в полости цилиндрической трубки дополнительного вкладыша из пористого алюминия достигнуто увеличение угловой плотности излученной энергии до 600 Дж/ср (при максимальной мощности излучения ~ 65 кВт/ср).

Если предположить, что энергия излучается изотропно в телесный угол 4π , то

эффективность преобразования химической энергии ВВ в излучение составляет 5,0...7,5%, что существенно выше КПД прототипа и других известных взрывных источников излучения. Удельный энергоём излучения при этом достигает значений 250...380 Дж с одного грамма массы ВВ.

Предложенный взрывной плазменно-вихревой источник излучения может быть использован, например, для проверки и калибровки различных фотоприемников с одновременной регистрацией работоспособности сравнительно быстропротекающих и медленнопротекающих процессов.

Кроме того, такая уникальная форма выходного импульса излучения позволяет применить предложенный источник для имитации специальных воздействий, например излучения воздушного ядерного взрыва.

Кроме того, предложенный взрывной плазменно-вихревой источник излучения может быть использован в качестве средства для создания помех (противодействия) различным оптическим и оптико-электронным приборам наведения, разведки и целеуказания.

Формула изобретения

1. Взрывной плазменно-вихревой источник оптического излучения, содержащий корпус с выходным окном, заряд бризантного взрывчатого вещества, устройство подрыва на основе электродетонатора и плазмообразующее вещество, отличающийся тем, что в корпусе выполнены один или несколько одинаковых рабочих излучающих каналов, в каждом из которых заряд бризантного взрывчатого вещества выполнен в виде полого цилиндра, установленного в отверстии корпуса, плазмообразующее вещество в виде полой трубки размещено в полости цилиндрического заряда, при этом параметры источника выбраны из соотношений:

$$1 \leq \frac{\delta}{r} \leq 2$$

$$10 \leq \frac{l}{r} \leq 30$$

$$0,2 \leq \frac{M_0 Q_{\text{субл}}}{M_{\text{ВВ}} \epsilon_{\text{ВВ}}} \leq 0,7$$

где r - радиус внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равный наружному радиусу трубки плазмообразующего вещества;

δ - толщина стенки полого цилиндрического заряда взрывчатого вещества;

l - длина внутренней полости заряда взрывчатого вещества, равная длине трубки плазмообразующего вещества;

M_0 - масса плазмообразующего вещества;

$M_{\text{ВВ}}$ - масса взрывчатого вещества;

$\epsilon_{\text{ВВ}}$ - удельная энергоемкость взрывчатого вещества, кДж/г;

$Q_{\text{субл}}$ - удельная энергия сублимации плазмообразующего вещества, кДж/г.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что взрывчатое вещество содержит добавку плазмообразующего вещества в виде мелкодисперсной фракции с массовой долей до 30%.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что внутри полости трубки плазмообразующего вещества установлен вкладыш из высокопористого плазмообразующего вещества.

4. Устройство по п.1, или 2, или 3, отличающееся тем, что в качестве

плазмообразующего вещества выбран алюминий.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что устройство подрыва выполнено с временным замедлителем.

5 6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выходное окно выполнено в виде металлической фольги, закрывающей отверстие в корпусе, или в виде пластины из прозрачного в рабочей области спектра оптического материала, установленной в
отверстии корпуса.

10

15

20

25

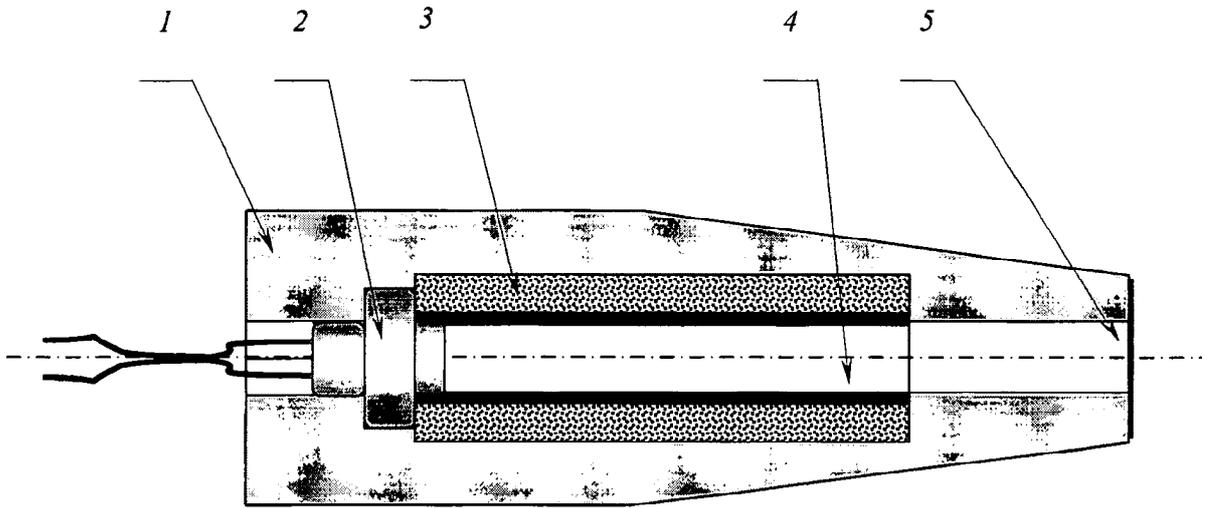
30

35

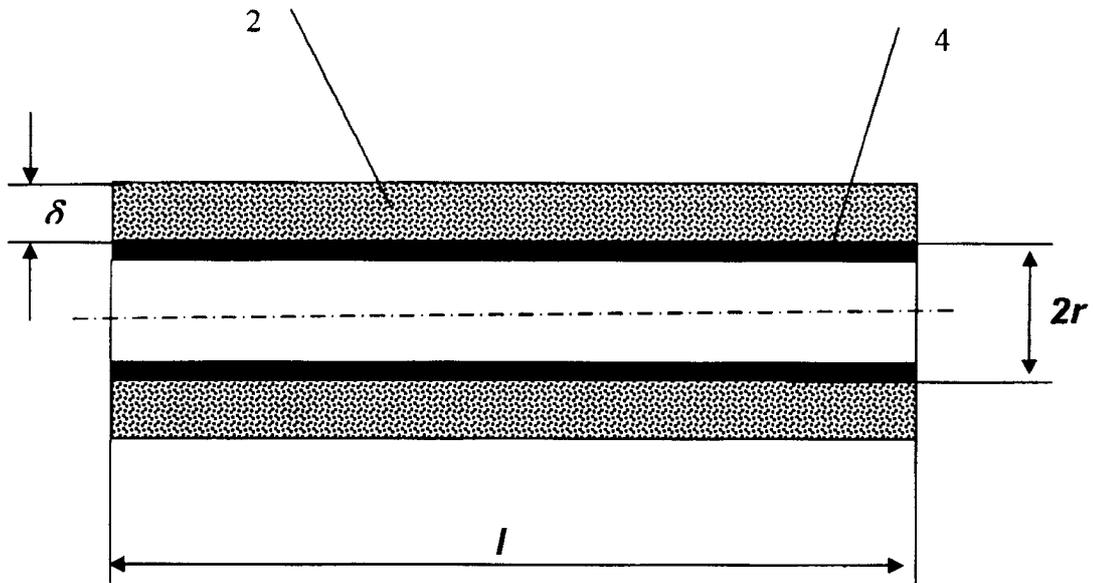
40

45

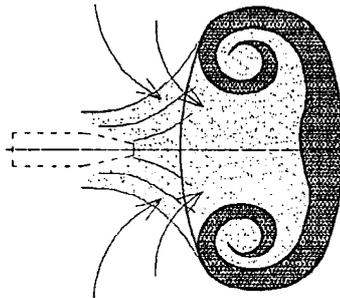
50



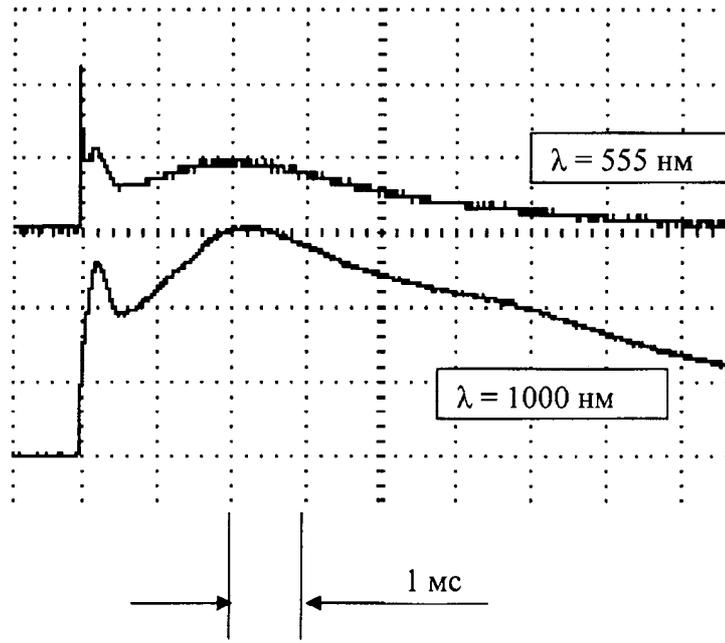
Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5