



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012149609/07, 09.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
07.05.2010 GB 1007655.2

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2014 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US20080037694 A1, 14.02.2008. EP
1750018 A2, 07.02.2007. KR200800645978 A,
09.07.2008. RU 2056656 C1, 20.03.1996

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 07.12.2012

(86) Заявка РСТ:
GB 2011/050889 (09.05.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/138622 (10.11.2011)

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-
ПАТЕНТ"

(72) Автор(ы):

ВЕНТИКОС Яннис (GB),
ХОКЕР Николас (GB)

(73) Патентообладатель(и):

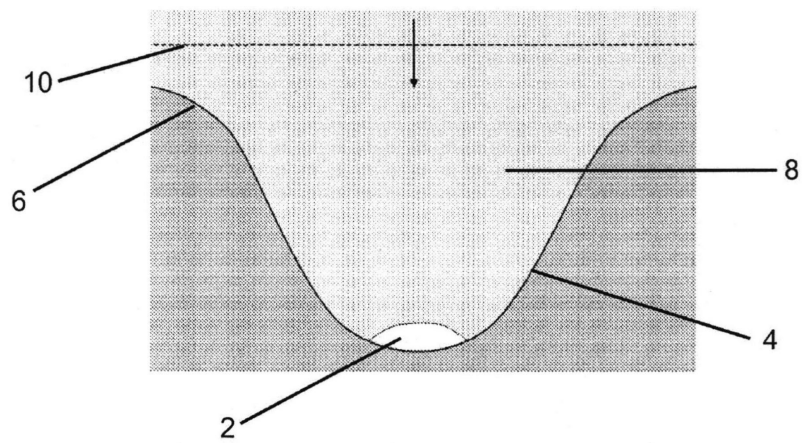
АЙСИС ИННОВЕЙШЕН ЛИМИТЕД
(GB)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО СОЗДАНИЯ ЛОКАЛИЗОВАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭНЕРГИИ

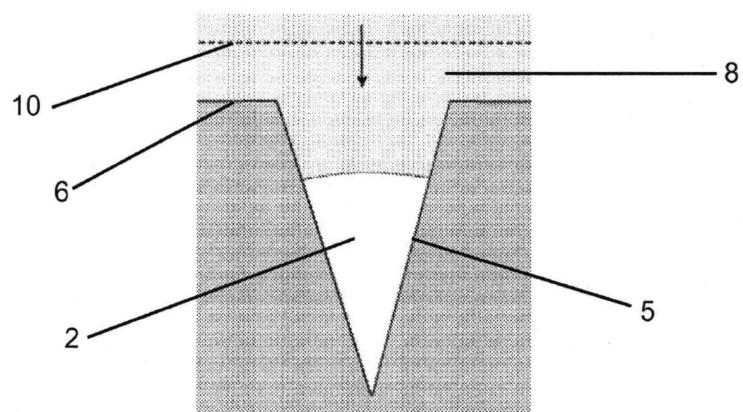
(57) Реферат:

Способ создания локализованной концентрации энергии содержит создание по меньшей мере одной ударной волны (10), распространяющейся в негазообразной среде (8) таким образом, чтобы она падала на газовый карман (2), расположенный в среде (8). Газовый карман (2) присоединен к поверхности (6), содержащей выемку (4), форма которой обеспечивает частичное размещение газового кармана (2). Устройство создания

локализованной концентрации энергии содержит негазообразную среду (8), в которой находится газовый карман (2). Газовый карман (2) присоединен к поверхности (6), содержащей выемку (4), форма которой обеспечивает частичное размещение газового кармана (2). Устройство содержит также средство создания по меньшей мере одной ударной волны (10), распространяющейся в среде (8) с падением на газовый карман (2). 6 н. и 60 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ. 1А



ФИГ. 1В

RU 2547829 C2

RU 2547829 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012149609/07, 09.05.2011**

(24) Effective date for property rights:
09.05.2011

Priority:

(30) Convention priority:
07.05.2010 GB 1007655.2

(43) Application published: **20.06.2014** Bull. № 17

(45) Date of publication: **10.04.2015** Bull. № 10

(85) Commencement of national phase: **07.12.2012**

(86) PCT application:
GB 2011/050889 (09.05.2011)

(87) PCT publication:
WO 2011/138622 (10.11.2011)

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT"

(72) Inventor(s):

**VENTIKOS Jannis (GB),
KhOKER Nikolas (GB)**

(73) Proprietor(s):

AJSIS INNOVEJSHEEN LIMITED (GB)

(54) **METHOD AND DEVICE TO CREATE LOCALISED CONCENTRATION OF ENERGY**

(57) Abstract:

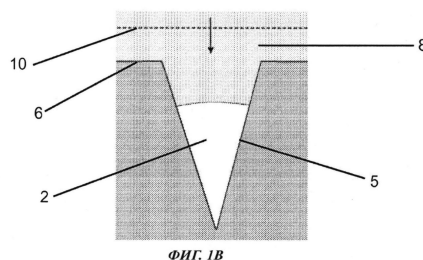
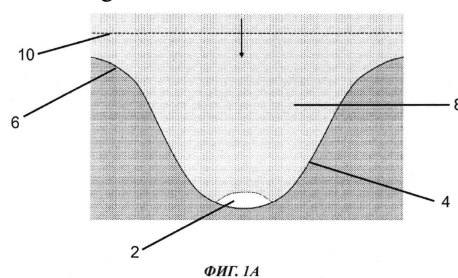
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: method to create localised concentration of energy includes development of at least one impact wave (10), which spreads in a non-gaseous medium (8) so that it drops onto a gas pocket (2), located in the medium (8). The gas pocket (2) is attached to a surface (6), which comprises a groove (4), the shape of which provides for partial placement of the gas pocket (2). The device to create localised concentration of energy comprises a non-gaseous medium (8), where the gas pocket (2) is located. The gas pocket (2) is attached to a surface (6), which comprises a groove (4), the shape of which provides for partial placement of the gas pocket (2). The device also comprises a facility to develop at least one impact wave (10), which spreads in the medium (8) dropping at the gas pocket (2).

EFFECT: development of the method to create

localised concentration of energy.

66 cl, 5 dwg



Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способам и устройствам для получения очень высокой локализованной энергии. В частности, хотя и не исключительно, изобретение относится к генерированию локализованной энергии, достаточно высокой для того,

чтобы вызывать термоядерный синтез.

Уровень техники

Развитие термоядерной энергетики является областью массированных затрат времени и средств в течение многих лет. Эти затраты в значительной степени сконцентрированы на разработке большого термоядерного реактора, имеющего высокую стоимость.

Однако существуют другие теории, которые прогнозируют гораздо более простые и дешевые механизмы для создания термоядерного синтеза. Так, например, интерес представляет зонтичная концепция "инерциального термоядерного синтеза", которая использует механические силы (в частности, ударные волны) для концентрации и фокусирования энергии на очень малых площадях.

В большой степени уверенность в потенциальных возможностях альтернативных способов инерциального термоядерного синтеза исходит из наблюдений явления, называемого сонолюминисценцией. Это явление имеет место, когда жидкость, содержащая пузырьки соответствующего размера, возбуждается определенной ультразвуковой частотой. Волна давления заставляет пузырьки расширяться, а затем очень бурно разрушаться. Этот процесс обычно называют инерционной кавитацией. Быстрое разрушение пузырька приводит к неравновесному сжатию, которое заставляет среду нагреваться до такой степени, что она начинает излучать свет [Gaitan, D.F., Crum, L.A., Church, C.C., и Roy, R.A., Journal of the Acoustical Society of America, 91(6), 3166-3183 June (1992)]. Предпринимались различные попытки интенсифицировать этот процесс, при этом одна группа авторов заявила, что наблюдала термоядерный синтез [Taleyarkhan, R.P., West, C.D., Cho, J.S., Lahey, R.T., Nigmatulin, R.I., и Block, R.C., Science, 295(5561), 1868-1873 March (2002)]. Однако наблюдавшиеся результаты до настоящего времени не были подтверждены или повторно воспроизведены, несмотря на значительные усилия [Shapira, D. and Saltmarsh, M., Physical Review Letters, 89 (10), 104302 September (2002)]. Это - не единственный предлагаемый механизм, который приводит к получению люминесценции из разрушающегося пузырька, однако он является наиболее документированным. Люминесценция наблюдалась также из пузырька, разрушенного сильной ударной волной [Bourne, N.K. and Field, J.E., Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Mathematical Physical and Engineering Sciences, 357(1751), 295-311 February (1999)]. Это представляет собой второй механизм, т.е. разрушение пузырька при помощи ударной волны, к которому относится настоящее изобретение.

В патенте US 7445319 предлагается обстреливать неподвижную мишень сферическими каплями воды, которые перемещаются с очень высокой скоростью (~1 км/с), для того, чтобы генерировать интенсивную ударную волну. Эту ударную волну можно использовать для разрушения пузырьков, которые зародились, а затем расширились внутри капли. Именно внутри разрушенного пузырька, как предполагает вышеуказанный патент, происходит термоядерный синтез. Механизм генерирования ударной волны в результате удара о поверхность капель, движущихся с высокими скоростями, исследован экспериментально и в расчетном виде (включая работу одного из авторов настоящего патента, [Haller, K.K., Ventikos, Y., Poulidakos, D., and Monkewitz, P., Journal of Applied Physics, 92(5), 2821-2828 September (2002)].) Несмотря на схожесть фундаментальных физических механизмов, настоящее изобретение отличается от US 7445319, поскольку оно не использует удар высокоскоростных капель.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является обеспечение альтернатив вышеуказанному механизму, которые могут также иметь другие применения. Первый аспект изобретения обеспечивает способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий

5 создание по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман, расположенный в среде, при этом газовый карман присоединен к поверхности, содержащей выемку, форма которой обеспечивает частичное размещение газового кармана.

Изобретение относится также к устройству создания локализованной концентрации

10 энергии, которое содержит:

негазообразную среду, в которой находится газовый карман, присоединенный к поверхности, содержащей выемку, форма которой обеспечивает частичное размещение газового кармана; и

средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в

15 указанной среде с падением на указанный газовый карман.

Специалистам в данной области техники известно, что в общем случае в результате взаимодействия между ударной волной, распространяющейся в негазообразной среде, и газовым пузырьком, находящимся в этой среде, может образовываться

20 высокоскоростная поперечная струя негазообразной среды, которая перемещается сквозь пузырек, ударяясь о стенку пузырька, противоположную набегающей струе. Это является одним из механизмов, который приводит к появлению хорошо известной проблемы кавитационного повреждения поверхностей, когда ударные волны генерируются в присутствии микропузырьков, образованных на поверхности. Однако

25 авторы настоящего изобретения установили, что это природное явление можно соответствующим образом адаптировать и применить для получения очень высокой локализованной концентрации энергии, которую можно использовать, например, для реализации термоядерного синтеза, как поясняется ниже.

В вариантах осуществления изобретения производится управление явлением образования струи во время разрушения пузырька, чтобы способствовать образованию

30 этой поперечной струи и усилить ее скорость, а выемка на поверхности предназначена для приема удара поперечной струи, при этом происходит захват небольшого объема исходного газового кармана между ударной струей и самой выемкой. Это приводит к возникновению различных физических механизмов, которые обеспечивают фокусирование весьма существенной энергии в указанном объеме захваченного газа.

Более конкретно, если на поверхности предусмотрена выемка, предназначенная специально для приема высокоскоростной струи, образованной в результате

35 взаимодействия падающей ударной волны с газовым карманом, то, когда падающая ударная волна взаимодействует с поверхностью газового кармана, она образует передающуюся ударную волну и отраженное разрежение. При контакте с

40 соответствующей формой, т.е. изогнутой в противоположном направлении от падающей ударной волны, это разрежение будет действовать таким образом, чтобы фокусировать поток в точку. Это приводит к образованию высокоскоростной поперечной струи, которая может достигать скорости, например, более 2000 мс^{-1} для ударной волны 1 ГПа. Когда эта струя ударяется о поверхность выемки, в ней под действием силы удара

45 возникает сильная ударная волна, аналогично тому, как это происходит в описанной в US 7445319 ситуации с ударом капли, движущейся с высокой скоростью.

Форма поверхности в выемке, противоположной поверхности, на которую падает ударная волна, может быть плоской для того, чтобы струя контактировала с

поверхностью в точке. Однако в одной группе предпочтительных вариантов осуществления выемка на поверхности и газовый карман расположены таким образом, чтобы начальная область контакта представляла собой кривую, которая образует замкнутый контур, например, кольцо. Это позволяет захватывать часть газового кармана между концом струи и кромкой выемки. Для этого часть поверхности мишени имеет криволинейность, большую, чем криволинейность конца струи, и эта часть поверхности размещена таким образом, чтобы струя ударяла в нее. После удара генерируется тороидальная ударная волна, внутренняя кромка которой распространяется в направлении основания выемки и захваченной части газа. Сочетание этого явления с поршневым эффектом газа, останавливающим движение ударной струи, приводит к чрезвычайно сильному нагреву захваченного газа. Так, например, для данной силы ударной волны при использовании такой конструкции максимальные температуры можно увеличить более чем на порядок величины, по сравнению с пузырьком, присоединенным к плоской поверхности.

Выемка может иметь ряд различных форм. В одной группе вариантов осуществления ее поперечное сечение сужается по мере удаления от устья. Выемка может напоминать чашу, например, непрерывно изгибаясь. Однако поверхность не обязательно должна иметь непрерывный изгиб. В одной группе вариантов осуществления поверхность напоминает скорее трещину, чем форму чаши. Это может быть в том случае, если ее глубина больше, чем ширина, или если кривизна участка на конце трещины больше, чем кривизна (или максимальная кривизна) части газового кармана, расположенного в ней. В одной группе вариантов осуществления поверхность содержит множество дискретных частей, например, с определенным градиентом неравномерности между ними. Сами эти части могут представлять собой части эллипсов, парабол и т.п., а также могут быть прямолинейными. В особой группе вариантов осуществления поверхности, состоящие из дискретных частей, могут быть описаны как кусочно-полиномиальные.

Как указано выше, пузырек может быть малым по сравнению с размерами трещины, при этом он присоединяется к поверхности только с одной стороны, или может иметь размер, соизмеримый с размером трещины, и закрывать ее. Наличие только одной выемки, в которой помещается часть газового кармана, не является обязательным. Газовый карман может иметь поперечное расположение и находиться во множестве выемок.

В особой группе вариантов осуществления струя, движущаяся с высокой скоростью, ударяется об участок поверхности, который имеет специально подготовленную шероховатость или микроскопическую форму, при этом множество мелких частей газового кармана захватываются между концом струи и поверхностью мишени, т.е. множество мелких выемок являются малыми по сравнению с размером поперечного конца струи.

Второй аспект изобретения обеспечивает способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий создание по меньшей мере одной ударной волны, распространяющийся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман, суспендированный в указанной среде, при этом газовый карман находится на расстоянии от поверхности, форма которой обеспечивает по меньшей мере частичное отражение указанной ударной волны с направлением ее на указанный газовый карман.

Кроме того, изобретение относится к устройству создания локализованной концентрации энергии содержащему:

негазообразную среду, в которой находится газовый карман, расположенный на

расстоянии от поверхности; и

средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в указанной среде с падением на указанный газовый карман,

при этом указанная поверхность имеет форму, обеспечивающую по меньшей мере частичное отражение указанной ударной волны с направлением ее на указанный газовый карман.

В соответствии с этим аспектом изобретения указанную поверхность можно использовать для повышения концентрации энергии в газе за счет отражения и/или фокусирования ударной волны на ней. Конструкция может быть такой, чтобы ударная волна ударялась о поверхность перед газовым карманом, однако предпочтительно, чтобы падающая ударная волна взаимодействовала с газовым карманом, вызывая его разрушение, а затем чтобы падающая ударная волна и/или какие-либо из многочисленных ударных волн, генерированных кавитационным разрушением (известным специалистам в данной области техники), взаимодействовали с поверхностью мишени таким образом, чтобы они отражались обратно по направлению к остаткам газового кармана, заставляя их разрушаться во второй или более раз, и вследствие этого увеличивали получаемый нагрев.

Указанная поверхность может иметь множество форм и конфигураций. Конфигурация поверхности определяет, каким образом ударная волна взаимодействует с ней, а форма поверхности по отношению к расположению и форме газового кармана определяет, как ударная волна взаимодействует с газовым карманом, что может происходить до, одновременно или после ее взаимодействия с поверхностью. Это, в свою очередь, оказывает влияние на динамику разрушения и, следовательно, может увеличивать температуру и плотность, которые можно получить в результате сжатия газа ударной волной. В некоторых вариантах осуществления максимальную температуру можно увеличить более чем на порядок величины по сравнению с аналогичной ударной волной, взаимодействующей с изолированным пузырьком.

Поверхность может быть плоской, но предпочтительно она является не плоской - например, криволинейной. Поверхность не обязательно должна быть непрерывно криволинейной. Так, например, в одной группе вариантов осуществления вогнутая поверхность содержит множество дискретных частей, например, с определенным градиентом равномерности между ними. Эти части могут представлять собой части эллипсов, парабол и т.п., однако они могут быть также прямолинейными. В особой группе вариантов осуществления поверхности, состоящие из дискретных частей, могут быть описаны как кусочно-полиномиальные.

Поверхность предпочтительно имеет такую форму, чтобы отраженные ударные волны были сфокусированы на газовом кармане. Удаленность и геометрия поверхности (среди других факторов, включая, в частности, скорость распространения ударной волны в среде) определяют взаимодействие между первоначально падающей и отраженной ударными волнами, а также взаимодействие их обеих с газовым карманом.

В одной группе предпочтительных вариантов осуществления поверхность имеет такую форму, которая обеспечивает фокусирование отраженной ударной волны в точке. Так, например, в случае, по существу, плоской падающей ударной волны поверхность может быть параболической или эллиптической с газовым карманом, расположенным в ее фокальной точке. Однако могут быть также использованы и другие формы с учетом кривизны фронтов ударной волны. При этом следует понимать, что указанные соображения в некоторой степени аналогичны вопросам фокусирования радиоволн и других электромагнитных волн.

Оптимальное расстояние между газовым карманом и поверхностью зависит, в частности, от относительной формы отражающей поверхности и газового кармана. В особой группе вариантов осуществления изобретения газовый карман расположен на расстоянии от поверхности, которое не более чем в три раза превышает максимальный радиус кривизны ближайшей части поверхности. В одном примере кромка газового кармана, ближайшая к поверхности, удалена от нее на расстояние, меньшее, чем пятикратный размер самой широкой части пузырькового газового кармана, предпочтительно - менее чем трехкратный размер самой широкой части, например, менее чем двукратный размер самой широкой части.

В одной группе вариантов осуществления второго аспекта изобретения ударная волна вначале падает на газовый карман, сжимая объем кармана, а затем ударная волна отражается от отражающей поверхности и снова падает на газовый карман, дополнительно сжимая его. Расстояние может быть установлено таким образом, чтобы отраженная ударная волна падала на газовый карман, когда объем кармана продолжает сжиматься первичной ударной волной, или когда он достигает точки минимального объема в результате сжатия первичной ударной волной, или когда объем кармана увеличивается после сжатия первичной ударной волной.

Разрушение газового кармана падающей ударной волной приводит к образованию нескольких сильных ударных волн. В другой группе вариантов осуществления, в которой газовый карман находится на расстоянии от поверхности, поверхность мишени оптимизирована таким образом, чтобы отражать эти генерированные ударные волны назад к разрушенному пузырьку. Так, например, удар высокоскоростной поперечной струи (описанный в контексте первого аспекта изобретения) генерирует ударную волну, которая движется наружу от точки удара, рассеиваясь по мере перемещения.

Поверхность может иметь форму, которая соответствует форме этой ударной волны и отражает ее назад к пузырьку, в результате чего она становится сходящейся ударной волной и снова фокусирует свою энергию на разрушенном газовом кармане.

Третий аспект изобретения обеспечивает способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий создание по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман, расположенный в среде, при этом газовый карман присоединен к неплоской поверхности, форма которой концентрирует интенсивность ударной волны, падающей на газовый карман.

Изобретение относится также к устройству создания локализованной концентрации энергии, содержащему:

негазообразную среду, в которой имеется газовый карман, присоединенный к поверхности; и

средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в указанной среде с падением на указанный газовый карман,

при этом указанная поверхность имеет форму, которая концентрирует интенсивность ударной волны, падающей на газовый карман.

В соответствии с этим аспектом изобретения геометрию поверхности можно использовать для управления отражениями падающей ударной волны прежде, чем она достигнет пузырька, чтобы таким образом интенсифицировать разрушение пузырька, например, за счет того, что первичная падающая ударная волна в большей степени соответствует поверхности пузырька.

Как указано выше, поверхность может иметь множество различных форм и конфигураций, которые обеспечивают наличие участков, пригодных для присоединения

газового кармана к поверхности, при этом конфигурация поверхности определяет, каким образом ударная волна взаимодействует с ней, а форма поверхности по отношению к расположению и форме газового кармана определяет, как ударная волна взаимодействует с газовым карманом, что может происходить до, одновременно или после ее взаимодействия с поверхностью. Это, в свою очередь, оказывает влияние на динамику разрушения и, следовательно, может увеличивать температуру и плотность, которые можно получить в результате сжатия газа ударной волной. В некоторых вариантах осуществления максимальную температуру можно увеличить более чем на порядок величины по сравнению с аналогичной ударной волной, взаимодействующей с изолированным пузырьком.

В одной группе предпочтительных вариантов осуществления поверхность является вогнутой, что способствует фокусированию и интенсификации начального образования ударной волны. В некоторых неограничительных примерах поверхность может иметь эллиптическую или параболическую форму. Поверхность не обязательно должна быть непрерывно криволинейной. Так, например, в одной группе вариантов осуществления вогнутая поверхность содержит множество дискретных частей, например, с градиентом неравномерности между ними. Эти части сами по себе могут представлять собой части эллипсов, парабол и т.п., а также в равной степени могут быть прямолинейными. Особая группа вариантов осуществления содержит поверхности, которые состоят из дискретных частей и могут быть описаны как кусочно-полиномиальные. Газовый карман может быть присоединен к любой части поверхности, но предпочтительно - к нижней или центральной точке.

Размеры газового кармана могут быть малыми по сравнению с шириной или глубиной вогнутой поверхности, например, для присоединения только к одной стороне вогнутой поверхности, или он может иметь размер, соизмеримый с размером выемки, например, для присоединения к поверхности по кольцу вокруг основания выемки.

Вогнутая поверхность может напоминать чашу, например, имея непрерывную криволинейность. Однако в одной группе вариантов осуществления поверхность больше похожа на трещину, чем на форму чаши. При этом ее глубина больше, чем ширина, или на конце трещины может иметь место участок с кривизной, превышающей кривизну (или максимальную кривизну) пузырька. Как указано выше, газовый карман может быть малым по сравнению с размерами трещины, при этом он присоединяется только с одной стороны или он может иметь размер, аналогичный размеру трещины, чтобы закрывать ее.

В одной группе вариантов осуществления форма поверхности конфигурирована таким образом, чтобы вызывать переход от регулярного отражения к маховскому отражению падающей ударной волны, изменяя форму ударной волны так, чтобы она достигла газового кармана. В другой группе вариантов осуществления форма регулируется таким образом, чтобы отражения перекрывались и взаимодействовали друг с другом, также вызывая изменение формы ударной волны или системы взаимодействия ударных волн, когда они контактируют с газовым карманом. При тщательном управлении этими факторами можно получить повышение максимальной температуры по сравнению с тем случаем, когда поверхность является плоской.

В особой группе вариантов осуществления поверхность может иметь множество вогнутых частей. Дополнительно или альтернативно к одной или к каждой вогнутой части может быть присоединено множество газовых карманов.

Вышеописанные аспекты изобретения не являются взаимоисключающими. Так, например, поверхность может содержать выемку, форма которой обеспечивает

частичное размещение газового кармана, используя, таким образом, струйный эффект, а на расстоянии от выемки поверхность может иметь форму, концентрирующую интенсивность ударной волны, падающей на газовый карман. Это может позволить регулировать свойства струи, например, ее скорость, чтобы максимизировать концентрацию энергии. Такие комбинации могут быть полезными для того, чтобы обеспечить другими способами требуемое поведение ударной волны в выемке.

Во всех вариантах осуществления, где пузырек присоединен к поверхности, это может осуществляться в одной точке контакта или, при соответствующей структуре поверхности, во множестве дискретных контактных точек/областей.

Так же, как создание определенной формы поверхности мишени, в одной группе вариантов осуществления можно оптимизировать микроструктуру или характеристики смачивания поверхности для того, чтобы управлять скоростью ударной волны вблизи поверхности, например, для увеличения скорости вблизи поверхности, изменяя, таким образом, форму ударной волны и, следовательно, природу взаимодействия между ударной волной и газовым карманом. Как указано выше, газовый карман соответствующей формы можно использовать в этой группе вариантов осуществления, чтобы адаптировать форму ударной волны к форме газового кармана, что позволяет управлять динамикой разрушения газового кармана с целью максимизации температуры и плотности, который достигаются при сжатии.

Поверхность, к которой присоединен газовый карман, не ограничена наличием одной выемки (например, чтобы использовать эффект струи, описанный выше), при этом в одной группе вариантов осуществления поверхность мишени содержит множество выемок. Каждая отдельная выемка может иметь форму, которая способствует фокусированию, заставляя ударную волну концентрироваться на одном или более пузырьках. Таким образом, поверхность можно обеспечить более чем одной стороной, где ударная волна будет взаимодействовать с формованной частью поверхности, содержащей присоединенный к ней или расположенный вблизи нее газовый карман, что обеспечивает бесконечную расширяемость. Достоинство применения множества выемок заключается в возможности использования большей части энергии ударной волны. Так, например, большой газовый карман может покрывать множество выемок, или небольшие отдельные объемы газа могут быть расположены в каждой отдельной выемке. Для первого случая, в зависимости от количества таких выемок, размер отдельной выемки будет значительно меньшим, чем размер газового кармана. Для большого объема среды, в котором может размещаться большое количество выемок, это обеспечивает простоту изготовления устройства генерирования термоядерного синтеза.

Такие множества выемок можно получить различными способами. Так, например, твердую поверхность можно просверлить или подвергнуть другой механической обработке, чтобы получить выемки или углубления. При этом в одной группе вариантов осуществления выемки получают путем создания определенного рельефа поверхности. Так, например, поверхность может быть подвергнута дробеструйной обработке абразивным материалом, травлению или иной обработке для того, чтобы получить требуемую степень шероховатости поверхности, которая на микроскопическом уровне обеспечивает большое количество углублений или выемок.

Поверхность может быть твердой, как это имеет место во многих вариантах осуществления, описанных выше, или жидкой. В случае твердого тела пригодными могут быть любые материалы, предлагаемые в US 7445319. В случае жидкости требуемую форму поверхности можно получить различными способами. Так, например,

поверхность определенного объема жидкости может быть возбуждена при помощи соответствующей вибрации (например, при помощи ультразвука или другого способа), чтобы генерировать волну, которая имеет требуемую форму. Альтернативно этому требуемую форму можно получить при помощи контактного угла между жидкостью и твердой поверхностью с соответствующими согласованными смачивающими свойствами. Этот последний пример показывает, что поверхность может представлять собой комбинацию твердого тела и жидкости. Если поверхность мишени является жидкостью, она, как правило, является более плотной, чем негазообразная среда.

Как указано выше, в некоторых вариантах осуществления может использоваться множество газовых карманов, расположенных в среде. Эти газовые карманы могут быть присоединены к поверхности, расположены вблизи поверхности мишени или образовывать смесь этих вариантов.

Описанные здесь аспекты изобретения обеспечивают альтернативы способам, описанным в US 7445319, которые могут свои собственные достоинства. Авторы настоящего изобретения установили наличие значительных проблем при образовании пузырька в капле, которая с высокой скоростью бомбардирует мишень, как предлагается в US 7445319. Так, например, необходимо обеспечить очень точную синхронизацию для того, чтобы пузырек находился в подходящий момент своего цикла расширения - разрушения, когда происходит удар ударной волны. Кроме того, способ, в соответствии с которым получают капли, движущиеся с высокими скоростями, которые требуются согласно US 7445319 и подробно описаны в US 7380918, также являются сложным и дорогостоящим. При этом сложностей и связанных с ними затрат можно избежать при помощи по меньшей мере предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения. Так, различные аспекты настоящего изобретения обеспечивают гораздо более простые способы сжатия объема газа, захваченного в газовом кармане, поскольку в среде, в которой образован газовый карман, просто требуется создать ударную волну. Кроме того, теоретическое и компьютерное моделирование обоих способов, выполненное авторами настоящего изобретения, показывает, что способ согласно настоящему изобретению может обеспечить давление и температуру, на порядок большие, чем способ, описанный в US 7445319.

Более статичные рамки, которые можно использовать в соответствии с изобретением для сжатия газового кармана при помощи ударной волны, позволяют в гораздо большей степени (по сравнению со свободным пузырьком) управлять ударом ударной волны и взаимодействием с карманом.

Первичную ударную волну можно получить различными способами при помощи различных устройств в зависимости от требуемого давления. Так, например, устройство ударно-волновой литотрипсии может быть использовано для генерирования ударных волн низкой интенсивности, в то время как взрывной генератор плоской волны можно использовать для получения ударных волн высокой интенсивности. В предпочтительных вариантах осуществления такое взрывное устройство может создавать давление ударной волны между 0,1 ГПа и 50 ГПа, а в другом предпочтительном варианте осуществления литотрипсическое устройство может быть использовано для генерирования ударных волн с давлением от 100 МПа до 1 ГПа.

Термин "газ", используемый в данном описании, следует понимать в общем смысле, поэтому он не ограничивается чистыми атомарными или молекулярными газами, но включает также пары, суспензии или микросуспензии жидкостей или твердых тел или их любые смеси. Термин "негазообразная среда" также следует понимать в общем смысле, поэтому он может включать жидкости, неньютоновские жидкости, полутвердые

гели, материалы, которые являются псевдотвердыми до тех пор, пока прохождение ударной волны не изменит их свойств, суспензии или микросуспензии и коллоиды. Примеры включают, в частности, но без ограничения, воду, масла, растворители, в частности, ацетон, гидрогели и органогели. При этом следует понимать, что жидкость

имеет большую плотность, чем газ, содержащийся в кармане. Негазообразная среда может представлять собой любое вещество, пригодное для создания ударной волны, в частности, жидкость или полутвердый гель. Затем в газовый карман может быть помещен пузырек, суспендированный в жидкой или гелеобразной среде в требуемом месте, вблизи поверхности мишени или присоединенным к ней.

Достоинство применения геля или вязкой жидкости заключается в том, что они позволяют проще управлять положением пузырька в среде, чем жидкость с низкой вязкостью, в которой плавучесть пузырька может преодолевать вязкость жидкости. При этом следует понимать, что возможность управления позицией пузырька является особенно важной для той группы вариантов осуществления, в которой пузырек расположен вблизи поверхности мишени, а не присоединен к ней. В группе вариантов осуществления, где пузырек присоединен к поверхности мишени, природа поверхности мишени, например, материал или какие-либо впадины или выемки в нем, могут способствовать прилипанию пузырька к поверхности мишени. Использование геля или вязкой жидкости также является предпочтительным, поскольку это упрощает управление всей формой пузырька.

Благодаря более стабильной конструкции устройства по сравнению с US 7445319, управление формой пузырька можно осуществлять в гораздо большей степени. В той группе вариантов осуществления, где пузырек присоединен к поверхности, он может иметь сферическую форму за исключением участка, сплюсненного в результате его присоединения к поверхности мишени, поэтому пузырек может быть, например, полусферическим. В некоторых вариантах осуществления пузырек присоединяется к поверхности мишени нормально к ней, в то время как в других вариантах осуществления могут потребоваться различные углы. В расширенной группе этих вариантов осуществления пузырек не является сферическим, но имеет другую форму, которая включает, в частности, но без ограничения, эллипсоиды, кардиоиды, разновидности сферической, кардиоидной или эллипсоидной формы с поверхностью, имеющей отклонения, которые могут быть описаны, например, рядами Фурье, и пузырьки с другими отличными формами, в частности, с коническими или трапециевидными формами. При этом следует понимать, что, например, конический пузырек сложно получить в идеально жидкой среде, однако в случае гелевой среды эта группа вариантов осуществления становится возможной и может быть предпочтительной. В том аспекте изобретения, в котором пузырек не присоединен к поверхности, он не имеет ограничений, связанных с поверхностью, и, следовательно, может принимать любую необходимую форму, в частности, эллипсоидную и т.п. В группе таких вариантов осуществления форму пузырька и форму поверхности мишени можно согласовать соответствующим образом, например, если выемка является полусферической, пузырек может быть сферическим.

Газовый карман может быть получен определенным способом. В одной особой группе вариантов осуществления он образуется при помощи системы, аналогичной той, которая описана в патенте US 7445319, где для получения пузырька используется лазер в сочетании с наночастицами, помещенными в жидкость. В другой группе вариантов осуществления пузырек может быть получен из нестабильной эмульсии различных жидкостей. В еще одной группе вариантов осуществления пузырек образуется

под действием волны давления, имеющей соответствующее направление и предназначенной для создания кавитации в жидкости. В группе вариантов осуществления, в которой газовый карман присоединен к стенке, определенный объем газа может закачиваться по каналу, предусмотренному на поверхности мишени, чтобы
 5 расширять пузырек на поверхности. Достоинством этой группы вариантов осуществления является большая степень регулирования содержания и размера получаемого газового кармана. В группе вариантов осуществления, где жидкая среда представляет собой гель, газовый карман можно предварительно изготовить путем пробивки, прорезания другим способом или прессования соответствующей формы из
 10 используемого гелевого блока.

В еще одной группе вариантов осуществления газовый карман получают при помощи предварительно изготовленной мембраны, которая образует границу между газовым карманом и средой и, таким образом, определяет также форму газового кармана. При этом применение тонкой мембраны обеспечивает разделение жидких и газообразных
 15 материалов и позволяет выбирать любые комбинации составов. Это позволяет также управлять формой газового кармана с точностью, недоступной для других способов. Мембрана может быть выполнена из любого пригодного материала, например, из стекла, пластмассы или резины. Наличие предварительно изготовленной мембраны упрощает применение жидкой среды, поскольку объем газа захватывается около
 20 поверхности мишени и поэтому не может удаляться или испытывать иные возмущения. В особой группе вариантов осуществления мембрана является хрупкой и разрушается при ударе ударной волны, поэтому она не оказывает влияния на результирующую динамику. В одной группе вариантов осуществления предварительно изготовленная мембрана содержит линию или участок ослабления, поэтому при ударе ударной волны
 25 она разрушается по этой линии или участку ослабления. Линию или участок ослабления можно расположить таким образом, чтобы позиция разлома не оказывала влияния на характер последующего движения потока, например, это может способствовать управлению образованием и динамикой движения поперечной струи. В другой группе вариантов осуществления мембрана деформируется вместе с разрушающимся
 30 пузырьком. В той группе вариантов осуществления, где газовый карман не присоединяется к поверхности, концепция газового кармана, содержащегося в мембране, также является полезной. В особой группе вариантов осуществления газовые карманы вблизи поверхности имеют форму небольших стеклянных бусин, заполненных соответствующим газом. Достоинством этого также является управление формой
 35 газового кармана.

В одной группе предпочтительных вариантов осуществления описанные здесь способы используются для того, чтобы генерировать реакции термоядерного синтеза. Топливом для такой реакции может служить газ, содержащийся в кармане, среда или непосредственно поверхность мишени. Все виды топлива, указанные в US 7445319,
 40 пригодны для применения в настоящем изобретении.

Устройство согласно настоящему изобретению не ограничено в размерах в отличие от US 7445319, где размер капли ограничивает максимальный размер пузырька. Иногда может быть предпочтительным иметь крупногабаритное устройство, в котором нагревается большой объем газа. Объем газа в каждом кармане можно выбрать в
 45 зависимости от конкретных условий, но в одной группе предпочтительных вариантов осуществления он составляет между 5×10^{-11} и 5×10^{-3} литра.

Реакции термоядерного синтеза, которые можно реализовать в соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения, могут быть использованы для

получения полезной энергии (цель долгосрочного исследования в данной области), однако авторы настоящего изобретения установили, что даже в том случае, если выход термоядерной реакции будет ниже величины, требуемой для получения полезной энергии, надежный термоядерный синтез, который обеспечивается в соответствии с вариантами осуществления изобретения, является полезным, например, для получения трития, который можно использовать в качестве топлива в других проектах, связанных с термоядерным синтезом, и который является очень дорогостоящим при получении способами, существующими в настоящее время. Термоядерный синтез может быть также полезным с точки зрения получения источника быстрых и безопасных нейтронов, который имеет множество возможных применений, известных специалистам в данной области техники.

Кроме того, в соответствии с данным изобретением обеспечение термоядерного синтеза вообще не является существенным. Так, например, в некоторых вариантах осуществления способы и устройство согласно настоящему изобретению можно выгодно использовать для сонохимического реактора, который можно применять для создания экстремальных и необычных условий.

Краткое описание чертежей

Ниже приведены описания некоторых вариантов осуществления изобретения, которые представлены только в качестве примеров, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показаны:

фиг.1a и 1b - два варианта исполнения поверхности мишени согласно одному аспекту изобретения;

фиг.2a, 2b и 2c - три последовательных этапа взаимодействия ударной волны с газовым карманом согласно другому аспекту изобретения;

фиг.3a и 3b - два последовательных этапа взаимодействия ударной волны с газовым карманом согласно еще одному аспекту изобретения;

фиг.4 - другой вариант осуществления изобретения; и

фиг.5 - видоизменение варианта осуществления с фиг.3a.

Осуществление изобретения

На фиг.1a и 1b схематически показаны два соответствующих варианта осуществления одного аспекта изобретения. В каждом случае твердая поверхность 6, например, представляющая собой поверхность высокопрочной стали, помещается в негазообразную среду 8 в виде гидрогеля, представляющего собой, например, смесь воды и желатина. В среде 8 гидрогеля образован газовый карман 2, заполненный парообразным топливом, пригодным для участия в реакции термоядерного синтеза. В обоих случаях газовый карман 2 присоединен к поверхности 6 мишени внутри вогнутой выемки. В случае первого варианта осуществления, показанного на фиг.1a, выемка 4 является параболической и относительно большой, поэтому только одна сторона газового кармана 2 присоединена к поверхности 6. Размер устройства является гибким, однако типичный размер для этой схемы может составлять между 0.1 и 1×10^{-5} м.

В случае второго варианта осуществления, показанного на фиг.1b, газовый карман 2 помещен в гораздо меньшую, V-образную сужающуюся выемку 5, которая может быть получена механической обработкой или образована естественной трещиной на поверхности 6.

Во время работы в гелевой среде 8 в результате взрыва создается ударная волна 10, например, с давлением 5 ГПа. На фиг.1a и 1b это показано в виде линии, распространяющейся в направлении стрелки к газовому карману 2. Первая ударная волна 10 ударяется о верхние части поверхности 6 мишени, что заставляет ударную

волну 10 изменять форму по мере ее перемещения к газовому карману 2. Таким образом, формой ударной волны 10, которая проходит к газовому карману 2 можно непосредственно управлять, придавая соответствующую форму поверхности 6. Затем сформованная ударная волна 10 ударяется о газовый карман 2, прижимая его к поверхности 6 мишени, поскольку ударная волна 10 распространяется сквозь газовый карман 2. Отражения ударной волны 10 от поверхности 6 после того, как она прошла сквозь карман 2, перемещаются обратно сквозь карман, усиливая это распространение от первоначального направления и продолжая сжимать газовый карман. Сжатие газообразного топлива, находящегося в кармане, вызывает интенсивный локальный нагрев, который может быть достаточным для того, чтобы генерировать реакцию термоядерного синтеза.

На фиг.2а, 2b и 2с показано три последовательных этапа взаимодействия ударной волны с газовым карманом 12, который расположен на расстоянии от поверхности 16 согласно другому аспекту изобретения. В этом варианте осуществления газовый карман 12 расположен неподвижно в геле 18, заполняющем вогнутую выемку 14 на поверхности 16.

На фиг.2а показана ударная волна 20, которая распространяется сквозь гелевую среду 18 в направлении стрелки, приближаясь к газовому карману 12. На фиг.2b показана ударная волна 20 в момент падения на газовый карман 12. Ударная волна действует на объем газа 12, сжимая его аналогично вариантам осуществления, показанным на фиг.1а и 1b. В то же время ударная волна 20 отражается от верхних сторон вогнутой выемки 14 на поверхности 16.

На фиг.2с показан третий момент этой последовательности, когда ударная волна 20 проходит сквозь объем газа 12, сжимая его в значительной степени. В это время ударная волна 20 также отражается от поверхности 16 и перемещается обратно к газовому карману 12 в направлении, указанном стрелкой. Отраженная ударная волна 20 теперь имеет форму, схожую с формой вогнутой выемки 14, и фокусируется в направлении газового кармана 12, после чего она падает на него во второй раз, снова сжимая его и еще больше увеличивая температуру и давление внутри него.

На фиг.3а и 3b в соответствии с еще одним аспектом изобретения показаны два последовательных этапа взаимодействия ударной волны с газовым карманом 22, присоединенным к поверхности 26 таким образом, чтобы он закрывал и заполнял V-образную сужающуюся выемку 24. Сужающаяся выемка 24 имеет форму, аналогичную форме, показанной на фиг.1b, однако по отношению к размеру сужающейся выемки объем газа в кармане 22 гораздо больше, чем соответствующий объем на фиг.1b. Так, например, ширина пузырька может составлять порядка 1 см.

На фиг.3а показана ударная волна 30, распространяющаяся в среде 28 (которая может представлять собой такой же материал, как и в предыдущих вариантах осуществления, или другой материал) в направлении стрелки, к газовому карману 22. На фиг.3b показан более поздний этап взаимодействия после удара ударной волны 30 о газовый карман 22. Часть 27 ударной волны 30, которая ударилась о кромку газового кармана 22 в результате большого изменения плотности, отражается от среды 28 в газ 22. Эта отраженная часть 27 образует разреженный конус, который распространяется, удаляясь от газового кармана 22 и, таким образом, создает область низкого давления между отраженной частью 27 и газовым карманом 22. Среда 28 входит в эту область низкого давления в виде струи 29, которая затем пересекает газовый карман 22, захватывая часть газа между концом струи 29 и сужающейся выемкой 24, предусмотренной на поверхности 26, создавая при этом сжатие и нагрев газа, как

описано выше.

На фиг.1b показана другая конфигурация, которая также пригодна в качестве варианта осуществления этого аспекта изобретения.

На фиг.4 показан другой вариант осуществления предыдущего аспекта изобретения, в котором газовый карман 32 присоединен к поверхности мишени 36 в сужающейся выемке 34. Этот вариант осуществления отличается от вариантов, описанных выше, тем, что газовый карман 32 отделен от среды 38 предварительно изготовленной мембраной 33. Предварительно изготовленная мембрана 33 является хрупкой, т.е. она разрушается ударом ударной волны 40. После разрушения предварительно изготовленной мембраны 33 ударом ударной волны 40 ударная волна 40 продолжает распространяться в выемку 34, сжимая газовый карман 32 так же, как это описано для предыдущих вариантов осуществления.

На фиг.5 показано видоизменение варианта осуществления с фиг.3а. В этом видоизменении предусмотрено множество мелких выемок 42, расположенных в основании большой выемки 44. Газовый карман 46 распределяется между большой выемкой 44 и множеством мелких выемок 42. Во время работы этого видоизменения варианта осуществления струя, образующаяся при ударе ударной волны (не показана) о газовый карман 46, сильно сжимает множество небольших объемов газа, захватывая их в мелких выемках 42, аналогично тому, как это описано выше со ссылками на фиг.3а и 3б.

Несмотря на приведенные конкретные примеры, следует понимать, что существует большое количество параметров, которые оказывают влияние на фактически получаемые результаты, например, плотность жидкой или гелевой среды, внешнее давление и температура, состав газа и жидкости или геля, угол падения ударной волны, форма и микроструктура поверхности мишени.

Во всех вариантах осуществления, описанных выше, показанные схемы представляют собой вертикальное поперечное сечение трехмерного объема газа и поверхности мишени, поэтому они изображают варианты осуществления, которые являются осесимметричными. Однако это не является существенным для изобретения. В частности, поверхность может содержать дискретные поверхностные участки в направлении вращения вместо частей, показанных в вертикальном поперечном сечении, или совместно с ними. В последнем случае поверхность мишени является многогранной. При этом каждая грань служит источником разделения сходящихся ударных волн.

Во всех описанных вариантах осуществления указанное устройство можно использовать путем создания в среде ударной волны, которая падает на объем газа, содержащего дейтерированный водяной пар.

При многочисленных моделированиях эксперимента описанные здесь методики позволяли получать максимальное давление ~20 ГПа, которое является достаточным для создания внутри разрушенного объема газа температуры, превышающей 1×10^6 градусов Кельвина, что может обеспечивать протекание реакции термоядерного синтеза с участием атомов дейтерия. В некоторых неограничительных примерах образующиеся нейтроны могут быть использованы в других процессах или могут поглощаться нейтронным поглотителем для превращения кинетической энергии нейтронов в тепловую энергию и для генерирования, таким образом, обычной термодинамической энергии.

Формула изобретения

1. Способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий создание

по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман, расположенный в указанной среде, при этом газовый карман присоединен к поверхности, содержащей выемку, форма которой обеспечивает частичное размещение газового кармана.

5 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный способ содержит управление образованием поперечной струи во время разрушения газового кармана, при этом указанная выемка на поверхности предназначена для восприятия удара поперечной струи таким образом, чтобы по меньшей мере часть газового кармана была захвачена между ударной струей и выемкой на поверхности.

10 3. Способ по п.2, отличающийся тем, что обеспечивают удар струи об участок поверхности, который выполнен с определенной шероховатостью или микроскопической формой, так, что множество мелких частей газового кармана захватываются между концом струи и поверхностью мишени.

4. Способ по п.1, 2 или 3, отличающийся тем, что выемка на поверхности и газовый карман расположены таким образом, что начальная область контакта представляет собой кривую, которая образует замкнутый контур.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что часть выемки на поверхности имеет кривизну, превышающую кривизну конца струи, при этом указанная часть выемки на поверхности расположена таким образом, что струя ударяет в нее.

20 6. Способ по п.1, 2 или 3, отличающийся тем, что поперечное сечение выемки на поверхности сужается вглубь от устья выемки.

7. Способ по п.1, 2 или 3, отличающийся тем, что выемка на поверхности имеет глубину, превышающую ширину выемки.

25 8. Способ по п.1, 2 или 3, отличающийся тем, что выемка на поверхности содержит множество дискретных частей.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что указанные дискретные части являются кусочно-полиномиальными.

30 10. Способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий создание по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман, суспендированный в указанной среде, при этом газовый карман находится на расстоянии от поверхности, имеющей форму, обеспечивающую по меньшей мере частичное отражение указанной ударной волны с направлением ее на указанный газовый карман.

35 11. Способ по п.10, отличающийся тем, что указанная поверхность обеспечивает отражение и/или фокусирование ударной волны на газовый карман.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что отраженная и/или сфокусированная ударная волна взаимодействует с газовым карманом.

13. Способ по п.10, 11 или 12, отличающийся тем, что указанная поверхность является не плоской.

40 14. Способ по п.10, 11 или 12, отличающийся тем, что указанная поверхность содержит множество дискретных частей.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что дискретные части являются кусочно-полиномиальными.

45 16. Способ по п.10, 11 или 12, отличающийся тем, что поверхность имеет такую форму, которая обеспечивает фокусирование отраженных ударных волн на газовом кармане.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что поверхность имеет такую форму, которая обеспечивает фокусирование отраженной ударной волны в точке.

18. Способ по п.10, 11 или 12, отличающийся тем, что газовый карман расположен на расстоянии от поверхности, которое не более чем в три раза превышает максимальный радиус кривизны ближайшей части поверхности.

5 19. Способ по п.18, отличающийся тем, что кромка газового кармана, ближайшая к поверхности, находится на расстоянии от нее, меньшем, чем пятикратный размер самой широкой части пузырькового газового кармана, предпочтительно - менее трехкратного размера самой широкой части, например менее двукратного размера самой широкой части.

10 20. Способ создания локализованной концентрации энергии, содержащий создание по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в негазообразной среде таким образом, чтобы она падала на газовый карман в указанной среде, при этом газовый карман присоединен к неплоской поверхности, форма которой концентрирует интенсивность ударной волны, падающей на газовый карман.

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что указанная поверхность является вогнутой.

15 22. Способ по п.21, отличающийся тем, что указанная поверхность содержит множество дискретных частей.

23. Способ по п.22, отличающийся тем, что дискретные части являются кусочно-полиномиальными.

20 24. Способ по одному из пп.21-23, отличающийся тем, что газовый карман присоединен к нижней или центральной точке вогнутой поверхности.

25. Способ по одному из пп.21-23, отличающийся тем, что поверхность имеет глубину, превышающую ее ширину.

26. Способ по одному из пп.21-23, отличающийся тем, что поверхность содержит множество вогнутых частей.

25 27. Способ по одному из пп.21-23, отличающийся тем, что к одной или каждой вогнутой части присоединено несколько газовых карманов.

28. Способ по одному из пп.1, 10 и 20, отличающийся тем, что указанный способ включает использование взрывного устройства для создания ударной волны с давлением между 0.1 ГПа и 50 ГПа.

30 29. Способ по одному из пп.1, 10 и 20, отличающийся тем, что указанный способ включает использование литотрипсического устройства для создания ударной волны с давлением между 100 МПа и 1 ГПа.

35 30. Способ по одному из пп.1, 10 и 20, отличающийся тем, что газовый карман образован с помощью предварительно изготовленной мембраны, которая образует границу между газовым карманом и негазообразной средой.

31. Способ по п.30, отличающийся тем, что указанная мембрана является хрупкой и выполнена с возможностью разрушения при действии ударной волны.

32. Способ по п.30, отличающийся тем, что указанная предварительно изготовленная мембрана содержит линию или участок ослабления.

40 33. Способ по одному из пп.1, 10 и 20, отличающийся тем, что указанный способ используют для генерирования реакции термоядерного синтеза.

34. Устройство создания локализованной концентрации энергии, содержащее: негазообразную среду, в которой находится газовый карман, при этом газовый карман присоединен к поверхности, содержащей выемку, форма которой обеспечивает частичное
45 размещение газового кармана; и

средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в указанной среде с падением на указанный газовый карман.

35. Устройство по п.34, отличающееся тем, что указанное устройство содержит

средство управления образованием поперечной струи во время разрушения газового кармана, при этом на поверхности предусмотрена выемка, которая принимает удар поперечной струи с обеспечением захвата, во время работы устройства, по меньшей мере части газового кармана между ударной струей и выемкой, расположенной на поверхности.

36. Устройство по п.35, отличающееся тем, что по меньшей мере один участок поверхности выполнен с определенной шероховатостью или микроскопической формой так, что во время удара струи в этот участок поверхности происходит захват множества мелких частей газового кармана между концом струи и поверхностью мишени.

37. Устройство по п.34, 35 или 36, отличающееся тем, что выемка на поверхности и газовый карман расположены таким образом, что начальная область контакта представляет собой кривую, которая образует замкнутый контур.

38. Устройство по п.37, отличающееся тем, что часть выемки на поверхности имеет кривизну, превышающую кривизну конца струи, при этом указанная часть выемки на поверхности расположена таким образом, что струя ударяет в нее.

39. Устройство по п.34, 35 или 36, отличающееся тем, что поперечное сечение выемки на поверхности сужается вглубь от устья выемки.

40. Устройство по п.34, 35 или 36, отличающееся тем, что выемка на поверхности имеет глубину, превышающую ширину выемки.

41. Устройство по п.34, 35 или 36, отличающееся тем, что выемка на поверхности содержит множество дискретных частей.

42. Устройство по п.41, отличающееся тем, что указанные дискретные части являются кусочно-полиномиальными.

43. Устройство создания локализованной концентрации энергии, содержащее: негазообразную среду с расположенным в ней газовым карманом, который находится на расстоянии от поверхности; и

средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в указанной среде с падением на указанный газовый карман,

при этом указанная поверхность имеет форму, которая по меньшей мере частично отражает указанную ударную волну с направлением ее на указанный газовый карман.

44. Устройство по п.43, отличающееся тем, что поверхность расположена с обеспечением отражения и/или фокусирования ударной волны на газовый карман.

45. Устройство по п.44, содержащее средство отражения и/или фокусирования ударной волны таким образом, чтобы она взаимодействовала с газовым карманом.

46. Устройство по п.43, 44 или 45, отличающееся тем, что указанная поверхность является не плоской.

47. Устройство по п.43, 44 или 45, отличающееся тем, что указанная поверхность содержит множество дискретных частей.

48. Устройство по п.47, отличающееся тем, что указанные дискретные части являются кусочно-полиномиальными.

49. Устройство по п.43, 44 или 45, отличающееся тем, что поверхность имеет форму, которая обеспечивает фокусирование отраженных ударных волн на газовом кармане.

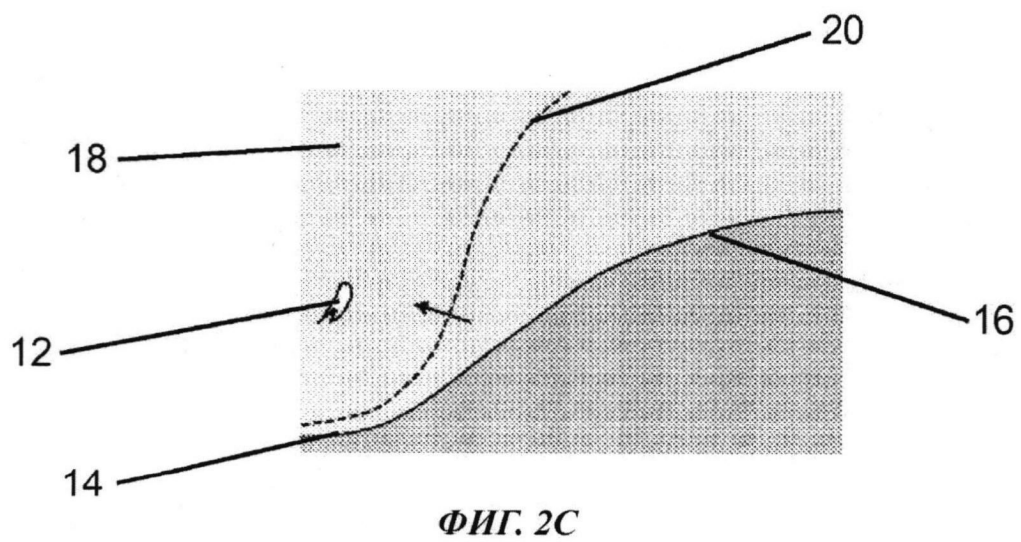
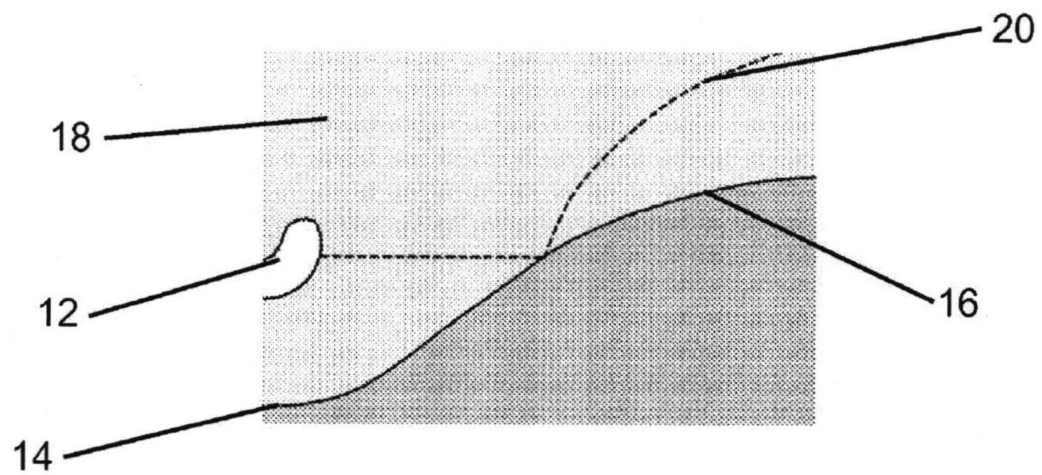
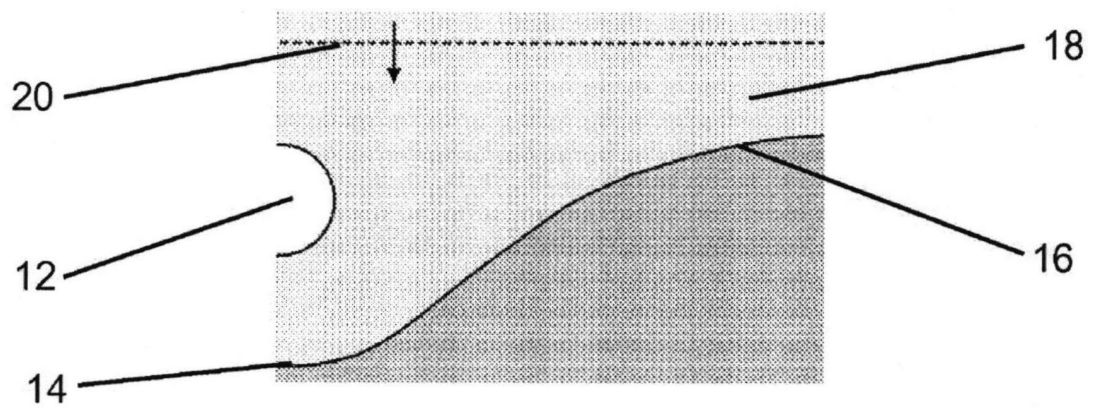
50. Устройство по п.49, отличающееся тем, что поверхность имеет форму, которая обеспечивает фокусирование отраженных ударных волн в точке.

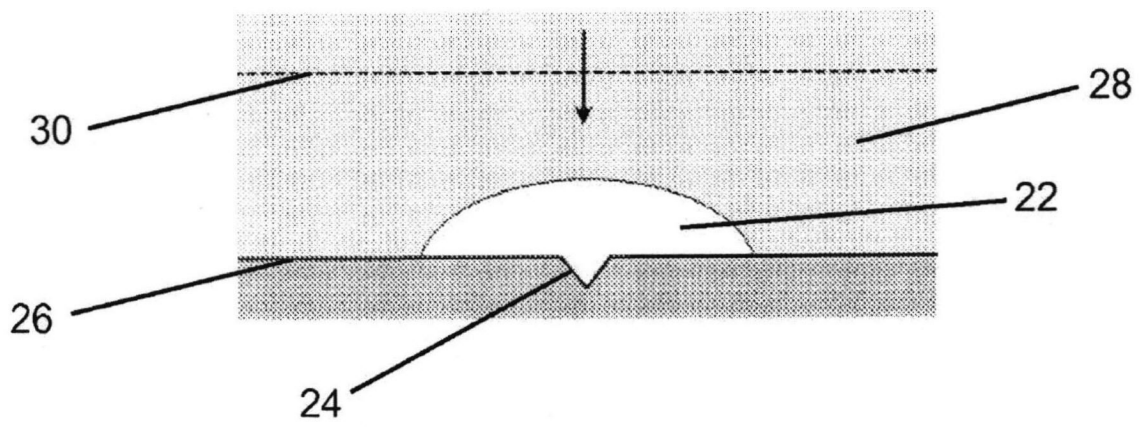
51. Устройство по п.43, 44 или 45, отличающееся тем, что газовый карман находится на расстоянии от поверхности, которое не более чем в три раза превышает максимальный радиус кривизны ближайшей части поверхности.

52. Устройство по п.51, отличающееся тем, что кромка газового кармана, ближайшая

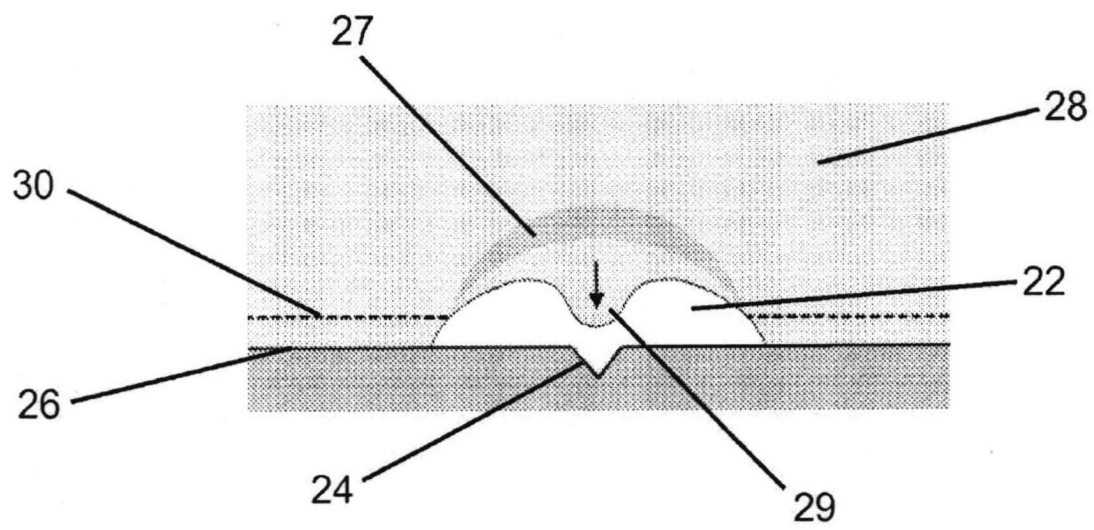
к поверхности, удалена от нее на расстояние, меньшее пятикратного размера самой широкой части пузырькового газового кармана, предпочтительно - менее трехкратного размера самой широкой части, например менее двукратного размера самой широкой части.

- 5 53. Устройство создания локализованной концентрации энергии, содержащее: негазообразную среду, в которой находится газовый карман, присоединенный к поверхности; и средство создания по меньшей мере одной ударной волны, распространяющейся в указанной среде с падением на указанный газовый карман,
10 при этом указанная поверхность имеет форму, обеспечивающую концентрацию интенсивности ударной волны, падающей на газовый карман.
54. Устройство по п.53, отличающееся тем, что указанная поверхность является вогнутой.
55. Устройство по п.54, отличающееся тем, что указанная поверхность содержит
15 множество дискретных частей.
56. Устройство по п.55, отличающееся тем, что указанные дискретные части являются кусочно-полиномиальными.
57. Устройство по одному из пп.54-56, отличающееся тем, что газовый карман присоединен к нижней или центральной точке вогнутой поверхности.
- 20 58. Устройство по одному из пп.54-56, отличающееся тем, что поверхность имеет глубину, большую, чем ее ширина.
59. Устройство по одному из пп.54-56, отличающееся тем, что поверхность содержит множество вогнутых частей.
60. Устройство по одному из пп.54-56, отличающееся тем, что к одной или каждой
25 вогнутой части присоединено несколько газовых карманов.
61. Устройство по одному из пп.34, 43 и 53, отличающееся тем, что указанное устройство содержит взрывное устройство, предназначенное для создания ударной волны с давлением между 0.1 ГПа и 50 ГПа.
62. Устройство по одному из пп.34, 43 и 53, отличающееся тем, что указанное
30 устройство содержит литотрипсическое устройство, предназначенное для создания ударной волны с давлением между 100 МПа и 1 ГПа.
63. Устройство по одному из пп.34, 43 и 53, отличающееся тем, что газовый карман образован с помощью предварительно изготовленной мембраны, которая образует границу между газовым карманом и негазообразной средой.
- 35 64. Устройство по п.63, отличающееся тем, что указанная мембрана является хрупкой и выполнена с возможностью разрушения при действии ударной волны.
65. Устройство по п.63, отличающееся тем, что предварительно изготовленная мембрана содержит линию или участок ослабления.
66. Устройство по одному из пп.34, 43 и 53, отличающееся тем, что указанное
40 устройство выполнено с возможностью генерирования реакции термоядерного синтеза.

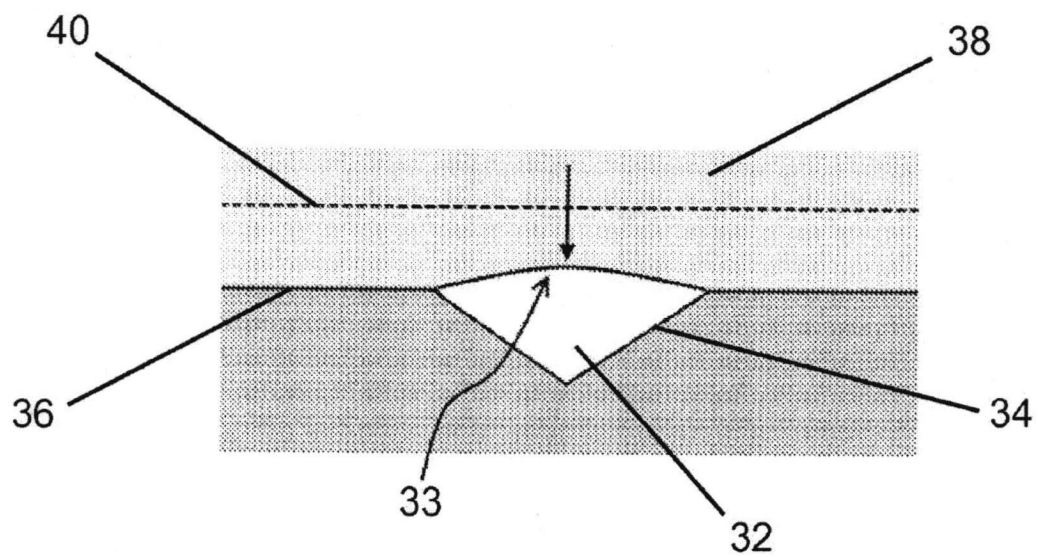




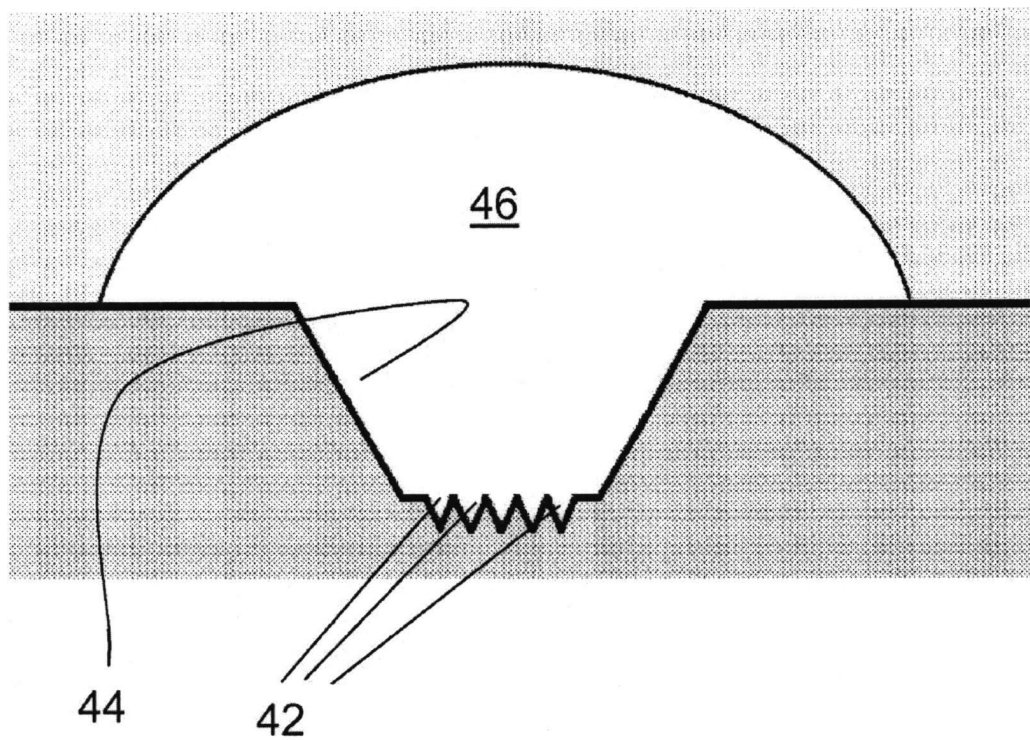
ФИГ. 3А



ФИГ. 3В



ФИГ. 4



ФИГ. 5