



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0407337-1 B1**

**(22) Data do Depósito:** 30/01/2004

**(45) Data de Concessão:** 29/11/2016



---

**(54) Título:** DISPOSITIVO GERADOR DE ONDA DE CHOQUE DE UM SÓ GOLPE

**(51) Int.Cl.:** A61B 17/22

**(52) CPC:** A61B 17/22012,A61B 2017/00544,A61B 2017/00548

**(30) Prioridade Unionista:** 14/02/2003 FR 03/01793

**(73) Titular(es):** COOK MEDICAL TECHNOLOGIES LLC

**(72) Inventor(es):** ALAIN LEBET

## DISPOSITIVO GERADOR DE ONDA DE CHOQUE DE UM SÓ GOLPE

A invenção se refere a um dispositivo gerador de  
5 onda de choque de um só golpe e seu processo de  
implementação.

Dispositivos geradores de ondas de choque são  
notadamente utilizados em cirurgia urológica para a  
desintegração de cálculos de dutos urinários. A arte  
10 anterior inclui dois tipos principais de dispositivos  
geradores de onda de choque: um primeiro tipo que diz  
respeito a dispositivos geradores de onda de choque extra-  
corpóreos, e um segundo tipo que diz respeito a  
dispositivos geradores de onda de choque percutâneos.

15 Dispositivos de desintegração do primeiro tipo  
utilizam um gerador de ondas de choque elétrico ou piezo-  
elétrico no qual o guia da onda de choque é compreendido  
de uma bolsa contendo um fluido, em contato com o corpo  
do paciente cooperando com um refletor elipsoidal o qual,  
20 primeiramente, recebe uma onda de choque difusa dentro de  
um espaço amplo, para focalizá-la através de um cone  
amplamente aberto cujo ápice está localizado dentro do  
cálculo urinário a ser desintegrado, de modo que a onda de  
choque é de baixa amplitude quando ela atravessa através  
25 de tecido vivo a fim de reduzir as lesões nos mencionados  
tecidos para a extensão mínima possível, e de amplitude  
máxima quando concentrada no ápice do cone.

Os dispositivos de desintegração do segundo tipo  
utilizam, por exemplo, endoscópios especializados para  
30 combinar com a natureza da intervenção a ser executada,  
dependendo do tamanho e posição do cálculo urinário a ser  
evacuado.

Quando o cálculo está dentro do rim, o  
endoscópio é introduzido percutaneamente diretamente  
35 dentro do rim. Quando o cálculo está no ureter, é

recomendável introduzir o endoscópio por caminhos naturais através da bexiga e para cima para dentro do ureter. A onda de choque é transmitida por um guia de onda o qual é uma vareta metálica de seção transversal circular, 5 de um diâmetro de dez a vinte décimos de milímetro, que tolera deformação elástica. O guia de onda de choque apresenta uma primeira extremidade onde a onda de choque é gerada e uma segunda extremidade a qual é aplicada contra o cálculo.

10 Os dispositivos de desintegração do primeiro tipo não permitem a produção de ondas de choque de grande amplitude, devido ao risco de lesões nos tecidos vivos atravessados. Conseqüentemente, a desintegração de cálculos requer choques múltiplos os quais reduzem o 15 cálculo em pequenos fragmentos que podem ser evacuados através dos dutos urinários.

A arte anterior dos dispositivos de desintegração do segundo tipo, notadamente o descrito na Patente Européia EP0317507, utiliza trens de ondas de choque de 20 baixa amplitude que têm também como característica quebrar o cálculo a ser desintegrado em múltiplos fragmentos os quais podem ser eliminados por sucção, lavagem, ou evacuação através de vias naturais.

A eliminação de fragmentos de cálculos 25 desintegrados através de vias naturais é muito dolorosa, o que torna a eliminação por lavagem preferível sempre que possível, em seguida a uma intervenção por endoscopia. Estas maneiras de eliminação de cálculo apresentam uma desvantagem, a de que sempre permanecem restos não 30 eliminados de cálculo que podem atuar como uma base para a formação de novo cálculo. Meios de vedação de gás entre partes móveis geralmente incluem *O-rings*, para os quais a vedação é obtida pela cooperação, quer entre os círculos de vedação mais alto e mais baixo dos *O-rings* pinçados entre 35 duas superfícies planas, quer através da cooperação entre

um círculo de vedação lateral interno e um círculo de vedação lateral externo do *O-ring* pinçados entre uma furação de revolução e um cilindro de revolução. Estes meios de vedação podem ser classificados, por exemplo, em  
5 três tipos de dispositivos: um dispositivo de vedação do primeiro tipo compreende um *O-ring* posicionado em um sulco feito em uma furação e cuja vedação é assegurada pela cooperação entre o círculo de vedação lateral interno e o círculo de vedação lateral externo. Um dispositivo de  
10 vedação do segundo tipo compreende um *O-ring* localizado em um sulco feito em um cilindro de revolução. Um dispositivo do terceiro tipo compreende um *O-ring* localizado em um sulco circular entalhado em uma superfície plana.

15 O objeto desta invenção é um dispositivo gerador de onda, gerando uma onda de grande amplitude transmitida quer percutaneamente, quer naturalmente, via um endoscópio, permitindo a fragmentação controlada do cálculo urinário a fim de o quebrar em um pequeno número  
20 de fragmentos do tamanho necessário e suficiente para permitir sua extração manual por meio de pinças através do endoscópio que foi colocado a fim de os visualizar, pegar e extrair.

A descrição seguinte da invenção será melhor  
25 entendida pela referência às ilustrações apensas, nas quais:

A Figura 1A mostra uma vista vertical de um dispositivo de acordo com a execução preferida da invenção.

30 A Figura 1B mostra uma seção transversal esquemática do dispositivo de acordo com a execução preferida da invenção, na condição de operação.

A Figura 1C mostra uma seção transversal esquemática da Figura 1A após o início de um ciclo de operação.

35 A Figura 1D mostra um detalhe da Figura 1C no

momento da geração de onda de choque.

As Figuras 2A a 2D mostram cada uma um detalhe da Figura 1B, o conjunto destas figuras correspondendo a totalidade da Figura 1B.

5 A invenção consiste em um dispositivo mecânico para geração de onda de choque de um só golpe (Figura 1A e Figura 1B) incluindo meios de dar batidas 2 os quais batem, a alta velocidade, em meios de geração que geram uma onda de choque 3 a qual é transferida através de meios  
10 de transferência de onda de choque 4 para um objeto a ser desintegrado, com o qual os mencionados meios são colocados em contato direto ou indireto, enquanto os meios de batida 2 são colocados em movimento graças a expansão de um gás de alta pressão introduzido, antes da geração de  
15 cada onda de choque, dentro de meios de acumulação 5 supridos com gás de alta pressão, a partir de depósitos de gás de pressão muito alta 6, por meios de expansão de gás 7 e meios de fornecimento e vedação; o gás armazenado nos meios de acumulação 5 é solto pela operação manual dos  
20 meios de controle 8 os quais, primeiramente, fazem estanque ao gás, através de meios de vedação, a intercomunicação entre os depósitos independentes 6 e os meios de expansão 7, por um lado, e com os meios de acumulação 5, pelo outro, depois em segundo momento,  
25 estabelece intercomunicação entre os meios de acumulação 5 e meios de dar batidas 2; o retorno à condição inicial dos meios de dar batidas 2 é assegurado pela soltura da energia acumulada, por meios mecânicos, durante o ciclo de produção da onda de choque. O retorno a condição inicial  
30 dos meios de controle 8 é assegurado pela ação de gases de alta pressão que permaneceram nos meios de expansão 7 e pelos correspondentes meios de suprimento.

O gás utilizado pode ser assimilado a um gás perfeito na temperatura de operação, que é de cerca de 20  
35 graus Celsius, em uma câmara de acumulação, compondo

um meio de acumulação, e na pressão de operação a qual é uma pressão elevada de cerca de quinze a trinta bar, e quimicamente compatível com a sua utilização intencionada; por exemplo, o gás pode ser ar ou nitrogênio  
5 de um cilindro de gás pressurizado em uma pressão muito elevada de cerca de duzentos bar, compondo um depósito independente de gás cujo conteúdo pode variar de meio litro a alguns litros; ele está conectado a um dispositivo gerador de onda de choque de um só golpe 1 através de uma  
10 mangueira flexível e através de uma válvula de alívio, compondo meios de alívio de pressão, por exemplo, presa ao cilindro de gás e que reduz a pressão muito alta de duzentos bar para uma pressão alta de quinze a trinta bar.

Em uma execução preferida da invenção, o gás  
15 utilizado é, por exemplo, gás carbônico comercialmente disponível em um micro-container de gás de uma só utilização 9 (figura 2A), compondo um depósito de gás de um conteúdo de cerca de 2 centilitros a uma pressão de cerca de setenta bar, no qual o gás carbônico está líquido,  
20 permitindo a armazenagem de um significativo volume de gás carbônico em um depósito pequeno; a descrição aqui em diante pode também se aplicar a outros gases enquanto permanecendo dentro do escopo da invenção.

O micro-container de gás 9 compreende um corpo  
25 cilíndrico 10 cujo diâmetro externo é de cerca de dezoito milímetros, e cuja extremidade posterior 11 está fechada por uma parede hemisférica e cuja extremidade frontal 12 está estendida por uma seção escalonada, e depois por um gargalo 13 compreendendo uma parte lateral,  
30 essencialmente cilíndrica, fechada por uma cápsula de fechamento 14. A montagem da seção escalonada e o gargalo 13 apresentam um comprimento de cerca de treze milímetros e o comprimento total da montagem é de cerca de 80 milímetros; o micro-container de gás 9 está  
35 diretamente integrado no dispositivo mecânico para geração

de onda de choque de um só golpe 1; ele está alojado dentro de um berço 15 compreendido por dois meio-berços; o meio-berço frontal 16 compreendendo um furo de revolução cilíndrica, ao longo de um primeiro eixo de simetria 17, de  
5 um diâmetro ligeiramente maior do que o do corpo do micro-container 9, e apresentando uma seção de fundo ajustada com o receptáculo calibrado 18 que acomoda o gargalo 13 do micro-container 9. A parte lateral está equipada com um primeiro dispositivo de vedação de  
10 primeiro tipo 19, com respeito a parte lateral do gargalo 13, enquanto que a parte central do receptáculo calibrado 18 apresenta um dispositivo de perfuração 20 que perfura a cápsula de fechamento 14; o meio berço posterior 21 compreende um dispositivo de suporte 22 para a seção  
15 hemisférica de fundo do micro-container de gás 9, centrado no primeiro eixo de simetria 17, e capaz de deslizar, paralelamente a este, graças à guia de movimento 24 e o dispositivo de fixação 23 que atua sobre o meio berço frontal 16; a guia de movimento apresenta aberturas  
20 laterais largas que permitem deslizamento da extremidade frontal 12 do micro-container de gás 9 para dentro do receptáculo calibrado 18 do meio berço frontal 16, quando o meio berço posterior 21 é retraído; somente é necessário deslizar o dispositivo de suporte 22 o qual vai contra  
25 obstáculo sobre a seção hemisférica de fundo 11, e depois apertar empurrando o micro-container de gás 9 contra o dispositivo de perfuração 20 até que a cápsula de fechamento 14 seja perfurada; o dispositivo de perfuração 20 apresenta meios de transferência de gás; o dispositivo de  
30 perfuração 20 é, por exemplo, do tipo utilizado em cilindros de gás butano de uma só utilização, e o meio de transferência de gás é uma furação central cilíndrica 25 permitindo a circulação do gás do micro-container 9. O dispositivo de perfuração 20 está intercomunicado, através  
35 de um primeiro duto 26, com o dispositivo de alívio de

pressão 27, integrado com o dispositivo de geração de onda de choque de um só golpe 1, compondo um meio de alívio de pressão de gás 7 (figura 1A e figura 1B); ele é compreendido, por exemplo, de uma primeira câmara de revolução cilíndrica 28 (figura 2A) na seção posterior, a partir da qual o primeiro duto 26 é direcionado, e cuja seção frontal inclui uma primeira abertura circular bordeada por um segundo dispositivo de vedação do primeiro tipo 29; a primeira abertura circular se estende para dentro de um segundo duto 30 no qual, para permitir a passagem de gás, a haste de válvula 31 de uma válvula de suprimento de gás desliza livremente, a mencionada válvula apresentando um cabeçote de válvula 32 localizado na primeira câmara 28, e de um diâmetro significativamente menor do aquele da primeira câmara 28, cuja seção inferior apresenta uma superfície anular de vedação que circunda a haste de válvula 31; a parte superior do cabeçote de válvula 32 é empurrada para trás por uma primeira mola calibrada 33 a fim de pressionar a superfície anular de vedação do cabeçote de válvula 32 contra o segundo dispositivo de vedação do primeiro tipo 29; a extremidade livre da haste de válvula 31 desliza através de uma primeira furação 34, de uma profundidade definida, atuando como uma guia, e feita à máquina no cabeçote de um primeiro pistão cilíndrico 35, cujo fundo, da primeira furação 34, atua como um empurrador, empurrando para trás a haste de válvula 31; o primeiro pistão 35 desliza através de uma segunda câmara de revolução cilíndrica 36 a qual ele divide em um primeiro e um segundo espaço, de volume variável, vedado um do outro por meio de um primeiro dispositivo de vedação do segundo tipo, solidário com o primeiro pistão 35; o segundo duto 30 leva ao interior da seção posterior 38 da segunda câmara 36, parcialmente separando o primeiro espaço da segunda câmara 36, através de uma segunda abertura circular que permite o livre deslizamento da haste

de válvula 31 e intercomunicando a segunda câmara 36 com o circuito de gás; a seção posterior 38 da segunda câmara 36 atua como um calço mecânico para o cabeçote do primeiro pistão 35; o segundo espaço, parcialmente  
5 separado da seção frontal 39 da segunda câmara 36, inclui um calço de pistão 40, coaxial com aquele da segunda câmara 35, com isto limitando o curso do primeiro pistão 35 e atuando como uma guia para uma segunda mola calibrada 41.

10 A montagem compreendida pelas primeira e segunda câmaras 28 e 36, a válvula de suprimento de gás, o primeiro pistão 35, as primeira e segunda molas calibradas 33 e 41, compõem um meio de alívio de pressão de gás 7 (figuras 1A e figura 1B) permitindo que uma pressão  
15 nominal, definida com uma boa precisão compreendida entre quinze e trinta bar, seja estabelecida no segundo duto de gás 30 (figura 2A) que circunda a haste de válvula 31.

Um terceiro duto 42 (figura 2B), saindo do segundo duto 30, leva através da parede lateral para uma  
20 terceira câmara de revolução cilíndrica 43; a mencionada terceira câmara inclui uma seção posterior 44 na qual um segundo pistão 45 desliza; este pistão compreende um segundo dispositivo de vedação de gás do segundo tipo 46, uma seção posterior 47 e uma seção frontal 48; o fundo da  
25 seção posterior da seção 44 na terceira câmara 43 apresenta uma abertura circular através da qual um primeiro empurrador cilíndrico 49 passa livremente, o mencionado empurrador 49 sendo solidário com a seção posterior 47 do  
segundo pistão 45 e preferencialmente orientado  
30 coaxialmente com o segundo eixo de simetria de revolução 50 da terceira câmara 43, o qual é atuado por meios manuais de operação dos meios de controle 8 (figura 1A e figura 1B); os mencionados meios manuais de operação para o primeiro empurrador 49 preferencialmente consistem  
35 em empurrar o segundo pistão 45 para dentro da terceira

câmara 43; um meio manual é, por exemplo, compreendido por uma alavanca 51 articulada em torno de um eixo de rotação 52, perpendicular e deslocado com respeito ao eixo de simetria de revolução 50 da terceira câmara 43, e  
5 compreendendo um plano de simetria que contém o eixo de simetria de revolução 50, e perpendicular ao eixo de rotação 52; os movimentos da alavanca articulada 51 estão limitados por um calço 53; a seção frontal 48 do segundo pistão 45 apresenta uma barra de controle de revolução  
10 cilíndrica 54, com uma extremidade presa no lado frontal 48 do primeiro pistão 45 e uma extremidade livre 55 passando livremente através de um quarto duto de revolução cilíndrica 56, e coaxial com o eixo de simetria de revolução 50 da terceira câmara 43; o quarto duto 56  
15 levando do fundo da seção frontal 57 da terceira câmara 43 é bordado por uma superfície de revolução coaxial afinada que atua como uma guia para um terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 o qual é neutralizado, enquanto permite fluxo de gás para dentro do quarto duto 56; quando  
20 o segundo pistão 45 está, por exemplo, se apoiando contra o fundo da seção posterior 44 da terceira câmara 43, mas o qual, quando o primeiro empurrador 49 é acionado pela alavanca articulada 51, penetra no quarto duto 56 e assegura a vedação de gás da seção frontal 57 da terceira  
25 câmara 43; a barra de controle 54 se estende e sua extremidade livre 55 penetra dentro de uma segunda furação 59, solidária com o corpo da terceira câmara 43; a extremidade livre 55 da barra de controle 54, interna à segunda furação 59, inclui um quarto dispositivo de  
30 vedação do segundo tipo 60; o curso do segundo pistão 45 é limitado na posição posterior pela trava mecânica de sua seção posterior 47 no fundo da seção posterior 44 da terceira câmara 43, e é limitado na posição frontal pela trava mecânica de extremidade livre 55 da barra de controle  
35 54 sobre o fundo 61 da segunda furação 59; na posição

frontal do segundo pistão 45, o terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 libera o quarto duto 56.

Um quinto duto 62 (figura 2B) inclui uma abertura de entrada que conduz para dentro do quarto duto 56, a jusante da posição do quarto dispositivo de vedação do segundo tipo 58, bem como uma abertura de saída levando para dentro da seção posterior de uma quarta câmara 64, a qual é um meio de acumulação de gás de alta pressão, preferencialmente de revolução cilíndrica sobre um eixo de simetria que se encontra com aquele do segundo estágio 59; esta quarta câmara inclui uma válvula de descarga 65 compreendida por um corpo de válvula 66, tubular, de revolução cilíndrica, coaxial com a da quarta câmara 64, e de um diâmetro de cerca de um terço do da quarta câmara 64, bem como de um cabeçote de válvula 67, apresentando uma seção posterior achatada e uma seção frontal de revolução afunilada 122, de um diâmetro praticamente o dobro daquele do corpo da válvula sobre o qual ela se conecta, bem como uma base de corpo de válvula 68 a qual desliza através de uma terceira furação 69, de um diâmetro de mesma ordem de magnitude que o do corpo da válvula 66, apresentando um terceiro dispositivo de vedação do primeiro tipo 70 que coopera com a base do corpo da válvula 68, enquanto a terceira furação 69 é feita no fundo acima da seção frontal 71 da quarta câmara 64, e conduzindo para dentro de uma quinta câmara 72 a qual é uma câmara de expansão; a face posterior do cabeçote de válvula 67 é mantida pressionada contra o fundo da seção posterior 63 da quarta câmara 64 por uma primeira mola helicoidal 73 que se apóia sobre o fundo da seção frontal 71 da quarta câmara 64; a face posterior do cabeçote de válvula 67, o qual é circular, apresenta uma zona anular de vedação próxima de sua borda, que coopera com um primeiro dispositivo de vedação do terceiro tipo 74, solidário com o fundo da seção posterior 63 da quarta

câmara 64; o espaço interno tubular da válvula 66 compõe um sexto duto 75 cuja abertura de entrada, na face posterior do cabeçote de válvula 67, é alargada e essencialmente afunilada; a seção central do cabeçote de válvula 67  
5 apresenta um segundo empurrador cilíndrico 76, coaxial com a segunda furação 59, compreendendo uma extremidade livre 77 e uma extremidade cativa conectada ao lado posterior do cabeçote de válvula 67 por espaçadores 78, integrados na abertura alargada do sexto duto 75, e  
10 deslizando em uma quarta furação de revolução 79 a qual interconecta o fundo da seção posterior 63 da quarta câmara 64 com o fundo da segunda furação 59; um quarto dispositivo de vedação do primeiro tipo 80, solidário com a quarta furação 79, assegura a vedação entre a segunda  
15 furação 59 e o sexto duto 75; o segundo empurrador 76 apresenta um diâmetro significativamente menor que o da segunda furação 59, e um comprimento total que é tal que, quando o cabeçote de válvula 67 coopera com o primeiro dispositivo de vedação do terceiro tipo 74 para isolar o  
20 sexto duto 75 da quarta câmara 64, a extremidade livre 77 do segundo empurrador 76 é conduzida para dentro do fundo da segunda furação 59; quando o segundo pistão 45 está na posição frontal, a extremidade livre 55 da barra de controle 54 pressiona contra a extremidade livre 77 do  
25 segundo empurrador 76 e com isto empurra para trás o cabeçote de válvula 67 e com isto empurra de volta o cabeçote de válvula 67 e o separa do fundo da seção posterior 63 da quarta câmara 64, pela compressão da primeira mola helicoidal 73, portanto liberando a abertura  
30 do sexto duto 75; a quarta câmara 64 está intercomunicada através do sexto duto 75 com a quinta câmara 72; a quinta câmara 72 é de formato de revolução cilíndrica, com uma seção posterior 81, na qual o sexto duto 75 se abre, e uma seção frontal 82 a partir da qual uma quinta furação de  
35 revolução cilíndrica 83 começa; a mencionada quinta

furação 83 é preferencialmente coaxial com o eixo de simetria da quinta câmara 72. A quinta câmara 72 apresenta um diâmetro ligeiramente maior do que o da base do corpo de válvula 68, e um comprimento significativamente menor;

5 a quinta furação 83 (figura 2C) conduz para dentro de uma sexta câmara de rotação cilíndrica 84, a qual é coaxial com a quinta furação 83, de um diâmetro essencialmente igual ao do da base do corpo de válvula 68 e de um comprimento essencialmente o dobro daquele da quarta câmara 64;

10 quinta furação 83 apresenta uma zona de descompressão 85 de um diâmetro ligeiramente maior, que conduz para dentro da sexta câmara 84, e de um comprimento essencialmente igual a um terço do comprimento da quinta furação 83; a sexta câmara 84 apresenta uma seção posterior 86 para a

15 qual a quinta furação 83 conduz, e da qual ao menos um sétimo duto 87 começa, o mencionado duto 87 sendo aberto para a atmosfera quer diretamente, quer via uma válvula de controle 88; a sexta câmara 84 compreende uma seção frontal 89 em cujo fundo uma sétima câmara de revolução

20 cilíndrica conduz, coaxial com a sexta câmara 90 (figura 2C e figura 2D), intercomunicada com a sexta câmara 84 via uma sexta furação de revolução cilíndrica 91, de um diâmetro significativamente maior que o da quinta furação 83, e menor que o da sexta câmara 90; a quinta furação 83

25 (figura 2C) atua como dispositivo guia e de acionamento para um martelo de pancada 92, compondo um meio de pancada; o martelo de pancada 92 é compreendido de um corpo de martelo 93, de baixa espessura, e de um diâmetro ligeiramente menor que o da sexta câmara no qual ele está

30 localizado, apresentando uma face posterior dirigida em direção da seção posterior 86 da sexta câmara 84, e uma face frontal, dirigida em direção a seção frontal 89 da sexta câmara 84; um terceiro, pistão de revolução cilíndrica 94, coaxial com a quinta furação 83 é solidário com a face

35 posterior do corpo do martelo 93, e desliza através da

quinta furação 83; o terceiro pistão 94 apresenta um diâmetro ligeiramente menor que o da quinta furação 83, a fim de se obter suficiente vedação para permitir sua propulsão por gases; um cabeçote de pancada de revolução  
5 cilíndrica 95, coaxial com o terceiro pistão 94, está preso a face frontal do corpo do martelo 93; o cabeçote de pancada 95 é de um diâmetro significativamente maior que o do terceiro pistão 94, e de um comprimento de cerca de um quarto do comprimento do terceiro pistão 94; uma segunda  
10 mola helicoidal 96 que se apóia na seção frontal 89 da sexta câmara 84, e sobre o corpo do martelo 93, pressiona o corpo do martelo sobre o fundo da seção posterior 86 da sexta câmara 84, portanto mantendo o terceiro pistão 94 empurrado para dentro da quinta furação 83.

15 A sétima câmara 90 (figura 2D) inclui uma seção posterior 97 intercomunicando com a sexta câmara 84 através da sexta furação 91, e uma seção frontal 98 cujo fundo apresenta uma sétima furação de revolução cilíndrica 99 coaxial com a sétima câmara 90, e de um diâmetro  
20 essencialmente igual à quinta furação 83, com isto permitindo a sétima câmara 90 a intercomunicar com a seção posterior 100 da oitava câmara 101; a sétima câmara 90 contém um dispositivo de interface gerador de onda de choque 102 compreendido de um corpo de dispositivo de  
25 interface de revolução cilíndrica 103, capaz de deslizar na sétima câmara 90, e compreendendo um quinto dispositivo de vedação do segundo tipo 104, o qual isola a seção frontal 98 da seção posterior 97 da sétima câmara 90; o corpo do dispositivo de interface 103 apresenta uma face  
30 posterior dirigida em direção a seção posterior 97 da sétima câmara 90, e uma face frontal dirigida em direção a seção frontal 98 da sétima câmara 90; a face posterior do corpo do dispositivo de interface 103 compreende uma bigorna de pancada 105, do mesmo diâmetro que o cabeçote  
35 de pancada 95, cujo comprimento, quando montado com

aquele do corpo do dispositivo de interface 103, é essencialmente igual ao comprimento do cabeçote de pancada 95 montado com aquele do corpo do martelo 93; o comprimento da sexta furação 91 é determinado de maneira

5 que a extremidade livre 106 da bigorna de pancada 105 se projeta do fundo da seção frontal 89 da sexta câmara 84, e que a distância 108 (figura 2C) que separa a extremidade livre 106 da bigorna de pancada 105 da extremidade livre 107 do cabeçote de pancada 95, seja da mesma ordem de

10 magnitude como a do comprimento do terceiro pistão 94 quando reduzida por um valor suficiente para assegurar, na quinta furação 83, um efeito residual de guia para o terceiro pistão 94 no final do movimento; a face frontal do corpo do dispositivo de interface 103 apresenta um

15 primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109, de revolução cilíndrica e coaxial com a sétima câmara 90, e de um diâmetro essencialmente igual ao do terceiro pistão 94 e de um comprimento essencialmente igual ao da bigorna de pancada 105; o comprimento da sétima furação

20 99 tem que ser suficiente para assegurar a condução correta do dispositivo de interface de geração de onda de choque 102; entretanto, ele tem que permitir a projeção do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109 no fundo da seção posterior 106 da oitava câmara 101;

25 uma terceira mola helicoidal 110 apoiada, por um lado, sobre o fundo da seção posterior 97 da sétima câmara 90 e, pelo outro, na seção posterior do corpo do dispositivo de interface 103, pressiona este último sobre um primeiro dispositivo toroidal de amortecimento 111 apoiado, de um

30 lado, sobre a borda da seção frontal do corpo do dispositivo de interface 103 e circundando o primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109, e, do outro, sobre o fundo da frente 98 da sétima câmara 90; a seção frontal 112 da oitava câmara 101 compreende uma oitava furação 113,

35 de revolução cilíndrica, coaxial com a oitava câmara 101, e

de um pequeno diâmetro, de cerca da metade do diâmetro do terceiro pistão 94 a qual intercomunica com o exterior; a oitava câmara 101 contém um cabeçote guia de onda de choque 115 de um segundo dispositivo guia de onda de choque 114, de revolução cilíndrica, de um diâmetro ligeiramente menor que o da oitava câmara 101, cuja face posterior 116 é de formato plano e cuja face frontal 117 é essencialmente de formato plano e compreende, diretamente presa no seu centro, uma barra guia de onda de choque 118 que passa através da oitava furação 113 e que atua como guia para o cabeçote guia de onda de choque 115 do segundo dispositivo guia de onda de choque 114; quando o dispositivo mecânico de geração de onda de choque de um só golpe 1 (figura 1A e figura 1B) está em condição de operação, a seção posterior 116 do cabeçote guia de onda de choque 115 está em contato com a extremidade livre 119 do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109 e a seção frontal 117 do cabeçote guia de onda de choque 115 entra em contato de apoio com um segundo dispositivo toroidal de amortecimento 120 o qual circunda a base da barra guia de onda de choque 118, e que repousa, de um lado, sobre o fundo da seção frontal 112 da oitava câmara 101 e, do outro, sobre a face frontal 117 do cabeçote guia de onda de choque 115; a distância de projeção do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109 e o comprimento da oitava câmara 101 são determinados, entre outros, para igualar estes requisitos; quando a extremidade livre 119 do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109 se apóia sobre o segundo dispositivo de transferência de onda de choque 114 localizado na oitava câmara 101, o dispositivo de interface 102 é ligeiramente empurrado em direção da seção posterior 97 da sétima câmara 90 e a terceira mola helicoidal 110 é ligeiramente comprimida; o comprimento e o diâmetro da barra guia de onda de choque 118 são geralmente ditados

pelas condições de implementação; a eficiência máxima da onda de choque é obtida quando o peso do martelo de pancada 92 (figura 2C) é igual ao peso do segundo dispositivo de transferência de onda de choque 114; ajuste  
5 de impedância pode ser feito, por um lado, atuando sobre o diâmetro do cabeçote guia de onda de choque 115 (figura 2D) e, pelo outro, atuando, na extensão máxima possível, sobre o comprimento do terceiro pistão 94, enquanto levando em consideração os requisitos de operação.

10 Quando a pressão de gás no segundo duto 30 (figura 1B) é menos que a nominal, a segunda mola calibrada 41 empurra de volta o primeiro pistão 35 em direção a seção posterior 38 da segunda câmara 36; a haste de válvula 31 penetra dentro da primeira furação 34 do  
15 cabeçote do primeiro pistão 35, até que a haste de válvula 31 entra em contato no fundo da furação e, portanto, o cabeçote da válvula de suprimento 32 é empurrado para trás, com isto comprimindo a primeira mola calibrada 33 e liberando o fluxo de gás do micro-container de gás 9;  
20 quando a pressão de gás no segundo duto 30 (figura 1C) se desenvolve de novo, o primeiro pistão 35 é empurrado para dentro, com isto comprimindo a segunda mola helicoidal 41, enquanto o cabeçote de válvula 32 se move de volta para repousar contra o segundo dispositivo de vedação do  
25 primeiro tipo 29 sob a ação da primeira mola calibrada 33, até que a haste de válvula 31 perca contato com o fundo da primeira furação 34; deve ser percebido que, como a expansão do gás é do tipo adiabático, o gás expandido é mais frio que a temperatura ambiente e seu reaquecimento  
30 causa um aumento de sua pressão, limitada por um movimento para trás adicional do primeiro pistão 35, com isto comprimindo a segunda mola calibrada 41 até que ela possivelmente entre em contato com o calço de pistão 40. O gás injetado para dentro do segundo duto 30 (figura 1B e  
35 figura 2A) flui para dentro do terceiro duto 42 e, daí, para

dentro da terceira câmara 43 e empurra para trás o segundo pistão 45 contra o calço na seção posterior 44 da terceira câmara 43, a menos que o segundo pistão já esteja em contato; o terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 está então localizado dentro da terceira câmara 43, o que permite gás fluir para dentro do quarto duto 56, depois para dentro do quinto duto 62, para alcançar a quarta câmara 64 a qual se carrega então com gás de alta pressão, em uma pressão, por exemplo, compreendida entre quinze e trinta bar; o cabeçote de válvula 67 está agora pressionado sobre o primeiro dispositivo de vedação do terceiro tipo 74, pela primeira mola helicoidal 73, por um lado, e pela alta pressão de gás, pelo outro; quando a pressão nominal é alcançada na quarta câmara 64, o dispositivo de geração de onda de choque está pronto para operação. A geração da onda de choque se inicia pela operação da alavanca articulada 51 (figura 1C e figura 2B) a qual empurra para dentro o primeiro empurrador 49, o qual, por sua vez, empurra para trás o segundo pistão 45 para dentro da terceira câmara 43, e a barra de controle 54 move em translação na terceira câmara 43 até que o terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 penetre no quarto duto 56 e sele este duto de maneira que a quarta câmara 64 é isolada do suprimento de gás de alta pressão; então, como o primeiro empurrador 49 continua a ser pressionado para dentro, a extremidade livre 55 da barra de controle 54 penetra na segunda furação 59 até que ela empurre na extremidade livre 77 do segundo empurrador 76, o qual, por sua vez, causa a separação do cabeçote de válvula 67 do primeiro dispositivo de vedação do terceiro tipo 74 e a compressão da primeira mola helicoidal 73; o gás então flui para dentro do sexto duto 75 e para dentro da quinta câmara 72 e violentamente empurra para trás o terceiro pistão 94 (figura 1C e figura 2C) o qual estava inicialmente em posição pressionada na quinta furação 83,

pela ação da segunda mola helicoidal 96; o martelo de pancada 92 é então acionado em alta velocidade para dentro da sexta câmara 84, com isto comprimindo a segunda mola helicoidal 96, e o cabeçote de pancada 95 dá pancada na bigorna de pancada 105 (figura 1D e figura 2D) do dispositivo de interface 102, a qual gera uma onda de choque que sucessivamente se propaga no corpo do dispositivo de interface 103, depois para dentro do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque 109, e sendo então transmitida para a seção posterior 116 do cabeçote guia de onda de choque 115 para adicionalmente se propagar na barra guia de onda de choque 118 e para o objeto a ser desintegrado.

No final do movimento do terceiro pistão 94 na quinta furação 83, a zona de descompressão 85 é gradualmente descoberta e o gás começa a escapar para dentro da seção posterior 86 da sexta câmara 84 e é evacuado para o exterior através da válvula de controle 88 (se existente) e através do sétimo duto 87; a pressão a jusante do terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 torna-se essencialmente igual à pressão atmosférica; a segunda mola helicoidal 96 então empurra de volta o martelo de pancada 92 e o terceiro pistão 94 para dentro da quinta furação 83; a primeira mola helicoidal 73 empurra de volta a válvula de descarga 65 para dentro do fundo da seção posterior 63 (figura 1B e figura 2B) da quarta câmara 64 e restaura a vedação inicial por intermédio do primeiro dispositivo de vedação do terceiro tipo 74 quando o segundo empurrador 76 pode assumir novamente a sua posição inicial pela liberação da atuação sobre a alavanca articulada 51, o que permite o deslocamento do segundo pistão 45 em direção a seção posterior 44 da terceira câmara 43, sob o efeito de alta pressão de gás na terceira câmara 43; o movimento de deslocamento do segundo pistão 45 causa o movimento da barra de controle 54 até que o

terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo 58 escapa do quarto duto 56, o que permite o suprimento de gás para a quarta câmara 64; a queda de pressão na terceira câmara 43 inicia a queda de pressão nos terceiro e segundo dutos 43 e 5 30, o que inicia o previamente descrito ciclo de suprimento de gás.

Em uma execução aperfeiçoada da invenção, a terceira câmara 43 (figura 2B) está interconectada com o exterior por uma segunda válvula calibrada de descarga 10 121, a fim de evitar uma possível sobre pressão associada com reaquecimento de gás após a expansão, ou um vazamento no cabeçote de válvula 32 (figura 1A) e no primeiro dispositivo de vedação do primeiro tipo 19.

Para propósitos de referência, o dispositivo 15 mecânico de geração de onda de choque de um só golpe 1 intencionado para desintegração de cálculos urinários possui uma quarta câmara 64 cujo volume é preferencialmente compreendido entre um e três centímetros cúbicos, bem como um martelo de pancada de 20 um peso de cerca de dez gramas.

Em uma execução aperfeiçoada da invenção, e para aplicações outras que as concernentes a destruição de cálculos urinários, é necessário se gerar sucessivos trens de ondas de choque; para este propósito, entre a alavanca articulada 51 e o primeiro empurrador 49, um dispositivo 25 de disparo sucessivo de ondas de choque é inserido; este dispositivo de disparo é ativado pela operação da alavanca 51; isto inicia a geração de várias sucessivas ondas de choque, por exemplo, em um número e em uma cadência 30 predeterminada pelas operações sucessivas do primeiro empurrador 49, sem requerer a liberação da alavanca articulada 51.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo mecânico para geração de onda de choque de um só golpe (1) utilizando meios de pancada (2), acionados em movimento por gases e dando pancada em alta velocidade, meios de  
5 geração que geram uma onda de choque (3) a qual é transmitida, através de meios de transferência de onda de choque (4), para um objeto a ser desintegrado, com o qual os mencionados meios de transferência de onda de choque (4) estão em contato direto ou indireto, caracterizado por os meios de pancada (2) serem acionados  
10 em movimento graças a expansão de gás de alta pressão introduzido, antes da produção de cada onda de choque, dentro de meios de acumulação (5) supridos de gás de alta pressão por estabelecimentos independentes de gás (6) sob pressão muito alta graças a meios de expansão de gás (7) e meios de suprimento (25,  
15 26, 30, 42, 56, 62) e meios de vedação (19, 37, 46, 60, 70, 74, 80), o gás armazenado em meios de acumulação (5) sendo liberado pela operação manual de meios de controle (8) os quais, primeiramente, fazem vedação de gás, através de meios de vedação (58), da intercomunicação entre os depósitos independentes de gás (6) e os  
20 meios de expansão de gás (7) por um lado, e com os meios de acumulação (5), pelo outro; então, secundariamente, estabelecem intercomunicação entre os meios de acumulação (5) e meios de pancada (2), enquanto o retorno à condição inicial dos meios de pancada (2) é assegurado pela liberação da energia acumulada, por  
25 meios mecânicos de acumulação de energia (73, 96), durante o ciclo de produção de onda de choque, enquanto o retorno para a condição inicial dos meios de controle (8) é assegurado pela alta pressão de gás que permaneceu nos meios de expansão (7) e os correspondentes meios de suprimento de gás (25, 26, 30, 42).
- 30 2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gás utilizado na temperatura e pressão de operação e quimicamente compatível com a sua utilização intencionada é obtido de um cilindro de gás pressurizado que compõe um depósito independente de gás, o qual é conectado

ao dispositivo mecânico de geração de onda de choque de um só golpe (1) via um tubo e que, através de uma válvula de alívio de pressão que constitui meios de expansão, reduz a pressão do gás de muito alta para a pressão de operação.

5           3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo gás utilizado ser armazenado em um micro-contêiner de gás (9), constituindo um depósito independente de gás (6), o qual está diretamente integrado ao dispositivo mecânico da  
10           geração de onda de choque de um só golpe (1), por intermédio de um berço (15), compreendido por dois semi berços, a saber um semi berço frontal (16) apresentando uma seção de fundo equipada com um receptáculo calibrado (18) compreendendo um dispositivo de perfuração (20) e um semi berço posterior (21) compreendendo um dispositivo de suporte (22), deslizando o dispositivo de perfuração  
15           (20), e intercomunicando via o primeiro duto (26) com um dispositivo integrado de expansão (27) constituindo meios de expansão de gás (7).

          4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo dispositivo integrado de expansão ser  
20           compreendido de uma primeira câmara (28) para dentro da qual o primeiro duto (26) conduz, e a partir da qual começa um segundo duto (30), no qual uma haste de válvula (31) desliza livremente, o cabeçote (32) da mencionada haste de válvula estando localizado na primeira câmara (28), é empurrado para trás por uma primeira mola  
25           calibrada (33), enquanto a extremidade livre da haste de válvula (31) é acionada por um primeiro pistão cilíndrico (35) que atua como empurrador para a haste de válvula (31), e enquanto o primeiro pistão (35) desliza na segunda câmara (36) que atua como guia para uma segunda mola calibrada (41) utilizada como um  
30           empurrador para o pistão (35).

          5. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 e 4, caracterizado pelos meios de controle (8) serem compreendidos de uma terceira câmara (43) para dentro da qual um terceiro duto (42) a partir do segundo duto (30) conduz, e em que um segundo pistão  
35           (45) desliza, o mencionado segundo pistão (45) incluindo um

primeiro empurrador (49) que permite o mencionado pistão ser empurrado para dentro da terceira câmara (43), por intermédio de uma alavanca articulada (51), enquanto o segundo pistão (45) apresentando uma barra de controle (54) com uma extremidade

5 aberta (55) e passando livremente através do quarto duto (56) compreendendo um terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo (58) que compreende um *O-ring* localizado em um sulco feito em um cilindro de revolução o qual sela o quarto duto (56), a montante de um quinto duto (62), conduzindo para dentro do quarto duto (56)

10 quando o segundo pistão (45) é empurrado para dentro da terceira câmara (43), enquanto a extremidade livre (55) a qual está engatada dentro da segunda furação (59) então vem a se apoiar sobre o fundo (61) da mencionada furação.

6. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 e 5, caracterizado pelos meios de acumulação (5) serem compreendidos de uma quarta câmara (64) para dentro da qual conduz o quinto duto (62) incluindo uma válvula de descarga (65) compreendida de um corpo tubular de válvula (66), compondo um sexto duto (75), bem como um cabeçote de válvula oco (67) e uma base de corpo de

15 válvula (68) que desliza em uma terceira furação (69), conduzindo para dentro de uma quinta câmara (72), enquanto o cabeçote de válvula (67) mantém vedação graças a uma primeira mola helicoidal (73) que compõe meios mecânicos de acumulação de energia, e o cabeçote de válvula (67) compreendendo um segundo

20 empurrador (76) com uma extremidade livre (77) que desliza em uma quarta furação (79) e conduz para dentro da seção de fundo da segunda furação (59), a extremidade livre (77) do segundo empurrador (76) sendo empurrada para trás pela extremidade livre (55) da barra de controle (54) quando se apoiando sobre o fundo

25 (61), e o segundo empurrador (76) empurrando para trás o cabeçote de válvula (67) pela compressão da primeira mola helicoidal (73) e liberando a abertura do sexto duto (75), com isto intercomunicando a quarta câmara (64) com a quinta câmara (72).

7. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 e 6, caracterizado pelo meio de pancada ser compreendido da quinta

35

câmara (72) para dentro da qual o sexto duto (75) conduz, e o qual intercomunica com a quinta furação (83) que conduz para dentro de uma sexta câmara (84) compreendendo uma zona de descompressão (85), conduzindo para dentro da sexta câmara (84) da qual começa  
5 ao menos um sétimo duto (87) se abrindo para a atmosfera, diretamente ou via uma válvula de controle (88), enquanto a quinta furação (83) atua como dispositivo guia e de acionamento do martelo de pancada (92) compreendido de um corpo de martelo (93), um terceiro pistão (94) o qual desliza na quinta furação (83),  
10 um cabeçote de pancada (95) com uma extremidade livre (107), uma segunda mola helicoidal (96) constituindo meios mecânicos de acumulação de energia, pressionando sobre o corpo de martelo (93) a fim de manter o terceiro pistão (94) pressionado dentro da quinta furação (83).

15 8. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 e 7, caracterizado pelo meio de geração de onda de choque (3) ser compreendido de um dispositivo de interface gerador de onda de choque (102) incluindo um corpo de dispositivo de interface (103) o qual desliza em uma sétima câmara (90) que intercomunica com a  
20 sexta câmara (84) através de uma sexta furação (91), enquanto o corpo do dispositivo de interface (103) apresenta uma bigorna de pancada (105) passando através da sexta furação (91), com uma extremidade livre (106) localizada na sexta câmara (84), e um primeiro dispositivo de transferência de onda de choque (109) com  
25 uma extremidade livre (119) passando através de uma sétima furação (99) a qual interconecta a sétima câmara a uma oitava câmara (101), dentro da qual está localizada a extremidade livre (119) do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque (109), a qual é mantida em contato com a face posterior (116) do  
30 cabeçote guia de onda de choque (115) por uma terceira mola helicoidal (110).

35 9. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 e 8, caracterizado pelo meio de transferência de onda de choque (4) ser compreendido de um segundo dispositivo guia de onda de choque (114), compreendido do cabeçote guia de onda de choque (115)

localizado na oitava câmara (101), estendido por uma barra guia de onda de choque (118) a qual passa através de uma oitava furação (113) que atua como guia para o cabeçote guia de onda de choque (115) e se abrindo para o exterior.

5                   10. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 6 a 9, caracterizado pelo gás injetado sob alta pressão através do segundo duto (30) fluir para dentro do terceiro duto (42), depois para dentro da terceira câmara (43) e, empurrando de volta o segundo pistão (45) se ele está empurrado para dentro na terceira câmara (43), ele  
10 libera o terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo (58) do quarto duto (56), o que permite o gás fluir para dentro do quinto duto (62) a fim de carregar a quarta câmara (64) com gás de alta pressão, enquanto o cabeçote de válvula (67) mantém a vedação graças à pressão exercida pela primeira mola helicoidal (73), por  
15 um lado, e pela alta pressão do gás, pelo outro, até que a pressão nominal seja alcançada na quarta câmara (64), o dispositivo mecânico para geração de onda de choque de um só golpe (1) estando então pronto para operação.

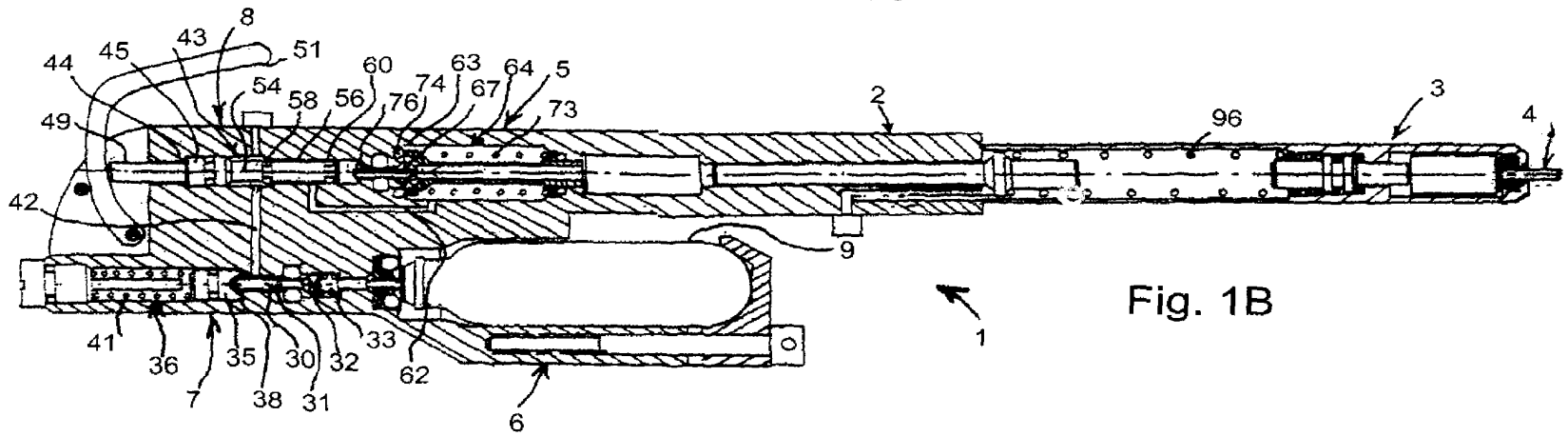
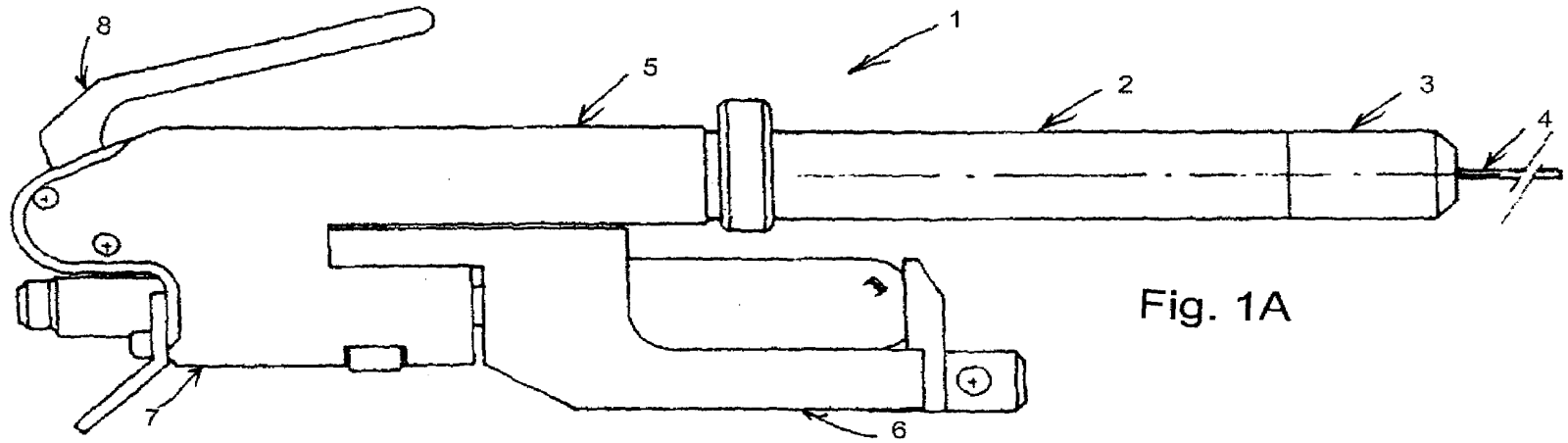
                  11. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 5 a 9,  
20 caracterizado pela geração da onda de choque começar pela operação da alavanca articulada (51) a qual empurra para dentro o primeiro empurrador (49), o qual empurra para trás o segundo pistão (45) para dentro da terceira câmara (43) e a barra de controle (54) se move em translação na terceira câmara (43) até que o  
25 terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo (58) penetre no quarto duto (56) e sele este duto, então como o primeiro empurrador (49) continua a ser pressionado para dentro, a extremidade livre (55) da barra de controle (54) penetra na segunda furação (59) até empurrar a extremidade livre (77) do segundo empurrador (76),  
30 com isto causando a separação do cabeçote de válvula (67) e a compressão da primeira mola helicoidal (73), o gás então fluindo para dentro do sexto duto (75) para penetrar na quinta câmara (72), e com isto empurrando violentamente para trás o terceiro pistão (94), comprimindo a segunda mola helicoidal (96), e o cabeçote de  
35 pancada (95) então dá pancada na bigorna de pancada (105) do

dispositivo de interface (102), o qual gera uma onda de choque que sucessivamente se propaga no corpo do dispositivo de interface (103), depois através do primeiro dispositivo de transferência de onda de choque (109), e é então transmitida para o cabeçote guia de  
5 onda de choque (115) para finalmente se propagar na barra guia de onda de choque (118) até alcançar o objeto a ser desintegrado.

12. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 7, 10 e 11, caracterizado por, no final do movimento do terceiro pistão (94), a zona de descompressão (85) ser gradualmente descoberta e o  
10 gás começar a escapar para dentro da sexta câmara (84) e ser evacuado para o exterior através do sétimo duto (87), enquanto a pressão a jusante do terceiro dispositivo de vedação do segundo tipo (58), selando o quarto duto (56), torna-se igual à pressão atmosférica e a segunda mola helicoidal (96) então empurra de volta  
15 o martelo de pancada (92), cujo terceiro pistão (94) penetra para dentro da quinta furação (83 ).

13. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 10 a 12, caracterizado por tão logo a alavanca articulada (51) ser liberada, o segundo pistão (45) é empurrado para trás pela alta pressão de gás  
20 residente na terceira câmara (43), o segundo empurrador (76) sendo liberado, e a válvula de descarga (65) é liberada e empurrada para trás pela primeira mola helicoidal (73) a fim de restaurar a vedação inicial, o quarto duto (56) sendo então liberado, e o gás de alta pressão então carrega novamente a quarta câmara (64), em  
25 preparação para a produção de uma outra onda de choque.

14. Dispositivo, de acordo qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo gás utilizado ser gás carbônico armazenado sob pressão muito alta, a cerca de 70 bar, a alta pressão na quarta câmara (64) sendo da ordem de quinze a  
30 trinta bar, o volume da quarta câmara (64) sendo da ordem de um a três centímetros cúbicos, e o peso do martelo de pancada (92) ser da ordem de 10 gramas.



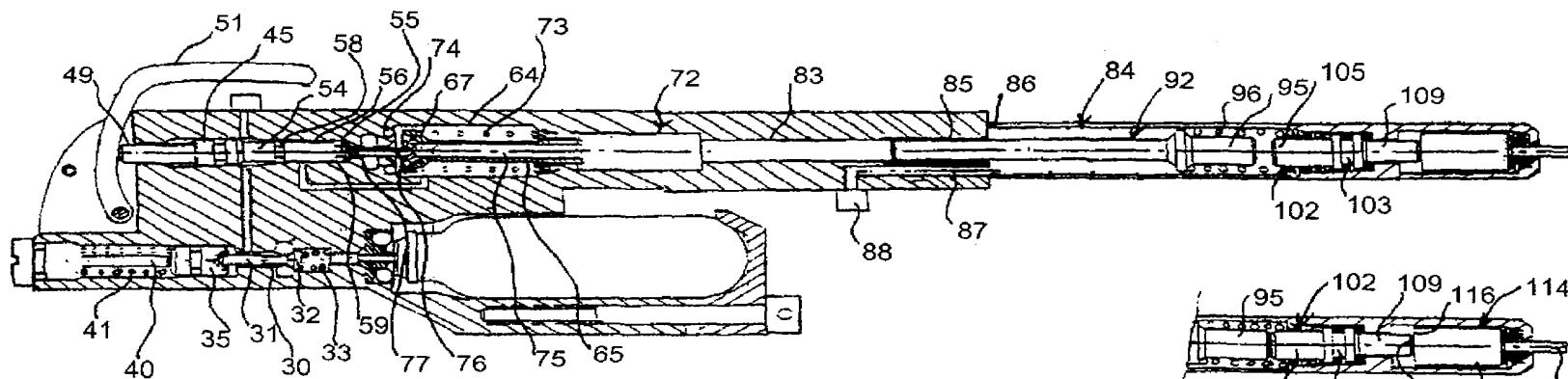


Fig. 1C

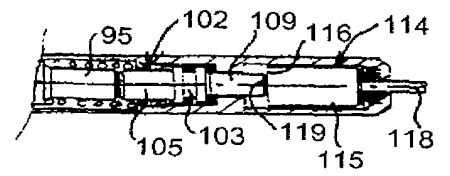


Fig. 1D

5

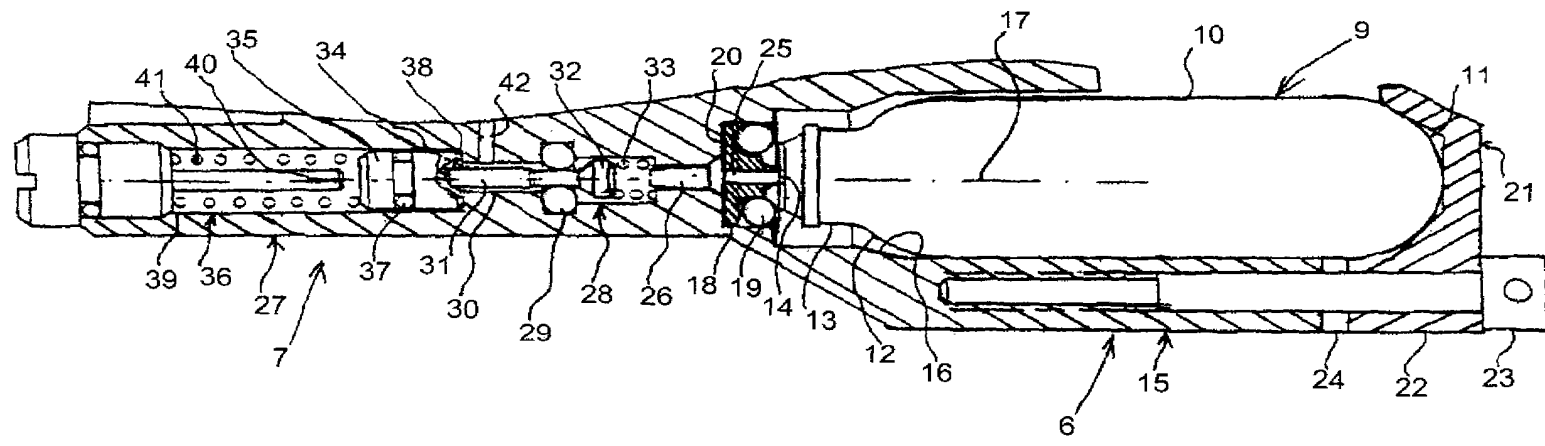


Fig. 2A

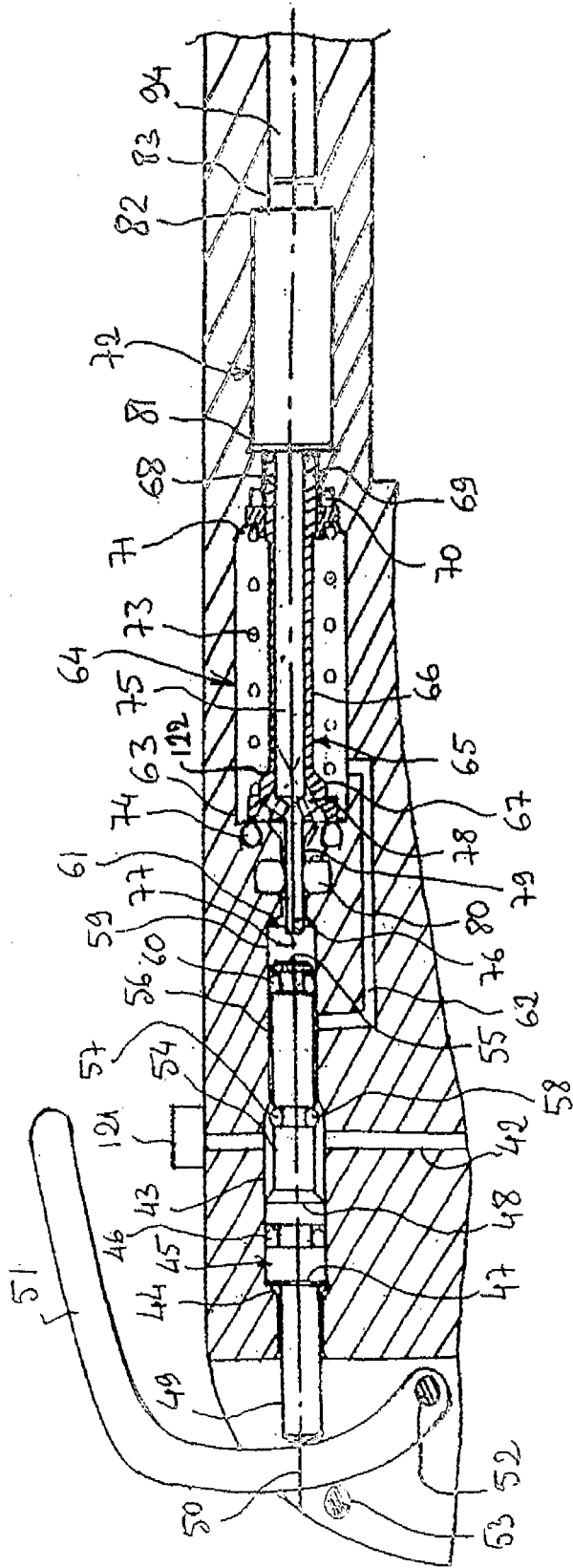


Fig. 2B

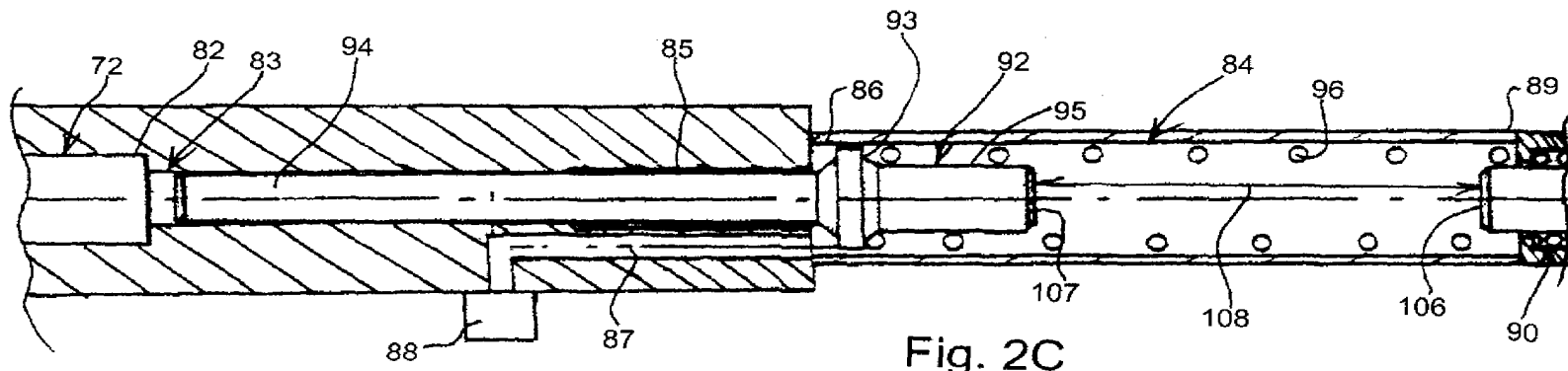


Fig. 2C

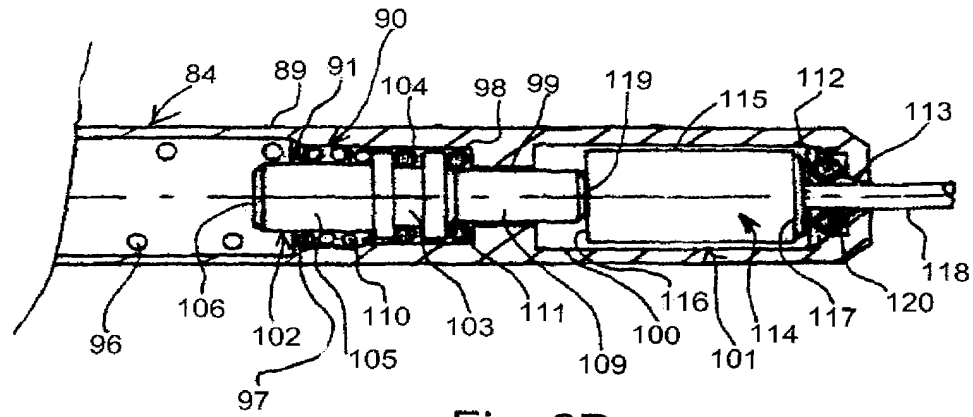


Fig. 2D