



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 202014024965-1 Y1



(22) Data do Depósito: 06/10/2014

(45) Data de Concessão: 07/04/2020

(54) **Título:** DETONADOR NÃO ELÉTRICO COMPOSTO POR ELEMENTO DE RETARDO REDUTOR DE FALHAS POR INICIAÇÃO PREMATURA

(51) **Int.Cl.:** F42B 3/10.

(52) **CPC:** F42B 3/10.

(73) **Titular(es):** IBQ INDÚSTRIAS QUÍMICAS S/A.

(72) **Inventor(es):** ANGELA TORLAI PEREIRA BISCAIA; PEDRO HENRIQUE LARA ALMEIDA; CLAUDIO CESAR FERREIRA.

(57) **Resumo:** 1/1 RESUMO "DETONADOR NÃO ELÉTRICO COMPOSTO POR ELEMENTO DE RETARDO REDUTOR DE FALHAS POR INICIAÇÃO PREMATURA", refere-se o presente modelo ao campo técnico de detonadores para iniciação de cargas explosivas, mais especificamente a um detonador não elétrico (1) composto por um dispositivo ou elemento de retardo (2) redutor de falhas por iniciação prematura, que apresenta como novidade um dispositivo de retardo de tamanho único utilizado para acomodar diversos tamanhos de colunas (com tempos diferenciados) de mistura de retardo pirotécnico (3), age como elemento de barreira física de modo a impedir que o sinal de iniciação atinja a carga explosiva pelas laterais da cápsula da espoleta e possui um rebaixo com diâmetro interno maior (2B), com paredes que são alargadas em seu processo de montagem, formando um anel de vedação com as paredes da cápsula da espoleta (C), contra possível passagem da chispa de iniciação entre as laterais do elemento de retardo. O detonador é destinado à iniciação de cargas explosivas em intervalos regulares e que possui características técnicas compatíveis com as formas atuais de utilização, apresentando vantagens adicionais que impedem a iniciação instantânea (conhecida como tiro direto), ampliando desta forma a segurança da operação, assim como o desempenho do desmonte.

## "DETONADOR NÃO ELÉTRICO COMPOSTO POR ELEMENTO DE RETARDO REDUTOR DE FALHAS POR INICIAÇÃO PREMATURA"

[0001] Apresentação

[0002] Refere-se o presente modelo ao campo técnico de detonadores para iniciação de cargas explosivas, mais especificamente a um detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura, que apresenta como novidade um dispositivo de retardo de tamanho único utilizado para acomodar diversas alturas de colunas (para fornecer tempos diferenciados) de mistura pirotécnica, e possui um rebaixo interno com diâmetro maior, que será alargado em seu processo de montagem, formando um anel de vedação no interior da espoleta, que impede a passagem da chispa de iniciação pelo exterior do elemento de retardo evitando que a mesma possa atingir o explosivo primário antes do tempo de queima do retardo. O detonador é destinado à iniciação de cargas explosivas em intervalos regulares e que possui características técnicas compatíveis com as formas atuais de utilização, apresentando vantagens adicionais que impedem a iniciação instantânea (conhecida como tiro direto), ampliando desta forma a segurança da operação, assim como o desempenho do desmonte.

[0003] Histórico

[0004] Os detonadores não elétricos geralmente são empregados em operações de mineração, mais especificamente no desmonte de rochas, cuja finalidade é a iniciação de cargas explosivas. Tais detonadores contêm tempos de retardo para conferir intervalos regulares entre sua iniciação e a conseqüente detonação da carga explosiva conectada a este. O tempo de retardo é determinado pela queima da mistura pirotécnica contida no elemento de retardo que definirá os intervalos das detonações das cargas explosivas. Os tempos de retardo pré-determinados evitam detonações simultâneas das cargas explosivas, que ficam espaçadamente dispostas em furos numa massa de rocha, melhorando significativamente a fragmentação e reduzindo as vibrações causadas pela detonação.

[0005] O problema existente no atual modelo é a possibilidade de iniciação prematura de carga explosiva contida no detonador (tiro direto), que ocorre quando

o sinal de transmissão de iniciação passa pela lateral do elemento de retardo junto a parede da espoleta, e ativa o explosivo primário antes do tempo de queima pré-determinado pelo retardo, prejudicando assim a operação de desmonte pela formação de blocos, ultra lançamento, baixa produtividade, entre outros problemas que elevam o custo do processo.

[0006] Estado da técnica e problemas apresentados

[0007] Detonadores não elétricos convencionais em sua maioria são constituídos de uma cápsula metálica cilíndrica, normalmente em alumínio, contendo em seu interior uma camada de explosivo secundário de alto poder rompedor, seguida por uma camada de explosivo primário sensível ao calor, que tem acima um elemento de retardo formado por um tubo metálico contendo mistura pirotécnica compactada em seu interior, por último, o detonador é amolgado ao sistema de transmissão de sinal ou iniciação.

[0008] A produção de detonadores com retardo, implica na fabricação do elemento de retardo em separado para posterior acoplamento na espoleta/detonador. Atualmente é de conhecimento da indústria de explosivos o emprego de dois processos de fabricação do elemento de retardo.

[0009] O processo mais antigo ou tradicional para fabricação do elemento de retardo, é aquele que compreende a confecção do tubo cilíndrico metálico, em comprimentos variados, ocorrendo a seguir a prensagem interna no dito tubo, da mistura pirotécnica de retardo em pó, a qual é efetuada através de sucessivas dosagens e prensagens do pó até o enchimento do tubo por completo, aspectos que tornam a operação complexa e que obrigam ao fabricante a produzir e manter em estoque tubos de diversos comprimentos.

[0010] O outro processo para fabricação do elemento de retardo, de uso mais recente, consiste no carregamento de um tubo de chumbo com a mistura pirotécnica, havendo posterior redução do tubo até atingir diâmetro adequado para sua inserção na cápsula cilíndrica da espoleta, sendo a seguir o tubo cortado transversalmente no comprimento adequado, compatível com o tempo de retardo pré-determinado, e que permite o seu acoplamento interno na cápsula cilíndrica da espoleta. Este processo evita a produção e manutenção em estoques de tubos de

diversos comprimentos, no entanto, necessita de um exigente controle dos parâmetros de produção com o fim de manter um núcleo de mistura pirotécnica de diâmetro e densidade de carregamento regulares, tratando-se além disso, tal como o primeiro processo mencionado, de uma fase em separado para a produção do elemento de retardo.

[0011] A produção de elemento de retardo convencional obriga o fabricante a produzir e manter em estoque, grandes quantidades de elemento de retardos em diferentes comprimentos. Peças e acessórios diferentes também são necessários para o processo de preenchimento do elemento de acordo com seu comprimento.

[0012] Além disso, para os tempos rápidos e intermediários, para os quais o elemento de retardo possui comprimentos menores, existe maior probabilidade do sinal de iniciação (chispa do tubo de choque) passar pela lateral da espoleta e atingir o explosivo primário antes do tempo de queima pré-determinado pela mista pirotécnica.

[0013] A confecção de elemento de retardo utilizando tubo de chumbo requer nível elevado de controle dos parâmetros de processos, a fim de manter lineares o diâmetro e a densidade do núcleo de carga de mistura pirotécnica. A utilização do chumbo para a fabricação do elemento de retardo também representa um problema do ponto de vista ambiental e de saúde.

[0014] A inclusão de outros dispositivos no interior da cápsula além do elemento de retardo, como o cushion disc, por exemplo, onera o custo do produto e deixa mais complexo o processo de fabricação do detonador.

[0015] A EP0439955B1 "Delay detonator", descreve e reivindica um detonador não elétrico composto por uma série de tubos de retardos com tamanhos e materiais diferenciados, os quais podem ser alterados em seus comprimentos ou quantidades para atingir o tempo necessário de detonação. Este invento provavelmente evita o tiro direto, porém a sua confecção é extremamente complexa e cheia de dispositivos, o que encarece o produto e dificulta a sua produção.

[0016] A patente US 5,031,538 descreve um dispositivo para controlar a pressão/temperatura do tubo de choque antes que esta atinja a mistura pirotécnica de retardo. Este modelo provavelmente reduz a incidência de tiro direto, devido a um

“copo de alinhamento” que é inserido na ponta do tubo de choque de forma a direcionar a chispa diretamente para a mistura pirotécnica de retardo. A inclusão deste “copo de alinhamento” onera o custo do produto assim como o processo produtivo.

[0017] A patente US 5,522,318 apresenta um dispositivo (cushion disc) acoplado sobre a camada de explosivo primário, tendo por finalidade aumentar a segurança em relação à iniciação instantânea da carga explosiva da espoleta/detonador, sendo as principais causas, o atrito gerado pelo manuseio, impacto/choque decorrente das pressões dinâmicas durante a detonação de furos circundantes e também pela transmissão do sinal de iniciação que passa pela lateral do elemento de retardo junto à parede da espoleta. A inclusão de dispositivos no interior da cápsula além do elemento de retardo, como o cushion disc, por exemplo, onera o custo do produto e deixa mais complexo o processo de fabricação do detonador.

[0018] Melhorias que o modelo apresenta sobre o estado da técnica

[0019] O detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura objeto deste pedido de patente é compreendido por um processo de fabricação simples e de baixo custo por não utilizar elemento de retardo de tamanho variado, não conter metal chumbo e não requerer o acoplamento de outros dispositivos no interior da cápsula além do elemento de retardo, e mesmo assim, apresentar vantagens quanto à precisão do tempo de retardo, garantia de iniciação do elemento retardo e eliminação da possibilidade de detonação instantânea (tiro direto), ocasionado pela transmissão do sinal iniciação de que passa pela lateral do elemento de retardo junto à parede da espoleta.

[0020] Revelação do modelo

[0021] O presente modelo trata-se de detonador não elétrico para iniciação de cargas explosivas, que é formado por uma bucha cilíndrica de borracha, onde é acoplado um tubo de choque como elemento de iniciação; uma cápsula cilíndrica de alumínio (espoleta), dotada em seu interior de uma camada de carga de explosivo secundário (nitropenta) e uma camada de carga de explosivo primário (azida de chumbo), sendo compreendido por conter um dispositivo de retardo de comprimento fixo, como elemento de barreira física para impedir que o sinal de

iniciação atinja a carga explosiva pela lateral da cápsula; sendo o dispositivo confeccionado preferencialmente em tubo cilíndrico de alumínio, dotado de um rebaixo com diâmetro interno maior, onde no processo de fabricação do detonador, ele é expandido e travado nas paredes internas da cápsula da espoleta através de um pino guia, onde o travamento lateral bloqueia grande parte da passagem da chispa pelas laterais; e a mistura pirotécnica sendo essa prensada e dosada de acordo com o tempo de retardo pré-determinado, no interior do canal cilíndrico interno do dispositivo de retardo.

[0022] O rebaixo do dispositivo de retardo possui paredes mais finas, que permitem o aumento do diâmetro interno do rebaixo a travar o elemento de retardo nas paredes internas da cápsula cilíndrica através de um pino guia do processo de fabricação. Esta disposição bloqueia parcialmente ou completamente a passagem da chispa de iniciação pelas laterais da cápsula da espoleta. Já nos modelos do estado da técnica os elementos de retardos não possuem tal disposição, eles são inseridos na cápsula da espoleta, e presos através de amolgamento externo da mesma, o que onera o processo de fabricação devido à inclusão da dita operação, além de fragilizar a cápsula de espoleta, facilitando a quebra da mesma em caso de esforço, oferecendo inclusive riscos a operação caso essa quebra ocorra durante o manuseio da mesma.

[0023] O comprimento único preferencial do dispositivo de retardo é de 30 mm, porém ele não se limita a esse tamanho. Esta medida foi utilizada mediante a uma série de testes, que obtiveram um resultado de 100% de detonações sem apresentar tiros direto (obedecendo o tempo prescrito de detonação); e o tamanho único e padrão do dispositivo permitiu os mais diversos tempos de retardos, através da prensagem de colunas de misto pirotécnico no interior do canal cilíndrico. No atual estado da técnica, muitos dos dispositivos de retardo são completamente preenchidos com o misto pirotécnico e por essa razão eles necessitam de diversos tamanhos de dispositivos para atender os mais variados tempos de detonações, o que dificulta e encarece o seu processo de fabricação. A incidência de tiro direto torna-se muito maior à medida que diminui o comprimento do dispositivo de retardo.

[0024] Explicação do funcionamento

[0025] O detonador com retardo não elétrico objeto deste pedido de patente traz às operações de mineração, um sistema de transmissão de sinal de iniciação com tempos de retardos pré-determinados preciso e seguro para a ativação de cargas explosivas.

[0026] O tubo transmissor de sinal de iniciação, conduz a chispa que se propaga pela câmara da cápsula da espoleta, e percorre o caminho facilitado pelo diâmetro maior do rebaixo ou cavidade de entrada do elemento de retardo, até atingir a mistura pirotécnica de retardo, que queima no tempo projetado até atingir a camada de explosivo primário, que automaticamente atinge a camada de explosivo secundário causando a detonação da espoleta e conseqüente iniciação da carga explosiva.

[0027] Breve descrição das figuras

[0028] Os objetivos, vantagens e demais características importantes do modelo em apreço poderão ser mais facilmente compreendidas quando lidos em conjunto com os desenhos em anexos, nos quais:

[0029] A figura 01 representa uma vista em corte / perspectiva do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura.

[0030] A figura 02 representa uma vista em perspectiva das disposições aplicadas em detonador não elétrico no atual estado da técnica.

[0031] A figura 03 representa uma vista explodida do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura.

[0032] A figura 04 representa uma vista em corte do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura, com coluna de misto para tempo de retardo curto.

[0033] A figura 05 representa uma vista em corte do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura, com coluna de misto para tempo de retardo médio.

[0034] A figura 06 representa uma vista em perspectiva do dispositivo de retardo do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por

iniciação prematura.

[0035] A figura 07 representa uma vista em corte do detonador não elétrico composto por elemento de retardo redutor de falhas por iniciação prematura, em um exemplo esquemático de uso.

[0036] A figura 08 representa uma vista em corte de um exemplo esquemático de uso de um detonador encontrado no atual estado da técnica.

[0037] A figura 09 representa as vistas em perspectiva superior e inferior dos elementos de retardos do atual estado da técnica.

[0038] A figura 010 representa as vistas em corte de um detonador do estado da técnica, com o elemento de retardo de tempo curto e evidenciando uma situação de tiro direto.

[0039] A figura 011 representa as vistas em corte de um detonador do estado da técnica, com o elemento de retardo de tempo médio e evidenciando uma situação de tiro direto.

[0040] A figura 012 representa as vistas em corte de um detonador do estado da técnica, com o elemento de retardo de tempo longo e evidenciando uma situação de uso sem tiro direto.

[0041] Descrição detalhada das figuras

[0042] Como se infere nas figuras em anexos que ilustram e integram o presente relatório descritivo do modelo em apreço de "Detonador Não Elétrico Composto por Elemento de Retardo Redutor de Falhas por Iniciação Prematura", trata-se de detonador não elétrico (1) para iniciação de cargas explosivas, que é formado por uma bucha cilíndrica de borracha (A) onde é acoplado o tubo de choque (B) como elemento de iniciação, sendo a extremidade da bucha, acoplada a uma cápsula cilíndrica de alumínio (espoleta) (C), dotada em seu interior de uma camada de carga de explosivo secundário (nitropenta) (D) e uma camada de carga de explosivo primário (azida de chumbo) (E), compreendido por conter um dispositivo de retardo de comprimento fixo (2), como elemento de barreira física de modo a impedir que o sinal de iniciação (F) atinja a carga explosiva pela lateral da cápsula (C) e como elemento de compartimento de colunas de mistura pirotécnica de retardo (3) de tempos variados; sendo o dispositivo confeccionado preferencialmente em tubo

cilíndrico de alumínio (2A), dotado de rebaixo com diâmetro interno maior (2B), que é expandido e travado nas paredes internas da cápsula da espoleta (C) no processo de montagem do detonador, e um canal cilíndrico interno (2C), onde são dosadas e prensadas as colunas de mistura pirotécnica de retardo (3) de acordo com o tempo de retardo pré-determinado.

[0043] Nas figuras 01, 02, 03, 04 e 05 é demonstrado o detonador não elétrico (1), onde são evidenciadas: a bucha de borracha cilíndrica (A); o tubo de choque (B); a cápsula cilíndrica de alumínio (espoleta) (C); as camadas de carga de explosivo secundário (nitropenta) (D) e de explosivo primário (azida de chumbo) (E); o dispositivo de retardo de comprimento fixo (2), em tubo cilíndrico de alumínio (2A), com o rebaixo com diâmetro interno maior (2B), e o canal cilíndrico interno (2C), onde são dosadas e prensadas as colunas de mistura pirotécnica de retardo (3). Nas figuras 04 e 05 são demonstrados o tamanho único e preferencial de 30mm (X) do dispositivo de retardo (2), e os tamanhos diferenciados (Z) E (Z') das colunas de mistura de retardo pirotécnico (3).

[0044] Na figura 06 é demonstrado o dispositivo de retardo de comprimento fixo (2), em tubo cilíndrico de alumínio (2A), com o rebaixo com diâmetro interno maior (2B), e o canal cilíndrico interno (2C), onde são dosadas e prensadas as colunas de mistura de retardo pirotécnica.

[0045] Na figura 07 é demonstrado o funcionamento do detonador não elétrico (1), onde ao acionar o tubo de iniciação (A), a chispa do sinal de iniciação (F) se propaga pela câmara da cápsula da espoleta (C), e percorre o caminho facilitado pelo diâmetro maior do rebaixo ou cavidade de entrada (2B) do dispositivo de retardo (2), entrando no canal cilíndrico interno (2C) até atingir a coluna de misto pirotécnico de retardo (3), que queima no tempo projetado até atingir a camada de explosivo primário (E), que automaticamente atinge a camada de explosível secundário (D) causando a explosão.

[0046] Na figura 08 é demonstrada uma vista esquemática e em corte do detonador não elétrico encontrado no atual estado da técnica, onde é evidenciada uma simulação da passagem da chispa pelas laterais interna da espoleta e externa do

dispositivo de retardo, causando o tiro direto ao atingir as camadas de explosivo antes de queimar o misto pirotécnico de retardo.

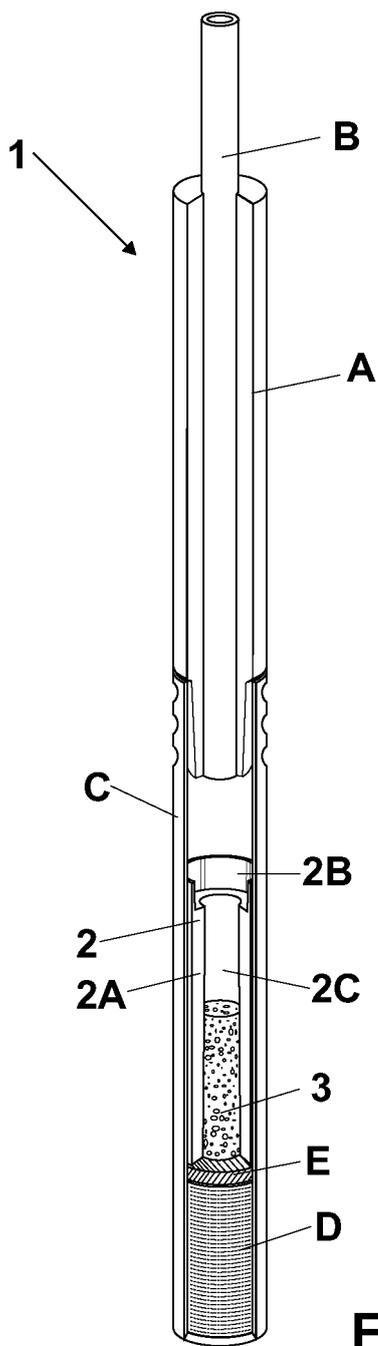
[0047] Na figura 09 é demonstrado um modelo de dispositivo ou elemento de retardo encontrado no mercado, que é formado por um cilindro com um furo central (G), o qual é completamente preenchido por uma carga de misto pirotécnico de retardo, que definem o tempo de acionamento das cargas explosivas. Por essa razão é necessário a confecção de diversos tamanhos de dispositivos de retardos, para serem preenchidos com os mistos pirotécnicos e seus tempos de retardos, o que dificulta o processo de fabricação, e aumenta a probabilidade de tiro direto.

[0048] Nas figuras 010, 011 e 012 são demonstrados três exemplos de simulações de detonação de um mesmo modelo de detonador encontrado no atual estado da técnica, onde são apresentados três tamanhos de dispositivos de retardos preenchidos completamente com o misto de retardo (I). Os detonadores da figura 010 e 011 contêm um dispositivo de retardo rápido de 7,5mm (J) de comprimento e um intermediário de 16,5mm (K), onde a probabilidade de tiro direto foi muito alta; já no detonador da figura 012 que apresenta um dispositivo de retardo lento e com 30mm (L) de comprimento, apresentou uma pequena incidência de tiro direto, devido à perda da energia ao percorrer toda a parede externa do dispositivo e interna da espoleta.

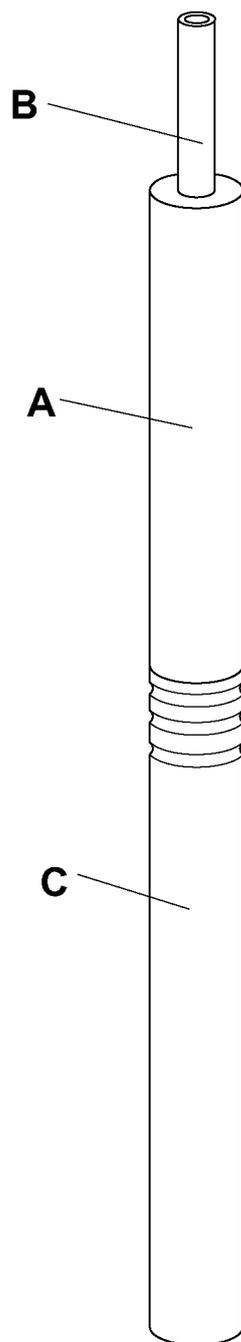
[0049] No modelo em apreço, o comprimento fixo do dispositivo de retardo é preferencialmente de 30mm, esta medida foi escolhida por apresentar vantagens em relação aos modelos de tamanhos menores, aliado a esta medida foi desenvolvido um rebaixo de diâmetro interno maior, que no processo de montagem do dispositivo de retardo no interior da cápsula da espoleta, um pino guia expande o diâmetro interno maior fixando as paredes finas do rebaixo, formando um anel de vedação com as paredes internas da cápsula da espoleta. Este processo resultou em um detonador com praticamente 100% de ausência de tiro direto em todos os tempos ou colunas de retardo.

### REIVINDICAÇÕES

1.)"DETONADOR NÃO ELÉTRICO COMPOSTO POR ELEMENTO DE RETARDO REDUTOR DE FALHAS POR INICIAÇÃO PREMATURA", trata-se de detonador não elétrico (1) para iniciação de cargas explosivas, que é formado por uma bucha cilíndrica de borracha (A) onde é acoplado o tubo de choque (B) como elemento de iniciação, sendo a extremidade da bucha, acoplada a uma cápsula cilíndrica de alumínio (espoleta) (C), dotada em seu interior de uma camada de carga de explosivo secundário (nitropenta) (D) e uma camada de carga de explosivo primário (azida de chumbo) (E), **caracterizado por** compreender um dispositivo de retardo de comprimento fixo (2), como elemento de barreira física de modo a impedir que o sinal de iniciação (F) atinja a carga explosiva pela lateral da cápsula (C) e como elemento de compartimento de colunas de mistura pirotécnica de retardo (3) de tempos variados; sendo o dispositivo confeccionado preferencialmente em tubo cilíndrico de alumínio (2A), dotado de rebaixo com diâmetro interno maior (2B), que é expandido e travado nas paredes internas da cápsula da espoleta (C) no processo de montagem do detonador, e um canal cilíndrico interno (2C), onde são dosadas e prensadas as colunas de mistura pirotécnica de retardo (3) de acordo com o tempo de retardo pré-determinado.



**Fig. 01**



**Fig. 02**

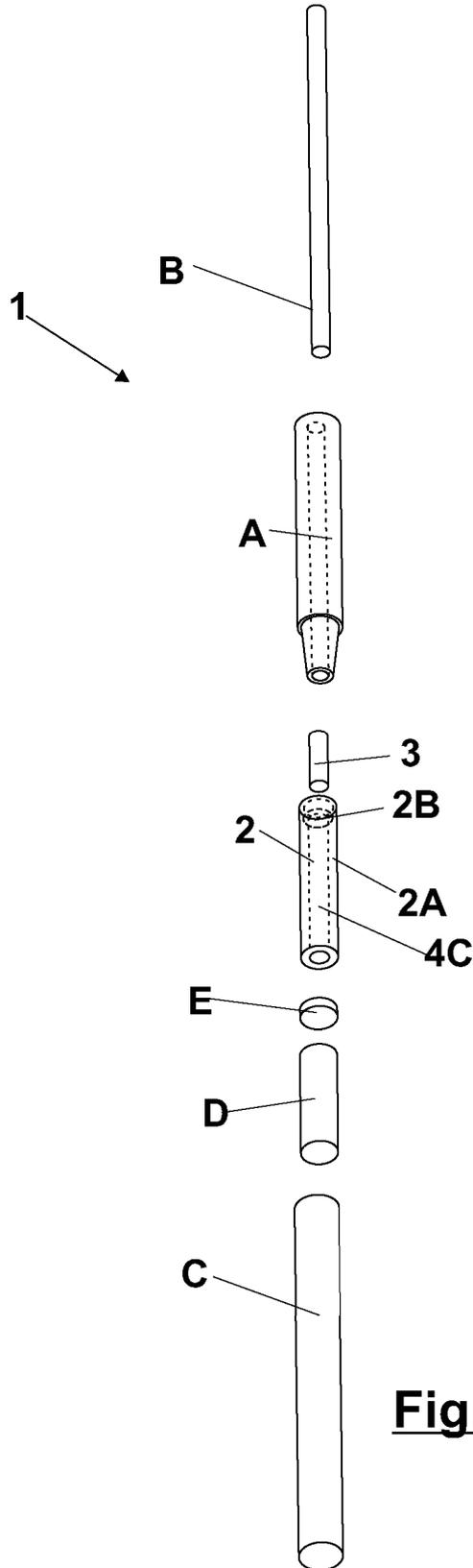
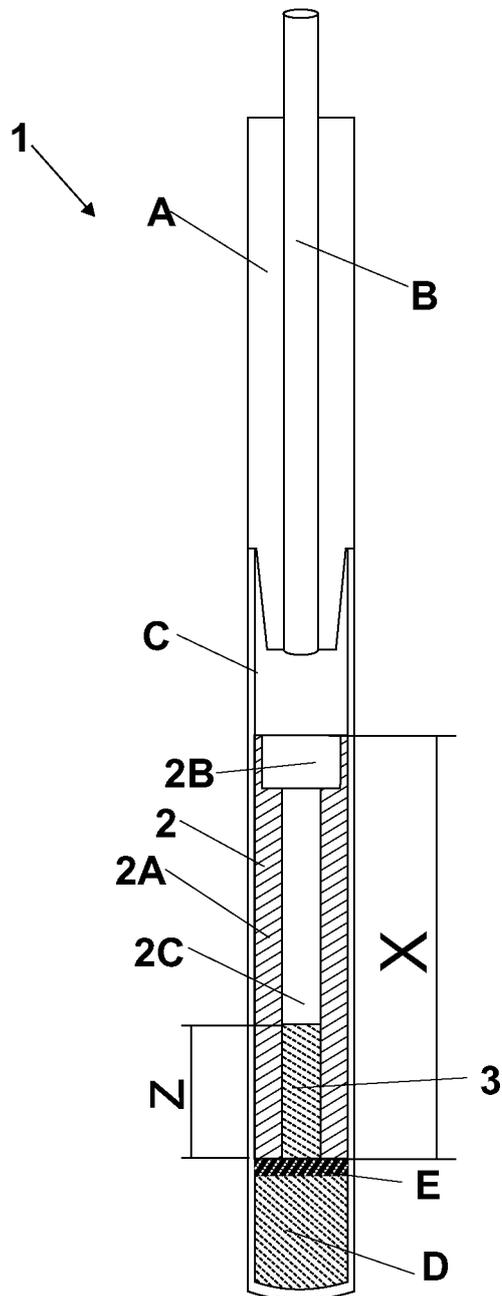
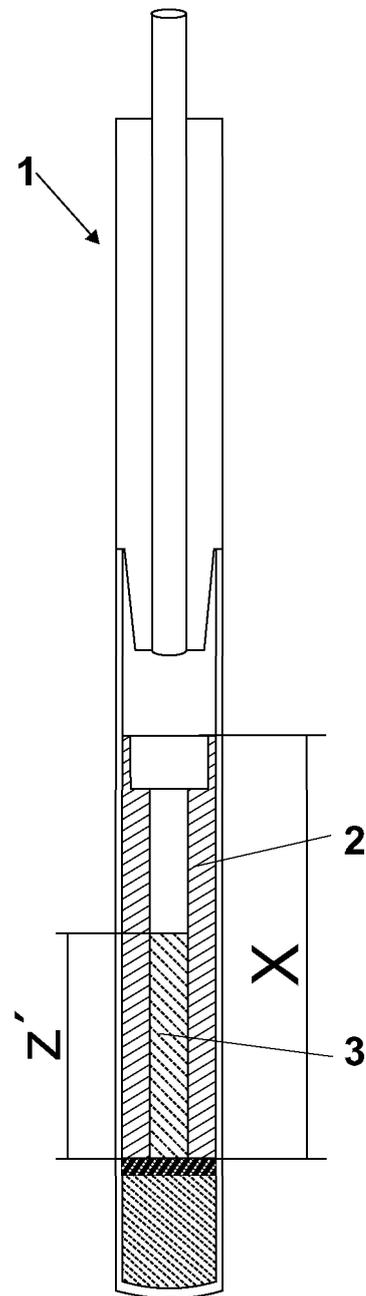


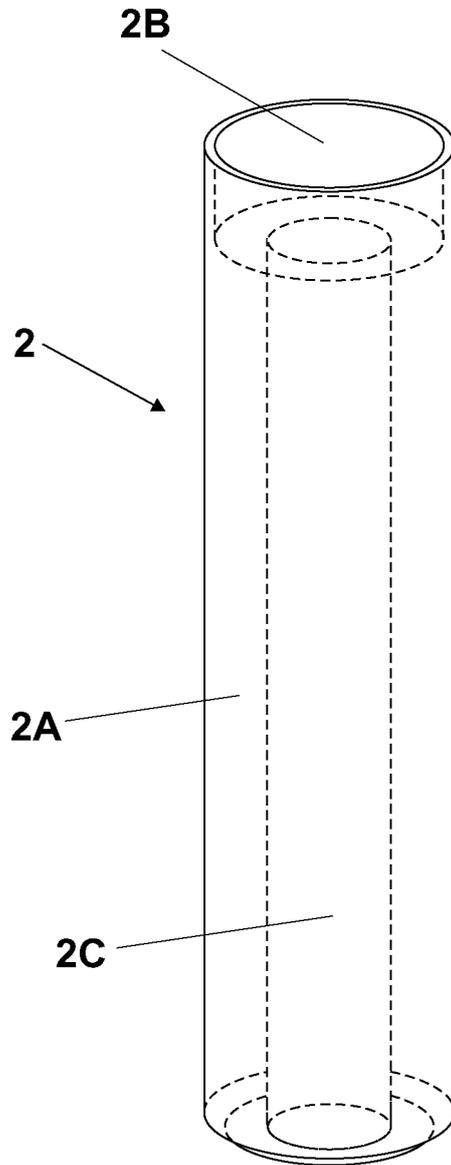
Fig. 03



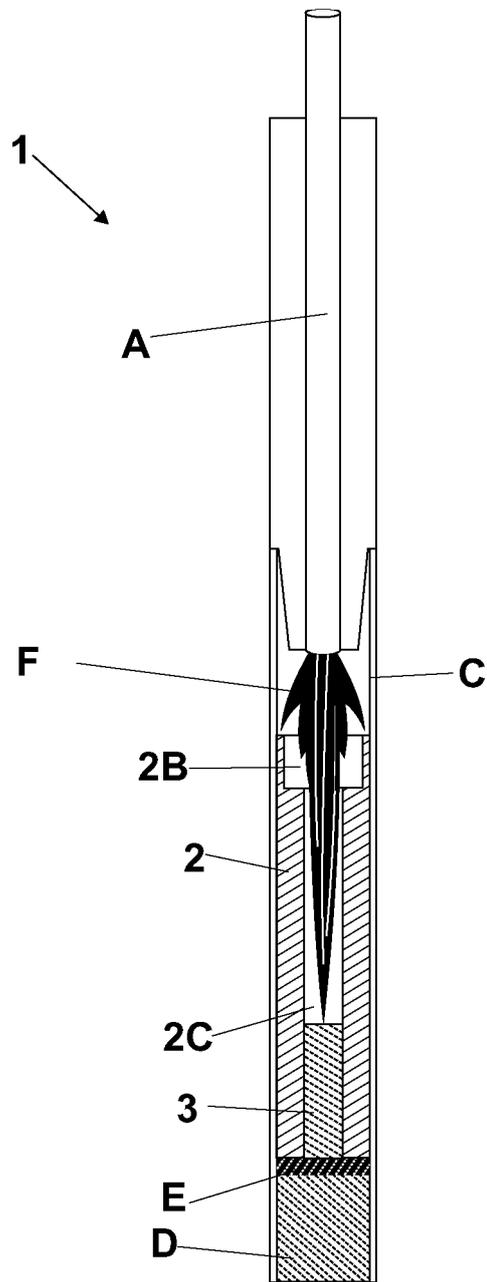
**Fig. 04**



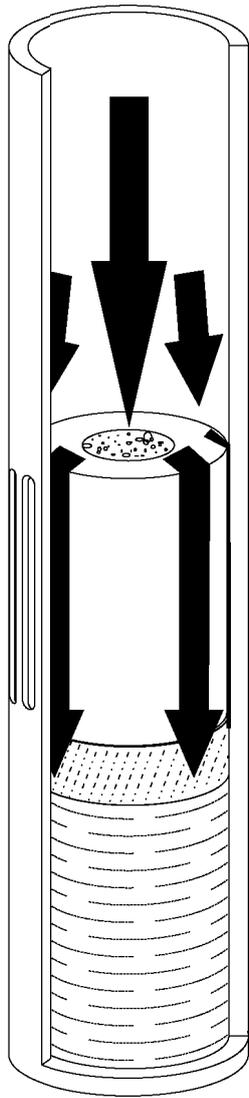
**Fig. 05**



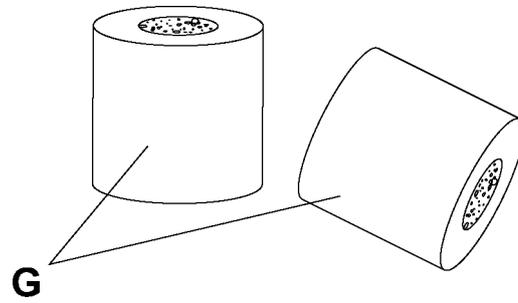
**Fig. 06**



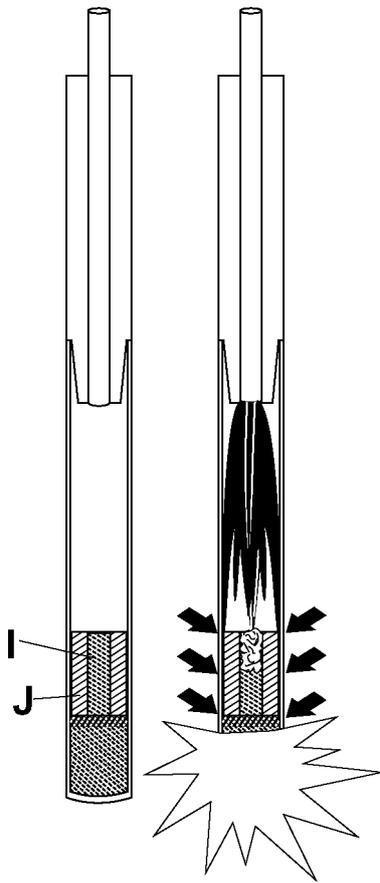
**Fig. 07**



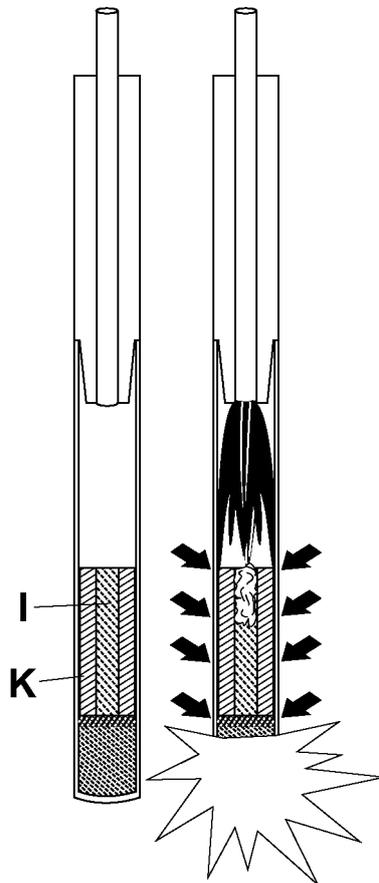
**Fig. 08**



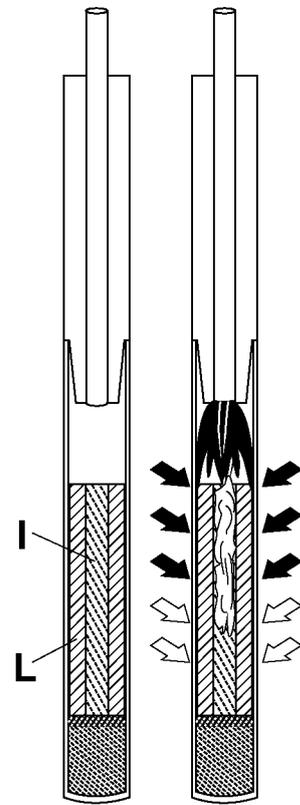
**Fig. 09**



**Fig. 010**



**Fig. 011**



**Fig. 012**