

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 528**

51 Int. Cl.:

C06B 33/08 (2006.01)

C06B 45/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2014** **E 14001249 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018** **EP 2792661**

54 Título: **Carga explosiva cilíndrica de potencia aumentada**

30 Prioridad:

15.04.2013 DE 102013006440

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2018

73 Titular/es:

**TDW GESELLSCHAFT FÜR
VERTEIDIGUNGSTECHNISCHE WIRKSYSTEME
MBH (100.0%)
Hagenauer Forst 27
86529 Schrobenhausen, DE**

72 Inventor/es:

ARNOLD, WERNER

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 687 528 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Carga explosiva cilíndrica de potencia aumentada

- 5 **[0001]** La invención se refiere a una carga explosiva cilíndrica para un sistema activo, que se compone de fracciones RDX o HMX, un polvo metálico y un aglutinante plástico.
- [0002]** Las cargas explosivas modernas e insensibles se componen predominantemente de materiales explosivos RDX (hexógeno) o HMX (octógeno), con aglutinantes plásticos como por ejemplo HTPB (polibutadieno con grupos terminales hidróxilo), por lo que se consigue una insensibilidad elevada frente a ondas de choque. Una elevación del efecto de presión, habitualmente designado como aumento de la explosión, se consigue mediante mezcla de polvos metálicos, como por ejemplo aluminio, boro, silicio o magnesio.
- 10 **[0003]** No obstante, por motivos de viscosidad no se pueden aumentar a voluntad las fracciones de masa del polvo metálico en relación a otras fracciones de carga explosiva. En particular no cuando el tamaño de grano del polvo metálico se sitúa en el rango de micrómetros, dado que entonces la relación entre superficie y volumen aumenta fuertemente, es decir, la superficie a humedecer del polvo metálico crece de forma desproporcionada. Pero tamaños de grano pequeños son interesantes para el aumento del efecto de explosión.
- 15 **[0004]** Una alternativa a ello son las así denominadas "cargas de envolverte", en las que el polvo metálico se coloca como capa envolverte alrededor de una carga de núcleo convencional. El polvo metálico rellena así un volumen cilíndrico hueco alrededor de un núcleo de carga explosiva. Debido a la detonación de la carga explosiva se calienta esta envolverte de polvo metálico mediante la onda de choque continua y a continuación se acelera lateralmente hacia fuera. En este caso se inicia el polvo metálico en una reacción de combustión y en desarrollo posterior se mezcla cada vez más con el aire circundante y se mantiene encendido mediante el oxígeno del aire. Debido a los gases calientes que se originan a este respecto se aumenta de forma creciente la potencia de explosión.
- 20 **[0005]** Las cargas de envolverte se usan principalmente para la aplicación en espacios interiores, como por ejemplo búnkeres o edificios. Las paredes limitadoras reflejan las ondas de choque de aire originadas cada vez de nuevo de vuelta a la bola de fuego, en donde la mezcla de combustible / aire se calienta aun más y se forman remolinos con el aire. Aparte de eso las paredes limitan el volumen e impiden así una expansión adiabática del volumen de combustión, que pueden enfriar la mezcla de combustible y de este modo forzar eventualmente la interrupción de las reacciones químicas.
- 25 **[0006]** No obstante, la estructura concreta de una carga semejante contiene un número elevado de variaciones de parámetros posibles, que posibilitan optimizar una carga semejante respecto a la potencia de explosión. Por ejemplo, para ello son más por un lado parámetros de diseño, como por ejemplo la relación entre masa de núcleo y envolverte, tipo de carga de núcleo y similares. Pero por otro lado los parámetros técnicos del procedimiento también desempeñan un papel, como por ejemplo estructura y naturaleza de la envolverte, es decir, del aglutinante para el material de polvo. Junto a la potencia de explosión, la durabilidad física de la carga de envolverte también debe estar garantizada durante un largo período de tiempo y por ello también estar asegurada la reproducibilidad de la capacidad de la potencia de explosión.
- 30 **[0007]** No obstante, de este modo para el especialista no se produce una indicación concreta de para qué finalidad de aplicación debe esperar un óptimo de entrega de potencia en el marco de la márgenes de fluctuación indicados. Sin duda es que dentro de los márgenes de fluctuación indicados se puede aumentar una potencia más o menos elevada, no obstante, no se da ninguna indicación sobre en que composición de la carga explosiva se debe esperar el óptimo para una aplicación determinada.
- 35 **[0008]** Por ejemplo, el documento US 6,955,732 B1 describe una carga explosiva, que presenta una potencia de explosión relativamente elevada en un entorno pobre en oxígeno.
- 40 **[0009]** La invención tiene por ello el objetivo de desarrollar una estructura de carga novedosa en el marco de la optimización ya mencionada de los parámetros, en la que dentro de una margen de fluctuación bajo se pueda obtener la potencia de explosión máxima posible.
- 45 **[0010]** El objetivo se consigue según la invención por una combinación de características, con un núcleo de carga explosiva cilíndrica, compuesto de RDX (hexógeno) o HMX (octógeno) con una proporción en peso del 85-

96% en peso (según si la fabricación del núcleo de carga se realiza en el procedimiento de colada o prensado: correspondientemente máx. 90 o 96% en peso), mezclado con un aglutinante plástico con una fracción en peso del 15-4% en peso de HTPB (polibutadieno con grupos terminales hidroxilo), y una envolvente tubular, que rodea directamente el núcleo de carga explosiva cilíndrica de un polvo metálico, como aluminio, boro, silicio o magnesio, en donde la media de los tamaños de grano del polvo metálico en así denominadas mezclas monomodales se sitúa en $4\text{ }\mu\text{m} \pm 10\%$, y en mezclas bimodales contiene adicionalmente todavía un componente de tamaño de grano mayor de en promedio $35\text{ }\mu\text{m} \pm 10\%$, con una fracción de grueso : fino de típicamente 2:1, en donde al menos una cantidad parcial de los granos del polvo metálico está conectada de forma adherente entre sí debido a una síntesis, y en donde la relación entre longitud y diámetro exterior (L/D) del núcleo de carga explosiva cilíndrica se sitúa en el rango de $L/D = 1 - 5$, y en donde la relación μ entre la masa de la envolvente (M_M) y el núcleo de carga explosiva (M_K) se sitúa en el rango de $\mu = 1,9$ a $3,3$.

[0011] Se pueden deducir perfeccionamientos ventajosos de las reivindicaciones subordinadas.

15 **[0012]** Debido a amplias series de ensayos se pudieron elaborar directivas de diseño, con cuya ayuda se ha desarrollado la estructura de carga novedosa, cuyos componentes se definen a continuación según la invención.

[0013] Una carga explosiva cilíndrica ha demostrado ser suficiente para generar una buena potencia explosiva en cuartos. En este caso se puede pretender una relación entre longitud de explosivo respecto y diámetro (L/D) de $1 - 5$, sin tener que aceptar pérdidas de potencia de explosión. Formas exteriores próximas, que podrían requerir teóricamente la mezcla con el aire (por ejemplo, formas de funda en zigzag), no conllevan otras ventajas.

[0014] El núcleo de carga explosiva tiene en su detonación el objetivo de calentar la envolvente hecha de metal mediante la onda de choque continua, iniciarla simultáneamente en la reacción de combustión y acelerarla radialmente hacia fuera. En el desarrollo posterior, la mezcla de polvo metálico parcialmente encendida forma un remolino con aire, de modo se realiza una combustión rápida óptima. El núcleo de carga explosiva debe ser así tan explosivo como sea posible, pero también insensible. Son más apropiadas cargas explosivas de aglutinante plástico (coladas o prensadas) con $85 - 96\%$ en peso de fracciones de HMX y $15 - 4\%$ en peso de fracciones de aglutinante (preferiblemente HTPB).

30 **[0015]** Junto al tipo de carga explosiva del núcleo de carga explosiva, su masa (M_K) respecto a la masa de envolvente (M_M) es el parámetro más importante y más interesante, dado que éste se puede optimizar realmente y por ello maximizarse la potencia de explosión:

Por un lado, la masa de carga de núcleo debería ser tan grande como sea posible, dado que entonces la velocidad y turbulencia con el aire es máxima: la relación $\mu = M_M / M_K$ se conoce en la balística como así denominado relación de Gurney y determina la velocidad de la masa de envolvente M_M saliente. Una μ pequeña es buena para velocidades elevadas.

40 **[0016]** Pero, por otro lado, la masa de núcleo tampoco se debe volver demasiado grande (la μ no demasiado pequeña), dado que por lo demás la masa de envolvente es de nuevo demasiado baja, pero ésta es responsable principal para la potencia de explosión elevada.

[0017] Un rango de μ de $1,9$ a $3,3$ se ha comprobado como óptimo. Las relaciones de masa fuera de este rango son posibles igualmente, pero entonces mantiene la capacidad de potencia explosiva reducida.

45 **[0018]** La envolvente con masa M_M ofrece el mayor potencial de optimización con vistas a la potencia de explosión, pero también con vistas a la importancia técnica en el procedimiento, como reproducibilidad, etc.

[0019] El material se debe componer de polvos metálicos de calor de combustión elevado. En principio pueden entrar en consideración así todos los polvos metálicos de calor de combustión elevado, que ya se han mencionado arriba (p. ej. Al, B, Si, Mg, etc.). Éstos se podrían usar teóricamente como combustible. Sin embargo, en la práctica se producen otros criterios de selección y características, que distingue ciertos polvos metálicos de otros en esta aplicación. Estos criterios son variados.

55 **[0020]** El polvo de aluminio ha resultado ser un material acreditado y muy apropiado con vistas a la potencia de explosión. La variación de tamaño de grano produjo los mejores valores en las mezclas monomodales en el rango de algunos micrómetros (valor medio aproximadamente $4\text{ }\mu\text{m}$) y en mezclas bimodales con todavía una componente adicional de tamaño de grano más elevado (valor medio aproximadamente $35\text{ }\mu\text{m}$), con una fracción de grueso-fino de típicamente 2:1.

[0021] Igualmente se pueden usar granos mayores, pero arden en general de forma demasiado lenta y larga, lo que repercute negativamente en la potencia de explosión. En el caso de granos más pequeños en el rango de nanómetros surge efecto toda la gama de problemas de la nanotecnología: capa de óxido relativamente gruesa, 5 costes elevados, procesabilidad difícil, elevada fracción de aglutinante necesaria, aspectos de salud problemáticos, etc.

[0022] El boro tiene respecto al calor de combustión elevadas ventajas frente a todos los otros polvos metálicos. La adición de polvo de aluminio actúa aquí de forma catalítica. La serie de test mostró buenos resultados 10 de explosión similares a como con aluminio, en cuanto el boro se ha procesado formando mezclas de B/Al en relación de aproximadamente 1/5 hasta 3/5, con máximo en 2/5.

[0023] La envoltura compuesta de polvo metálico tiene en la forma de polvo no aglutinada ciertas ventajas respecto a la combustión. Las cavidades entre los núcleos de polvo actúan como así denominados “puntos 15 calientes” para el inicio de la combustión. Sin embargo, también se producen claras ventajas que provocan que el polvo se deba aglutinar con aglutinante plástico.

[0024] Los polvos aglutinados obtienen incluso otras ventajas:

- 20 • Materiales aglutinantes energéticos proporcionan no sólo resistencia estructural, sino que también participan en el proceso de combustión y por ello proporcionan energía de explosión adicional.
- La densidad del material de envoltura se vuelve reproducible y por consiguiente ligado a ello la potencia de explosión constante.
- La resistencia estructural del material de envoltura permite espesores exteriores más pequeños de la pared de 25 funda.

[0025] También se puede obtener un resultado muy bueno con un aglutinante HTPB (polibutadieno con grupos terminales hidróxilo). El HTPB también participa en la reacción química. Pero las grandes ventajas son la sencilla procesabilidad técnica del procedimiento y la fase sólida del HTPB, obtenida por la polimerización 30 desarrollada del aglutinante. Con ello va acompañada la resistencia estructural. El HTPB muestra por consiguiente ventajas claramente mejores frente a DOA (adipato de dioctilo) e IPN (nitrato de isopropilo). Como composición más apropiada de polvo metálico en HTPB han resultado porcentajes de masa en el rango de aproximadamente 70% a 30%, en donde algunos puntos porcentuales en ambas direcciones no producen un empeoramiento del resultado.

35 **[0026]** Por consiguiente es suficiente elaborar toda la carga de envoltura (núcleo y envoltura) para la protección en p. ej. fundas de aluminio delgadas. La envoltura sólida da suficiente resistencia estructural para poder soportar las sollicitaciones de manejo / transporte, de disparo y perforación.

[0027] Un concepto esencial de la ligadura y de la protección de la matriz de polvo metálico es su 40 sinterización, sin adición de materiales aglutinantes orgánicos como p. ej. HTPB. El procedimiento de sinterización no es el procedimiento clásico, que conduce a una pieza de material continua sin poros, sino mejor dicho de manera que una fuerte onda de choque (provocada por la detonación de la carga de núcleo) descompone el polvo metálico parcialmente sinterizado de nuevo en componentes individuales, por lo que se puede desarrollar sin trabas su combustión subsiguiente. La factibilidad de tecnologías de sinterización de este tipo ya se ha aducido de forma 45 experimental. En este caso se trata de un tipo de “pegado” (mediante fusión) de las partículas de metal individuales.

[0028] La funda de polvo metálico así sinterizada le confiere a la carga la resistencia estructural. Además, esta matriz de sinterización presenta adicionalmente poros de aire, que actúan como “puntos calientes” y de este modo excitan y favorecen aún más la combustión. Se puede sinterizar la funda de polvo metálico completa de esta 50 manera, o sólo la fracción exterior, que es decisiva para la resistencia estructural.

[0029] En caso de necesidad también se puede prever aquí una funda de terminación de Al para la protección ampliada de la carga.

REIVINDICACIONES

1. Carga explosiva cilíndrica de potencia aumentada de RDX (hexógeno) o HMX (octógeno) mezclada con un aglutinante plástico HTPB y un polvo metálico como aluminio, boro, silicio o magnesio,
- 5 **caracterizada por:**
- un núcleo de carga explosiva cilíndrica, compuesto de RDX (hexógeno) o HMX (octógeno) con una proporción en peso del 85-96% en peso mezclado con un aglutinante plástico con una proporción en peso del 15-4% en peso de HTPB (polibutadieno con grupos terminales hidróxilo),
- 10 - una envolvente tubular, que rodea directamente el núcleo de carga explosiva cilíndrica de un polvo metálico como aluminio, boro, silicio o magnesio, en donde la media de los tamaños de grano del polvo metálico se sitúa en $4\text{ }\mu\text{m}$ $\pm$ 10%, y en donde al menos una cantidad parcial de los granos del polvo metálico está conectada de forma adherente entre sí debido a una sinterización,
- en donde la relación entre la longitud y el diámetro exterior (L/D) del núcleo de carga explosiva cilíndrica se sitúa en
- 15 el rango de $L/D = 1 - 5$,
- en donde la relación μ entre la masa de la envolvente (MM) y la masa del núcleo de carga explosiva (MK) se sitúa en el rango de $\mu = 1,9$ hasta 3,3.
2. Carga explosiva cilíndrica de potencia aumentada según una de las reivindicaciones 1, **caracterizada**
- 20 **porque** la envolvente está rodeada por una funda de aluminio de pared delgada.