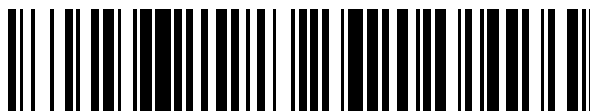


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 302**

51 Int. Cl.:

C06C 5/06 (2006.01)

C06C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2012** **E 12466011 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 2589582**

54 Título: **Carga de retardo pirotécnica en milisegundos para detonadores industriales con tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde el inicio y procedimiento de fabricación de la carga de retardo**

30 Prioridad:

28.07.2011 CZ 20110463

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

19.05.2020

73 Titular/es:

AUSTIN DETONATOR S.R.O. (100.0%)
Jasenice 712
755 01 Vsetin, CZ

72 Inventor/es:

VALENTA, PAVEL y
HNAT, IGOR

74 Agente/Representante:

JIMÉNEZ URÍZAR, María

ES 2 761 302 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 de retardo pirotécnica en milisegundos para detonadores industriales con tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde el inicio y procedimiento de fabricación de la carga de retardo

Campo Técnico

[0001] La invención se refiere a una carga pirotécnica de retardo en milisegundos para detonadores industriales con un tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde la iniciación. La carga está destinada a ser compactada en el tubo de retardo, para detonadores iniciados por cabeza de cebado, por un pulso generado por un disparador, y también para detonadores iniciados por tubo de detonación no eléctricamente - por onda de detonación o por una chispa generada por un disparador. La invención también se refiere a la forma de fabricación de dicha carga.

El estado actual de la técnica

[0002] En la actualidad, para conseguir el retardo de detonadores en el rango de hasta 1 000 milisegundos, se utilizan cargas pirotécnicas de retardo que contienen materia combustible y oxidante. Son en conjunto polvos metálicos de Si, B, Zr, Ti y aleaciones de Fe+Si+Cr, Si+Se+Fe, Zr+B, Zr+Ni y otros que se utilizan como combustibles. El monóxido-dióxido de plomo y el dióxido de plomo se usan principalmente como oxidantes. Sin embargo, tales cargas contienen metales pesados, que pasan al ambiente después de que se ha utilizado el detonador. Por ello, ha habido un empeño general para excluir metales pesados. Hay diseños conocidos, p. ej. según las patentes SE 446180 y 457380, donde los oxidantes se llevan a cabo sobre una base de estaño no tóxico. Sin embargo, estos diseños son más exigentes en términos de fabricación y tienen un impacto negativo en la posibilidad de configuración del tiempo. También se conoce el diseño de la patente US 5654520, donde el ocre de bismuto se usa como oxidante y el silicio elemental se usa como combustible. Una desventaja de la solución según esta patente es la necesidad de agregar una gran cantidad de diversos aditivos para lograr la función necesaria.

Además, CS226817 describe una composición para un detonador eléctrico con un retardo de tiempo ultracorto de hasta diez milisegundos que comprende 10-40% FeSiZr (ej.: 25%) + 2-15% Mg (ej.: 5%) + resto hasta 100 % (ej.: 70%) de Pb₃O₄.

[0003] El objetivo de la invención es desarrollar tales relaciones de carga y peso de combustible y oxidante, que no fueran intensivas en términos de fabricación y costos, con mínima necesidad de aditivos complementarios para lograr variabilidad en el tiempo y exactitud de retardo. Sin embargo, la solución debe sobre todo cumplir la condición de ausencia de metales pesados.

[0004] Nuevamente, el objetivo de la invención es desarrollar un procedimiento tal de fabricación de la carga de retardo creada que los parámetros resultantes concuerden con el objetivo definido, y se mantengan costes mínimos de fabricación.

[0005] El objetivo de la invención también es crear un detonador eléctrico y no eléctrico, en el que se pueda emplear la composición creada.

Estudio de las figuras de los dibujos

[0006] Tanto el detonador eléctrico como el no eléctrico se describen en ejemplos de ejecución mediante dibujos adjuntos en los que la Figura 1 muestra un detonador no eléctrico y la Figura 2 muestra un detonador eléctrico.

La naturaleza de la invención.

[0007] El objetivo especificado se consigue mediante una Carga de retardo pirotécnica en milisegundos para detonadores industriales eléctricos y no eléctricos con un tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde la iniciación, cuyo objeto es la proporción según la invención. Contiene Ferro Silicio Zirconio (en lo sucesivo denominado FeSiZr) como materia combustible y ocre de bismuto (en lo sucesivo denominado Bi₂O₃) como oxidante. Estos están en proporción en peso de 50 ± 15 % de FeSiZr y 50 ± 15 % de Bi₂O₃. FeSiZr es una aleación de elementos dominantes Si, Zr, Fe y Ti, que contiene también trazas de impurezas procedentes de aluminosilicatos, que son sustancias de entrada en la fabricación de aleaciones. La representación límite de elementos dominantes en FeSiZr de acuerdo con la invención es la siguiente: Si al menos 30 % en peso, Zr al menos 10% en peso, Fe como máximo 25 % en peso, Ti al menos 1 % en peso.

[0008] La carga pirotécnica puede contener el aditivo, óxido de titanio (en adelante denominado TiO₂) en la cantidad de hasta 5% en peso como controlador de velocidad de combustión.

[0009] En la carga pirotécnica de retardo en milisegundos, la pureza de la sustancia Bi₂O₃ es al menos 90%.

[0010] En una de las ejecuciones ventajosas de la carga pirotécnica en milisegundos, la aleación FeSiZr consiste en 52,1 % en peso de Si, 27,4% en peso de Zr, 12,7 en peso de Fe, 5,8% en peso de Ti y 2% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción de 52,8% en peso de Bi₂O₃ y 47,2% en peso de FeSiZr.

5 **[0011]** En otra ejecución, dependiendo de las calidades requeridas, la aleación FeSiZr consiste en 52,1 % en peso de Si, 27,4% en peso de Zr, 12,7% en peso de Fe, 5,8% en peso de Ti y 2% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso en proporción de 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.

10 **[0012]** En otra ejecución ventajosa, que demuestra la variabilidad de las cualidades finales, la aleación FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7 % en peso de Fe, 1,1% en peso de Ti y 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso en proporción de 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.

15 **[0013]** En otra ejecución ventajosa, la aleación FeSiZr consta de 63,5% en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7 % en peso de Fe, 1,1% en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 50,0% en peso de Bi₂O₃ y 50,0% en peso de FeSiZr, eventualmente la aleación FeSiZr consta de Si 63,5 % en peso, Zr 21,3% en peso, Fe 11,7 en peso, Ti 1,1 % en peso, impurezas 2,4% en peso, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 55,0% en peso de Bi₂O₃ y 45,0% en peso de FeSiZr.

20 **[0014]** En una ejecución con aditivo TiO₂, la aleación FeSiZr puede consistir en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y con TiO₂ de pureza 98% en peso, en proporción 53,9% en peso de Bi₂O₃, 44,1% en peso de FeSiZr y 2,0% en peso de TiO₂.

25 **[0015]** En otra ejecución ventajosa con aditivo TiO₂, la aleación FeSiZr consta de 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7 % en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y con TiO₂ de pureza 98% en peso, en proporción de 52,3% en peso de Bi₂O₃, 42,7% en peso de FeSiZr y 5,0 % en peso de TiO₂.

30 **[0016]** El objeto de la invención es también el procedimiento de fabricación de la carga pirotécnica de retardo en milisegundos para detonadores industriales eléctricos y no eléctricos con un tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde la iniciación. El principio del procedimiento de fabricación consiste en que el Ferro Silicio Zirconio (en lo sucesivo denominado FeSiZr) con representación límite de los elementos dominantes al menos 30 % en peso de Si, al menos 10% en peso de Zr, como máximo 25% en peso de Fe y al menos 1 % en peso de Ti, se prepara en el proceso físico de molienda al tamaño de partícula en el rango de 1 - 10 µm, óxido de bismuto (en lo sucesivo denominado Bi₂O₃) de pureza de al menos 95% también se prepara al tamaño de partícula en el rango de 1 - 10 µm. Entonces estos dos componentes en proporción 50 ± 10 % en peso de FeSiZr y 50 ± 15 % de Bi₂O₃ se homogeneiza mecánicamente y se granula con presión de 255 MPa. A continuación, se trituran hasta obtener un tamaño de grano de 0,2 - 0,8 mm.

40 **[0017]** Después, la carga se comprime en el tubo de retardo del detonador a una presión de 280 MPa con una altura de columna de 20 mm.

[0018] El principio del procedimiento de fabricación según la invención es también que hasta 5 % de TiO₂ de pureza al menos 95%, preparado a un tamaño de partícula en el rango de 1-10 µm, se agrega a FeSiZr y Bi₂O₃ antes de la homogeneización.

45 **[0019]** La principal ventaja, y en la actualidad un efecto mejorado particularmente apreciado, es la ausencia de metales pesados, ya que la presencia de metales pesados incluso en los consumibles, p.ej. en sal mineral, aparentemente debido a la forma de minería, es un gran problema en aquellas partes del mundo que se utilizan activamente para la industria. La carga pirotécnica está libre de óxidos de plomo o cromatos, y libre de bario. El beneficio de esta solución es que, mientras se conserva la ventaja principal mencionada anteriormente, se proporciona simplicidad de fabricación y versatilidad de uso para varios intervalos de retardo requeridos, incluso con alta precisión. La variabilidad del retardo se logra debido a la proporción de los componentes básicos y no es necesario agregar ningún otro aditivo. En lo que respecta al campo de aplicación, esta solución parece ser muy simple y práctica y no exige tecnología o inversión en términos de producción.

Ejemplos de ejecución de la invención.

55 Información general común para todos los ejemplos de ejecución.

[0020] El Ferro Silicio Zirconio (en lo sucesivo denominado FeSiZr) actúa como combustible en la carga de retardo. Aquí está la definición de la misma para los propósitos de descripción de la invención:

60 Una aleación de elementos dominantes Si, Zr, Fe, Ti con contenido de impurezas traza procedentes de aluminosilicatos, que son sustancias de partida en la fabricación de aleaciones. La representación límite de elementos dominantes en FeSiZr para los fines de la invención es la siguiente:

65 Si al menos 30 % en peso
Zr al menos 10 % en peso

Fe como máximo 25 % en peso
Ti al menos 1 % en peso

[0021] La aleación FeSiZr se prepara en el proceso físico de molienda al tamaño de partícula en el rango de 1-10 µm.

[0022] El ocre de bismuto (en lo sucesivo denominado Bi₂O₃) actúa como oxidante en la carga de retardo. Aquí está la definición del mismo para los propósitos de descripción de la invención:
Una sustancia de pureza de al menos 90%, preparada, generalmente por molienda física, al tamaño de partícula en el rango de 1-10 µm.

[0023] El dióxido de titanio (en adelante denominado TiO₂) actúa como aditivo en la carga de retardo, no participa activamente en el proceso de combustión, influye en la velocidad de combustión de la manera deseada.

[0024] Una sustancia de pureza de al menos el 95%, preparada, generalmente por molienda física, al tamaño de partícula en el intervalo de 1 a 10 µm.

Ejemplo 1

[0025] En este ejemplo de ejecución, se usó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 52,1 % en peso
Zr 27,4 % en peso
Fe 12,7 % en peso
Ti 5,8 % en peso
impurezas 2% en peso.

[0026] Además, se usó Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso.

[0027] Se usaron FeSiZr y Bi₂O₃ en proporción 52,8% en peso de Bi₂O₃ y 47,2% en peso de FeSiZr.

[0028] La aleación FeSiZr se preparó con un tamaño de partícula de 1,86 µm y Bi₂O₃ se preparó con un tamaño de partícula de 1,98 µm.

[0029] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituró hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0030] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico por medio de una presión de 280 MPa con una altura de columna de 20 mm.

[0031] El tiempo de retardo promedio de explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es 267,4 ms y desviación estándar 3,3 ms.

Ejemplo 2

[0032] En este ejemplo de ejecución, se usó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 52,1 % en peso
Zr 27,4 % en peso
Fe 12,7 % en peso
Ti 5,8 % en peso
impurezas, 2% en peso.

[0033] Además, se usó Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso.

[0034] Se usaron FeSiZr y Bi₂O₃ en proporción 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.

[0035] La aleación de FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 1,86 µm y Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm.

[0036] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituró hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0037] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con una presión de 280 MPa con una altura de la columna de 20 mm.

[0038] El tiempo de retardo promedio de la explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es de 235,8 ms y la desviación estándar de 3,4 ms.

Ejemplo 3

[0039] En este ejemplo de ejecución, se usó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 63,5 % en peso
Zr 21,3 % en peso
Fe 11,7 % en peso
Ti 1,1 % en peso
impurezas 2,4% en peso

[0040] Además, se usó Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso.

[0041] Se usaron FeSiZr y Bi₂O₃ en proporción 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.

[0042] La aleación FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 2,09 µm y Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm.

[0043] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituro hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0044] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con una presión de 280 MPa con una altura de la columna de 20 mm.

[0045] El tiempo de retardo promedio de explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es de 247,5 ms y la desviación estándar de 2,8 ms.

Ejemplo 4

[0046] En este ejemplo de ejecución, se usó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 63,5 % en peso
Zr 21,3 % en peso
Fe 11,7 % en peso
Ti 1,1 % en peso
impurezas 2,4% en peso.

[0047] Además, se usó Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso.

[0048] Se usaron FeSiZr y Bi₂O₃ en proporción 50,0% en peso de Bi₂O₃ y 50,0% en peso de FeSiZr. La aleación FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 2,09 µm y Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm.

[0049] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituro hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0050] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con una presión de 280 MPa y con una altura de la columna de 20 mm.

[0051] El tiempo de retardo promedio de la explosión del detonador con esta composición de carga de demora es 372,4 ms y la desviación estándar 3,4 ms.

Ejemplo 5

[0052] En este ejemplo de ejecución, se utilizó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 63,5 % en peso
Zr 21,3 % en peso
Fe 11,7 % en peso
Ti 1,1 % en peso
impurezas 2,4% en peso.

[0053] Además, se usó Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso.

[0054] Se usaron FeSiZr y Bi₂O₃ en proporción 55,0% en peso de Bi₂O₃ y 45,0% en peso de FeSiZr.

[0055] La aleación FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 4,88 µm y el Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm.

[0056] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con presión de 255 MPa. A continuación, se trituro hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0057] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con una presión de 280 MPa con una altura de la columna de 20 mm.

[0058] El tiempo de retardo promedio de explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es de 347,7 ms y la desviación estándar de 3,7 ms.

Ejemplo 6

[0059] En este ejemplo de ejecución, se utilizó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 63,5 % en peso
Zr 21,3 % en peso
Fe 11,7 % en peso
Ti 1,1 % en peso
impurezas 2,4% en peso

[0060] Además, se usaron Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y TiO₂ de pureza 98% en peso. FeSiZr, Bi₂O₃ y TiO₂ se usaron en proporción 53,9% en peso de Bi₂O₃, 44,1% en peso de FeSiZr y 2,0 % en peso de TiO₂.

[0061] La aleación FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 4,88 µm y Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm y TiO₂ se preparó a un tamaño de partícula de 0,45 µm.

[0062] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituro hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0063] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con presión de 280 MPa con una altura de la columna de 20 mm.

[0064] El tiempo de retardo promedio de explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es 405,0 ms y la desviación estándar de 3,5 ms.

Ejemplo 7

[0065] En este ejemplo de ejecución, se utilizó la aleación FeSiZr con la siguiente composición:

Si 63,5 % en peso
Zr 21,3 % en peso
Fe 11,7 % en peso
Ti 11 % en peso
impurezas 2,4% en peso

[0066] Además, se usaron Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y TiO₂ de pureza 98% en peso.

[0067] La aleación de FeSiZr, Bi₂O₃ y TiO₂ se usaron en una proporción de 52,3% en peso de Bi₂O₃, 42,7% en peso de FeSiZr y 5,0 % en peso de TiO₂.

[0068] La aleación FeSiZr se preparó a un tamaño de partícula de 4,88 µm y Bi₂O₃ se preparó a un tamaño de partícula de 1,98 µm y TiO₂ se preparó a un tamaño de partícula de 0,45 mm.

[0069] La mezcla se homogeneizó mecánicamente y se granuló con una presión de 255 MPa. A continuación, se trituro hasta obtener una clasificación del tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.

[0070] La composición así preparada se comprime en el tubo de retardo del detonador no eléctrico con una presión de 280 MPa con una altura de la columna de 20 mm.

[0071] El tiempo de retardo promedio de explosión del detonador con esta composición de carga de retardo es de 640,4 ms y la desviación estándar de 6,5 ms.

Ejemplo 8

[0072] Este ejemplo de ejecución describe un detonador industrial no eléctrico, en el que se usa la carga de retardo pirotécnica de acuerdo con los ejemplos de ejecución dados anteriormente. El detonador tiene un recinto en forma de carcasa 1 con tubo de detonación insertado 17. En la parte inferior del recinto se ha creado un espacio para explosivo secundarios 11.

[0073] Un detonador industrial no eléctrico con carga de retardo pirotécnica que tiene un recinto en forma de carcasa con un tubo de detonación insertado 17. En la carcasa 1, que está cerrada en la parte inferior, se ha creado el espacio 11 para explosivo secundario en su parte inferior, que está cerrada desde arriba con el tubo de retardo 12, en cuya caja cilíndrica está dispuesto el explosivo primario 13 y la carga de retardo 14 sobre él. Sobre el tubo de retardo 12 en la carcasa 1, se inserta el manguito 15 con la composición amplificadora 16, que se cierra con la cubierta 17. Desde arriba, se inserta en la cáscara 1 el tubo de detonación 19, provisto de aislamiento (18) contra el recinto de la carcasa 1.

Ejemplo 9

[0074] Este ejemplo de ejecución describe un detonador eléctrico industrial, en el que se usa la carga pirotécnica de retardo 24 de acuerdo con los ejemplos de ejecución dados anteriormente. El detonador eléctrico industrial con Carga de retardo pirotécnica 24 tiene un recinto en forma de carcasa 2 con cabeza de cebado insertada 25 y está equipado con cables de plomo 26. En la parte inferior de la carcasa se ha creado el espacio 21 para explosivos secundarios, que se cierra con el tubo de retardo 22 desde arriba. En la caja cilíndrica del tubo de retardo 22 se coloca el explosivo primario 23 y se coloca sobre él la carga de retardo 24. Sobre el tubo de retardo 22, en la carcasa 2 se inserta el cabezal de cebado 25 con cables de entrada 26. Estos están equipados con aislamiento 27 contra el recinto de la carcasa 2.

[0075] La función de ambos tipos de detonadores es evidente a partir de su diseño y no difiere de la de los detonadores de uso común.

Aplicabilidad industrial

[0076] La carga de retardo pirotécnica según la invención, el procedimiento de fabricación de la misma y también los detonadores industriales con la carga de retardo pueden emplearse en aplicaciones industriales. La carga puede emplearse especialmente en detonadores en excavaciones de rocas en superficie y minería en canteras de piedra, en minería subterránea o en perforación de túneles, en destrucciones y otros trabajos especializados similares.

REIVINDICACIONES

1. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos para detonadores industriales eléctricos y no eléctricos con un tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde la iniciación, **caracterizado porque** contiene Ferro Silicio Zirconio (en lo sucesivo denominado FeSiZr) como materia combustible y ocre de bismuto (en lo sucesivo denominado Bi₂O₃) como oxidante en proporción 50 ± 15 % en peso de FeSiZr y 50 ± 15 % en peso de Bi₂O₃, donde FeSiZr es una aleación de elementos dominantes Si, Zr, Fe y Ti con contenido de impurezas traza procedentes de aluminosilicatos, que son sustancias de entrada en la fabricación de aleaciones, donde la representación límite de elementos dominantes en FeSiZr es la siguiente: Si al menos 30 % en peso, Zr al menos 10% en peso, Fe como máximo 25 % en peso
2. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la materia combustible FeSiZr contiene al menos 1 % en peso de Ti.
3. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** contiene el aditivo óxido de titanio (en lo sucesivo denominado TiO₂) en una cantidad de hasta 5% en peso respecto al peso total y en pureza al menos 95% en peso de la sustancia como controlador de velocidad de combustión.
4. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** Bi₂O₃ es una sustancia de al menos 90% de pureza.
5. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la aleación FeSiZr consiste en 52,1 % en peso de Si, 27,4% en peso de Zr, 12,7 % en peso de Fe, 5,8% en peso de Ti e impurezas 2% en peso, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 52,8% en peso de Bi₂O₃ y 47,2% en peso de FeSiZr.
6. Carga de retardo pirotécnica en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el FeSiZr consiste en 52,1 % en peso de Si, 27,4% en peso de Zr, 12,7% en peso de Fe, 5,8% en peso de Ti, 2% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.
7. Carga pirotécnica de retardo en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la aleación FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 60,0% en peso de Bi₂O₃ y 40,0% en peso de FeSiZr.
8. Carga pirotécnica de retardo en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la aleación de FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 50,0% en peso de Bi₂O₃ y 50,0% en peso de FeSiZr.
9. Carga pirotécnica de retardo en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la aleación de FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso, en proporción 55,0% en peso de Bi₂O₃ y 45,0% en peso de FeSiZr.
10. Carga pirotécnica de retardo en milisegundos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la aleación de FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y con TiO₂ de pureza 98% en peso, en proporción 53,9% en peso de Bi₂O₃, 44,1% en peso de FeSiZr y 2,0% en peso de TiO₂.
11. Carga pirotécnica de retardo en milisegundos según la reivindicación 2, **caracterizada porque** la aleación FeSiZr consiste en 63,5 % en peso de Si, 21,3% en peso de Zr, 11,7% en peso de Fe, 1,1 % en peso de Ti, 2,4% en peso de impurezas, con Bi₂O₃ de pureza 99,8% en peso y con TiO₂ de pureza 98% en peso, en proporción 52,3% en peso de Bi₂O₃, 42,7% en peso de FeSiZr y 5,0 % en peso de TiO₂.
12. El procedimiento de fabricación de la carga pirotécnica de retardo en milisegundos para detonadores industriales eléctricos y no eléctricos con un tiempo de retardo de explosión de 25 a 1000 ms desde la iniciación, **caracterizado porque** el Ferro Silicio Zirconio (en lo sucesivo denominado FeSiZr) con la representación límite de elementos dominantes de al menos 30 % en peso de Si, al menos 10% en peso de Zr, 12 % como máximo en peso de Fe y al menos 1% en peso de Ti se preparan en el proceso físico de molienda al tamaño de partícula en el rango de 1-10 µm, ocre de bismuto (en lo sucesivo denominado Bi₂O₃) de al menos 90% pureza se prepara al tamaño de partícula en el rango de 1-10 µm, tras lo cual estos dos componentes en proporción 50 ± 10 % en peso de FeSiZr y 50 ± 10 % en peso de Bi₂O₃ se homogeneizan mecánicamente y se granulan con presión de 255 MPa, y luego se trituran hasta obtener un tamaño de grano de 0,2 – 0,8 mm.
13. El procedimiento de fabricación de la carga pirotécnica de retardo en milisegundos de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** se usa FeSiZr que contiene al menos 1% en peso de Ti / o se agrega Ti a FeSiZr.

14. El procedimiento de fabricación de la carga pirotécnica de retardo de milisegundos según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la carga se comprime en el tubo de retardo del detonador con una presión de 280 MPa con una altura de columna de 5 a 40 mm.

5 **15.** El procedimiento de fabricación de la carga pirotécnica de retardo de milisegundos según la reivindicación 10, **caracterizado porque** se agrega hasta 5% en peso de TiO_2 de pureza de al menos 95%, preparado a un tamaño de partícula en el rango de 1-10 μm , a FeSiZr y Bi_2O_3 antes de la homogeneización.

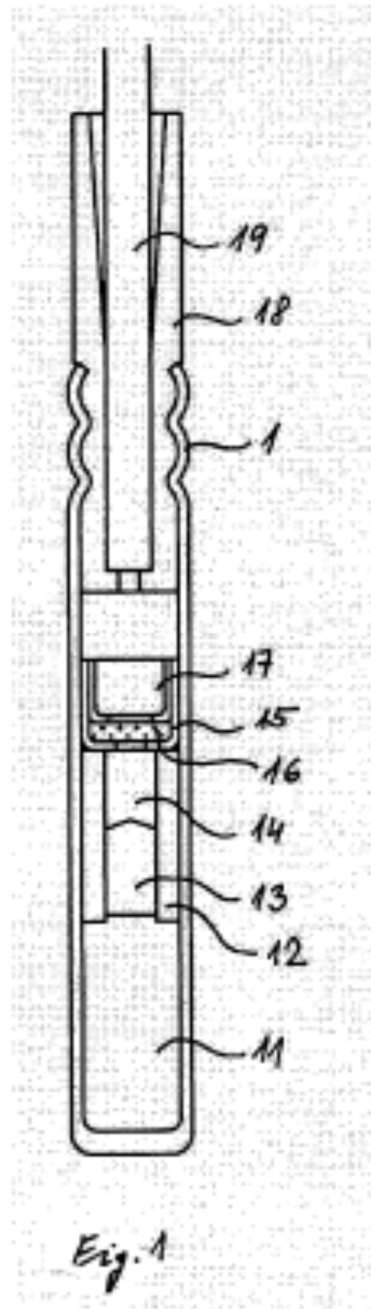
10

15

20

25

30



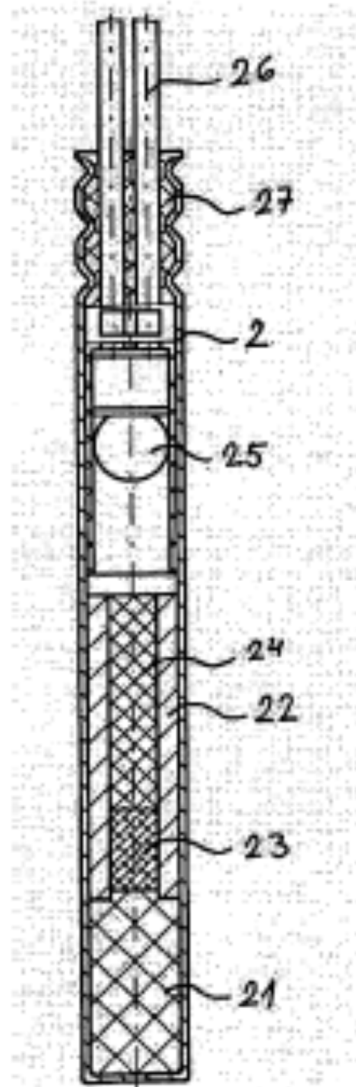


Fig. 2