

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 786**

51 Int. Cl.:

**C06B 21/00** (2006.01)

**C06B 47/00** (2006.01)

**B01F 3/08** (2006.01)

**B01F 3/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2013 E 13151038 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2615077**

54 Título: **Activación de composiciones energéticas por mezcla magnética**

30 Prioridad:

**13.01.2012 FR 1250348**

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

**08.04.2021**

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S) (33.3%)**

**3, rue Michel-Ange**

**75016 Paris, FR;**

**ISL - INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE  
RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (33.3%) y  
MBDA FRANCE (33.3%)**

72 Inventor/es:

**COMET, MARC;**

**SPITZER, DENIS;**

**HASSLER, DOMINIQUE;**

**RAUSCHER, ETIENNE;**

**CAILLARD, JEAN y**

**RAFIN, VINCENT**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 817 786 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

Activación de composiciones energéticas por mezcla magnética

## 5 Descripción

**[0001]** La presente invención se refiere al campo de las composiciones energéticas, y en particular de las composiciones energéticas que pueden integrarse en sistemas pirotécnicos, principalmente de la industria militar o espacial, como los inflamadores, los detonadores o los dispositivos que integran estos elementos.

10

**[0002]** La composición energética se considera el elemento primario de la cadena. La composición energética usada al principio de la cadena pirotécnica es muy a menudo una composición sensible (composición primaria) con el fin de permitir la puesta en funcionamiento de la cadena pirotécnica. Debido a su elevada sensibilidad, es necesario prepararse contra el funcionamiento accidental de estas últimas.

15

**[0003]** El funcionamiento normal del sistema pirotécnico es implementado generalmente por un efecto mecánico, térmico o eléctrico de baja potencia.

**[0004]** Un funcionamiento accidental que conduce a la activación de la cadena pirotécnica puede causar daños importantes, ya sea en términos humanos o de material. Es necesario prepararse contra un funcionamiento accidental de las composiciones energéticas para garantizar un nivel de seguridad compatible con las exigencias de muratización del sistema (en referencia al acrónimo MURAT - «Munición de Riesgos Atenuados», o IM - «Insensitive Munitions» en inglés). Una munición que posee la etiqueta MURAT es una munición que satisface las condiciones exigidas en cuestión de rendimientos, disponibilidad e implementación, pero para la cual se ha reducido al mínimo la probabilidad de un funcionamiento intempestivo y de daños colaterales que se producirían cuando se somete a esfuerzos accidentales. El carácter MURAT de una munición constituye de por sí un rendimiento intrínseco independiente del ciclo de vida, definido para una configuración dada. Las etiquetas MURAT se definen en la instrucción DGA/IPE n° 260 edición de julio de 1993: "Doctrine nationale française en matière de munitions à risques atténués".

**[0005]** Los procedimientos clásicos de desensibilización de un material energético consisten en elevar el umbral de sensibilidad a las diferentes formas de esfuerzos, en detrimento de su rendimiento. Existen varias variantes de este procedimiento, que están relacionadas con explosivos intrínsecos, tales como nitroglicerina (A. Nobel, patente US 78.317 (1868)), nitruro de plomo (Société d'études chimiques pour l'industrie, patente FR 499.506 (1918)), así como con composiciones energéticas (R.L. Simpson y col., patentes US 6.666.935 (2003) y US 6893518 (2005)). Pese a la disminución del nivel de sensibilidad, la sustancia sigue siendo intrínsecamente energética.

**[0006]** En la actualidad las necesidades industriales se satisfacen por medio de la preparación de sustancias energéticas primarias que pueden ser desensibilizadas por ingeniería de materiales. El ejemplo más conocido es el del procedimiento de Alfred Nobel para desensibilizar frente a las colisiones la nitroglicerina impregnándola en diferentes sustancias porosas. La dinamita así obtenida, por poco sensible que sea, sigue siendo un explosivo susceptible de detonación bajo el efecto de un esfuerzo de intensidad suficientemente elevada. Este tipo de procedimiento insensibiliza el material en detrimento de sus rendimientos. Dicho de otro modo, un material energético primario nunca se convierte en totalmente inerte.

**[0007]** La desalineación de los elementos primarios de una cadena pirotécnica constituye un artificio físico que permite alcanzar el nivel de seguridad requerido separando los elementos activos de la cadena pirotécnica y reuniéndolos solo en el momento en que es necesario, en las condiciones de tiro o de encendido previstos.

**[0008]** Los procedimientos usados en la actualidad implican la integración de sustancias energéticas sensibles susceptibles de dar lugar a una reacción pirotécnica en caso de esfuerzos accidentales en el curso del almacenamiento o del uso, en armamentos u otros sistemas que los contienen. Estos esfuerzos pueden aparecer durante el mantenimiento, el envejecimiento, un incendio o por un golpe, etc. Las consecuencias de una reacción pirotécnica accidental pueden ir desde la neutralización a la destrucción del sistema y presentar un coste y daños materiales y humanos asociados. Finalmente, la reglamentación aplicable en el transporte y la manipulación de los materiales explosivos necesita condiciones determinadas, pesadas y costosas de implementación.

**[0009]** La separación inicial de las fases constitutivas de la composición primaria de la cadena pirotécnica es actualmente una técnica de desensibilización última del material energético. Además, este procedimiento resuelve los problemas que provienen de las restricciones reglamentarias que se aplican a cualquier sustancia pirotécnica (almacenamiento, instalaciones clasificadas, transporte) teniendo en cuenta la ausencia de material energético constituido. Los documentos US 5.699.842, US 3.987.967 A, US 4.632.316 A y A RAKOCZY R Y COL: "Studies of a mixing process induced by a transverse rotating magnetic field", CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE, vol. 66, n° 11, 1 de junio de 2011 (2011-06-01), páginas 2298-2308, describen procedimientos de mezclas de polvos por generación de campos magnéticos.

65

**[0010]** El documento WO 2009/008794 A1 describe un procedimiento y un sistema de mezcla y de ignición de una carga pirotécnica.

**Objetos de la invención**

5

**[0011]** La invención tiene por objeto resolver el conjunto de los problemas técnicos mencionados anteriormente, y en particular los problemas técnicos y reglamentarios relacionados con el empleo de materiales energéticos constituidos.

10 **[0012]** En particular, la invención tiene por objeto suministrar una composición energética que presenta un nivel muy alto de seguridad desde el punto de vista pirotécnico, principalmente para facilitar la muratización de los sistemas que la incluyen.

**[0013]** La invención tiene principalmente por objeto suministrar una composición energética que no se activa  
15 después de esfuerzos accidentales que pudieran producirse durante el ciclo de vida del producto.

**[0014]** La invención tiene asimismo como objeto suministrar una composición energética disponible únicamente cuando es necesaria y sin afectar a sus rendimientos energéticos.

20 **[0015]** La invención tiene asimismo como objeto suministrar un procedimiento que permita activar esta composición energética, y de dispositivos que lo implementen.

**Descripción de la invención**

25 **[0016]** La invención se refiere a una composición energética susceptible de ser activada mezclando sus constituyentes elementales individualmente inertes.

**[0017]** La invención se refiere a una composición energética que comprende partículas ferromagnéticas o imantadas, de dimensión micrométrica a centimétrica, llamadas partículas motrices, y al menos dos tipos de  
30 compuestos sólidos pulverulentos de dimensión nanométrica inicialmente separados físicamente, llamados precursores inertes de composición energética final, formando dichos precursores un sistema redox que comprende una composición oxidante y una composición reductora, de manera que dicha composición energética puede ser activada desde el punto de vista pirotécnico por mezcla de los precursores inertes de composición energética final por medio de la agitación de dichas partículas motrices o por medio de un campo magnético que varía en función del  
35 tiempo.

**[0018]** La composición energética de la invención comprende al menos dos tipos de compuestos precursores, que separados físicamente, son inactivos desde el punto de vista pirotécnico, aunque se vuelven activos desde el punto de vista pirotécnico cuando se mezclan. La composición de la invención es por tanto una composición inerte  
40 desde el punto de vista pirotécnico que se vuelve activa después de la puesta en contacto de los precursores entre sí.

**[0019]** La invención consiste por tanto en una composición energética que puede ser activada desde el punto de vista pirotécnico mezclando sus constituyentes elementales por medio de un campo magnético que varía en el curso del tiempo y se aplican directamente en las partículas. Los constituyentes elementales que permiten activar la  
45 composición energética son los precursores de composición energética final. Se entiende por «activo» o «activado» desde el punto de vista pirotécnico el hecho de hacer la composición suficientemente energética para su uso en un dispositivo pirotécnico, principalmente como composición de cebado.

**[0020]** El tamaño de las partículas motrices debe ser suficiente para arrastrar los precursores en movimiento y  
50 asegurar la mezcla. Sin embargo, la inercia no debe ser demasiado importante para evitar el encendido de la composición bajo los efectos de choques o de rozamiento producidos por los movimientos de las partículas motrices. Las dimensiones de las partículas motrices están comprendidas generalmente entre 0,1 y 10.000 micrómetros.

**[0021]** Las partículas motrices presentan generalmente una forma geométrica que desplaza la mayor cantidad  
55 posible de los materiales que las rodean cuando entran en movimiento. Para este fin, las partículas motrices se presentan preferentemente en forma de pequeñas placas o laminillas, en su caso onduladas.

**[0022]** Según una realización, las partículas motrices ferromagnéticas, que son directamente animadas por el campo magnético, se eligen entre hierro, cobalto, níquel, una aleación de Heusler, la familia de los lantánidos, óxidos mixtos de hierro II y de hierro III, y ferritas. Las ferritas pueden definirse por la fórmula (MO; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) en la que M es un metal divalente. Un representante muy conocido es la magnetita Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (FeO; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).  
60

**[0023]** Según otra realización, las partículas motrices imantadas, que son directamente animadas por el campo magnético, se eligen entre imanes permanentes. Entre los imanes permanentes pueden citarse Nd-B-Fe, imanes de  
65 química de coordinación como los compuestos [M<sup>n</sup>(Rtrz)<sub>3</sub>]A<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O en los que los iones metálicos M (Fe<sup>n</sup>, Zn<sup>n</sup>) están

unidos entre sí por ligandos de triazol (trz) injertados en posición 4 por un grupo R (generalmente una cadena alquilo), A<sup>-</sup> corresponde al contraión usado, por ejemplo Cl<sup>-</sup> o el ion paratolilsulfonato; los imanes organometálicos como por ejemplo [Fe(Me<sub>5</sub>Cp)<sub>2</sub>][TCNE], en el que Me<sub>5</sub>Cp es pentametilciclopentadienilo y TCNE es tetracianoetileno o V(TCNE)<sub>2</sub> (di-tetracianoetilenuro de vanadio); y los imanes puramente orgánicos.

5

**[0024]** Los precursores de la composición energética final forman un sistema redox que comprende una composición oxidante y una composición reductora.

10 **[0025]** Según una realización particular, la composición oxidante y la composición reductora están físicamente separadas por una capa intermedia que puede incluir partículas motrices. Normalmente el grosor de la capa de partículas motrices está comprendido entre 0,2 y 5 mm, y puede ser por ejemplo de aproximadamente 1 mm. La separación entre la composición oxidante y la composición reductora por la capa de partículas motrices permite una inactivación todavía más fiable de la composición energética.

15 **[0026]** Según otra realización particular, la composición oxidante y la composición reductora, separadas físicamente, por ejemplo por una membrana, un opérculo o un diafragma, comprenden o no cada una partículas motrices.

20 **[0027]** La composición energética es activada por agitación de las partículas motrices que penetran y se desplazan en la composición oxidante y la composición reductora. Bajo el efecto de la agitación de las partículas motrices, al mezclarse las composiciones oxidante y reductora, activando así la composición energética.

25 **[0028]** En general, el contenido de partículas motrices necesario para asegurar la mezcla se sitúa entre el 1 y el 20%, y preferentemente entre el 1 y el 5%, en masa de la masa total de la composición energética. Esta proporción se mantiene modesta y no es suficientemente elevada para alterar significativamente los rendimientos energéticos de la composición final activada.

30 **[0029]** La homogeneización de la composición energética es tanto más eficaz cuanto menor es el tamaño de las partículas de los precursores. Según una realización, los precursores de la composición energética final son polvos de dimensión nanométrica. El diámetro de las partículas elementales está comprendido generalmente entre 1 y 300 nm, y preferentemente es inferior a 100 nm. La agitación de las partículas motrices permite el esponjamiento de los precursores, con lo que favorece la interpenetración, y en consecuencia, favorece la eficacia y la homogeneidad de la mezcla.

35 **[0030]** Preferentemente, el tamaño de las partículas motrices es superior al menos en un orden de magnitud al de agregados más gruesos de partículas de precursores. Un tamaño ideal de las partículas motrices se sitúa entre 1 μm y un centímetro.

40 **[0031]** Preferentemente, los precursores de la composición energética final son constituyentes de las nanotermitas. Las nanotermitas («metastable intermolecular composites» - MIC) son una mezcla muy fina, a escala nanométrica, de un oxidante y de un reductor.

45 **[0032]** Entre las nanotermitas se pueden citar las composiciones aluminio-óxido de molibdeno (VI), como Al-MoO<sub>3</sub>; las composiciones aluminio-óxido de cobre (II), como Al-CuO; las composiciones Aluminio-óxidos de hierro (II,III), como Al-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; las composiciones aluminio-óxido de tungsteno (VI), como Al-WO<sub>3</sub>; las composiciones aluminio-óxido de bismuto (III), como Al-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; las composiciones aluminio-óxido de manganeso (IV), como Al-MnO<sub>2</sub>; las mezclas de permanganato de potasio con antimonio; las mezclas de permanganato de potasio con aluminio, como Al-KMnO<sub>4</sub>; las mezclas de permanganato de potasio con boro, como B-KMnO<sub>4</sub>; los hidratos de óxidos de aluminio-tungsteno (VI); los compuestos titanio-boro, y los aluminio-fluoropolímeros. Igualmente pueden formularse 50 nanotermitas mezclando polvos de óxidos metálicos con metales reductores tales como boro, magnesio, titanio, circonio, hafnio y cinc así como determinados elementos pertenecientes a la familia de las tierras raras.

**[0033]** Como ligantes de las nanotermitas pueden usarse PTFE u otros fluoropolímeros.

55 **[0034]** Las nanotermitas son ventajosas ya que poseen un potencial energético y una sensibilidad térmica que permiten un encendido por hilo caliente, hilo detonante, impulsión láser, llama, plasma o descarga capacitiva. Sus constituyentes, metales u óxidos metálicos, poseen una excelente estabilidad en el tiempo, lo que comprende condiciones extremas (variaciones de temperaturas, etc.). Esta última característica reviste una importancia capital para el desarrollo de sistemas integrables en misiles.

60

**[0035]** La composición energética de la invención puede ser compleja y comprender moléculas orgánicas, energéticas o inertes, usadas por ejemplo como sustancias generadoras de gas, como, por ejemplo, propergoles.

**[0036]** Además, la composición energética de la invención puede constituir ventajosamente una composición de encendido o de cebado de un sistema pirotécnico.

**[0037]** La invención se refiere igualmente a un dispositivo que comprende una o varias composiciones energéticas inactivas tal como se define anteriormente, y uno o varios medios generadores de campo magnético que varían en función del tiempo para activar dicha composición energética desde el punto de vista pirotécnico.

5

**[0038]** Preferentemente la posición de las líneas de campo varía en función del tiempo. Por ejemplo, el campo magnético se pone en rotación. Esto puede realizarse simplemente poniendo en rotación el o los medios generadores de campo magnético.

10 **[0039]** Según una realización, el medio generador de campo magnético se elige entre uno o varios imanes permanentes móviles mecánicamente, uno o varios solenoides, uno o varios electroimanes alimentados por una fuente de corriente oscilante o continua, y una cualquiera de sus combinaciones.

**[0040]** Ventajosamente, los medios generadores de campo magnético están dispuestos alrededor de dicha  
15 composición energética inactiva, y generan preferentemente un campo magnético que atraviesa sustancialmente el conjunto de la composición energética.

**[0041]** Según una variante, el dispositivo de la invención comprende un medio de arrastre, tal como un motor, que arrastra en rotación el medio generador de campo magnético para agitar las partículas motrices con el fin de poner  
20 en contacto los precursores entre sí, y así generar la composición energética activada.

**[0042]** Se puede prever que el dispositivo comprenda un medio de activación del campo magnético a distancia.

**[0043]** Según una variante preferida, el dispositivo de la invención está integrado en un sistema pirotécnico, y  
25 por ejemplo un sistema pirotécnico militar. La invención cubre así en particular una carga militar, un obús, un cohete, un misil, principalmente un misil de interceptación o de crucero, o cualquier otro armamento que comprenda un sistema pirotécnico según la invención. La invención cubre asimismo sistemas para detonadores de muy alta seguridad usados en el marco de las aplicaciones civiles.

30 **[0044]** Normalmente el dispositivo de la invención está integrado en un inflamador, un detonador o un elemento de sistema pirotécnico, principalmente militar. Dicho dispositivo procura un nivel de seguridad muy importante que facilita la obtención de la etiqueta MURAT.

**[0045]** La arquitectura del dispositivo usado para hacer variar el campo magnético depende de la naturaleza  
35 de las sustancias para mezclar y de las especificidades de la aplicación contemplada. Así el dispositivo de la invención puede tomar cualquier geometría apropiada para la mezcla de los precursores por la agitación de las partículas motrices bajo la influencia del campo magnético en solitario o asociado a un medio de mezcla complementario.

**[0046]** Los sistemas pirotécnicos de la invención son sistemas de dimensión centimétrica (tales como  
40 inflamadores o detonadores).

**[0047]** La invención permite la activación de la composición energética de un sistema pirotécnico en los instantes que anteceden a su encendido. Antes de iniciar la activación, el sistema pirotécnico es totalmente inerte ya que los elementos primarios de la composición energética, que son insensibles por separado, no están asociados.  
45

**[0048]** Para garantizar una seguridad máxima, las composiciones de precursores (por ejemplo, composiciones oxidante y reductora) de la invención pueden estar separadas por un sistema de separación física como, por ejemplo, una membrana o un diafragma. Este sistema de separación física puede eliminarse justo antes de la mezcla de las dos composiciones de precursores, por ejemplo, por perforación o apertura. El dispositivo de la invención puede  
50 comprender por tanto un medio de perforación o de apertura del sistema de separación física.

**[0049]** La invención se refiere asimismo a un procedimiento de activación de una composición energética, en el que dicha composición energética comprende partículas ferromagnéticas o imantadas de dimensión micrométrica a centimétrica, llamadas partículas motrices, y al menos dos tipos de compuestos sólidos pulverulentos de dimensión  
55 nanométrica inicialmente separados físicamente, llamados precursores inertes de composición energética final, siendo esta composición tal como se define anteriormente, comprendiendo dicho procedimiento:

(i) la agitación de dichas partículas motrices por medio de un campo magnético que varía en función del tiempo para mezclar los precursores de la composición energética, y

60 (ii) la activación de la composición energética por puesta en contacto de los precursores inertes entre sí.

**[0050]** Normalmente, el campo magnético es producido por uno o varios imanes permanentes móviles mecánicamente y/o por uno o varios solenoides y/o uno o varios electroimanes alimentados por una fuente de corriente oscilante o continua.  
65

**[0051]** Por ejemplo, puede usarse un ensamblaje de solenoides para desplazar las partículas motrices en la totalidad del volumen que ocupa la composición activada. Los campos generados son así controlados para asegurar un movimiento que permita la homogeneización eficaz de los constituyentes de la composición.

5 **[0052]** El procedimiento de la invención permite mezclar los precursores con un tiempo de mezcla compatible para el uso de la composición en un sistema pirotécnico, por ejemplo, en un misil. El tiempo de mezcla es del orden de varios segundos (misil de interceptación) a varios minutos (misil de crucero).

10 Normalmente el tiempo de mezcla está comprendido entre 0,1 segundos y 5 minutos. Preferentemente, la agitación o la mezcla se realiza hasta la obtención de una composición energética homogénea, es decir, que los precursores estén mezclados íntimamente.

**[0053]** Según una variante, después de la activación de la composición energética, las partículas motrices son retiradas de la mezcla, principalmente por la acción de un campo magnético más potente.

15 **[0054]** Según una variante, después de activar la composición energética, esta puede ser comprimida.

**[0055]** El procedimiento de la invención consiste por tanto en producir una composición energética en el momento en que debe usarse, a partir de precursores inertes. Entre las ventajas que se desprenden de la implementación de este procedimiento se puede citar principalmente:

- un nivel de seguridad muy elevado e incluso absoluto, al formarse el material energético solo en el momento de su uso;
- los rendimientos del material energética no se alteran con el tiempo;
- 25 - las limitaciones reglamentarias inherentes a la fabricación, la manipulación, el almacenamiento, el transporte y la implementación de las sustancias energéticas no tienen objeto;
- la compacidad del sistema que integra el dispositivo de la invención permite contemplar su inclusión en diferentes sistemas militares o espaciales;
- el procedimiento está adaptado especialmente a la fabricación de una composición de cebado, lo que eleva de
- 30 manera considerable el nivel de muratización de los armamentos en los que puede integrarse.

**[0056]** La figura 1 representa una sección transversal esquemática de una variante de la invención en la que se deposita una composición oxidante (10) en el fondo de un recipiente (60), comprendiendo dicha composición oxidante (10) partículas motrices (30). Se deposita una composición reductora (20) en la superficie de la composición oxidante (10).

**[0057]** El recipiente (60) se coloca en el interior de un medio generador de campo magnético (o inductor) (50), tal como un estator, por ejemplo, de forma anular (no representada en la figura). El inductor (50) puede conectarse a uno o varios dispositivos de alimentación eléctrica con el fin de activar o no el campo magnético. El inductor (50) está

40 conectado preferentemente con un dispositivo de arrastre en rotación según el eje (70). Este dispositivo puede ser normalmente un motor. El recipiente (60) se mantiene preferentemente fijo durante la rotación del inductor (50). La composición energética (sistema {composición oxidante (10)/reductora (20)}) es inactiva, pero puede activarse mediante la puesta en rotación del inductor (50) en funcionamiento. Las partículas motrices (30) son puestas en movimiento por el campo magnético inducido de manera que se mezclan las composiciones oxidantes (10) y reductora

45 (20). Se entiende por inductor (50) en funcionamiento el hecho de que genera un campo magnético que atraviesa las composiciones oxidantes (210) y reductora (220). El sentido de apilamiento de las capas representadas en las figuras 1 y 2 (ortogonal al eje de rotación (70)) puede invertirse (paralelo al eje de rotación (70)) si dicha configuración presenta un mejor rendimiento en términos de aptitud para la mezcla. Pueden conservarse cualesquiera otras orientaciones intermedias si presentan un interés teniendo en cuenta la naturaleza de los productos para mezclar y el modo de

50 agitación.

**[0058]** La figura 2 representa una sección transversal esquemática de otra variante de este dispositivo en el que el recipiente (260) contiene una composición oxidante (210) en la que se ha depositado una capa de partículas motrices (230) en la que se ha depositado una capa reductora (220). La capa de partículas motrices (230) permite

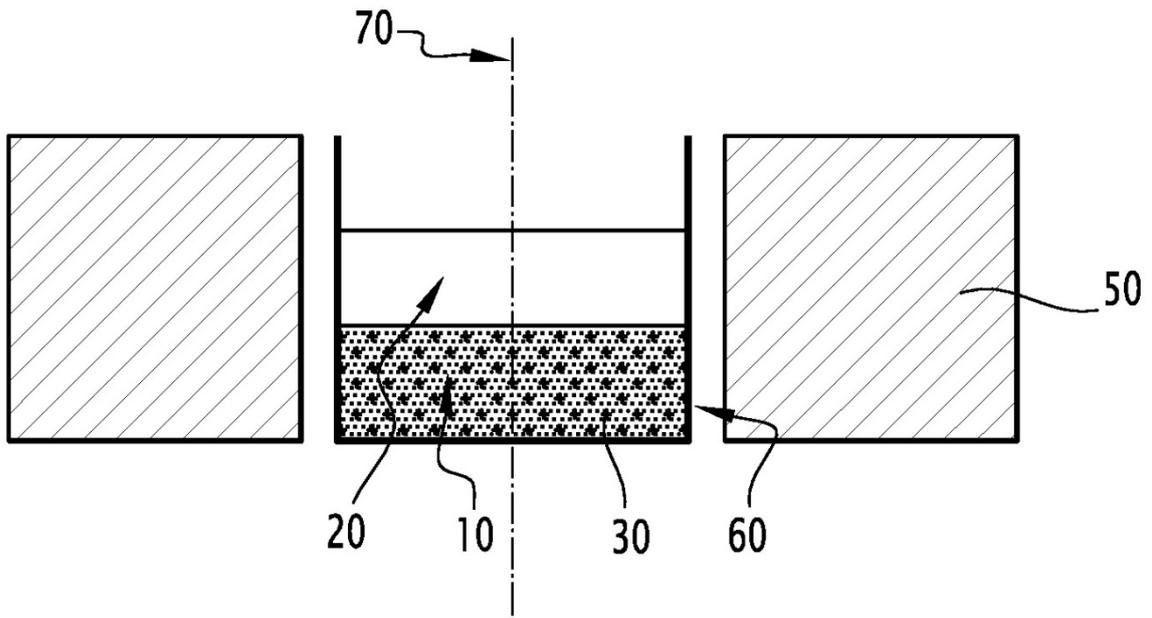
55 aislar las composiciones oxidantes (210) y reductoras (220). Esta composición total (sistema {composición oxidante (10)/reductora (20)}) es así inactiva. De la misma manera la mezcla de las composiciones se realiza mediante la puesta en rotación según el eje (270) del inductor (250) en funcionamiento que mezcla las composiciones oxidantes (210) y reductora (220) debido a la puesta en movimiento de las partículas motrices (230) por el campo magnético inducido.

60 **[0059]** Preferentemente, la mezcla se realiza hasta la obtención de una composición homogénea con una mezcla íntima de las composiciones oxidante (10, 210) y reductora (20, 220).

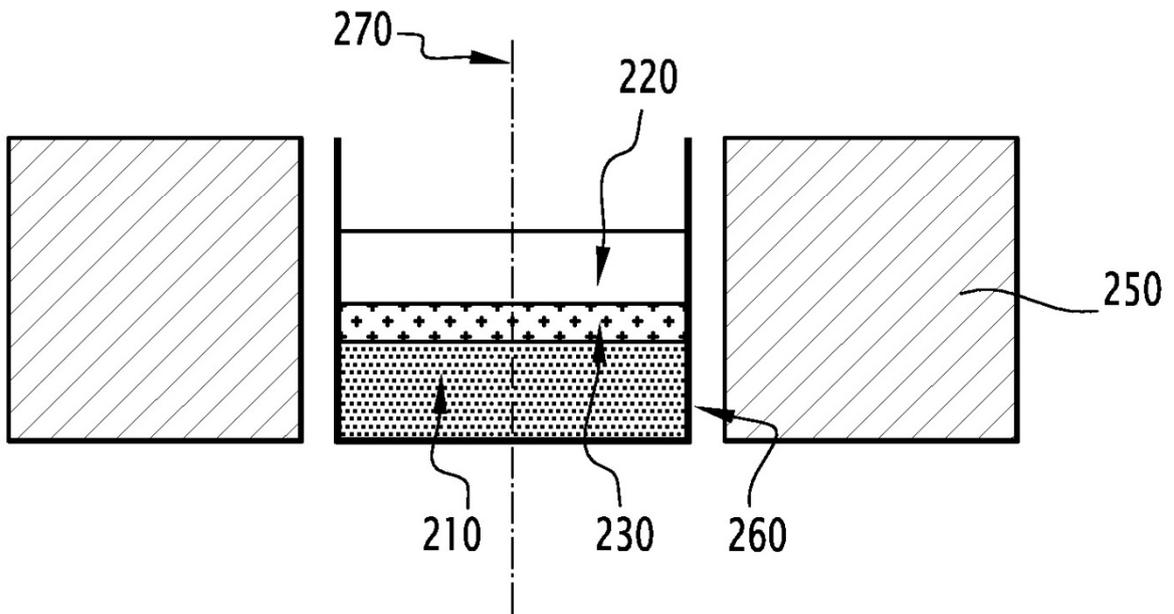
## REIVINDICACIONES

1. Composición energética inactiva que comprende partículas ferromagnéticas o imantadas de dimensión micrométrica a centimétrica, llamadas partículas motrices, y al menos dos tipos de compuestos sólidos pulverulentos de dimensión nanométrica separados físicamente, llamados precursores inertes de composición energética final, formando dichos precursores un sistema redox que comprende una composición oxidante y una composición reductora, de manera que dicha composición energética puede ser activada desde el punto de vista pirotécnico por mezcla de dichos precursores inertes de composición energética final por agitación de dichas partículas motrices por medio de un campo magnético que varía en función del tiempo.
2. Composición, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** las partículas motrices ferromagnéticas se eligen entre hierro, cobalto, níquel, una aleación de Heusler, la familia de los lantánidos, óxidos mixtos de hierro II y de hierro III, y ferritas.
3. Composición, según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** las partículas motrices imantadas se eligen entre imanes permanentes.
4. Composición, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la composición oxidante y la composición reductora están físicamente separadas por una capa intermedia que puede incluir partículas motrices.
5. Composición, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la composición oxidante y la composición reductora, separadas físicamente, por ejemplo, por una membrana, un diafragma o un opérculo, comprenden o no cada una de las partículas motrices.
6. Composición, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los precursores de la composición energética final son constituyentes de las nanotermitas.
7. Dispositivo que comprende una o varias composiciones energéticas inactivas tal como se definen en las reivindicaciones anteriores, y uno o varios medios generadores de campo magnético que varían en función del tiempo para activar dicha composición energética desde el punto de vista pirotécnico.
8. Dispositivo, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el medio generador de campo magnético se elige entre uno o varios imanes permanentes móviles mecánicamente, uno o varios solenoides, uno o varios electroimanes alimentados por una fuente de corriente oscilante o continua, y una cualquiera de sus combinaciones.
9. Dispositivo, según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** los medios generadores de campo magnético están dispuestos alrededor de dicha composición energética inactiva.
10. Dispositivo, según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** comprende un medio de activación del campo magnético a distancia.
11. Sistema pirotécnico o elemento de sistema pirotécnico en el que se integra un dispositivo, según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10.
12. Procedimiento de activación de una composición energética inactiva, en la que dicha composición energética inactiva comprende partículas ferromagnéticas o imantadas de dimensión micrométrica a centimétrica, llamadas partículas motrices, y al menos dos tipos de compuestos sólidos pulverulentos de dimensión nanométrica inicialmente separados físicamente, llamados precursores inertes de composición energética final, de manera que dicha composición inactiva es tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo dicho procedimiento:
- (i) la agitación de dichas partículas motrices por medio de un campo magnético que varía en función del tiempo para mezclar los precursores inertes de la composición energética inactiva, y
- (ii) la activación de la composición energética inactiva por puesta en contacto de los precursores inertes entre sí.
13. Procedimiento, según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el campo magnético es producido por uno o varios imanes permanentes móviles mecánicamente y/o por uno o varios solenoides y/o uno o varios electroimanes alimentados por una fuente de corriente oscilante o continua.
14. Procedimiento, según una cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizado porque** después de la activación de la composición energética, las partículas motrices son retiradas de la mezcla, principalmente por la acción de un campo magnético más potente.
15. Procedimiento, según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado porque** después

de la activación de la composición energética, la composición es comprimida.



**FIG.1**



**FIG.2**