

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 913 065**

51 Int. Cl.:

C06B 27/00 (2006.01)
F42B 12/20 (2006.01)
F42B 12/22 (2006.01)
F42B 12/32 (2006.01)
F42B 12/36 (2006.01)
F42B 12/44 (2006.01)
F42B 12/74 (2006.01)
C06B 45/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2015** **PCT/GB2015/051275**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015** **WO15166261**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2015** **E 15721797 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2022** **EP 3137439**

54 Título: **Material reactivo compuesto para su uso en una munición**

30 Prioridad:

02.05.2014 GB 201407775

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2022

73 Titular/es:

MBDA UK LIMITED (100.0%)
Six Hills Way
Stevenage, Hertfordshire SG1 2DA, GB

72 Inventor/es:

ACKERMAN, TERENCE, ALAN;
CROFTS, DAVID, ROBERT;
GULIA, KIRAN;
ATTALLAH, MOATAZ, MOHAMMAD, MAHMOUD y
MELLOR, JACK, ROBERT, HARRY

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 913 065 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

Material reactivo compuesto para su uso en una munición

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere con el campo de los materiales reactivos para su uso en municiones. Más particularmente, pero no exclusivamente, esta invención se refiere a materiales reactivos para su uso en revestimientos de carga, carcasas y fragmentos preformados en ojivas y otras municiones convencionales tales como bombas y municiones para armas de fuego.

Técnica antecedente

Los materiales reactivos que comprenden un agente oxidante, tal como un fluoropolímero, y un metal se han usado para fabricar piezas, por ejemplo, revestimientos o fragmentos en ojivas. Estas partes de la ojiva se habrían fabricado previamente con materiales inertes. Mediante el uso de materiales reactivos en tales partes, se puede aumentar la energía disponible durante la detonación de la ojiva. La energía puede liberarse ya sea como resultado de la reacción inducida por impacto del material reactivo en la bola de fuego de detonación o como resultado de la reacción inducida por impacto del material reactivo en el objetivo. El uso de materiales reactivos puede aumentar la letalidad o reducir el peso y el volumen de la ojiva mientras mantiene la letalidad. Para ser útiles, dichos materiales deben tener la resistencia suficiente para reemplazar al menos algunos de los materiales inertes en la ojiva.

El documento US 2003/0096897 divulga un material reactivo sinterizado fabricado mediante la mezcla de partículas de combustible con una matriz de polímero que comprende al menos un fluoropolímero en un medio orgánico inerte para dispersar las partículas de combustible en la matriz de polímero. El material se sinteriza en una atmósfera inerte para incluir metales reactivos y/o metaloides en estado no oxidado.

El documento US 2004/0020397 divulga un material reactivo para su uso como revestimiento reactivo en ojivas penetrantes y para su uso en fragmentos reactivos en ojivas fragmentadoras. El material reactivo que comprende un agente oxidante y una carga de metal o una carga de metal/óxido de metal.

El documento US 2005/067072 divulga un material reactivo que incluye una espuma metálica.

El documento US 4815386 divulga un esqueleto de metal triturable lleno de polvo pirofórico.

El documento US 7383775 divulga una munición reactiva que tiene una carcasa de metal con un relleno reactivo.

El documento US 2005/235862 divulga una estructura de ojiva fabricada mediante el uso de técnicas de fabricación directa.

A pesar de estos avances, todavía existe la necesidad de mejorar los materiales reactivos para su uso en el diseño de municiones. En particular, existe la necesidad de materiales reactivos que tengan buenas propiedades estructurales y al mismo tiempo proporcionen una liberación de alta energía durante la detonación de municiones, ya sea a través de una reacción inducida por choque o una reacción inducida por impacto.

Sería ventajoso proporcionar un material reactivo para su uso en municiones en el que se eliminen o reduzcan una o más de las desventajas antes mencionadas.

Divulgación de la invención

Un primer aspecto de la invención, de acuerdo con la reivindicación 1, proporciona un material reactivo compuesto para su uso en una munición, el material reactivo compuesto comprende una estructura reticular metálica que tiene espacios intersticiales y un polvo en los espacios intersticiales, caracterizado porque la estructura reticular metálica proporciona un marco de malla multicapa que tiene patas que tienen un espesor de menos de 500 micras, malla proporciona una pluralidad de espacios intersticiales interconectados que tienen un ancho mayor que dos veces el tamaño del polvo, y en donde el polvo se consolida en los espacios intersticiales, el polvo comprende al menos un polvo metálico y/o al menos un polvo de polímero que contiene halógeno.

La munición puede ser una ojiva, una bomba o munición (por ejemplo, munición para armas de fuego). Preferiblemente la munición es una ojiva.

Dicho material compuesto combina la alta resistencia de la estructura reticular metálica con la gran área superficial y, por lo tanto, la rápida liberación de energía del polvo. Si bien la estructura reticular metálica puede sinterizarse, por ejemplo, como resultado de su fabricación mediante fusión selectiva por láser, el polvo se mantiene en la red en virtud de la consolidación y, por lo tanto, no es necesario usar el procesamiento en entornos inertes para evitar la oxidación del material reactivo.

Preferiblemente, la estructura reticular metálica se fabrica de titanio, aluminio, circonio, hafnio, tántalo, molibdeno, tungsteno, hierro o aleaciones de los mismos. La estructura reticular metálica se fabrica mediante el uso de fusión selectiva por láser (SLM). SLM es una técnica conocida para la producción de estructuras metálicas. En este caso, SLM tiene la ventaja de que se puede formar una estructura reticular metálica de malla fina que luego puede retener el polvo en los espacios intersticiales de la estructura reticular.

Preferiblemente, la porosidad de la estructura reticular metálica está en el intervalo de 15 % a 85 % en volumen, más preferiblemente en el intervalo de 25 % a 75 % en volumen e incluso más preferiblemente en el intervalo de 45 % a 55 % en volumen. Estas porosidades pueden proporcionar el equilibrio deseable entre resistencia y cantidad de polvo, que es la parte más reactiva del material compuesto.

Preferiblemente, el tamaño de malla de la estructura reticular metálica está en el intervalo de 0,5 a 5 mm, más preferiblemente en el intervalo de 0,5-4 mm, por ejemplo en el intervalo de 1-4 mm. Puede ser que la malla sea lo más fina posible dentro de las limitaciones del proceso de fabricación y las propiedades de resistencia. Puede ser preferible un tamaño de malla de menos de 0,5 mm. Dichos tamaños de malla pueden proporcionar el equilibrio deseable entre resistencia y cantidad de polvo en el material compuesto y pueden ser adecuados para retener el polvo dentro del enrejado.

Preferiblemente, el polvo metálico comprende al menos uno de tantalio, aluminio, aleaciones de aluminio, hierro, circonio, titanio, hafnio o tungsteno. El polvo metálico puede comprender aleaciones de esos materiales. Tales polvos metálicos tienen ventajosamente una alta densidad y una alta reactividad. Preferiblemente, el polímero que contiene halógeno es un fluoropolímero, más preferiblemente un fluoropolímero termoplástico. Preferiblemente, el fluoropolímero comprende al menos uno de PFA, PTFE, THV, Viton, Fluore o Kel. Dichos fluoropolímeros tienen ventajosamente baja temperatura de fusión y alta resistencia mecánica. Puede ser que el polvo comprenda al menos un polvo metálico y al menos un polvo de polímero que contiene halógeno. Puede ser que el polvo comprenda al menos dos polvos metálicos y al menos dos polvos de polímero que contienen halógeno. Dichos polvos pueden mejorar la reactividad.

Preferiblemente, el polvo tiene un tamaño promedio de grano de menos de 15 micrómetros. Tal tamaño de grano puede ayudar a la consolidación y también puede asegurar un área superficial suficientemente grande para una reacción rápida.

Preferiblemente, el polvo comprende de 40 % a 60 % en peso de polvo metálico, el 60 % a 40 % en peso restante es polvo de polímero que contiene halógeno. Tal relación puede dar las cantidades óptimas de combustible y oxidante para la reacción.

El polvo se consolida en los espacios intersticiales. Un polvo consolidado puede ser ventajoso porque un polvo consolidado puede permanecer empaquetado de forma segura dentro de los espacios intersticiales. La consolidación también puede aumentar la masa de polvo dentro de los espacios intersticiales, para aumentar así la liberación de energía disponible. La consolidación puede ser ventajosa porque el proceso de consolidación puede evitar la oxidación de los componentes del polvo. Se apreciará que los componentes no oxidados proporcionan ventajosamente una mayor liberación de energía que la que proporcionarían los componentes oxidados. Por tanto, puede ser que la fabricación, incluida la consolidación, tenga lugar en una atmósfera inerte.

Preferiblemente, la porosidad del material reactivo compuesto está en el intervalo de 0 %-20 % en volumen, más preferiblemente en el intervalo de 5 % - 20 % en volumen. Preferiblemente, la porosidad del material reactivo compuesto es inferior al 0,5 %. Sin embargo, se pueden preferir porosidades de hasta el 50 % para mejorar la reactividad.

El polvo puede consolidarse en los espacios intersticiales mediante prensado isostático en frío (CIP) o prensado isostático en caliente (HIP).

La estructura reticular metálica comprende un marco de malla multicapa. Tal marco puede ser particularmente adecuado para contener el polvo. Preferiblemente, la estructura reticular metálica comprende una malla uniforme. La malla comprende patas que tienen un espesor de menos de 500 micras, preferiblemente menos de 300 micras, más preferiblemente de 50 a 300 micras, por ejemplo alrededor de 250 micras. Tales patas pueden aumentar el área superficial y, por lo tanto, la reactividad. La malla comprende una pluralidad de espacios intersticiales interconectados. Los espacios intersticiales interconectados son más anchos que dos veces el tamaño del polvo, o preferiblemente más de 10 veces el tamaño del polvo. Dichos espacios intersticiales interconectados pueden ayudar a la infiltración del polvo. La estructura reticular metálica se puede producir para que tenga una forma casi reticular mediante el uso de SLM, pero preferiblemente se produce para que tenga una forma neta mediante el uso de SLM.

Un segundo aspecto de la invención, de acuerdo con la reivindicación 12, proporciona un método para producir un material reactivo compuesto de acuerdo con la invención en su primer aspecto, el método comprende:

usar fusión láser selectiva para fabricar la estructura reticular metálica

infiltrar un polvo que comprende al menos un polvo metálico y/o al menos un polvo de polímero que contiene halógeno en los espacios intersticiales; y
consolidar el polvo en los espacios intersticiales.

5 Tal método puede dar como resultado un material compuesto que combina la alta resistencia de la estructura reticular metálica con el área superficial alta y, por lo tanto, la alta reactividad del polvo. Por lo tanto, el material reactivo compuesto se puede usar para reemplazar los materiales inertes en una munición y proporciona la resistencia suficiente mientras aumenta la energía disponible para la letalidad de esas partes de la munición. La munición puede ser una ojiva, una bomba o munición (por ejemplo, munición para armas de fuego). Preferiblemente, la munición es una ojiva.

Preferiblemente, se usa prensado isostático en frío o prensado isostático en caliente para ayudar a la infiltración del polvo en los espacios intersticiales. Es decir, el polvo puede infiltrarse en los espacios intersticiales mientras el material compuesto que se está formando se somete a prensado isostático en caliente o en frío. El prensado isostático en frío o el prensado isostático en caliente pueden aumentar la eficiencia con la que el polvo se infiltra en los espacios intersticiales y, por lo tanto, dar como resultado una porosidad reducida. El prensado isostático en frío puede ser particularmente ventajoso porque no implica calentamiento y, por lo tanto, existe una posibilidad reducida de oxidación. El prensado isostático en caliente puede ayudar a que el polvo fluya hacia los espacios intersticiales durante la infiltración, por ejemplo, al ablandar el polímero. El prensado isostático en caliente también puede ayudar a evitar la formación de microfisuras en los polvos de polímero.

Preferiblemente, se usa prensado isostático en frío o prensado isostático en caliente para consolidar el polvo en los espacios intersticiales.

25 La estructura reticular metálica comprende un marco de malla multicapa. Tal marco puede ser particularmente adecuado para contener el polvo. Preferiblemente, la estructura reticular metálica comprende una malla uniforme. La malla comprende patas que tienen un espesor de menos de 500 micras, preferiblemente menos de 300 micras, más preferiblemente de 50 a 300 micras, por ejemplo alrededor de 250 micras. Tales patas pueden aumentar el área superficial y, por lo tanto, la reactividad. La malla comprende una pluralidad de espacios intersticiales interconectados. Los espacios intersticiales interconectados son más anchos que dos veces el tamaño del polvo o, por ejemplo, más de 10 veces el tamaño del polvo. Dichos espacios intersticiales interconectados pueden ayudar a la infiltración del polvo.

Preferiblemente, la porosidad de la estructura reticular metálica está en el intervalo de 15 %-85 % en volumen, más preferiblemente en el intervalo de 25 % - 75 % en volumen e incluso más preferiblemente en el intervalo de 45 %-55 % en volumen. Dichas porosidades pueden proporcionar el equilibrio deseable entre resistencia y cantidad de polvo, que es la principal fuente de energía, en el material compuesto.

Preferiblemente, el tamaño de malla de la estructura reticular metálica está en el intervalo de 0,5- 5 mm, más preferiblemente en el intervalo de 0,5-4 mm, por ejemplo en el intervalo de 1-4 mm. Puede ser que la malla sea lo más fina posible dentro de las limitaciones del proceso de fabricación y las propiedades de resistencia. Puede ser preferible un tamaño de malla de menos de 0,5 mm. Dichos tamaños de malla pueden proporcionar el equilibrio deseable entre resistencia y cantidad de polvo en el material compuesto y pueden ser adecuados para retener el polvo dentro del enrejado.

Preferiblemente, el polvo metálico comprende al menos uno de tantalio, aluminio, aleaciones de aluminio, hierro, circonio, titanio, hafnio o tungsteno. El polvo metálico puede comprender aleaciones de esos materiales. Preferiblemente, el polímero que contiene halógeno es un fluoropolímero. Preferiblemente, el fluoropolímero comprende al menos uno de PFA, PTFE, THV, Viton, Fluore o Kel. Preferiblemente, el polvo comprende dos polvos metálicos y dos polvos de polímero que contienen halógeno.

Preferiblemente, la porosidad del material reactivo compuesto está en el intervalo de 0 %-20 % en volumen, más preferiblemente en el intervalo de 5 % - 20 % en volumen.

Preferiblemente, la porosidad del material reactivo compuesto es inferior al 0,5 %.

Sin embargo, se pueden preferir porosidades de hasta el 50 % para mejorar la reactividad.

El polvo puede consolidarse en los espacios intersticiales mediante prensado isostático en frío (CIP) o prensado isostático en caliente (HIP). Por ejemplo, la consolidación puede tener lugar mediante CIP a 100 - 200 MPa y a temperatura ambiente.

La consolidación puede tener lugar por HIP a 100 - 200 MPa y 320 - 360 °C.

Un tercer aspecto de la invención, de acuerdo con la reivindicación 15, proporciona una munición, por ejemplo una munición de bomba o una ojiva, que comprende un material reactivo compuesto de acuerdo con el primer aspecto

de la invención o un material compuesto fabricado de acuerdo con el segundo aspecto de la invención. Preferiblemente la munición comprende un revestimiento que comprende el material reactivo compuesto. Preferiblemente la munición comprende una carcasa que comprende el material reactivo compuesto. Preferiblemente la munición comprende fragmentos preformados que comprenden el material reactivo compuesto. Preferiblemente el material reactivo compuesto se usa en la fabricación de una parte o partes de la munición que previamente se habrían fabricado mediante el uso de un material no reactivo.

Preferiblemente la munición es una ojiva. Preferiblemente la ojiva comprende un revestimiento, por ejemplo, un revestimiento Buxton, que comprende el material reactivo compuesto. El revestimiento Buxton preferiblemente comprende una base y una parte superior de metal denso (es decir, una sección sólida de metal, no un enrejado metálico) para evitar la deformación. Preferiblemente la ojiva comprende una carcasa que comprende el material reactivo compuesto. Preferiblemente la ojiva comprende fragmentos preformados que comprenden el material reactivo compuesto. Preferiblemente el material reactivo compuesto se usa en la fabricación de una parte o partes de la ojiva que previamente se habrían hecho mediante el uso de un material no reactivo.

Por supuesto, se apreciará que las características descritas en relación con un aspecto de la presente invención pueden incorporarse a otros aspectos de la presente invención. Por ejemplo, el material reactivo compuesto de la invención puede incorporar cualquiera de las características descritas con referencia al método de la invención y viceversa.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones de ejemplo de la invención únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

La figura 1 es una vista de una estructura reticular metálica de una primera realización de la invención;
La figura 2 es una vista de un material reactivo compuesto de acuerdo con una segunda realización de la invención;
La figura 3 es una vista de un material reactivo compuesto de acuerdo con una tercera realización de la invención;
La figura 4 es una vista de una estructura reticular metálica de una cuarta realización de la invención; y
La figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso de fabricación de acuerdo con una quinta realización de la invención.

Descripción detallada

En la figura 1, se ha producido una estructura reticular metálica 3 mediante fusión selectiva por láser (SLM). La estructura reticular metálica 3 es una estructura de malla de varias capas fabricada de una aleación de titanio. La estructura reticular metálica 3 comprende espacios intersticiales 9 en los que se puede infiltrar un polvo.

En la figura 2, se forma un material reactivo compuesto 11 a partir de una estructura reticular metálica 13 y un polvo 15 infiltrado en los espacios intersticiales 19 y consolidado. El polvo 15 comprende polvo de titanio y polvo de PTFE y se ha prensado isostático en frío. La estructura reticular metálica 13 se fabrica de una aleación de titanio.

En la figura 3, se forma un material reactivo compuesto 21 a partir de una estructura reticular metálica 23 y un polvo 25 infiltrado en los espacios intersticiales 29 y consolidado. El polvo 25 comprende polvo de titanio y polvo de PTFE y ha sido prensado isostático en caliente a 150 MPa y 340 °C. La estructura reticular metálica 23 se fabrica de titanio.

En la figura 4, se ha producido por SLM una estructura reticular metálica 33 en forma de una carcasa de ojiva 37. La estructura reticular metálica 33 es una estructura de malla de múltiples capas fabricada de una aleación de titanio. La estructura reticular metálica 33 comprende espacios intersticiales 39 en los que se puede infiltrar un polvo. La estructura reticular metálica 33 tiene una porosidad del 75 % en volumen con un tamaño de malla de 4 mm. La carcasa de la ojiva 37 tiene una parte superior de metal denso 36 para proporcionar estabilidad dimensional.

En la figura 5, se forma un enrejado 41 a partir de un polvo metálico 42 mediante SLM 43. Un polvo metálico 44 y un polvo de fluoropolímero 45 se combinan, mezclan y muelen 46 y se infiltran en el enrejado 41 mediante el uso de prensado isostático en caliente o en frío 47. El material compuesto resultante se termina por mecanización 48 para producir un componente de ojiva 49.

Si bien la presente invención se ha descrito e ilustrado con referencia a realizaciones particulares, los expertos en la técnica apreciarán que la invención se presta a muchas variaciones diferentes que no se ilustran específicamente en este documento. Por ejemplo, la estructura reticular metálica puede tener una porosidad del 50 % en volumen con una luz de malla de 3 mm o una porosidad del 25 % en volumen con una luz de malla de 2 mm. Debe hacerse referencia a las reivindicaciones para determinar el verdadero alcance de la presente invención. El lector también apreciará que los números enteros o las características de la invención que se describen como preferibles,

ventajosas, convenientes o similares son opcionales y no limitan el alcance de las reivindicaciones independientes. Además, debe entenderse que tales números enteros o características opcionales, si bien son de posible beneficio en algunas realizaciones de la invención, pueden estar ausentes en otras realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un material reactivo compuesto (11, 21) para su uso en una munición, el material reactivo compuesto comprende una estructura reticular metálica (3, 13, 23,
5 33, 41) que tiene espacios intersticiales (9, 19, 29, 39) y un polvo (15, 25, 44, 45) en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39), caracterizado porque la estructura reticular metálica (3, 13, 23, 33, 41) proporciona un
10 marco de malla multicapa que tiene patas que tienen un espesor de menos de 500 micras, la malla proporciona una pluralidad de espacios intersticiales interconectados (9, 19, 29, 39) que tienen un ancho mayor que dos veces el tamaño del polvo, y en donde el polvo (15, 25, 44, 45) se consolida en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39), el polvo (15, 25, 44, 45) comprende al menos un polvo metálico y/o al menos un polvo de polímero que contiene halógeno.
- 15 2. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la estructura reticular metálica (3, 13, 23, 33, 41) se fabrica de titanio, aluminio, circonio, hafnio, tantalio, molibdeno, tungsteno, hierro o aleaciones de los mismos.
- 20 3. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en donde la porosidad de la estructura reticular metálica (3, 13, 23, 33, 41) está en el intervalo de 15 %- 85 % en volumen.
- 25 4. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el tamaño de malla de la estructura reticular metálica (3, 13, 23, 33, 41) está en el intervalo de 0,5-5 mm.
5. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el polvo metálico comprende al menos uno de titanio, aluminio, circonio, hafnio, tantalio, molibdeno, tungsteno, hierro o aleaciones de los mismos.
- 30 6. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero que contiene halógeno es un fluoropolímero.
- 35 7. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el fluoropolímero comprende al menos uno de PFA, PTFE o THV.
- 40 8. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el polvo (15, 25, 44, 45) comprende al menos un polvo metálico y al menos un polvo de polímero que contiene halógeno.
9. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el polvo (15, 25, 44, 45) comprende del 40 % al 60 % en peso de polvo metálico, el 60 % a 40 % en peso restante es polvo de polímero que contiene halógeno.
- 45 10. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en donde el polvo (15, 25, 44, 45) comprende dos polvos metálicos y dos polvos de polímero que contienen halógeno.
- 50 11. Un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la porosidad del material reactivo compuesto es del 0 al 20 %.
12. Un método para producir un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para su uso en una munición, caracterizado porque el método comprende:
55 a. usar fusión láser selectiva para fabricar la estructura reticular metálica (3, 13, 23, 33, 41)
b. infiltrar un polvo (15, 25, 44, 45) que comprende al menos un polvo metálico o al menos un polvo de polímero que contiene halógeno en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39); y
c. consolidar el polvo (15, 25, 44, 45) en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39).
- 60 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde se usa prensado isostático en frío o prensado isostático en caliente para ayudar a la infiltración del polvo (15, 25, 44, 45) en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39).
- 65 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en donde se usa prensado isostático en frío o prensado isostático en caliente para consolidar el polvo (15, 25, 44, 45) en los espacios intersticiales (9, 19, 29, 39).

15. Una munición que comprende un material reactivo compuesto (11, 21) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 o un material reactivo compuesto (11, 21) fabricado de acuerdo con un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13.

Figura 1

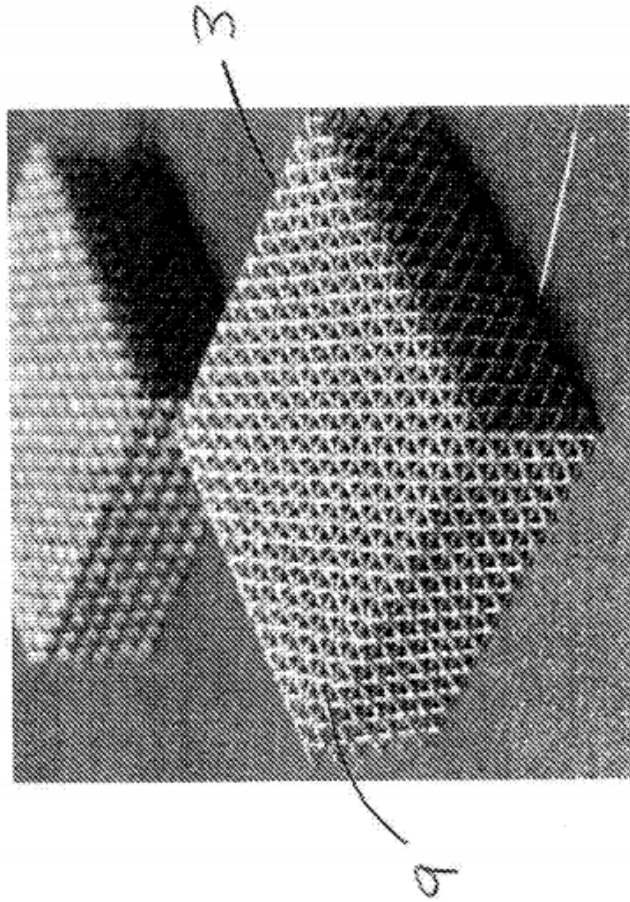


Figura 2

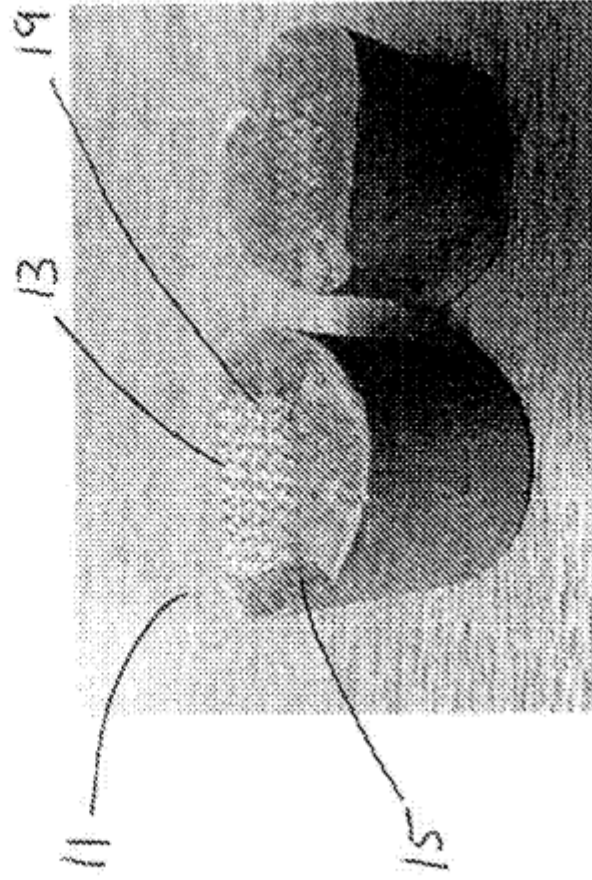


Figura 3

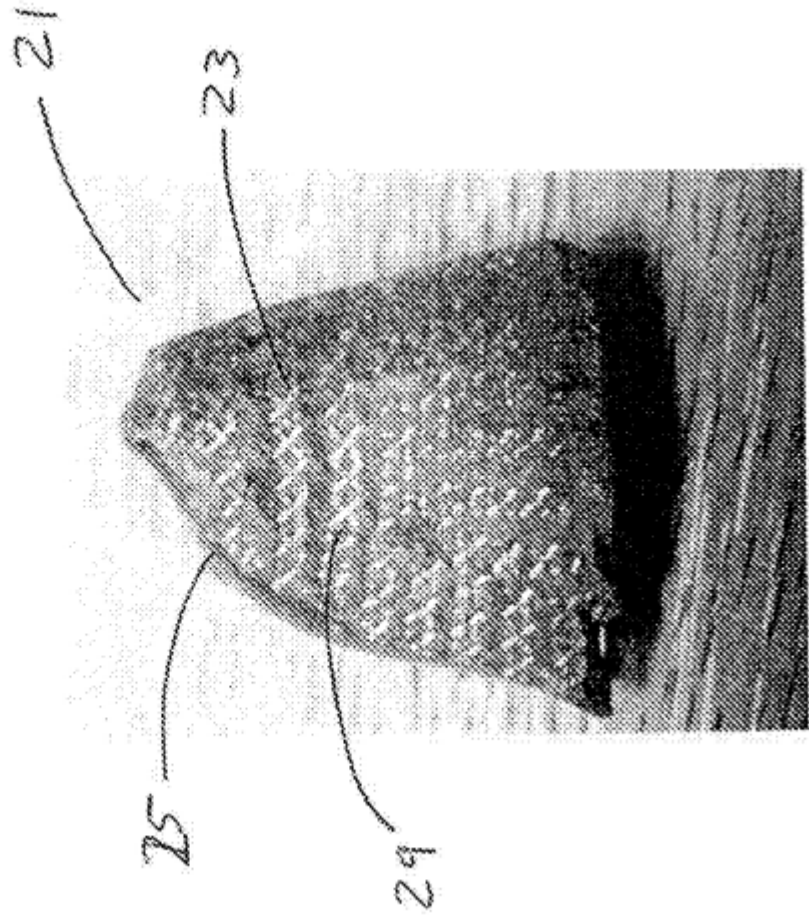


Figura 4

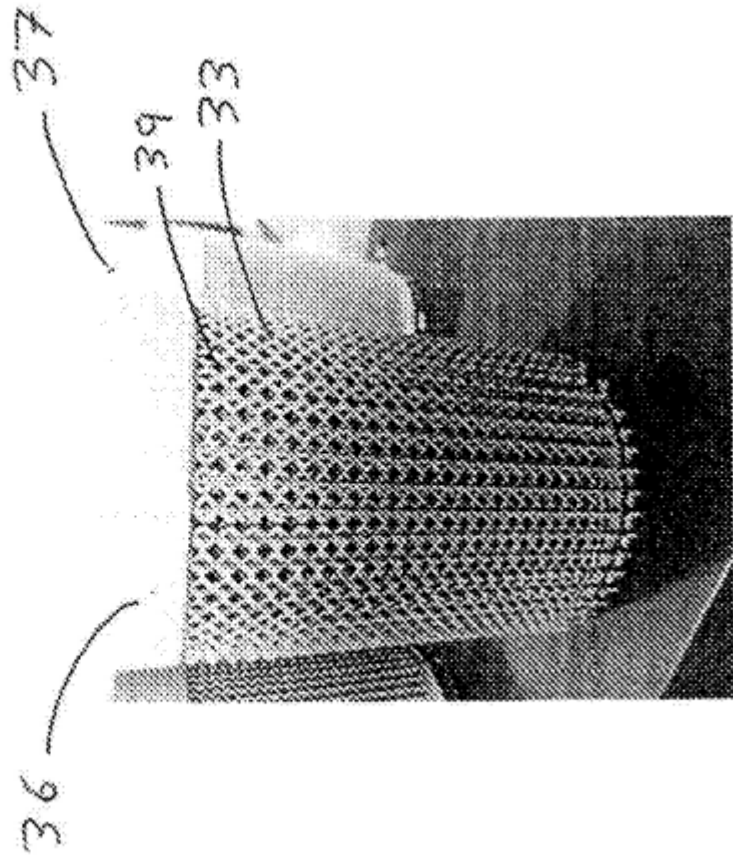


Figura 5

