

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 115**

51 Int. Cl.:

**F42B 1/00** (2006.01)

**F42B 10/00** (2006.01)

**F42B 12/00** (2006.01)

**F42B 30/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04737235 .4**

96 Fecha de presentación: **29.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1590620**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.11.2005**

54 Título: **OJIVA DE DOBLE ANILLO FORMADO POR EXPLOSIÓN (DEFR).**

30 Prioridad:  
**02.02.2003 IL 15424703**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.12.2011**

73 Titular/es:  
**Rafael Advanced Defense Systems Ltd.  
P.O. Box 2250  
31021 Haifa, IL**

72 Inventor/es:  
**RITMAN, Zeev**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 370 115 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

Ojiva de doble anillo formada por explosión (DEFR)

5 SECTOR TÉCNICO Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a ojivas y, en particular, está relacionada con ojivas con efectos de corte y de apertura de brechas.

- 10 La ojiva con dispositivo de penetración formada por explosión (EFP, Explosively Formed Penetrator), conocida, asimismo, como ojiva de fragmentación auto-forjada (SFF, Self-Forging Fragment), es de relevancia para la presente invención. Las EFP se describen en las patentes de EE. UU. números 4.590.861 de Bugiel, 5.792.980 de Weimann y 5.559.304 de Schweiger, y otros. Las EFP consisten en una carga explosiva esencialmente con simetría axial, con una cavidad cóncava en su extremo delantero que está recubierta mediante un revestimiento metálico. Tras la detonación de la carga, el revestimiento se deforma bajo el efecto de la detonación, formando un proyectil que es acelerado en la dirección axial. Cuando está diseñado de manera apropiada, dicho proyectil es estable y su alcance efectivo puede ser de varios cientos de diámetros de la carga. Según el mismo principio, a continuación, se hace referencia a la figura 1, que es una vista en sección axial de una ojiva -10- para abrir una brecha en un muro, la cual está construida según la técnica anterior. La ojiva -10- para abrir una brecha en un muro se describe en la patente de EE. UU. número 6.477.959 de Ritman y otros, que se incorpora como referencia a todos los efectos tal como si se definiera por completo en el presente documento. En términos generales, la ojiva -10-, para abrir una brecha en un muro, comprende una carga -14- de material explosivo que tiene un eje central -16-. La superficie frontal de la carga -14- comprende una parte central -18-, junto al eje central -16-, con una forma curva convexa en general, y una parte anular -20-, que rodea la parte central -18-, con una forma curva cóncava, en general. Un revestimiento metálico -22- está dispuesto, como mínimo, junto a la parte anular -20- de la superficie frontal de la carga -14-. El efecto de la parte anular -20- con curvatura cóncava es concentrar sustancialmente la parte principal del material del revestimiento metálico -22- en un trayecto cónico expansivo. En los casos preferidos, el revestimiento metálico -22- se deforma plásticamente en un anillo formado por explosión ("EFR", explosively formed ring) expansivo. En otras palabras, después de la detonación de la carga -14-, el revestimiento metálico -22- se expande a lo largo de una generatriz -24- del cono -26-, que está definido por el eje longitudinal de la parte anular -20-, separándose del eje central -16- y se extiende hasta fragmentarse. Posteriormente, los fragmentos prosiguen su movimiento en la misma dirección. Los números de referencia -28-, -30-, -32- y -34- representan el estado y el desplazamiento del revestimiento metálico -22- en momentos consecutivos después de la detonación. El anillo avanza, en general, a una velocidad de unos 2000 m/s, cortando un boquete a través de las capas frontales de un muro. Por lo tanto, el EFR sirve como una carga de corte, apodada "cookie-cutter" ("molde para galletas"), en aplicaciones tales como una carga para abrir una brecha en un muro, que abre un boquete en un muro de ladrillo. Además, la parte central -18- de curvatura convexa produce una onda explosiva esférica que rompe las capas posteriores del muro por efecto de desconchado. La onda explosiva esférica junto con el EFR ayuda, asimismo, a destruir la capa frontal debilitada.
- 40 A continuación, se hace referencia a la figura 2a, que es una vista en sección axial de una ojiva -10- para abrir una brecha en un muro, detonada a una distancia adecuada -CC<sub>1</sub>- respecto al objetivo -36-, en donde el eje central -16- es perpendicular al objetivo -36-, según la técnica anterior. Las distancias oblicuas -AA<sub>1</sub>-, -BB<sub>1</sub>- recorridas a lo largo de la generatriz -24- del cono por los diversos elementos de la circunferencia anular, son iguales entre sí.
- 45 A continuación, se hace referencia a la figura 2b, que es una vista frontal del objetivo -36- poco después de que la ojiva -10-, para abrir una brecha en un muro, haya detonado a una distancia adecuada -CC<sub>1</sub>- (figura 2a) del objetivo -36-, donde el eje central -16- es perpendicular al objetivo -36-, según la técnica anterior. La huella -38- del revestimiento metálico -22- (figura 1) sobre el objetivo -36- tiene forma circular. La huella -38- crea un boquete circular que está cortado uniformemente en el objetivo -36-, en torno a la circunferencia de la huella -38-.
- 50 A diferencia del EFP, el funcionamiento del EFR es extremadamente sensible a la distancias recorridas de forma oblicua por sus fragmentos, puesto que los fragmentos no son estables aerodinámicamente y su densidad disminuye cuando se incrementa la distancia recorrida. Por lo tanto, la distancia de separación de la carga EFR, que se define como la distancia entre la carga y el objetivo, es un parámetro importante, puesto que a distancias de separación excesivas, los fragmentos serán incapaces de perforar el objetivo. Además, tal como se ilustra asimismo en las figuras 3a y 3b siguientes, el funcionamiento de una ojiva EFR es sensible a la oblicuidad del eje de la ojiva respecto al objetivo.
- 55 A continuación se hace referencia a la figura 3a, que es una vista lateral de una ojiva -10- para abrir una brecha en un muro, detonada a una distancia de separación -CC<sub>2</sub>-, que es igual a la distancia de separación -CC<sub>1</sub>- de la figura 2a, en donde el eje central -16- está alineado con oblicuidad elevada con la superficie de un objetivo -40-, según la técnica anterior. Las distancias -AA<sub>2</sub>-, -BB<sub>2</sub>-, recorridas a lo largo de las generatrices -42-, -44- del cono, respectivamente, por los diversos elementos de la circunferencia anular, no son iguales entre sí. Se hace referencia asimismo a la figura 3b, que es una vista frontal del objetivo -40- poco después de que la ojiva -10- para abrir una brecha en un muro haya sido detonada a la distancia de separación -CC<sub>2</sub>-, donde el eje central -16- está alineado

con oblicuidad elevada con la superficie del objetivo -40-, según la técnica anterior. La huella -46- del revestimiento metálico -22- sobre el objetivo -40- tiene forma elíptica. El objetivo -40- está cortado de forma no uniforme en torno a la circunferencia de la huella -46-. Específicamente, en el punto -A<sub>2</sub>-, que corresponde a los elementos anulares del revestimiento metálico -22- que impactan a las distancias oblicuas -AA<sub>2</sub>- más cortas (figura 3a), así como a lo largo de una parte de la huella -46- correspondiente a las curvas elípticas -A<sub>2</sub>G<sub>2</sub>- y -A<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-, el objetivo -40- es perforado. Por otra parte, en el punto -B<sub>2</sub>-, que corresponde a los elementos anulares del revestimiento metálico -22- que impactan a la distancia oblicua -BB<sub>2</sub>- más larga, así como a lo largo de una parte de la elipse correspondiente a las curvas elípticas -B<sub>2</sub>G<sub>2</sub>- y -B<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-, la energía de los elementos anulares es insuficiente para perforar el objetivo -40-. En el punto -B<sub>2</sub>- y en las proximidades, los elementos anulares de los revestimientos metálicos -22- provocan solamente marcas superficiales en el objetivo -40-. Desplazándose desde el punto -B<sub>2</sub>- hacia los puntos -G<sub>2</sub>- y -H<sub>2</sub>-, la profundidad de las marcas se incrementa gradualmente hasta que en los puntos -G<sub>2</sub>- y -H<sub>2</sub>- la profundidad del cráter es suficiente para perforar el objetivo -40-. Por lo tanto, la detonación de una ojiva EFR a una oblicuidad elevada respecto a un objetivo no es, en general, eficaz para realizar un boquete en un objetivo.

Por lo tanto, existe la necesidad de una ojiva que pueda realizar boquetes en un objetivo, incluso cuando la ojiva está alineada oblicuamente al objetivo. La necesidad reviste especial importancia en el contexto de las MOUNT (Military Operation in Urban Terrain), (Operación Militar en Terreno Urbano), que requieren la apertura de brechas en muros disparando armas alejadas, con capacidad de apertura de brechas en muros desde diversos ángulos de presentación determinados por condiciones operativas.

El documento US 3.974.771 da a conocer una ojiva de fragmentación para combatir objetivos de una zona de terreno. La ojiva comprende una carga y un recubrimiento de fragmentos, que están rodeados por una envolvente.

La envolvente está formada de manera que produce dos rayos anulares de fragmentos: uno desviado hacia delante y el otro desviado lateralmente.

El documento US 6.477.959 da conocer un EFR, tal como el descrito anteriormente. El documento DE 1578215 da conocer una carga que tiene un revestimiento con una sección transversal almenada.

### 30 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

La presente invención es una construcción de ojiva.

Según la materia de la presente invención, se da a conocer una configuración de ojiva para formar un boquete a través de un muro de un objetivo, teniendo la configuración de ojiva las características de la reivindicación 1.

Según otra característica de la presente invención, el eje está dispuesto oblicuamente a una superficie de un muro durante la detonación de la carga.

Según otra característica de la presente invención: (a) se define un primer vector promedio como el vector promedio de dos vectores que sobresalen normalmente hacia fuera desde extremos opuestos del perfil cóncavo de la parte anular interior; se define un segundo vector promedio como el vector promedio de dos vectores que sobresalen normalmente hacia fuera desde extremos opuestos del perfil cóncavo de la otra parte anular; (b) se define un primer ángulo como el ángulo entre el primer vector promedio y el eje; (c) se define un segundo ángulo como el ángulo entre el segundo vector promedio y el eje; y (d) el segundo ángulo excede el primer ángulo en 5°, por lo menos.

Según otra característica de la presente invención: (a) el primer anillo expansivo formado por explosión presenta un primer trayecto cónico expansivo con un primer ángulo respecto al eje; (b) el segundo anillo expansivo formado por explosión presenta un segundo trayecto cónico expansivo con un segundo ángulo respecto al eje; y (c) el segundo ángulo excede el primer ángulo en 5°, por lo menos.

Según otra característica de la presente invención, las dos partes anulares de la superficie frontal son sustancialmente simétricas rotacionalmente en torno al eje.

Según otra característica de la presente invención, el perfil cóncavo corresponde sustancialmente a un arco de un círculo.

Según otra característica de la presente invención, el arco corresponde a un ángulo entre 15° y 90° respecto al centro de curvatura del arco.

Según otra característica de la presente invención, el arco corresponde a un ángulo entre 30° y 70° respecto al centro de curvatura del arco.

Según otra característica de la presente invención, el perfil cóncavo se curva mediante un ángulo entre 15° y 90°.

Según otra característica de la presente invención, el perfil cóncavo se curva mediante un ángulo entre 30° y 70°.

Según otra característica de la presente invención, las dos partes anulares de la superficie frontal corresponden, por lo menos, a unas dos terceras partes de la superficie frontal total de la carga vista paralelamente al eje.

5 Según otra característica de la presente invención, las dos partes anulares de la superficie frontal corresponden aproximadamente, por lo menos, al 90% de la superficie frontal total de la carga vista paralelamente al eje.

10 Según otra característica de la presente invención, la carga y el revestimiento están configurados de manera que la detonación del material explosivo imparte una velocidad al revestimiento de entre unos 1000 y unos 4000 metros por segundo.

15 Según otra característica de la presente invención, una parte central adyacente al eje central tiene una forma curva convexa, en general.

Según otra característica de la presente invención, la carga comprende aproximadamente entre 1/2 kg y 3 kg de material explosivo.

20 Según otra característica de la presente invención, la carga comprende menos de unos 2 kg de material explosivo.

Según otra característica de la presente invención, se da a conocer, asimismo, un sistema de detonación con separación que comprende medios para definir una distancia de separación de la detonación de la carga respecto al muro.

25 Según otra característica de la presente invención, el medio para definir una distancia de separación de la detonación comprende una barra de separación que sobresale de la superficie frontal, sustancialmente paralelamente al eje.

30 Según otra característica de la presente invención, la carga tiene una superficie posterior, comprendiendo además la ojiva una cubierta posterior asociada, por lo menos, con la superficie posterior, estando la superficie posterior formada de un material no fragmentable.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La invención se describe en el presente documento, solamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección axial de una ojiva para abrir una brecha en un muro, que está construida según la técnica anterior;

40 La figura 2a es una vista en sección axial de la ojiva para abrir una brecha en un muro de la figura 1, detonada a una distancia de separación adecuada respecto al objetivo, en donde el eje central de la ojiva es perpendicular al objetivo;

45 La figura 2b es una vista frontal del objetivo poco después de que la ojiva para abrir una brecha en un muro de la figura 1 haya sido detonada a una separación adecuada respecto al objetivo, donde el eje central de la ojiva es perpendicular al objetivo;

50 La figura 3a es una vista lateral de la ojiva para abrir una brecha en un muro de la figura 1, detonada a una distancia de separación, donde el eje central de la ojiva está alineado con oblicuidad elevada con la superficie de un objetivo;

55 La figura 3b es una vista frontal de un objetivo poco después de que la ojiva para abrir una brecha en un muro haya sido detonada, a una distancia de separación, donde el eje central de la ojiva está alineado con oblicuidad elevada con la superficie del objetivo;

La figura 4 es una vista en sección axial de una ojiva de doble anillo formado por explosión (DEFR) que está construida y es operativa, según una realización preferente de la invención;

60 La figura 5 es una vista esquemática en sección axial de la ojiva DEFR de la figura 4 poco después de la detonación;

65 La figura 6a es una vista esquemática en sección transversal de la ojiva DEFR de la figura 4 poco después de la detonación, donde el eje de la ojiva está alineado perpendicular a la superficie de un objetivo;

La figura 6b es una vista frontal esquemática de las huellas formadas por la ojiva DEFR sobre el objetivo de la figura 6a;

La figura 6c es una vista frontal esquemática del daño final provocado en el objetivo de la figura 6a;

La figura 7a es una vista esquemática en sección transversal de la ojiva DEFR de la figura 4 poco después de la detonación, donde el eje de la ojiva está alineado oblicuamente con respecto a un objetivo;

La figura 7b es una vista frontal esquemática de las huellas formadas por la ojiva DEFR sobre el objetivo de la figura 7a; y

La figura 7c es una vista frontal esquemática del daño final provocado el objetivo de la figura 7a.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

La presente invención es una construcción de ojiva.

Los principios y el funcionamiento de la construcción de ojiva, según la presente invención, pueden comprenderse mejor haciendo referencia a los dibujos y la descripción adjunta.

A continuación, se hace referencia a la figura 4, que es una vista en sección axial de una ojiva -48- de doble anillo formado por explosión (DEFR), que está construida y es operativa según una realización preferente de la invención. La ojiva -48- comprende una carga -50- de material explosivo. La carga -50- tiene un eje -52- y una superficie frontal -54-. La superficie -54- comprende dos partes anulares -56- de la superficie frontal que rodean el eje -52-. Una parte anular -56- de la superficie frontal es una parte anular interior -58-. Otra parte anular -56- de la superficie frontal es una parte anular exterior -60-. La parte anular interior -58- está dispuesta entre el eje -52- y la parte anular exterior -60-. Cada parte anular -56- de la superficie frontal está configurada para presentar un perfil cóncavo, vista en sección transversal a través de la carga -50- paralelamente al eje -52-. El perfil cóncavo de la parte anular interior -58- y el perfil cóncavo de la parte anular exterior -60- tienen sustancialmente simetría rotacional en torno al eje -52-. La carga -50- comprende asimismo una parte central -64- adyacente al eje -52-. La parte central -64- tiene una forma curva convexa, en general. Está dispuesto un revestimiento -62- junto a la parte anular interior -58-, y está dispuesto un revestimiento -63- junto a la parte anular exterior -60-. Los revestimientos -62-, -63- están formados habitualmente como elementos separados, estando cada uno de ellos formado de materiales iguales o diferentes. Alternativamente, los revestimientos -62-, -63- están formados como parte de una cubierta metálica continua que recubre el lado frontal de la carga explosiva. Preferentemente, los revestimientos -62-, -63- cubren, por lo menos, sustancialmente todas las partes anulares -56- de la superficie frontal. Cuando la carga -50- es detonada, el material del revestimiento -62- y del revestimiento -63- es concentrado por la parte anular interior -58- y la parte anular exterior -60-, respectivamente, para formar dos anillos expansivos formados por explosión o anillos dobles formados por explosión (DEFR), que avanzan a una velocidad de unos 2000 metros por segundo, permitiendo que la ojiva -48- para abrir una brecha en un muro, corte las capas frontales de un muro. Los tipos de materiales a utilizar para los revestimientos -62-, -63- pueden comprender, de forma no limitativa, metales tales como plata, tantalio, aluminio, hierro, tungsteno, molibdeno y aleaciones metálicas así como materiales cerámicos, materiales plásticos, compuestos y materiales de polvo compacto. Además, tras la detonación, la parte central -64- de curvatura convexa produce una onda explosiva esférica que rompe las capas posteriores del muro por efecto de desconchado indirecto. La combinación de estos dos efectos proporciona una herramienta muy eficaz para abrir brechas en muros de ladrillo. La llegada de la onda explosiva junto con el DEFR ayuda, asimismo, a anular la capa frontal debilitada, incluso cuando el eje -52- está alineado oblicuamente a la superficie de un muro, tal como se explicará después haciendo referencia a las figuras 7a, 7b y 7c.

Antes de pasar a las características de la presente invención en mayor detalle, deberá apreciarse que la invención es útil para abrir brechas en una amplia variedad de tipos de muros, en circunstancias diferentes. Aunque no se limita a esto, se considera que la invención es especialmente valiosa para abrir brechas en muros de ladrillo. En este contexto, debe observarse que el término "muros de ladrillo" se utiliza en el presente documento, en la descripción y en las reivindicaciones, para referirse de manera genérica a cualquier muro construido de una o varias capas de unidades relativamente pequeñas apiladas en formación de solapamiento. El término se utiliza independientemente del material particular utilizado para las unidades, ya sea "ladrillo", piedra, losas o bloques de cualquier otro material de construcción. El término se utiliza, asimismo, comprendiendo muros compuestos en los cuales se utilizan una o varias capas de formación del tipo de ladrillo, junto con otros elementos estructurales o de aislamiento.

Pasando, a continuación, a las características en mayor detalle de la ojiva -48- para abrir una brecha en un muro, la parte anular interior -58- y la parte anular exterior -60- presentan, cada una, un perfil cóncavo a través de la carga -50- que pasa a través del eje -52-. Cada perfil cóncavo está configurado, en general, de manera que un vector, -v-, que sale hacia fuera del perfil cóncavo normal a la parte anular correspondiente -56- de la superficie frontal, se separa del eje -52-. Adicionalmente, se define un vector promedio  $-mv_1-$  como el vector promedio de dos vectores  $-V_a-$ ,  $-V_b-$  que salen normalmente hacia fuera desde extremos opuestos -66-, -69- del perfil cóncavo de la parte

anular interior **-58-**. Análogamente, el perfil cóncavo de la parte anular exterior **-60-** tiene un vector promedio  $-mv_2-$  definido de forma similar. Se define un ángulo  $-A_1-$  como el ángulo entre el vector  $-mv_1-$  y el eje **-52-**. Se define un ángulo  $-A_2-$  como el ángulo entre el vector  $-mv_2-$  y el eje **-52-**. Para la mayor parte de las realizaciones de los perfiles cóncavos, el ángulo  $-A_2-$  excede el ángulo  $-A_1-$ . Para fabricar eficazmente dos anillos diferentes formados por explosión, el ángulo  $-A_2-$  excede en general el ángulo  $-A_1-$ , por lo menos en  $5^\circ$ . Como aproximación razonable, la parte anular interior **-58-** produce un anillo formado por explosión, que presenta un trayecto cónico de expansión con un ángulo  $-A_1-$  respecto al eje **-52-**. Análogamente, la parte anular exterior **-60-** produce un anillo formado por explosión, que presenta un trayecto cónico de expansión con un ángulo  $-A_2-$  respecto al eje **-52-**. Sin embargo, los ángulos exactos de los trayectos cónicos de expansión dependerán de diversos factores, tales como la geometría del punto de iniciación en relación con las superficies conformadas, tal como se explicará a continuación. Los vectores convergentes de los perfiles cóncavos de la parte anular interior **-58-** y la parte anular exterior **-60-**, se aproximan estrechamente a la dirección del impulso explosivo experimentado por las diferentes partes del revestimiento **-62-** y del revestimiento **-63-**, respectivamente, lo que conduce al revestimiento **-62-** a formar un anillo concéntrico interior y al revestimiento **-63-** a formar un anillo concéntrico exterior. Estos anillos concéntricos forman el DEFR expansivo. Los anillos pueden romperse en fragmentos cuando se expanden. Sin embargo, los fragmentos de cada anillo siguen generalmente lo suficientemente próximos entre sí como para realizar una acción de corte a través del muro.

Adicionalmente, el perfil cóncavo de cada parte anular **-56-** de la superficie frontal no supera  $90^\circ$ . Habitualmente, cada perfil cóncavo corresponde sustancialmente a un arco de un círculo, que corresponde a un ángulo entre  $15^\circ$  y  $90^\circ$  con respecto al centro de curvatura del arco. En otras palabras, cada perfil cóncavo se curva habitualmente mediante un ángulo entre  $15^\circ$  y  $90^\circ$ . Preferentemente, el arco de círculo corresponde a un ángulo entre  $30^\circ$  y  $70^\circ$  al centro de curvatura del arco. En otras palabras, cada perfil cóncavo se curva preferentemente mediante un ángulo entre  $30^\circ$  y  $70^\circ$ .

Para permitir el esparcimiento del DEFR para cortar un boquete del tamaño deseado, la carga **-50-** deberá detonarse a una distancia predefinida de la superficie del muro en que se va a abrir una brecha. A este respecto, ciertas implementaciones preferidas de la ojiva **-48-** comprenden una barra de separación **-66-** que sobresale de la superficie frontal sustancialmente paralela al eje **-52-**. La barra de separación **-66-** está configurada para definir una distancia de separación de la detonación de la carga **-50-** respecto al muro, tal como es sabido en la técnica. Claramente, implementaciones alternativas pueden conseguir un efecto similar utilizando otras técnicas para detonar la carga a una distancia predefinida. Posibles ejemplos comprenden, de forma no limitativa, sistemas que utilizan detectores de proximidad ópticos o electromagnéticos (radiofrecuencia).

Debe apreciarse que la combinación del efecto de corte del EFR junto con el efecto expansivo de la parte central de la carga conformada, proporciona un efecto de apertura de brechas muy eficiente. Por lo tanto, en claro contraste con las cantidades de 10 a 20 kg que serían necesarias si se utilizara una carga expansiva convencional, la carga conformada de la presente invención comprende preferentemente entre aproximadamente  $1/2$  kg y aproximadamente 3 kg de material explosivo, y en el caso más preferente menos de unos 2 kg. Esta carga es lo suficientemente ligera como para ser transportada por un cohete o un misil diseñado para llevar solamente unos pocos kilogramos de explosivo, evitando de ese modo la necesidad de enviar la fuerza operativa al muro.

Tal como se ha mencionado anteriormente, los revestimientos **-62-**, **-63-** son adyacentes a la parte anular interior **-58-** y a la parte anular exterior **-60-**, respectivamente. Habitualmente, esto se corresponde, por lo menos, con dos tercios, y preferentemente con el 90% del área total de la superficie frontal vista paralelamente al eje **-52-**. La superficie posterior de la carga **-50-** puede ser sustancialmente plana o de forma cónica. La superficie posterior de la carga **-50-** está cubierta preferentemente por una cubierta posterior **-68-** formada de material no fragmentable. En este contexto, "no fragmentable" se utiliza en referencia a materiales que, en general, no forman fragmentos que podrían constituir un peligro para la fuerza operativa. La cubierta posterior **-68-** puede extenderse a la superficie frontal de la carga **-50-** para formar una envolvente protectora continua, que cubre, asimismo, los revestimientos **-62-**, **-63-**. Preferentemente, los revestimientos **-62-**, **-63-** son conectados mecánicamente, habitualmente utilizando adhesivo, sobre la envolvente protectora antes de cargar en la misma la carga **-50-**. Alternativamente, la parte delantera de la envolvente protectora está formada integralmente con los revestimientos **-62-**, **-63-** y la parte posterior de la envolvente protectora está formada de materiales no fragmentables, tales como materiales plásticos. En el lado posterior de la carga **-50-** está instalado un propulsor explosivo **-70-**. Opcionalmente, el lado posterior de la carga **-50-** comprende un sistema de iniciación más complejo (no mostrado), que comprende un formador de ondas (no mostrado) para la iniciación periférica. El formador de ondas comprende, asimismo, un conducto explosivo a lo largo de su eje longitudinal, que proporciona una fuente de ondas central al revestimiento **-62-** que está junto a la parte anular interior **-58-** y una fuente de ondas periférica al revestimiento **-63-** que está junto a la parte anular exterior **-60-**. El lado posterior de la carga **-50-** tiene interfaces mecánicas y pirotécnicas (no mostrados). El diseño de la cubierta posterior **-68-**, los sistemas de iniciación, la cadena de detonación y las interfaces son bien conocidos por los expertos en la materia de sistemas de ojivas.

Se observará que el impulso explosivo experimentado por los revestimientos **-62-**, **-63-** se ve influido asimismo por la geometría del punto de iniciación en relación con las superficies conformadas. En el ejemplo preferente mostrado en

este caso, la carga **-50-** se ha fabricado relativamente plana. En términos más cuantitativos, el diámetro exterior **-D-** de la carga **-50-** medido perpendicular al eje **-52-** es preferentemente del doble aproximadamente de la longitud máxima **-L-** de la carga **-50-** medida paralelamente al eje **-52-**. La utilización del punto de iniciación en la parte intermedia de la superficie posterior de la carga **-50-** tiende a incrementar el ángulo cónico (es decir, los ángulos de separación) del DEFR. Las diversas propiedades físicas que influyen sobre la formación de las propiedades del DEFR, que comprenden la forma de la carga **-50-**, el punto de detonación, el material y la distribución del grosor del revestimiento, y el tipo y la cantidad de explosivo utilizado, se eligen preferentemente para impartir una velocidad a partes de los revestimientos **-62-**, **-63-** de entre unos 1000 y unos 4000 m/s, y, en el caso más preferente, de unos 2000 m/s.

A continuación, se hace referencia a la figura 5, que es una vista esquemática en sección axial de la ojiva **-48-** de la figura 4 poco después de la detonación. La ojiva **-48-** se describe como una ojiva de doble anillo formado por explosión (DEFR), puesto que, tras la detonación, genera dos proyectiles anulares en forma de anillo. Cada elemento de los anillos, formados a partir del revestimiento **-62-** y del revestimiento **-63-** junto a la parte anular interior **-58-** y a la parte anular exterior **-60-**, respectivamente, se desplaza en una dirección alineada esencialmente con el eje longitudinal de la cavidad de cada anillo. Por lo tanto, el revestimiento **-62-** y el revestimiento **-63-** se expanden a lo largo de las generatrices **-72-** y **-74-** de los conos definidos por los ejes longitudinales de la cavidad, respectivamente. Los conos se extienden hasta fragmentarse. Las generatrices **-72-**, **-74-** se separan del eje **-52-**. El ángulo de separación de la cavidad exterior desde el eje **-52-** es mayor que el ángulo de separación de la cavidad interior desde el eje **-52-**, tal como se ha explicado anteriormente, haciendo referencia a la figura 4. Posteriormente, los fragmentos prosiguen su movimiento en la misma dirección. Los numerales de referencia **-72a-**, **-72b-**, **-72c-**, **-72d-** representan el estado y el desplazamiento del revestimiento **-62-** en instantes consecutivos después de la detonación. Los numerales de referencia **-74a-**, **-74b-**, **-74c-**, **-74d-** representan el estado y el desplazamiento del revestimiento **-63-** en instantes consecutivos después de la detonación. Los anillos formados por explosión no tienen que ser continuos para tener capacidad de corte. Por supuesto, para los objetivos tales como muros de ladrillo o placas de aluminio, el corte puede conseguirse mediante los fragmentos de anillo siempre que, a una distancia oblicua dada, exista una densidad y una energía de fragmentos suficientes para perforar el objetivo. Por lo tanto, tal como se ha mencionado previamente, la capacidad de corte de los elementos de anillo depende de su distancia oblicua respecto al objetivo, que está determinada por la oblicuidad y la distancia de separación de la detonación de la ojiva. Tal como se ha descrito anteriormente, haciendo referencia a la figura 4, la carga **-50-** produce una onda explosiva que provoca un fuerte impacto en el objetivo. Para objetivos quebradizos, tales como muros de hormigón o de ladrillo, dicho impacto puede tener un efecto de desconchado que rompe las capas posteriores del objetivo. La combinación del efecto de desconchado de la onda explosiva y el efecto de corte de los anillos formados por explosión que impactan sobre el objetivo en rápida secuencia, proporciona un mecanismo muy eficaz de apertura de brechas, anulando así mismo la capa frontal debilitada.

El DEFR sirve como una carga de corte en diversas aplicaciones, que comprenden dejar fuera de combate vehículos armados ligeros y abrir brechas en muros de hormigón y de ladrillo. Uno de los métodos preferentes para llevar la ojiva DEFR al objetivo es instalarla sobre un fuselaje, tal como un cohete, un misil o un proyectil (todos los cuales en adelante se denominan un "proyectil"). Dicho proyectil comprenderá, asimismo, un dispositivo de separación, tal como una barra de separación o una espoleta de proximidad, un dispositivo de seguridad y armado, y un cuerpo o fuselaje del proyectil que comprende dispositivos de estabilización tales como aletas.

A continuación, se hace referencia a la figura 6a, que es una vista esquemática en sección transversal de la ojiva **-48-** de la figura 4 poco después de la detonación, a una distancia de separación **-CC<sub>3</sub>-** desde el objetivo **-76-**, cuando el eje **-52-** de la ojiva **-48-** está alineado perpendicularmente a la superficie del objetivo **-76-**. El objetivo **-76-** es habitualmente un muro de ladrillo. La ojiva **-48-** produce un anillo interior **-86-** y un anillo exterior **-88-**. Las distancias oblicuas **-LL<sub>1</sub>-** y **-MM<sub>1</sub>-** recorridas a lo largo de las generatrices **-78-** y **-80-** del cono, respectivamente, por los diversos elementos del anillo exterior **-88-** son iguales entre sí. Las distancias oblicuas **-NN<sub>1</sub>-** y **-OO<sub>1</sub>-** recorridas a lo largo de las generatrices **-82-** y **-84-** del cono, respectivamente, por los diversos elementos del anillo interior **-86-**, son iguales entre sí. Debe observarse que las distancias oblicuas recorridas por los elementos del anillo exterior **-88-** son más largas que las recorridas por los elementos del anillo interior **-86-**.

A continuación, se hace referencia a la figura 6b, que es una vista frontal esquemática del objetivo **-76-** y de una huella **-90-** y una huella **-91-** formadas por la ojiva **-48-** sobre el objetivo **-76-**, debido a la detonación de la ojiva **-48-**, tal como se ha descrito haciendo referencia a la figura 6a. La huella **-90-** y la huella **-91-** del revestimiento **-62-** y el revestimiento **-63-** (figura 4), respectivamente, sobre el objetivo **-76-** son circulares. El objetivo **-76-** es cortado uniformemente en torno a las circunferencias de las huellas **-90-**, **-91-**.

A continuación, se hace referencia a la figura 6c, que es una vista frontal esquemática del daño final provocado al objetivo **-76-** a causa de la detonación de la ojiva **-48-**, tal como se ha descrito haciendo referencia a la figura 6a. La onda explosiva generada por la carga **-50-** incide sobre la parte del objetivo **-76-** en el interior de la huella **-91-**, creando un boquete en el objetivo **-76-**.

A continuación, se hace referencia a la figura 7a, que es una vista esquemática en sección transversal de la ojiva -48- de la figura 4 poco después de la detonación, a una distancia de separación -CC<sub>4</sub>- respecto al objetivo -92-, en donde el eje -52- de la ojiva -48- está alineado oblicuamente respecto a una superficie del objetivo -92- durante la detonación de la carga -50-. El objetivo -92- es habitualmente un muro de ladrillo. Las distancias oblicuas -LL<sub>2</sub>-, -MM<sub>2</sub>- y -NN<sub>2</sub>-. -OO<sub>2</sub>- recorridas a lo largo de las generatrices de cono -94-, -96-, -98- y -100-, respectivamente, por los diversos elementos de los anillos, no son iguales entre sí.

A continuación, se hace referencia a la figura 7b, que es una vista frontal esquemática del objetivo -92- y de una serie de huellas -102-, -104- formadas por la ojiva -48- sobre el objetivo -92-, en donde la ojiva -48- fue detonada, tal como se ha descrito haciendo referencia a la figura 7a. La huella -102- está formada por el revestimiento -62- (figura 4) y la huella -104- está formada por el revestimiento -63- (figura 4). La huella -102- y la huella -104- tienen forma elíptica, en general. El objetivo -92- está cortado de manera no uniforme en torno a las circunferencias de las huellas -102- y -104-. Por cualquier sección transversal de la ojiva -48- coplanaria con el eje -52-, las distancias oblicuas recorridas por los elementos asociados con la parte anular exterior -60- son más largas que las recorridas por los elementos asociados con la parte anular interior -58-, para cualquier ángulo de separación dado respecto al eje -52-. Por esta razón, se consigue una característica de corte mejor a lo largo de la huella -102- asociada con la parte anular interior -58- que a lo largo de la huella -104- asociada con la parte anular exterior -60-. Específicamente, toda la huella -102- y solamente parte de la huella -104- están cortadas a través del objetivo -92-. El objetivo -92- está perforado en el punto -L<sub>2</sub>- en la huella -104-, que corresponde al revestimiento -62- asociado con la parte anular exterior -60- que impacta en la pendiente oblicua más corta -LL<sub>2</sub>- (figura 7a). Análogamente, el objetivo -92- está perforado a lo largo de las curvas elípticas -L<sub>2</sub>R<sub>2</sub>- y -L<sub>2</sub>S<sub>2</sub>- de la huella -104-. Por otra parte, en el punto -M<sub>2</sub>- sobre la huella -104-, que corresponde al revestimiento -63- de la parte anular exterior -60- que impacta en la distancia oblicua más larga -MM<sub>2</sub>- (figura 7a). Igualmente, a lo largo de las superficies elípticas -M<sub>2</sub>R<sub>2</sub>- y -M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>-, la energía de los fragmentos del revestimiento -63- de la parte anular exterior -60- es insuficiente para perforar el objetivo -92-. En el punto -M<sub>2</sub>- y las proximidades, los fragmentos del revestimiento -63- provocan solamente marcas superficiales. Desplazándose desde el punto -M<sub>2</sub>- hacia los puntos -R<sub>2</sub>- y -S<sub>2</sub>-, respectivamente, la profundidad de las marcas se incrementa gradualmente hasta que en los puntos -R<sub>2</sub>- y -S<sub>2</sub>-, respectivamente, la profundidad de las marcas es suficiente para perforar el objetivo -92-.

A continuación, se hace referencia a la figura 7c, que es una vista frontal esquemática del daño final provocado en el objetivo -92- a causa de la detonación de la ojiva -48-, tal como se ha descrito haciendo referencia a la figura 7a. La onda explosiva generada por la carga -50- incide sobre la parte del objetivo en el interior de la parte perforada de la huella -104-, creando una conexión -106- entre la huella -102- y la huella -104-, creando de ese modo un boquete en el objetivo -92-. Debe observarse que un boquete creado solamente por la huella -102- no es lo suficientemente grande para la utilización requerida, tal como permitir la entrada de personal o de ojivas a través del boquete. Sin embargo, el boquete creado por la combinación de la huella -102- y la huella -104- es lo suficientemente grande para la utilización requerida.

Si la onda explosiva generada por la carga -50-, que incide sobre la parte del objetivo -92- en el interior de la parte perforada de la huella -104-, no consigue anular dicha parte del objetivo -92-, por lo menos la debilitará. En dichos casos, se dirige una ojiva DEFR adicional hacia el objetivo -92-, generando de ese modo huellas adicionales en el objetivo -92- y creando, asimismo, una conexión -106- entre la huella -102- y la huella -104-, abriendo de ese modo una brecha en el objetivo.

Los expertos en la materia apreciarán que la presente invención no se limita a lo que se ha descrito y mostrado en particular, anteriormente. Por el contrario, el ámbito de la presente invención comprende tanto combinaciones como combinaciones secundarias de las diversas características descritas anteriormente, así como variaciones y modificaciones de las mismas que no están en la técnica anterior, las cuales podrían ocurrirse a expertos en la materia tras la lectura de la descripción precedente.



## REIVINDICACIONES

1. Configuración de ojiva para formar un boquete a través de un muro de un objetivo, comprendiendo la configuración de ojiva:

5 (a) una carga (50) de material explosivo, teniendo dicha carga un eje (52) y una superficie frontal (54), comprendiendo dicha superficie frontal dos partes anulares (56) de la superficie que rodean dicho eje, siendo una de dichas partes anulares de la superficie frontal una parte anular interior (58), siendo otra de dichas partes anulares de la superficie frontal una parte anular exterior (60), estando dispuesta dicha parte anular interior entre dicho eje y dicha parte anular exterior, estando configuradas cada una de dichas dos partes anulares de la superficie frontal para presentar un perfil cóncavo visto en sección transversal a través de dicha carga, paralelamente a dicho eje, estando configurada, por lo menos, parte de dicho perfil cóncavo de cada una de dichas dos partes anulares de la superficie frontal, de manera que un vector que sobresale hacia fuera desde dicha parte, en una dirección normal a dicha parte anular de la superficie frontal, se separa de dicho eje; y

10 (b) un revestimiento que comprende un primer revestimiento (62) dispuesto junto a, por lo menos, parte de dicha parte anular interior (58) y un segundo revestimiento (63) dispuesto junto a, por lo menos, parte de dicha parte anular exterior (60), estando configurados dicha carga y dicho revestimiento de manera que, cuando dicha carga es detonada, material procedente de dicho primer revestimiento se conforma en un primer anillo expansivo formado por explosión y material procedente de dicho segundo revestimiento se conforma en un segundo anillo expansivo formado por explosión,

15 en donde dichas partes anulares interior y exterior de la superficie frontal y dicho revestimiento están configurados de manera que, cuando la ojiva es detonada a una distancia de separación respecto a un objetivo con dicho eje alineado oblicuamente a una superficie del objetivo, dicho primer anillo expansivo formado por explosión forma una primera huella de forma elíptica, en general, sobre la superficie del objetivo y dicho segundo anillo expansivo formado por explosión forma una segunda huella de forma elíptica, en general, sobre la superficie del objetivo.

20 2. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que:

(a) se define un primer vector promedio como el vector promedio de dos vectores que sobresalen normalmente hacia fuera desde extremos opuestos de dicho perfil cóncavo de dicha parte anular interior;

25 (b) se define un segundo vector promedio como el vector promedio de dos vectores que sobresalen normalmente hacia fuera desde extremos opuestos de dicho perfil cóncavo de dicha parte anular exterior;

(c) se define un primer ángulo ( $A_1$ ) como el ángulo entre dicho primer vector promedio y dicho eje (52);

30 (d) se define un segundo ángulo ( $A_2$ ) como el ángulo entre dicho segundo vector promedio y dicho eje; y

(e) dicho segundo ángulo ( $A_2$ ) excede dicho primer ángulo ( $A_1$ ) en  $5^\circ$ , por lo menos.

35 3. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que:

(a) dicho primer anillo expansivo formado por explosión presenta un primer trayecto cónico expansivo con un primer ángulo respecto a dicho eje (52);

40 (b) dicho segundo anillo expansivo formado por explosión presenta un segundo trayecto cónico expansivo con un segundo ángulo respecto a dicho eje; y

(c) dicho segundo ángulo excede dicho primer ángulo en 5 grados, por lo menos.

45 4. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dichas dos partes anulares de la superficie frontal son sustancialmente simétricas rotacionalmente en torno a dicho eje (52).

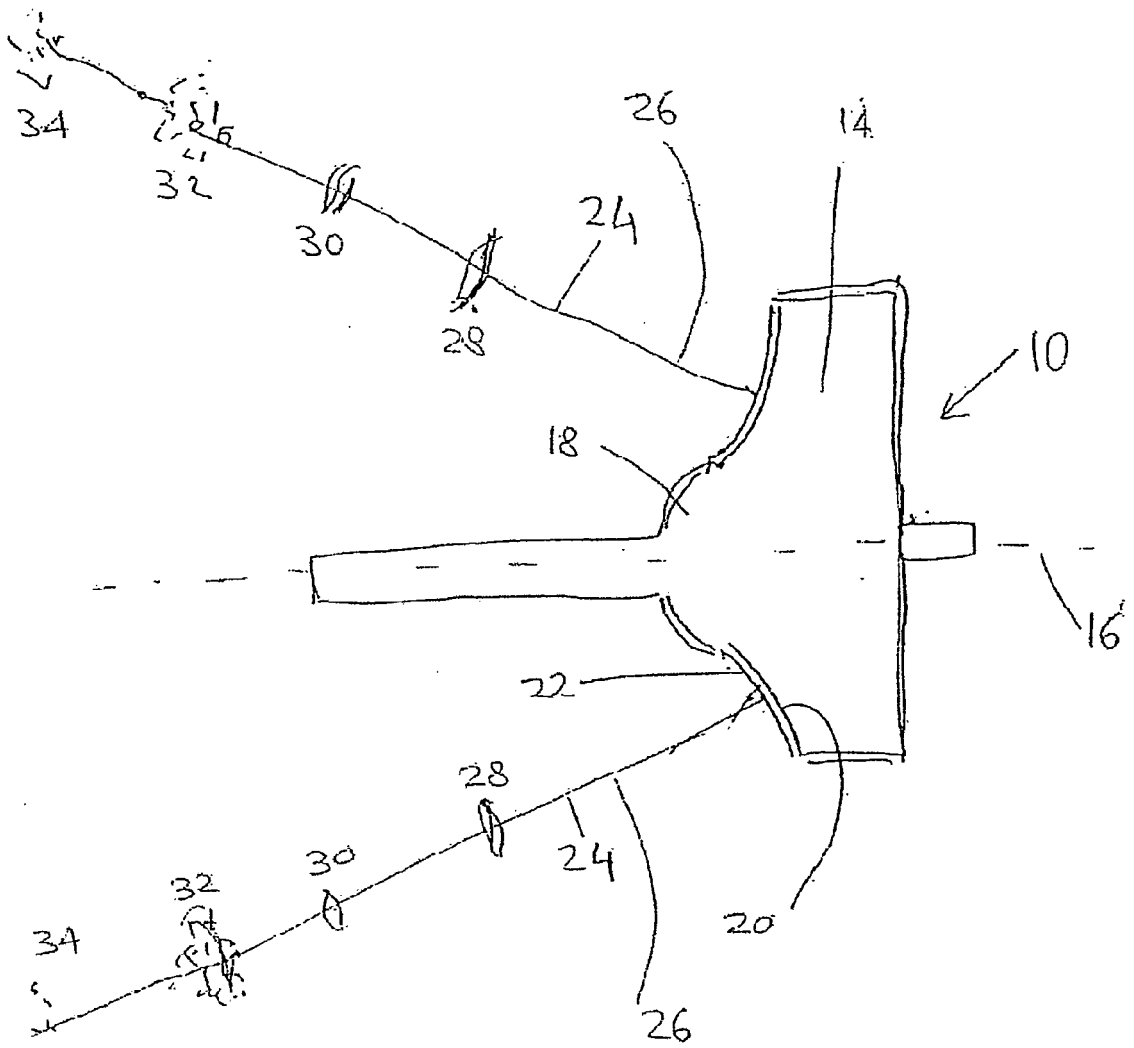
50 5. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicho perfil cóncavo corresponde sustancialmente a un arco de un círculo.

55 6. Configuración de ojiva, según la reivindicación 5, en la que dicho arco corresponde a un ángulo entre  $15^\circ$  y  $90^\circ$  respecto a un centro de curvatura de dicho arco.

60 7. Configuración de ojiva, según la reivindicación 5, en la que dicho arco corresponde a un ángulo entre  $30^\circ$  y  $70^\circ$  respecto a un centro de curvatura de dicho arco.

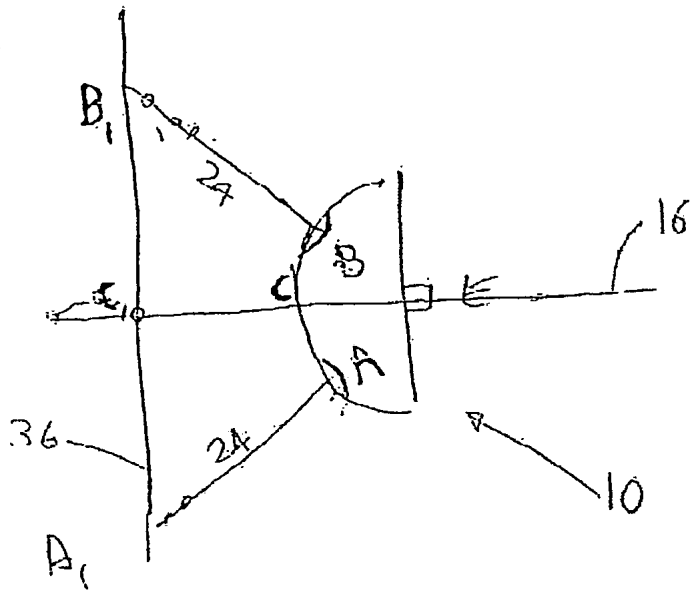
65

8. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicho perfil cóncavo se curva mediante un ángulo entre 15° y 90°.
- 5 9. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicho perfil cóncavo se curva mediante un ángulo entre 30° y 70°.
- 10 10. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dichas dos partes anulares de la superficie frontal corresponden, por lo menos, aproximadamente a dos tercios de la superficie frontal total de dicha carga (50) vista paralelamente a dicho eje (52).
- 11 11. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dichas dos partes anulares de la superficie frontal corresponden, por lo menos, aproximadamente al 90% de la superficie frontal total de dicha carga (50) vista paralelamente a dicho eje (52).
- 15 12. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en el que dicha carga (50) y dicho revestimiento están configurados de manera que la detonación de dicho material explosivo imparte una velocidad a dicho revestimiento de entre unos 1000 y unos 4000 metros por segundo.
- 20 13. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, que comprende además una parte central adyacente a dicho eje central (52) con un perfil curvo convexo en general.
14. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicha carga (50) comprende entre aproximadamente 1 kg y aproximadamente 3 kg de material explosivo.
- 25 15. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicha carga (50) comprende menos de unos 2 kg de material explosivo.
- 30 16. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, que comprende además un sistema de separación de la detonación que comprende medios para definir una distancia de separación de la detonación de dicha carga (50) respecto al muro.
- 35 17. Configuración de ojiva, según la reivindicación 16, en la que dicho medio para definir una distancia de separación de la detonación comprende una barra de separación que sobresale de dicha superficie frontal sustancialmente paralelamente a dicho eje (52).
- 40 18. Configuración de ojiva, según la reivindicación 1, en la que dicha carga (50) tiene una superficie posterior, comprendiendo además la ojiva una cubierta posterior asociada, por lo menos, con dicha superficie posterior, estando formada dicha cubierta posterior de un material no fragmentable.



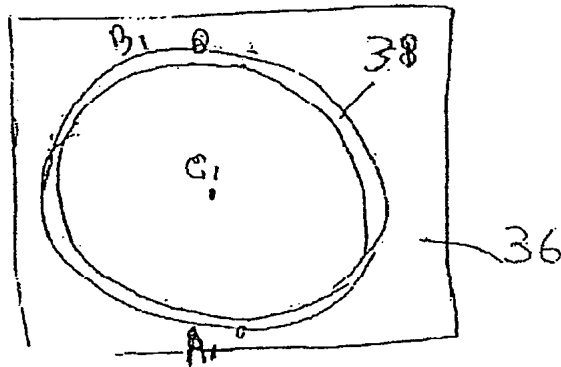
TÉCNICA ANTERIOR

Fig 1



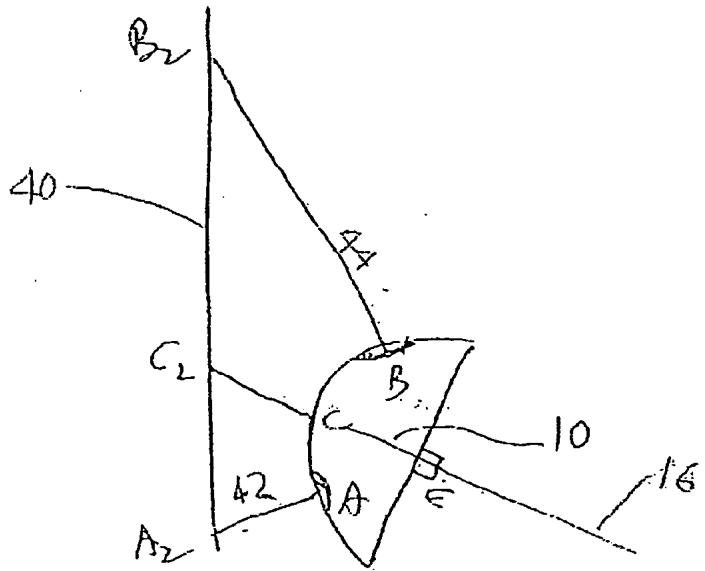
TÉCNICA ANTERIOR

Fig 2 a



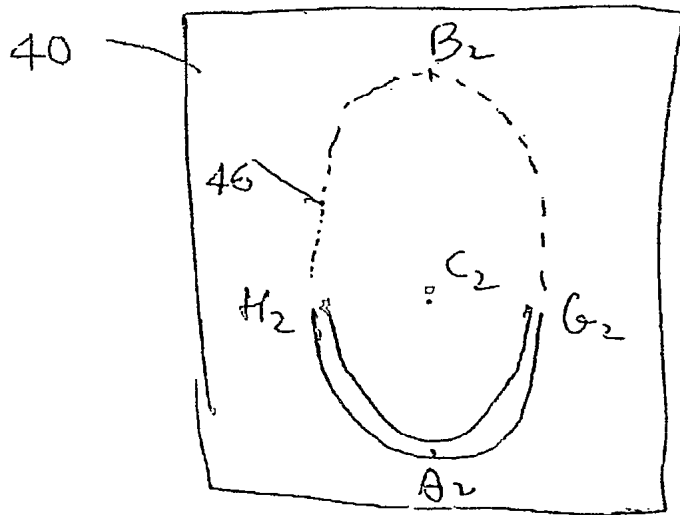
TÉCNICA ANTERIOR

Fig 2 b



TÉCNICA ANTERIOR

Fig 3a



TÉCNICA ANTERIOR

Fig 3b

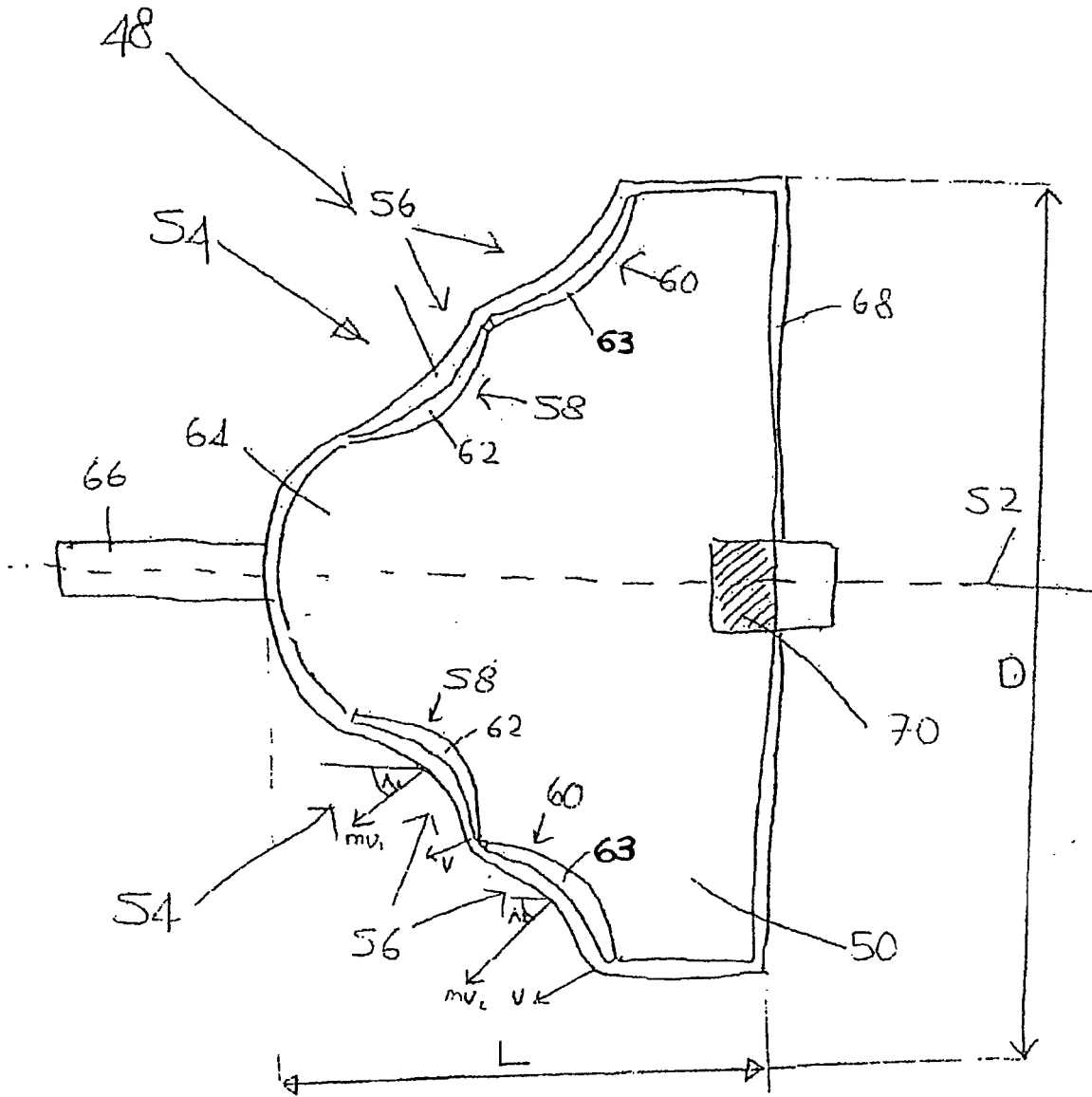
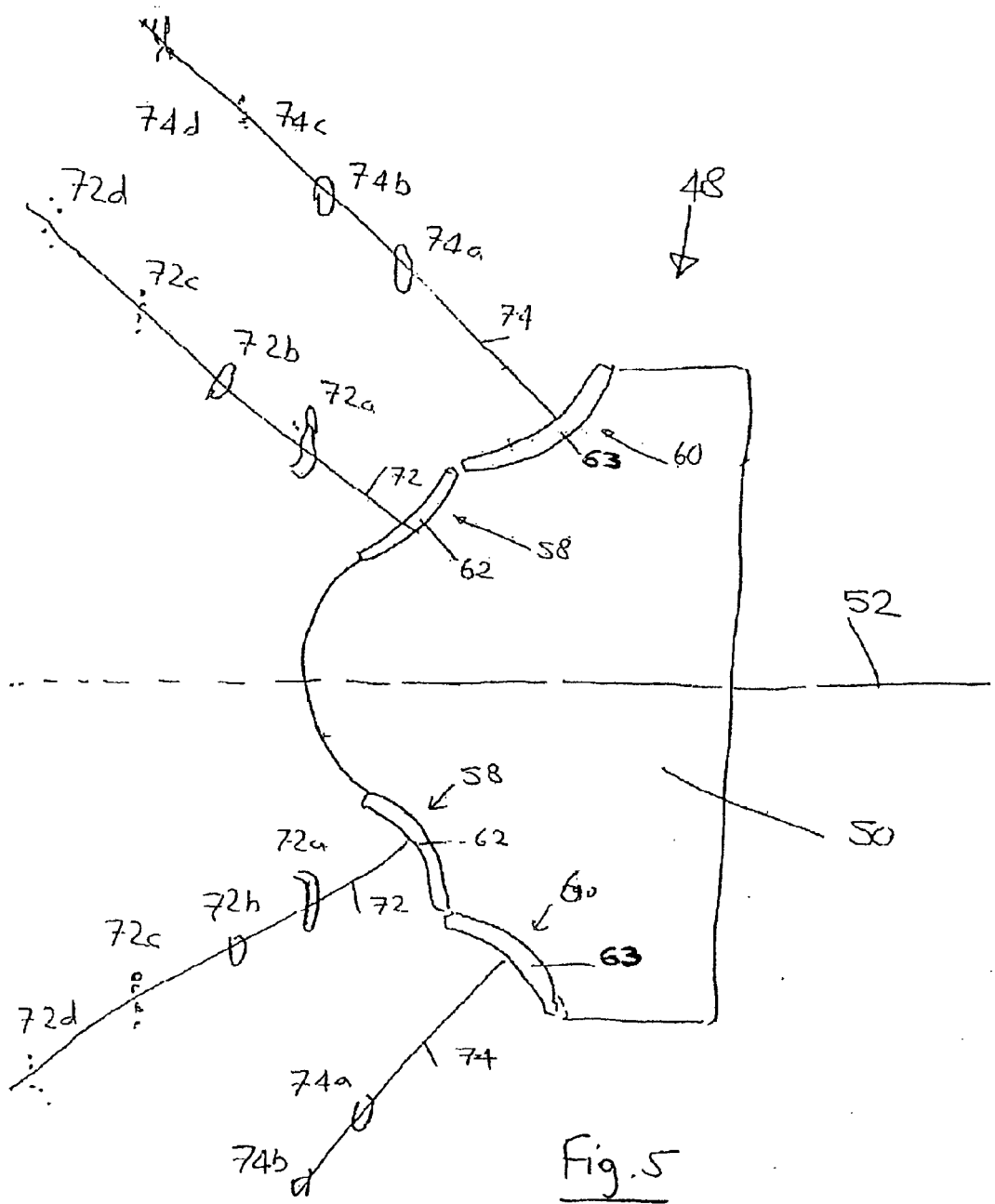


Fig 4



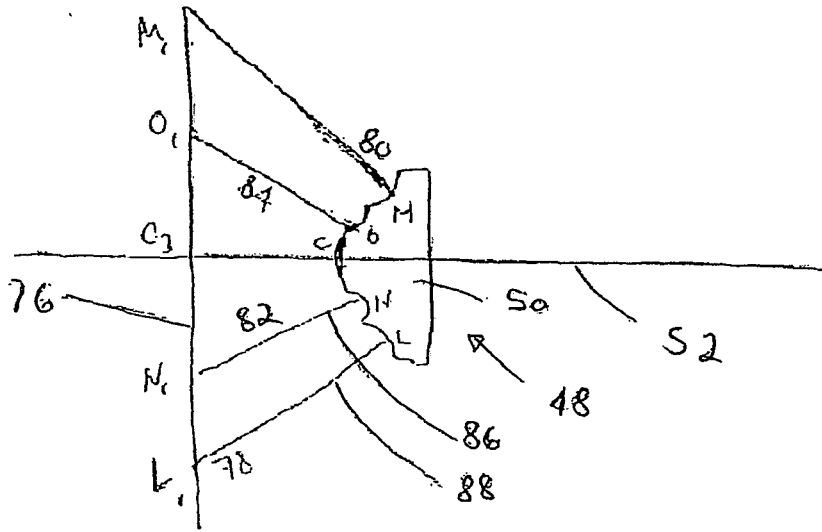


Fig 6a

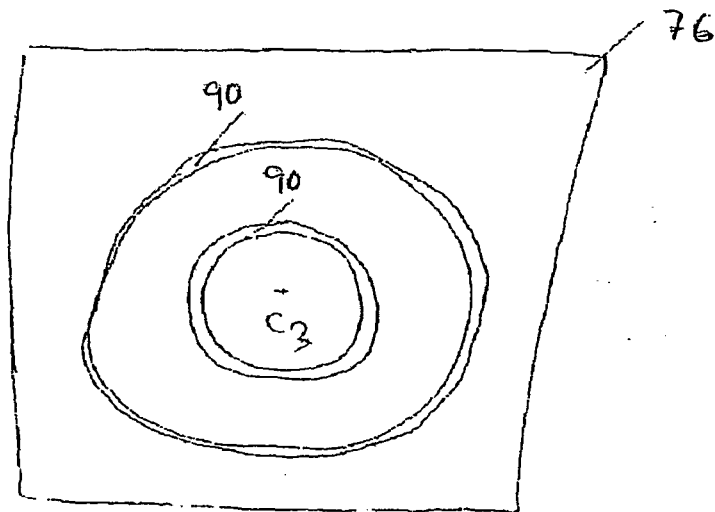


Fig 6b



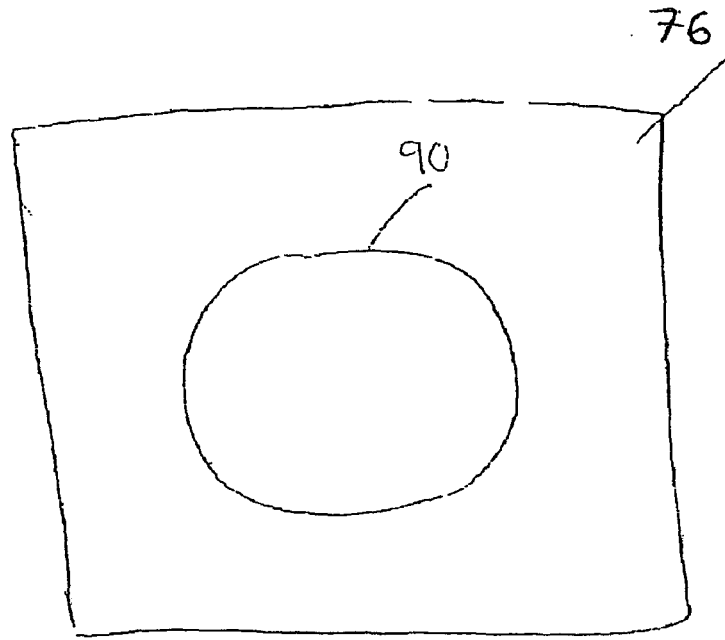
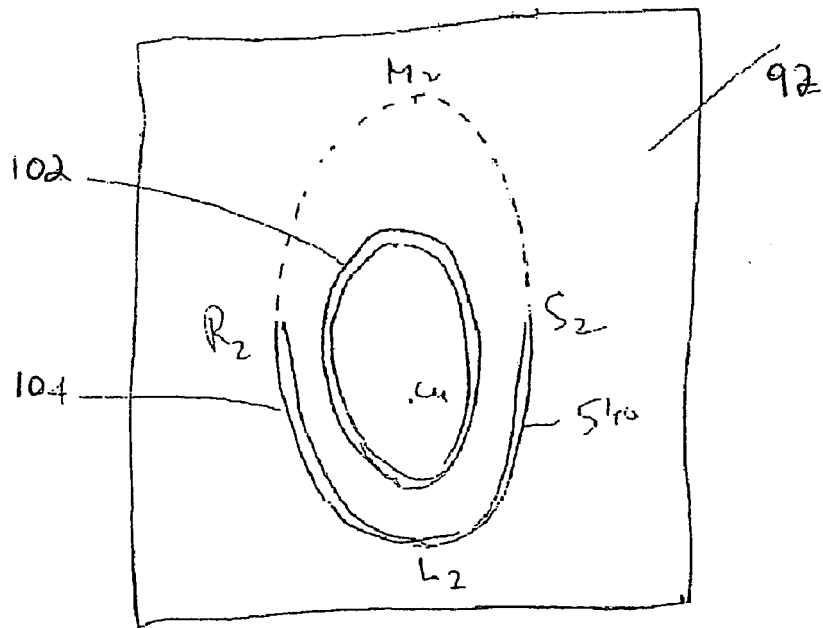
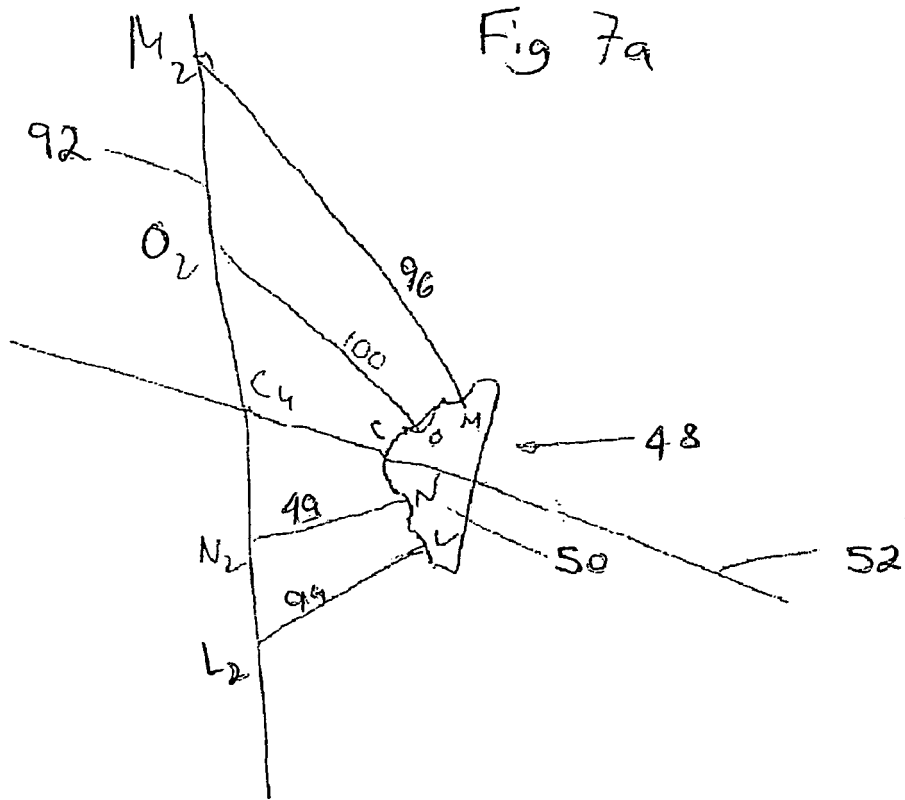


Fig 6c



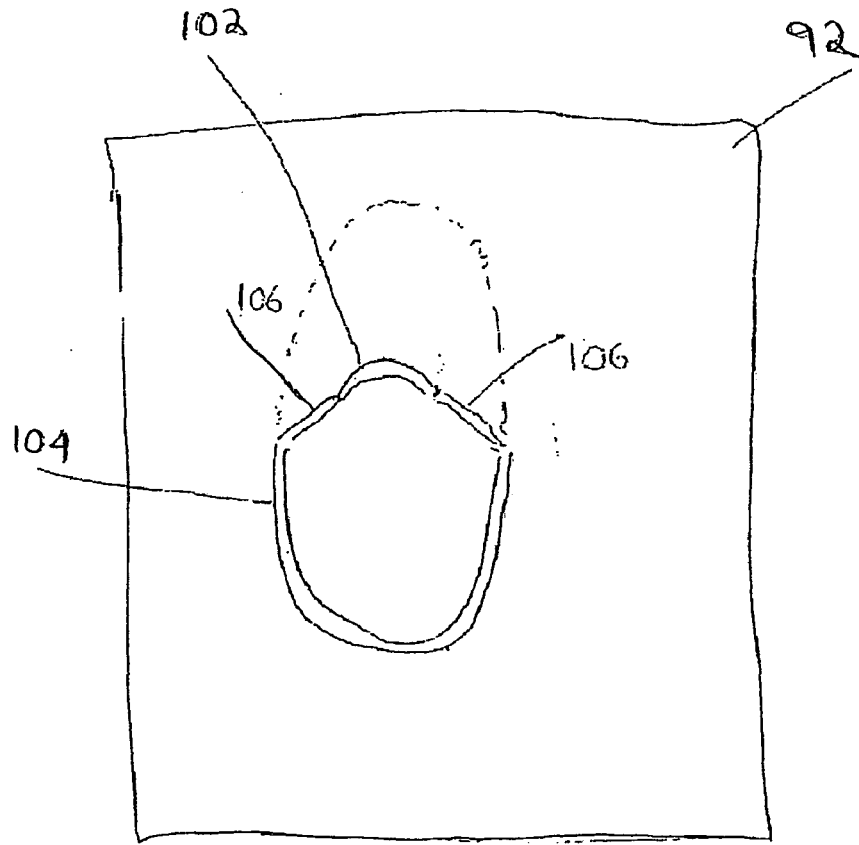


Fig. 7c