(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 786 558**

(51) Int. CI.:

F42B 5/02 (2006.01)
F42B 5/03 (2006.01)
F42B 8/14 (2006.01)
F42B 12/36 (2006.01)
F42B 12/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2016 PCT/IB2016/057423**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17103741**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2016 E 16815946 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3390958**

(54) Título: **Proyectil de fragmentación mejorado y método para su fabricación**

(30) Prioridad:

16.12.2015 US 201562267987 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2020

(73) Titular/es:

RUAG AMMOTEC AG (100.0%)
Uttigenstrasse 67
3602 Thun, CH

(72) Inventor/es:

MUSTER, MICHAEL;
WOLF, JUERGEN;
MEYER, DONALD y
SPATZ, PETER

(74) Agente/Representante:

ARAUJO EDO, Mario

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

Proyectil de fragmentación mejorado y método para su fabricación

La invención se refiere a un método de producción de un proyectil de fragmentación de densidad media a alta según la reivindicación 1. Dicho proyectil aparece descrito en el documento EP0088898 A1.

Los proyectiles que se fragmentan de manera específica dentro del objetivo son denominados proyectiles de fragmentación. Este tipo de proyectil es conocido a partir del documento EP -B1- 1 196 734 y presenta grandes rebajes en su punta, los cuales resultan desventajosos desde el punto de vista aerodinámico. Se intenta cerrar los rebajes formados como orificios en la punta por medio de cubiertas, tapones, etc. de modo que se mejore la aerodinámica, pero esto genera asimetrías. Estas asimetrías demuestran ser particularmente desventajosas en objetivos blandos, donde se producen movimientos de volteo y efectos de fragmentación no deseados que a su vez pueden causar lesiones graves y/o daños colaterales.

El documento US -A1- 2006/0054047 divulga un proyectil de energía cinética polivalente con una cavidad frontal y proyectiles secundarios de materiales dúctiles pesados con ajuste parcial de forma. La finalidad de este proyectil es aumentar el efecto de propagación en el objetivo, así como la capacidad de penetrar en un objetivo monobloque. Principalmente, este objeto es utilizado como munición de a bordo y, en general, para armas de gran calibre. No puede ser adaptado a misiones especiales, por ejemplo, para acciones policiales, objetivos de caza o subacuático, etc.

Una bala fragmentable con camisa de cobre (documento US -PS- 6.024.021) utiliza núcleos de plomo de forma irregular presionados unos contra otros. Cuando impactan sobre objetivos blandos, los núcleos generan fragmentos de forma aleatoria, que pierden su energía cinética poco después del impacto. Este tipo de proyectil resulta útil únicamente contra objetivos muy blandos y este provocaría daños graves, en caso de ser usado contra humanos o animales.

Otro proyectil de fragmentación es conocido a partir del documento EP -A1- 0 088 898, el cual cuenta con una cavidad frontal cerrada por una tapa cónica. Los elementos nucleares están centrados en una carcasa, que se atornilla para permitir que los elementos nucleares queden con ajuste aproximado de forma. Sin embargo, el acoplamiento por atornillamiento es inestable a altas aceleraciones y resulta desventajoso en términos aerodinámicos. Su uso está limitado a objetivos fuertemente armados.

Además, un proyectil fragmentable (documento US -PS- 4.603.637) está diseñado para la práctica de tiro. Varias porciones de secciones cilíndricas con conos frontales están hechas de material polimérico y están apiladas conjuntamente y se descomponen de manera indefinida al impactar. Este tipo de objeto no puede usarse para misiones militares o policiales.

Un proyectil de subcalibre con un sabot desechable es conocido a partir del documento EP -A2- 0 989 381. Se dispone una pluralidad de discos, uno detrás del otro y pegados mediante adhesivos poliméricos. Esta tecnología también da como resultado fragmentos que no están definidos de forma reproducible.

El documento US -B1- 9.212.876 se refiere a un proyectil de entrenamiento de gran calibre, hecho de una pieza de acero, provisto de secciones tensionadoras para permitir la fragmentación. Como alternativa, el proyectil está hecho de secciones de acero parcialmente soldadas alrededor de un núcleo central. La finalidad de esta invención consiste en reducir la zona de peligro superficial (“Surface Danger Zone”, SDZ) en áreas de entrenamiento.

Este tipo de proyectil da como resultado únicamente una profundidad de penetración mínima de los fragmentos y no es utilizable para ojivas.

En el documento US -B1- 8.662.001 aparecen representadas ojivas de energía cinética, las cuales utilizan principios hidrostáticos para generar puntos de rotura. Los fragmentos resultantes son relativamente grandes y están dispuestos alrededor de un penetrador central. El movimiento relativo inherente de los fragmentos, al disparar y en el momento del impacto resulta útil para producir grandes daños en edificios o vehículos armados y está limitado a este tipo de operaciones.

Ninguna de las técnicas anteriores mencionadas es universalmente adaptable a diferentes calibres y no puede ser optimizada para misiones especiales en poco tiempo. Además, los documentos de la técnica anterior no divulgan proyectiles que podrían ser aplicados para detener e inmovilizar a humanos y animales sin ocasionar daños graves.

Por lo tanto, el propósito de la presente invención es crear un proyectil que se fragmente en el objetivo de manera controlada en partes predefinidas y además, en caso de que fragmentarse, en fragmentos de cierto tamaño, que sean fácilmente detectables.

Un propósito adicional de la invención es lograr una trayectoria que sea en la mayor medida idéntica a la de un

proyectil completamente encamisado.

Asimismo, en el objetivo se debe depositar un máximo de energía cinética en la medida de lo posible en la superficie del objetivo y, en caso de que sea posible, se debe evitar penetrar completamente el objetivo. La profundidad de penetración del fragmento en objetivos blandos debe poder ser predeterminada, especialmente cuando la munición vuela en el intervalo subsónico.

No se permiten problemas de estabilidad al disparar el proyectil. La fragmentación en fragmentos dentro del objetivo debe realizarse de manera adecuada para el fin de la misión y de manera controlada o guiada. Cuando impacta, el proyectil debe poder actuar de manera sensible frente a un esfuerzo axial hidrodinámico. Asimismo, debería ser posible optimizar la profundidad de penetración de los fragmentos según, por ejemplo, la balística de heridas, así como según los criterios de daños colaterales. Cualesquiera fragmentos residuales deberían ser los mínimos posibles y lo más grandes posible.

Debería ser posible optimizar fácilmente los puntos de rotura predeterminados que son importantes en los proyectiles de fragmentación. Ello de acuerdo con los principios de la mecánica de fracturación moderna.

Con vistas a un desgaste mínimo en el tubo del lanzador o el cañón del arma, la superficie del proyectil debe ser adecuada para la optimización. Además, la superficie del proyectil debe ser optimizable según los principios aerodinámicos.

El calibre de proyectil según la invención debe poder configurable para cualquier cosa, desde pistolas, pasando por armas militares de pequeño calibre (artillería) y armas de caza, hasta de grandes dimensiones. Por medio de las propiedades mecánicas del proyectil, debería ser posible dominar fácilmente las deformaciones de la cola al disparar, así como las deformaciones centrífugas resultantes en el caso de proyectiles estabilizados por rotación, sin perjuicio de los demás objetivos del objeto de la invención.

El procedimiento de fabricación del proyectil de fragmentación debe permitir una alta precisión de la forma del proyectil y presentar las mínimas limitaciones posibles de diseño, de modo que sean posibles incluso formas de proyectil no realizadas hasta ahora. - El procedimiento de fabricación preferible debe ser capaz de realizar diseños de proyectiles orientados a la topología.

Los objetivos anteriores se logran mediante el procedimiento de fabricación según la reivindicación independiente adjunta 1 y mediante el proyectil de la reivindicación independiente adjunta 6.

Un proyectil de fragmentación de acuerdo con la invención está caracterizado por las características de que los fragmentos presentan entre sí un ajuste aproximado de forma para formar un proyectil compacto hasta su impacto en el objetivo. - El término " ajuste aproximado de forma" significa que las distancias entre los fragmentos individuales no superan los 100 µm.

A continuación se discuten desarrollos ventajosos del objeto de la invención.

El proyectil de fragmentación de acuerdo con una realización está diseñado de tal manera que solo un mínimo de conexiones de ajuste de forma están previstas para transmitir la energía cinética al objetivo, y no para llevar a cabo el trabajo de deformación.

De acuerdo con la percepción actual, sonp referibles fragmentos de latón o bronce y/o una aleación de ambos libre de plomo, ya que provocan muy poco desgaste en el tubo del lanzador incluso sin un revestimiento adicional.

Se recomiendan proyectiles de fragmentación en los que los fragmentos se extiendan alrededor de un núcleo de tungsteno o en los que los fragmentos centrales sean de tungsteno y/o de una aleación del mismo en caso de que deba aumentarse la capacidad de penetración.

La fabricación de proyectiles en los que el proyectil comprenda una aleación de acero y en los que la superficie esté revestida resulta económica y no genera problemas excepcionales en el procedimiento de producción.

Los revestimientos de estaño, cobre o una aleación de los mismos han demostrado sobradamente su eficacia en sistemas de armamento.

Una estructura múltiple a modo de armazón de acuerdo con otra realización mejora el efecto de fragmentación deseado en el objetivo.

Una apertura máxima de la cavidad frontal de 0,2 veces el calibre del proyectil es una fracción de lo que es común según la técnica actual y garantiza una aerodinámica y deposición de energía en el objetivo óptimas.

Los fragmentos dispuestos en dirección axial sirven para lograr un buen efecto de fragmentación.

Una estructura en la que los fragmentos estén formados en dirección radial proporciona fragmentos que transmiten un óptimo de energía a la superficie de un objetivo y que penetran el objetivo solo mínimamente.

Las distancias entre los fragmentos que oscilan entre 3 µm y 100 µm resultan aerodinámicamente favorables y garantizan el efecto deseado en el objetivo a pesar de haber pocos puntos de conexión.

Los materiales compuestos son más fáciles de optimizar con respecto a su densidad en comparación con las aleaciones de metal. Esto permite nuevos diseños de proyectiles.

Pueden usarse fácilmente materiales compuestos que contienen cerámicas y/o polímeros para un desplazamiento deseado del punto de gravedad en un diseño de proyectil.

Se ha demostrado que una cavidad que tenga al menos en su área frontal la forma de un triángulo equilátero resulta particularmente adecuada ya que los ángulos agudos de un triángulo equilátero dan como resultado el efecto de muesca máxima y central para la fragmentación en el objetivo.

Un diseño en espiral de la cavidad, de sección transversal triangular, puede servir para la distribución radial de los fragmentos si los fragmentos están formados contra la dirección de rotación del proyectil.

Los proyectiles de energía cinética, en particular balas de dardo, requieren que el desprendimiento de la camisa en vuelo sea lo más reproducible posible. Esto es posible gracias al diseño en el que la punta de un proyectil de dardo se sitúa en la cavidad.

En principio, todas las realizaciones mencionadas anteriormente son adecuadas para munición de pistola.

Estas realizaciones son adecuadas tanto para munición policial como, adaptadas al efecto del objetivo deseado, para munición militar de pequeño calibre.

De manera análoga a la munición policial, el efecto de objetivo se puede adaptar para proximidad, un aspecto muy importante para los asistentes de vuelo para evitar daños graves en el casco del avión (ventanas, etc.); es la denominada munición “Marshal”.

Se pueden aprovechar combinaciones de las realizaciones anteriores del proyectil de fragmentación en munición de caza perfectamente adecuada, ya que las perforaciones se pueden eliminar gracias a la fragmentación.

Combatir objetivos bajo el agua con proyectiles de fragmentación es una tarea particularmente delicada porque los proyectiles frecuentemente se fragmentan al impactar con la superficie del agua. La materia objeto de la invención puede hacer frente también a este problema mediante un número adecuado de conexiones integrales materialmentre unidas. Como alternativa, se puede usar munición de dardos cuyo cuerpo exterior (fragmentos) se desprenda al impactar con la superficie del agua mientras el dardo sale disparado como un proyectil estabilizado por la cola a través del agua en línea recta.

De manera análoga a la munición de pequeño calibre, la munición de gran calibre puede estar diseñada de modo que la materia objeto de la invención también pueda ser aplicada.

En el caso de proyectiles subsónicos, por ejemplo, la textura de la superficie puede estar estructurada con la intención de reducir la resistencia al flujo, véase el documento WO -A1- 2013/020976. Asimismo, la punta del proyectil puede estar provista de un pequeño amortiguador de vibraciones; véase el documento EP -A2- 2 314 980.

Mediante métodos y equipos de fabricación convencionales, producir los diseños basados en la topología descritos anteriormente no resulta posible en absoluto o solamente en combinatción con desventajas notables. Por otro lado, un procedimiento de fabricación de "fabricación aditiva" (“additive manufacturing”, AM) resulta perfectamente adecuado para tales diseños.

Desde el punto de vista actual, la producción del proyectil por medio de "deposición directa de metal" (“direct metal deposition”, DMD) con "alimentador múltiple de polvo" (“Multipowder Feeder” y mediante "fabricación por pulverización de polvo con láser" (“Laser Powder-Spray Manufacturing”, LPM) permite aumentar el ritmo de producción y disminuir los costes de producción en comparación con otros métodos.

Todos los procedimientos de fabricación aditiva (AM) permiten llevar a cabo un acabado mecánico posterior, si corresponde, resultando particularmente ventajosos al parecer aquellos en los que, antes de ser encajado en un cartucho, el proyectil es pulido mediante molido y/o acabado de barril.

Para la formación de huecos según el procedimiento en el que la fuente de radiación o alimentación entre los fragmentos que se van a formar se apaga durante una duración tal que, del polvo de metal o de cerámica o de

polímero alimentado o existente, 1 a 6 granos no son derretidos ni sinterizados.

A continuación se muestran y describen realizaciones ilustradas esquemáticamente. Estas pueden ser producidas mediante fabricación aditiva (AM):

Fig. 1 muestra un proyectil subsónico con su cartucho y propulsor en donde el proyectil se segmenta y se fragmenta en tres partes longitudinales al impactar,

Fig. 2 muestra, como alternativa, un proyectil subsónico que está segmentado para fragmentarse al impactar en tres partes orientadas rotacionalmente,

Fig. 3 muestra el proyectil de la figura 1 visto desde arriba en la dirección A, con sus tres segmentos orientados longitudinalmente,

Fig. 4 muestra la estructura esquemática de un desarrollo adicional de un proyectil según la figura 1,

Fig. 5 muestra una variante implementada de un proyectil según la figura 4 en presentación seccionada, compuesto de diferentes materiales,

Fig. 6 muestra la disipación de energía de un proyectil inventivo en relación con la técnica anterior,

Fig. 7 muestra la velocidad de un proyectil inventivo frente a la técnica anterior,

Fig. 8 muestra la fragmentación de un proyectil inventivo,

Fig. 9 muestra la fragmentación de un proyectil convencional,

Fig. 10 muestra una munición de dardo en una presentación esquemática para uso subacuático,

Fig. 11 muestra la munición de dardo al impactar con la superficie del agua y

Fig. 12 muestra la munición de dardo en el agua en su camino hacia el objetivo.

En las figuras 1 a 3 se pueden ver dos presentaciones esquemáticas de proyectiles subsónicos 1, 1' con sus cartuchos 2, del tipo destinado a munición de pequeño calibre para intervenciones policiales. Los cartuchos 2 están provistos de la manera conocida de una carga propulsora 3, una carga de ignición 4 y una espoleta 5.

La presentación en la figura 3 muestra que una cavidad triangular 7 sigue los tres segmentos F_A, F_B, F_C. Los segmentos F_A, F_B, F_C están unidos entre sí mediante conexiones integrales de unión material por los puntos marcados 6, para que después de disparar el proyectil 1 hasta su impacto en el objetivo, permanezcan unidos como un cuerpo compacto con buenas propiedades de vuelo.

En el momento del impacto sobre el objetivo, los segmentos F_A, F_B, F_C se fragmentan y se extienden sobre una gran área del objetivo. Este tipo de munición podría dispararse, por ejemplo, contra un vehículo a la fuga para que pierda su combustible y/o el aire de sus neumáticos.

Como alternativa a la figura 1, el proyectil 1' según la figura 2 está dividido en tres segmentos radiales F1, F2, F3. Durante su vuelo, este proyectil 1' se mantiene unido nuevamente por la conexión integral de unión material por los puntos 6.

Una flecha en la figura 2 apunta a un punto de conexión 6, visto en una escala ampliada junto al proyectil 1'. Este punto de conexión 6 actúa como separador entre los segmentos adyacentes F1 y F2.

Este tipo de proyectil también podría ser disparado en una intervención policial contra personas a la fuga, ya que puede transmitir un máximo de energía a la superficie de un cuerpo y, de este modo, derrumbar a la persona a la fuga.

Estas formas de proyectil se pueden producir con precisión mediante fabricación aditiva (AM). La cavidad 7 en la figura 1 tiene una longitud de borde del 0,1 del calibre, mientras que las hendiduras 8 entre los fragmentos F_A, F_B, F_C (véase la figura 3) son de 50 µm cada una. El proyectil de la figura 2 presenta hendiduras en forma de casquete 8 de 10 µm cada una entre los segmentos F1, F2 y F3. A su vez, estas pequeñas hendiduras pueden ser producidas mediante AM apagando la fuente de radiación específica y temporalmente durante el procedimiento de AM. Por el contrario, al devolver el suministro de energía a la fuente de radiación, los materiales generalmente en polvo se funden junto con los fragmentos a conectar por los puntos de conexión deseados 6.

Las hendiduras entre los segmentos pueden variar. Debido al gran impulso a la hora de disparar, por ejemplo, se

recomienda seleccionar hendiduras menores en la sección de cola del proyectil y hendiduras mayores en la sección frontal. Es más, las formas de los segmentos pueden ser combinadas entre sí según los principios de la figura 1 y la figura 2. De igual modo, las hendiduras no tienen que extenderse en paralelo y/o los puntos de conexión pueden estar distribuidos de manera no simétrica. Esto último sirve para influir sobre la dirección de vuelo y la penetración de segmentos definidos. En el objetivo, también las partes de los segmentos se fragmentan en fragmentos más pequeños. La libertad de elección del material para los fragmentos es casi ilimitada. Tal y como se indica en la figura 4 mediante diferentes sombreados, el tipo de material puede cambiar de segmento a segmento o también dentro de un segmento. Con todas sus variables de diseño, el objeto de la invención puede ser adaptado al efecto deseado en el objetivo. Asimismo, la AM ofrece la posibilidad de desarrollar proyectiles personalizados para el propósito de la aplicación, la estrategia y la doctrina de intervención, todo esto en el menor tiempo posible. Un beneficio adicional es que el proyectil se puede diseñar para nuevas tareas a corto plazo, por ejemplo para combatir el terrorismo, sin necesidad de cambiar los métodos de producción.

El concepto según la figura 4 muestra un proyectil 1 de bronce de calibre 7,62 que, al ser disparado, se acelera con un impulso I y abandona el cañón de un rifle todavía como un proyectil compacto en la dirección de vuelo F_0. Los segmentos aparecen denotados nuevamente como F1 a F3 y la cola 10 está notablemente ahusada. Una cavidad interior triangular 11 se extiende sobre la mayor parte de la longitud del proyectil, mientras que una cavidad menor 12 en la parte frontal del proyectil tiene una función de rotura en objetivo para los segmentos F1 a F3. Las vistas C y D en sección transversal divulgan el tamaño y la relación de las hendiduras y muestran la fragmentación posterior a los segmentos $F3_1$, $F3_2$ y $F3_3$; $F2_1$, $F2_2$ y $F2_3$. El segmento F1 forma fragmentos análogos. Las conexiones integrales de unión material 6 son claramente apreciables entre los elementos individuales (segmentos) y sus dimensiones en relación con el calibre.

De particular importancia es la forma de las cavidades 11 y 12, en sus triángulos equiláteros de sección transversal con ángulos agudos de 60°, lo que da como resultado un factor de muesca alto para que quede garantizada por la mecánica de fractura una fragmentación impecable. Estas formas no pueden ser producidas por medio de equipos y herramientas de mecanizado convencionales. Los procedimientos correspondientes se describen a continuación.

En la figura 5 se muestra una forma real de proyectil; los segmentos en la misma sección están denotados nuevamente como F1 a F3, y también están indicadas las conexiones integrales de unión material 6. Aquí se puede ver que el ángulo de las hendiduras 8 formadas entre los segmentos F2 y F3 es menor que el formado entre los segmentos F1 y F2. Este diseño ayuda a transferir el impulso I al punto frontal del proyectil 1, aumentando de este modo su profundidad de penetración.

Además, los segmentos de este proyectil 1 están hechos de diferentes materiales, es decir, metales con diferentes propiedades físicas como tales propiedades de densidad específica, de dureza, propiedades de deslizamiento, etc. Esto permite una adaptación del proyectil en cuanto a la eficacia prevista en el objetivo.

El diagrama de la figura 6 muestra la disipación de energía medida en Jules por cm en función de la profundidad de penetración en jabón balístico a una distancia de 200 m. Los resultados del proyectil de fragmentación de la invención de calibre 7,62 están indicados con AM y se muestran como una línea continua, mientras que los resultados de un proyectil del mismo calibre según el estado de la técnica están indicados como técnica anterior y se muestran como una línea discontinua.

Es evidente que, en comparación con el proyectil según la tecnología del estad de la técnica, el proyectil inventivo indicado con AM muestra una disipación de energía aproximadamente tres veces mayor con las amplitudes correspondientes a una distancia de disparo de 200 m.

También son notables los valores de pico del proyectil inventivo a una profundidad de penetración de 8 a 13 cm.

Las trayectorias de los dos proyectiles se muestran de manera análoga en la figura 7. Cabe destacar que los dos proyectiles, después de una velocidad de disparo idéntica v_0 de 320 m/s, muestran velocidades finales muy diferentes después de una distancia de 200 m: AM = 294 m/s frente a solo 244 m/s del proyectil con tecnología del estado de la técnica.

La distribución de fragmentos de un proyectil de fabricación aditiva AM según la invención está caracterizada por pocos fragmentos F grandes y fácilmente extraíbles, tal y como se muestra en la figura 8.

La figura 9, por otra parte, muestra, según el estado de la técnica, una pluralidad de pequeños fragmentos S que o bien no se pueden extraer en absoluto o se pueden extraer pero con dificultad, al estar esparcidos por un área amplia.

Por razones gráficas, los fragmentos F y S en las figuras 8 y 9, respectivamente, e muestran en un plano, aunque en realidad están distribuidos radialmente en la dirección en la que entraron en el objetivo.

El ejemplo analizado de un proyectil, fue producido como un prototipo mediante impresión 3D aplicando el

procedimiento de tecnología de rayo láser de lecho de polvo (“Powder Bed Laser Beam”, LBM). Está hecho de 77,0 % de Cu, 14,7 % de Ni, 6,8 % de Sn, 1,5 % de P (porcentaje en peso) con un tamaño de grano de 53 µm al 99 %.

Las figuras 10 a 12 están destinadas a describir una posible aplicación especial. Según la figura 10, un proyectil 1" es disparado a velocidad v, por encima de una superficie de agua contra un objetivo subacuático. Una flecha o dardo 13 está situada en el espacio hueco central 9 del proyectil formado por los segmentos F1.

El proyectil 1" impacta con la superficie del agua a la velocidad v', figura 11. Los segmentos F1 se fragmentan en el momento del impacto. La flecha 13 ahora penetra en el agua, figura 12, y se dispara, estabilizada por su cola 14, en línea recta hacia su objetivo.

En comparación con los métodos de diseño convencionales y sus limitaciones asociadas técnicas relativas al material y relativas a los equipos, los diseños orientados a la topología permiten formas de proyectiles básicamente nuevas con funciones y efectos específicos y mejorados.

Todos los diseños divulgados aquí pueden fabricarse sin necesidad de herramientas especiales, directamente por medio de diseño asistido por ordenador (“Computer Aided Design”, CAD) en el sentido de fabricación integrada por ordenador (“Computer Integrated Manufacturing”, CIM) y ser producidas eficientemente en pequeñas series. El resumen que se ofrece a continuación permite al experto en la materia habitual, seleccionar el procedimiento de producción adecuado para la aplicación disponible y hallar la maquinaria adecuada.

Fabricación de proyectiles según la invención

El nuevo diseño exige un tipo especial de fabricación. En la actualidad se prevén tecnologías de impresión 3D en metal. La terminología respectiva se aplica de muchas maneras diferentes, usándose diferentes nombres por diferentes fabricantes de equipos. Las normas y la estandarización están por llegar. Tres tipos principales de tecnologías de impresión 3D son:

1. Tecnología de rayo láser de lecho de polvo (“Powder Bed Laser Beam Technology“, LBM)
2. Tecnología de haz de electrones de lecho de polvo (“Powder Bed Electron Beam Technology”, EBM)
3. Tecnología de pulverización en polvo con láser/haz de electrones (“Powder Spray Laser/Electron Beam Technology”, LFM/EFM)

La LBM ofrece alta precisión y baja rugosidad de las superficies y se utiliza principalmente para producir cavidades internas complejas. - La velocidad de producción es baja.

La EBM es más rápida que la LBM; da como resultado menores tensiones térmicas debido al precalentamiento del polvo. - La textura resultante es relativamente rugosa y las cavidades internas complejas actualmente no son posibles.

La LFM/EFM permite la producción de piezas grandes también. - En particular, la EFM exige la producción en vacío o en atmósfera de helio; el equipo y el mantenimiento son costosos. Tanto la LFM como la EFM en la actualidad no permiten estructuras complejas ni influyen en las propiedades del material en diferentes capas de producto, y son menos precisas que los dos métodos anteriores. El desarrollo posterior de la tecnología de metalización convencional (chorro de metal, “metal jet”) a deposición directa de metal (DMD) con alimentador en polvos múltiples y a fabricación por pulverización de polvo con láser (LPM) parece ser muy prometedor para la AM de grandes cantidades también de pequeños productos tales como proyectiles de pequeño calibre.

Como resultado de la gran cantidad de proyectiles necesarios, solo la fabricación aditiva (AM) parece ser apropiada. La fusión selectiva por láser (“Selective Laser Melting”, SLM), un método que pertenece a la LBM citada anteriormente, permite usar una amplia gama de materiales en polvo, por ejemplo, a base de hierro, níquel, aluminio, titanio y también de latón y aleaciones de bronce en una atmósfera de argón o nitrógeno. Generalmente, las aleaciones con bajo punto de fusión y presión de vapor pueden obstruir los dispositivos ópticos de los equipos y, por lo tanto, necesitan un cuidado especial. Debido a reflejos y baja absorción de energía, los sistemas de láser convencionales no están recomendados para la fabricación aditiva de diseños con aleaciones de cobre; los láseres de pulso azul y verde recientemente desarrollados parecen ser más adecuados.

Básicamente, todos los métodos de AM son aplicables a nuevos diseños de proyectiles. Dicho de otro modo, los nuevos métodos de fabricación con tecnología de materiales mejorada permiten nuevos diseños y cálculos precisos de carga y simulaciones por ordenador mediante el uso de métodos de mecánica de fracturación. Las texturas materiales de las propiedades requeridas (micrografías metalográficas) podrían diseñarse y realizarse para necesidades especiales. Sería posible combinar o integrar diferentes métodos de AM en el mismo equipo o en diferentes etapas de fabricación.

El conformado convencional de metal por corte, por ejemplo, mediante molido o acabado de barril (Trowalisieren®,

marca registrada de Walther Trowal GmbH & Co. KG, D-42781 Haan) se puede añadir fácilmente a la AM.

Las tecnologías actuales de AM están limitadas a cantidades de hasta 3.000 piezas, debido a costes y equipos. Los expertos esperan que la demanda de grandes cantidades, como la de proyectiles, se produzca adecuadamente a costes apropiados después del año 2025.

Lista de designaciones

1, 1'	Proyectiles
1"	Proyectil para objetivo subacuático
2	Cartucho
3	Carga propulsora
4	Carga de ignición
5	Espoleta
6	Puntos de conexión
7	Cavidad, triangular (Δ)
8	Hendidura
9	Espacio hueco
10	Cola de 1
11	Cavidad interna (central, triangular)
12	Cavidad menor (frontal)
13	Dardo (proyectil subacuático)
14	Cola (estabilización de proyectil subacuático)
AM	Fabricación aditiva/proyectiles de la invención
d	Distancia
I	Impulso
F, S	Fragmentos (en jabón)
F_A, F_B, F_C	Segmentos alineados longitudinalmente
Pd	Profundidad de penetración
v_0	Velocidad de disparo
v	Velocidad de vuelo
v'	Velocidad de vuelo momentáneo
F_0	Dirección de vuelo (después de abandonar el cañón del rifle)
Vista C--C y D—D	cortes horizontales

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un proyectil de fragmentación (1-1") que consiste parcialmente en segmentos (F_A, F_B; F1-F3) definidos con ajuste aproximado de forma, de densidad media a alta, que tienen puntos de conexión (6) entre segmentos (F_A, F_B/F1-F3) consecutivos orientados longitudinalmente y/o radialmente, estando dichos segmentos (F_A, F_B; F1-F3) y puntos (6) producidos mediante fabricación aditiva (AM), de modo que los segmentos (F_A, F_B; F1-F3) presentan ajuste aproximado de forma y unidad material parcial para mantenerse unidos formando un proyectil compacto (1-1") hasta su impacto en el objetivo.

2. Procedimiento para la producción de un proyectil de fragmentación (1-1") según la reivindicación 1, caracterizado por que el proyectil (1-1") es producido mediante un proceso de „tecnología de rayo láser de lecho de polvo" (“Powder Bed Laser Beam Technology”, LBM), en el que se crean hendiduras (8) con la fuente de radiación apagada temporalmente durante una duración tal que, del polvo de metal o de cerámica o de polímero alimentado o existente, 1 a 6 granos no son derretidos ni sinterizados.

3. Procedimiento para la producción de un proyectil de fragmentación (1-1") según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el proyectil (1-1") es producido mediante el proceso de „tecnología de rayo láser de lecho de polvo" (“Powder Bed Laser Beam Technology”, LBM) con un tamaño de grano de 53 µm al 99 %, que consiste en 77,0 % de Cu, 14,7 % de Ni, 6,8 % de Sn y 1,5 % de P (porcentaje en peso).

4. Procedimiento para la producción de un proyectil de fragmentación (1-1") según la reivindicación 1, caracterizado por que el proyectil (1-1") es producido mediante "deposición directa de metal" (“Direct Metal Deposition”, DMD) con "alimentador en polvos múltiples" (“Multipowder Feeder”) y/o "fabricación por pulverización de polvo con láser" (“Laser Powder-Spray Manufacturing”, LPM).

5. Procedimiento para la producción de un proyectil de fragmentación (1-1") según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, antes de ser encajado en un cartucho (2), el proyectil (1-1") es pulido mediante molido y/o acabado de barril.

6. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según las reivindicaciones 1 a 4, con segmentos (F_A, F_B, F_C; F1-F3) definidos con ajuste aproximado de forma, de densidad media a alta, caracterizado por que segmentos consecutivos (F_A, F_B, F_C; F1-F3) presentan una ajuste aproximado de forma con hendiduras (8) en el rango entre 3 µm y 100 µm, preferiblemente entre 8 µm y 10 µm, y que con puntos de conexión (6) con unidad material parcial forman un proyectil compacto hasta su impacto en el objetivo.

7. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 6, caracterizado por una cavidad frontal (7) y puntos (6) entre segmentos definidos (F_A, F_B, F_C), en el que los segmentos (F_A, F_B, F_C) presentan ajuste aproximado de forma unos con otros para formar un proyectil compacto hasta su impacto en el objetivo.

8. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 7, caracterizado por que la cavidad (7) tiene al menos en su área frontal la forma de un triángulo equilátero, y/o presenta al menos en un segmento frontal (F1) forma espiral en dirección opuesta a la rotación del proyectil (D) y/o presenta una apertura máxima de 0,2 veces el calibre del proyectil.

9. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 6, caracterizado por que los segmentos (F_A, F_B, F_C; F1-F3) son de latón o bronce y/o una aleación sin plomo de ambos, y/o se extienden alrededor de un dardo (13) de tungsteno o por segmentos centrales son de tungsteno y/o una aleación del mismo y/o por que el proyectil (1-1") es de en una aleación de acero y por que su superficie está revestida, en donde particularmente el revestimiento es de estaño, cobre o una aleación de los mismos.

10. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 6, caracterizado por que los segmentos (F_A, F_B, F_C; F1-F3) forman un armazón de al menos dos partes, permaneciendo dicho armazón (F_A, F_B) unido hasta el impacto en el objetivo y presentando una resistencia a la fractura decreciente hacia la punta (F1).

11. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 6, caracterizado por que al menos una parte de los segmentos son de un material compuesto, conteniendo el material compuesto particularmente cerámica y/o polímeros.

12. Proyectil de fragmentación (1-1") producido mediante fabricación aditiva (AM) según la reivindicación 7, caracterizado por que en la cavidad (7) está situada la punta de un proyectil de dardo.

13. Uso de un proyectil (1-1") según al menos una de las reivindicaciones 6 a 11 como munición de pistola o munición de policía o munición militar de pequeño calibre o munición para fines de caza.

14. Uso de un proyectil (1-1") según al menos una de las reivindicaciones 6 a 11 como munición de mortero o de artillería.

15. Uso de un proyectil (1-1") según la reivindicación 12 como munición para objetivos subacuáticos.

Fig. 1

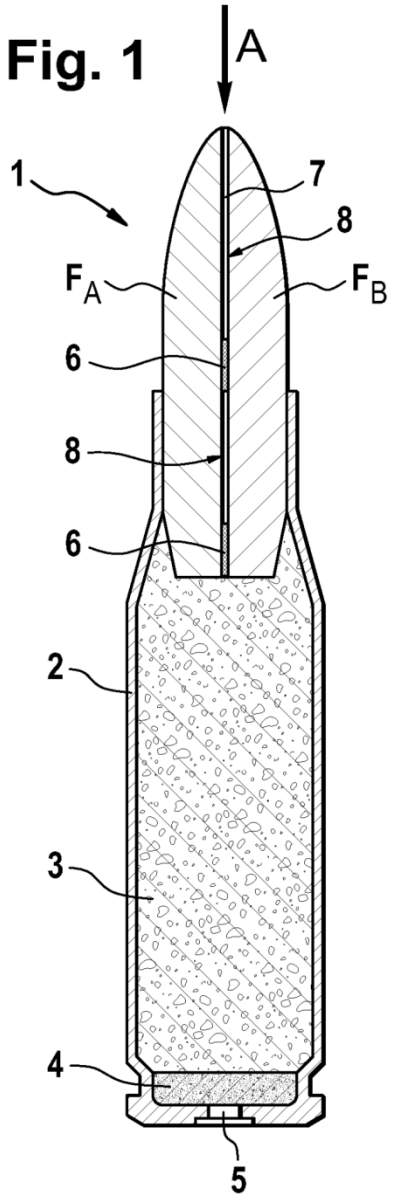

Fig. 2

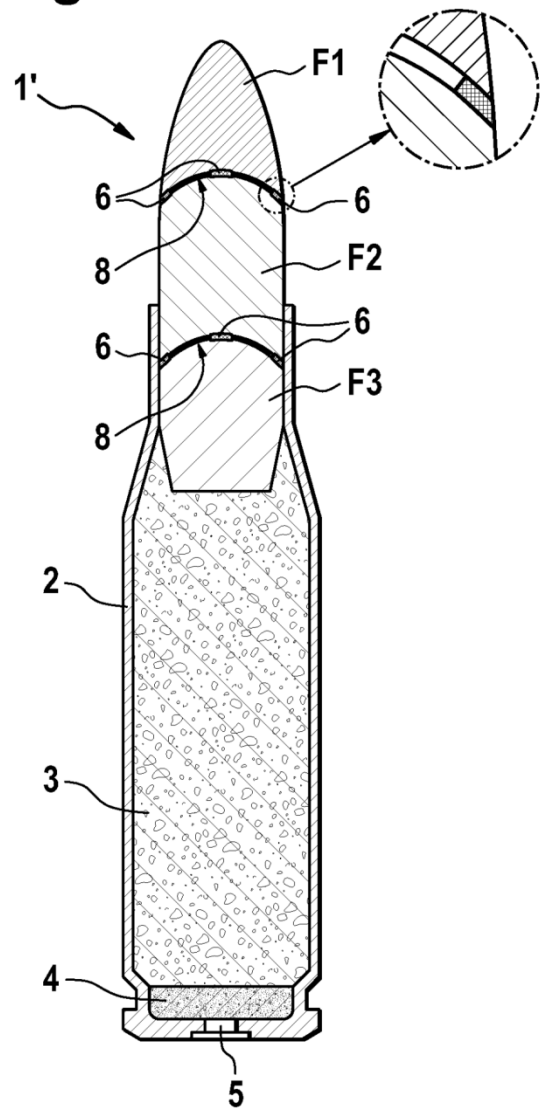

Fig. 3

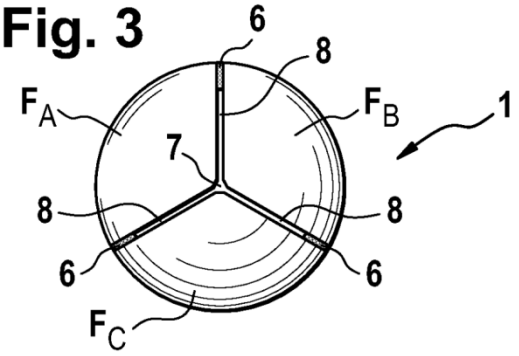

Fig. 4

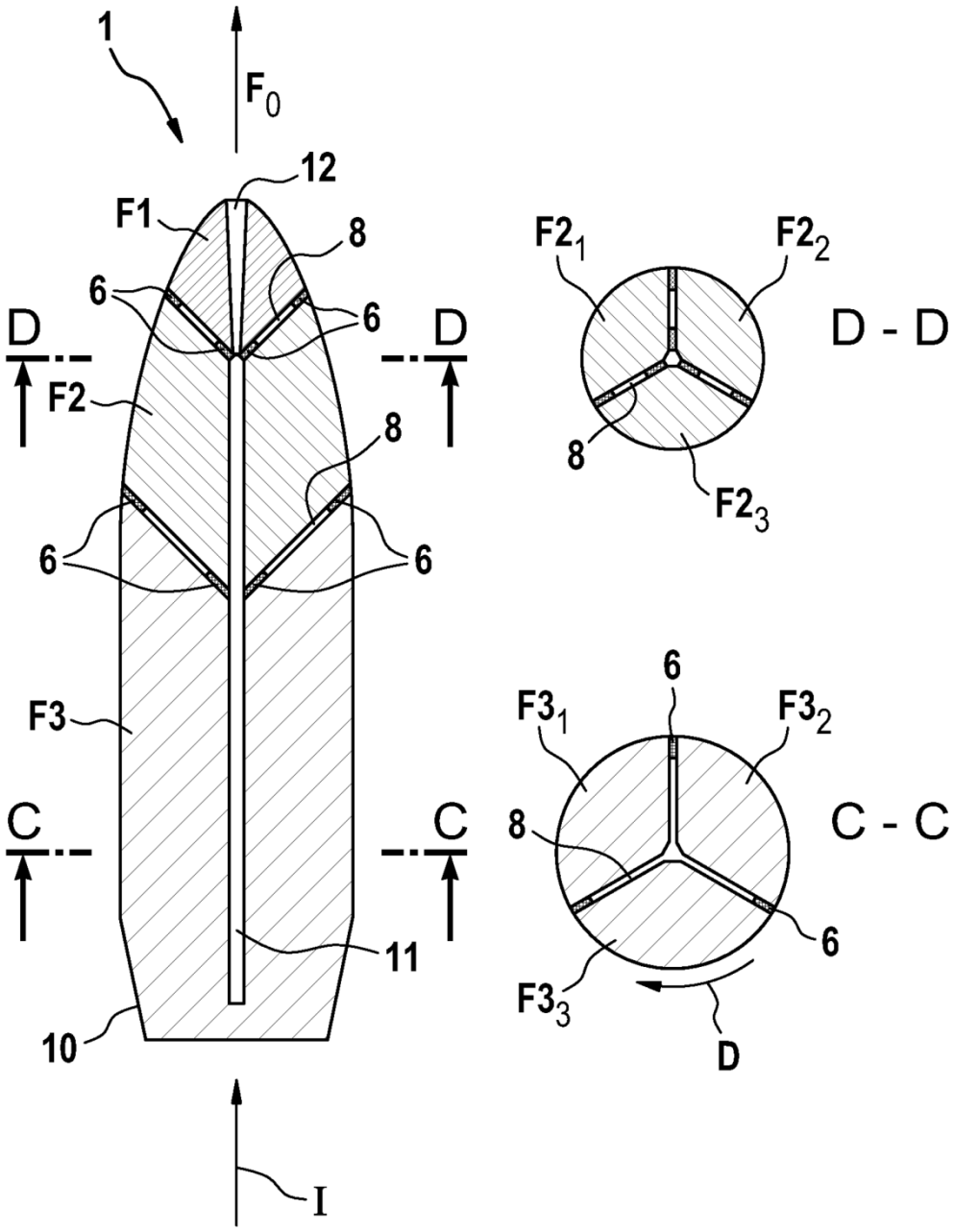
1
F0
12
F1
8
6
6
D
D
F2
8
6
6
F3
C
C
11
10
I
F2 1
F2 2
D - D
8
F2 3
6
F3 1
F3 2
C - C
8
6
F3 3
D

Fig. 5

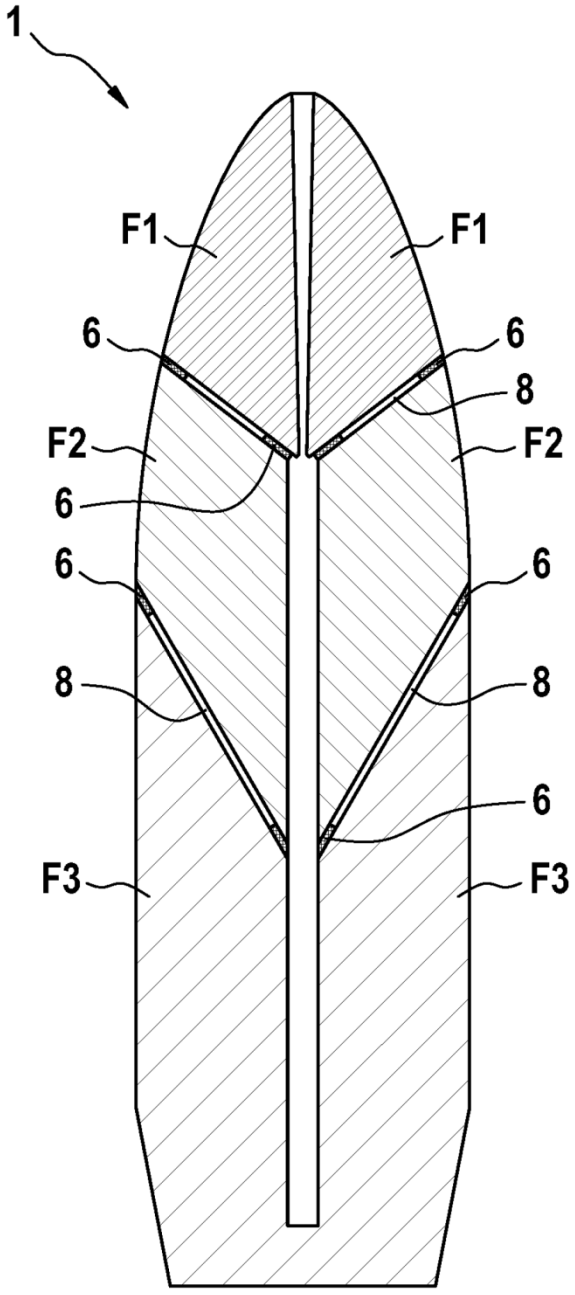

Fig. 6

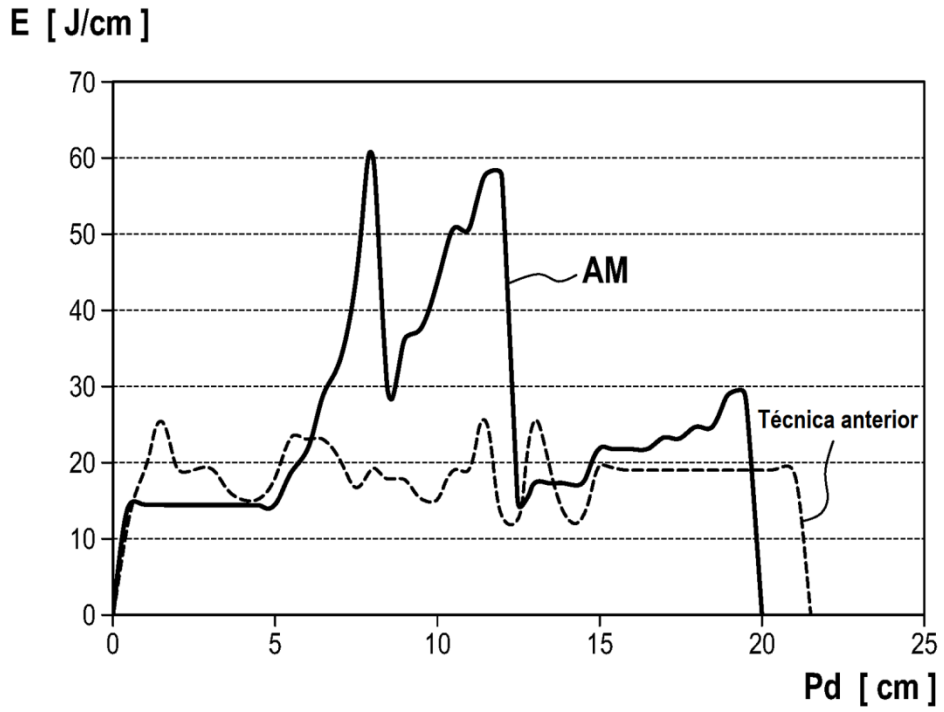
E [J/cm]
70
60
50
40
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25
Pd [cm]
AM
Técnica anterior

Fig. 7

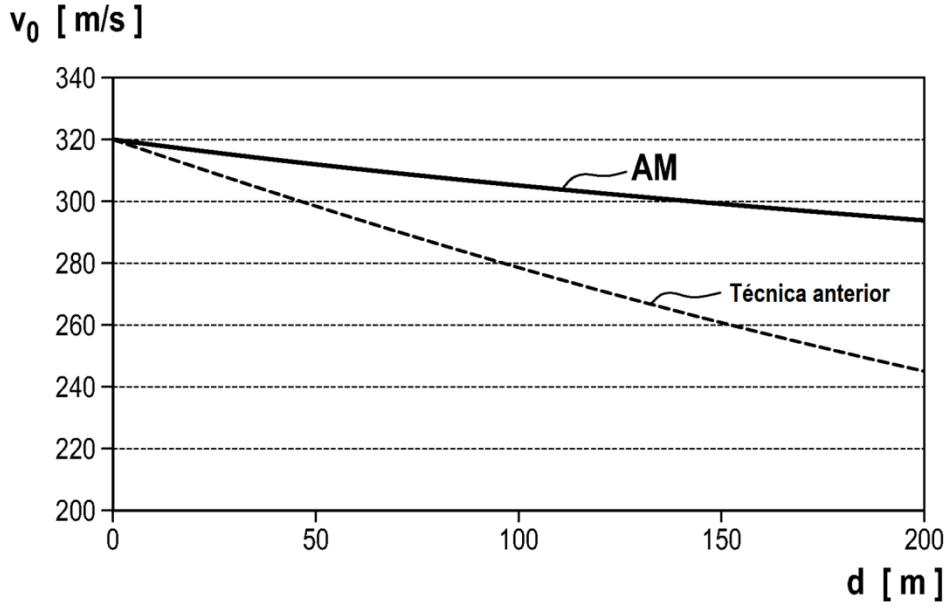
v0 [m/s]
340
320
300
280
260
240
220
200
0
50
100
150
200
d [m]
AM
Técnica anterior

Fig. 8

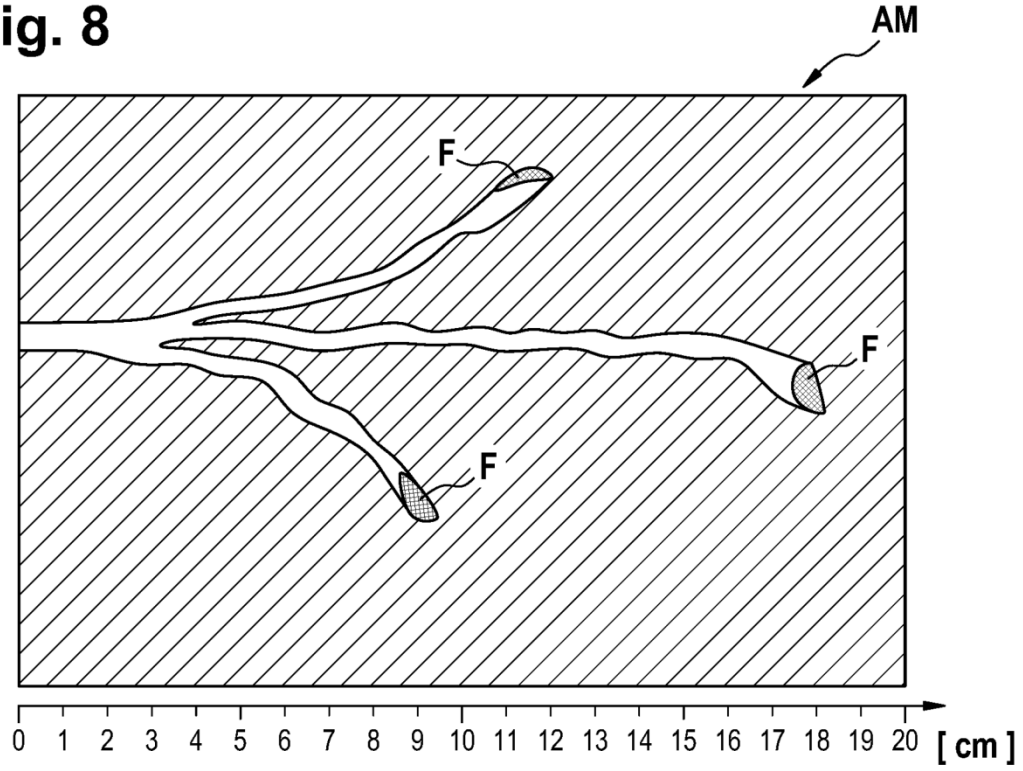
AM
F
F
F
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
[cm]

Fig. 9

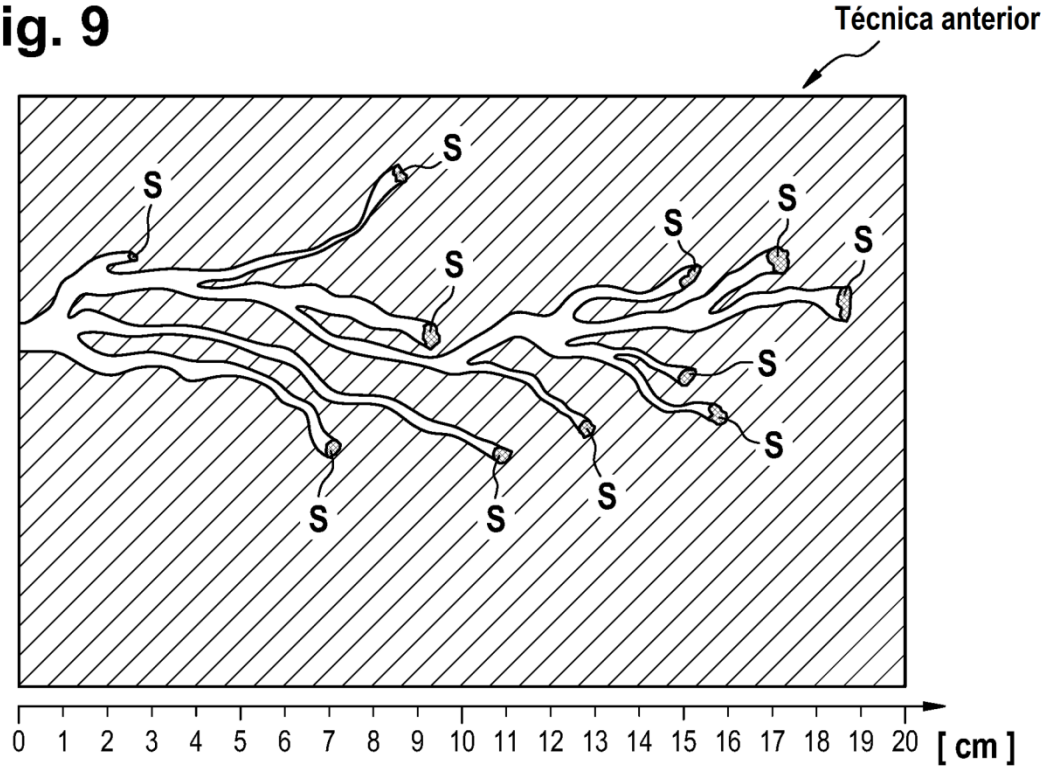
Técnica anterior
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
S
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
[cm]

Fig. 10

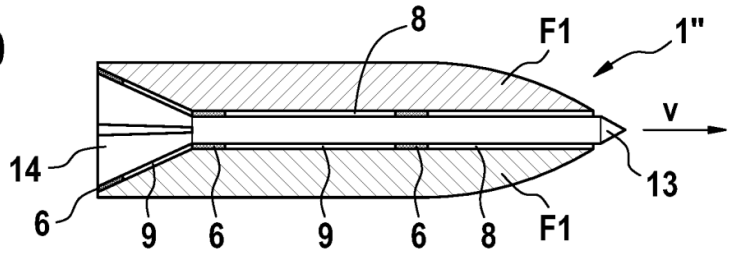

Fig. 11

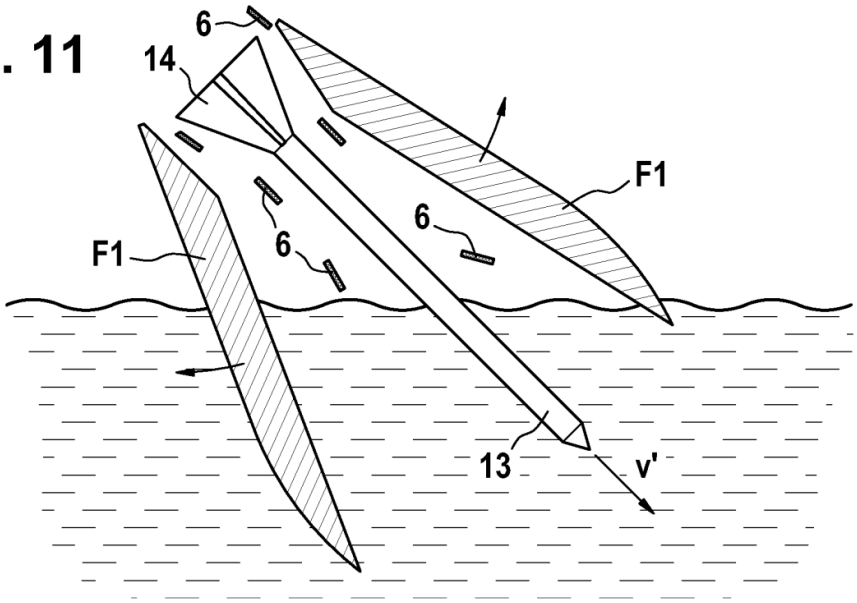
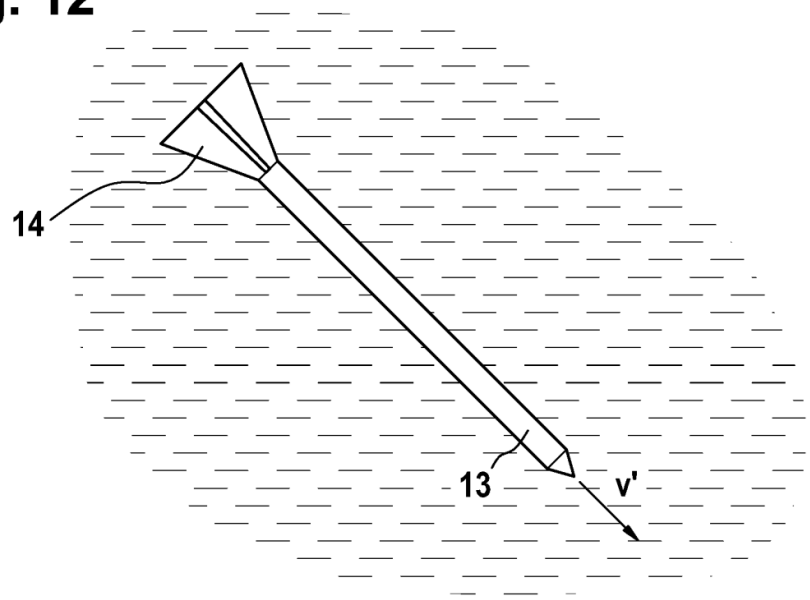
Fig. 12