



(11)

EP 2 487 451 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
F42B 12/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12000643.2**

(22) Anmeldetag: **02.02.2012**

(54) **Hohlladungspenetrator**

Hollow charge penetrator

Pénétrateur à charge creuse

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **10.02.2011 DE 102011010977**
03.03.2011 DE 102011012850

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(73) Patentinhaber: **TDW Gesellschaft für
verteidigungstechnische
Wirksysteme mbH
86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder: **Arnold, Werner, Dr.
85051 Ingolstadt (DE)**

(74) Vertreter: **Avenhaus, Beate et al
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 950 870 FR-A1- 2 310 547
US-A- 3 157 124 US-A1- 2005 223 930**

EP 2 487 451 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Penetrator (1) mit einer zumindest im Bereich der Spitze (2) verstärkten Hülle (3) und einer in der Spitze (2) des Penetrators (1) rotationssymmetrisch zur Längsachse (L) des Penetrators angeordneten Öffnung (8), die mittels eines entfernbaren Stopfens (9) verschließbar ist, der einen Becher bildet, dessen Boden einer Hohlladungseinlage zugewandt ist,

Aus der DE 202009015942 U1 ist ein Penetrator gemäß dem Oberbegriff der Patentanmeldung bekannt geworden. Im Inneren der Hülle ist eine Hohlladung bestehend aus einer Zündeinrichtung, einer Sprengladung und einer Einlage angeordnet. Bei Initiierung der Sprengladung erzeugt die Einlage einen Stachel, der sich im Hohlraum vor der Hohlladung ausbilden kann, sich in Richtung der Längsachse des Penetrators beschleunigt und schließlich die Spitze der Hülle des Penetrators durchbricht. Die aufgezeigte Lösung ist geeignet, bei besonderem hartem Aufprall und einem nicht mehr vermeidbaren Umstülpen der Einlage immer noch die Initiierung der Sprengladung zu ermöglichen.

[0002] In der EP 0 950 870 A2 wird ein Penetrator mit einer zumindest im Bereich der Spitze verstärkten Hülle beschrieben, der eine Hohlladungs-Sprengladung aufweist, deren Durchmesser an der Basis das Kaliber der Hohlladung bestimmt und die mittels eines Hohlraums von der Spitze des Penetrators beabstandet ist.

[0003] Die US 2005/0223930 A1 beschreibt einen anderen Penetrator mit Hohlladung. Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung die Leistung des Hohlladungsstachels kontrolliert zu reduzieren um damit die Sprengwirkung im Ziel zu verbessern.

[0004] Die Aufgabe wird durch einen Penetrator nach dem Anspruch 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, dass die Öffnung in der Spitze des Penetrators mittels eines Kunststoffpfropfens (AWM) verschlossen ist, der von einem Metallbecher (MB) umgeben ist, dessen Boden der Einlage (6) zugewandt ist, wobei in vorteilhafter Weise der Durchmesser der Öffnung 10 - 40 % des Kalibers der Hohlladung beträgt.

[0005] Dabei ist es günstig, wenn der Durchmesser der Öffnung um wenigstens die doppelte Wandstärke des Metallbechers erweitert ist. Ein weiterer Vorteil wird erzielt, wenn der Metallbecher mit der Hülle lösbar verbunden ist.

[0006] Durch die geschlossene und in der Regel relativ massiv ausgeführte Spitze der Penetratorhülle wird bei Zündung der Hohlladung und der anschließenden Perforation der massiven Nase zum einen ein Teil des Stachels verbraucht und zum anderen der daran anschließende Stachelteil mehr oder weniger stark gestört, da das durch den Stachel in der Spitze erzeugte Loch nicht ausreichend groß ist. Dadurch büßt der Hohlladungsstachel einen erheblichen Teil seiner Gesamtlänge ein, wodurch sich die Hohlladungsleistung im Ziel, - die erreichbare Zielkratertiefe - beträchtlich reduziert, da diese Kra-

tertiefe direkt proportional zur Stachellänge ist.

[0007] Ausführungsbeispiele von Penetratoren sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: einen Hohlladungspenetrator mit Öffnung in der Spitze,

Fig. 2: den Leistungsverlust eines HL-Stachels bei Durchtritt durch die Spitze gemäß dem bisherigen Stand der Technik,

Fig. 3: den voll ausgebildeten Stachel mittels der Öffnung in der Spitze,

Fig. 4: ein Ausführungsbeispiel mit einem Sackloch in der Spitze.

Fig. 5: ein Ausführungsbeispiel mit einem Kunststoffpfropfen in der Öffnung,

Fig. 6: einen Verschluss der Öffnung mittels eines Metallbechers und einem Kunststoffpfropfen gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 7: die Aufweitung und Zerlegung des Metallbechers beim Zielkontakt.

[0008] Der Penetrator weist in einem Ausführungsbeispiel eine Öffnung 8 mit dem Durchmesser $\varnothing_L$ in der Spitze 2 des Penetrators 1 auf wie dies in Figur 1 dargestellt ist. Der Durchmesser $\varnothing_L$ dieser Öffnung 8 orientiert sich am Durchmesser $\varnothing_S$ des erzeugten Stachels S.

[0009] Die Stacheldurchmesser sind in der gleichen Größenordnung wie die Wandstärke der Hohlladungseinlage 6, welche wiederum in der Regel ca. 2-4 % des HL-Kalibers (des Trichterdurchmessers an der Basis, also an der größten Stelle des Trichterdurchmessers) beträgt. Typische Größenordnungen sind etwa 3 mm für ein HL-Kaliber von 100 mm. Der Stacheldurchmesser ist also für ein solches HL-Kaliber in der Endphase etwa 3 - 5 mm groß, in der Streckungsphase bis zur Partikulation des Stachels (Zerlegung in Einzel-Partikel) noch etwas größer. Zudem ist der hintere Teil des Stachels in der Regel etwas dicker als die Stachelspitze.

[0010] Die Öffnung 8 sollte also ausreichend dimensioniert sein, um all diesen Stacheleigenschaften Rechnung zu tragen und weiterhin um potenziell mögliche Stachelstörungen beim Passieren der Öffnung zu vermeiden. In Figur 2 ist diese Situation bei einer zu kleinen Öffnung 8 in der Spitze 2 dargestellt.

[0011] Als ausreichend werden Größenordnungen des Durchmessers von ca. 5 - 10-mal des Durchmessers des Stachels S erachtet - im Beispiel also etwa 20 - 30 mm. Diese Öffnung 8 verhindert, dass Stachelteile erodiert bzw. gestört werden, die gesamte Stachellänge L trägt somit zur HL-Leistung bei wie dies in Figur 3 dargestellt ist. Sind die Perforationsanforderungen an den

Penetrator (die Zielhärte und -dicke in der Ziel-Liste) nicht zu hoch, so kann man die Sicherheitsmarge noch etwas erweitern, sprich die Öffnung 8 in der Spitze 2 noch etwas vergrößern, um so auf der sicheren Seite zu liegen, falls es überdies zu leichten Asymmetrien des Stachels S kommen sollte (Stachelkrümmung) - was u. U. bei nicht exakt symmetrisch gefertigten Hohlladungen, bzw. hier auch durch das nicht völlig symmetrische Aufreißen der Hülle bei der Detonation vorkommen kann.

[0012] Sowohl experimentelle Versuche, wie auch numerische Simulationen haben gezeigt, dass solche Öffnungen in der Spitze weder die Perforationsleistung im Ziel (Strukturen wie z.B. Gebäudewände), noch die Integrität der Penetrator-Hülle beim Zieldurchgang beeinträchtigen. Damit konnte demonstriert werden, dass neben der Leistungs-Steigerung der Hohlladung, keine unerwarteten Leistungs-Reduktionen beim Penetrator befürchtet werden müssen.

[0013] Allerdings ist eine solche Öffnung 8 in der Penetratorspitze 2 für den operativen Einsatz (Lagerung, Transport etc.) einer solchen Penetrator-Hohlladung 1 eher nicht vorteilhaft, da dadurch in unerwünschter Weise Staub, Schmutz und andere Teile in den Hohlraum 7 der Hohlladung vor der Einlage 6 gelangen können. Diese wiederum können die Hohlladungs-Einlage 6 verschmutzen, beschädigen, oder den notwendigen Hohlraum 7 gar verstellen. All dies wäre für die HL-Leistung sehr abträglich.

[0014] Gemäß Figur 4 schaffen Verschlüsse 9 (Schrauben, Pfropfen und dergleichen mehr) aus niedrig-dichtem Material wie beispielsweise Kunststoff (Figur 5) Abhilfe.

[0015] Die typische Ziel-Liste einer solchen Penetrator-Hohlladung ist in der Regel zweigeteilt:

- Harte und halbharte Ziele im offenen Raum (z.B. gepanzerte Fahrzeuge).
- Strukturen (Häuser, Bunker etc.) die es zu perforieren gilt und deren Inneres außer Funktion gesetzt werden soll.

[0016] Für die erste Kategorie wird die Hohlladung benötigt und für die zweite der Penetrator, der zum einen eindringen und zum anderen anschließend im Inneren als Druck- und Splitterladung wirken soll.

[0017] Die Leistungssteigerung der Hohlladung infolge der Öffnung 8 in der Penetratorspitze 2 ist also lediglich für harte und halbharte Ziele im offenen Raum gedacht. Innerhalb von Strukturen (Häuser, Bunker etc.) wird die Hohlladungsleistung nicht benötigt, sondern nur die Druck- und Splitterwirkung des Penetrators. Im Gegenteil, innerhalb von Strukturen ist die Ausbildung des Hohlladungs-Stachels S in der Regel sogar unerwünscht, da man Ziele in Strukturen (falls überhaupt HL-Ziele vorhanden sind, was eher nicht der Fall sein sollte) mit dem Stachel sowieso höchstens zufällig - also sehr selten - treffen würde. Andererseits aber dieser Stachel Gebäudewände relativ leicht perforieren und damit das

Gebäude wieder verlassen würde, was u. U. dazu führen könnte, dass Dinge außerhalb des Gebäudes getroffen werden könnten (Kollateralziele) - was höchst unerwünscht ist. Diese Gefahr besteht insbesondere in so genannten MOUT-Szenarien (Military Operations in Urban Terrains), wo häufig nichtmilitärische Dinge dicht-an-dicht gepackt sind.

[0018] Bei relativ harten Strukturen - wie beispielsweise dicken Betonwänden - wird bei dessen Perforation der HL-Trichter durch die Vorwärtsbewegung der Sprengladung automatisch sehr stark deformiert, wodurch die Ausbildung eines leistungsfähigen Stachels verhindert wird. Bei dünneren Strukturen - wie beispielsweise dünnen Ziegelwänden - ist dies nicht notwendigerweise der Fall, da der Hohlladungs-Trichter selbst eine gewisse Abstützwirkung für die Sprengladung hervorruft. Dann bestände aber die größte Gefahr, da die Stachel-Perforation solch dünner Wände überdies keine starke Stachel-Erosion und damit keine große Leistungsreduzierung erwirken würde.

[0019] Dieser Gefahr wirkt aber nun die vorgeschlagene Öffnung 8 in der Spitze 2 des Penetrators 1 in vorteilhafter Weise entgegen. Beim Zielkontakt wird etwa der oben vorgeschlagene Kunststoff-Pfropfen 9 (vgl. Figur 5) geringer Dichte, bei der Wand-Perforation in das Penetrator-Innere gedrückt und in dessen Zuge weiterhin zusätzlich weitere Wandteile und anderes Zielmaterial. Diese Verunreinigungen bewirken nun aber genau den Effekt, der im o. g. Transport- und Lagerbetrieb erfolgreich verhindert werden sollte: nämlich die Verschmutzung, Beschädigung etc. der Hohlladungs-Einlage und somit die Leistungsreduktion des Stachels, bzw. der völligen Unterdrückung dessen Ausbildung.

[0020] Gemäß der Erfindung ist der Verschluss gezielt daraufhin ausgelegt, die HL-Einlage in mehr kontrollierter Weise zu beschädigen und somit sicher zu stellen, dass die Stachelleistung ausreichend reduziert, bzw. die Ausbildung des Stachels S sicher unterdrückt wird. Hierzu wird gemäß Figur 6 ein Stopfen AWM, MB vorgeschlagen, der Aufbau und Funktion eines PELE-Stabes umfasst. Ein PELE-Stab (Penetration mit erhöhtem lateralem Effekt) besteht aus einem Metallbecher MB (z.B. aus Aluminium), in dessen Mitte ein kompressibles Aufweitmedium AWM (z.B. Kunststoffe wie PE etc.) integriert ist. Der Boden des Metallbechers ist dabei der Einlage 6 zugewandt. Wie in Figur 7 dargestellt wird bei der Ziel-Perforation dieses Aufweitmedium AWM durch das Zielmaterial komprimiert und übt dadurch einen Kompressions-Druck auf den Metallbecher MB aus, welcher sich daraufhin aufweitet und in Splitter zerlegt. Diese weisen nun auch in lateraler Richtung einen Geschwindigkeitsvektor auf.

[0021] In Figur 6 ist eine Öffnung 8 skizziert, die mit einem derartigen PELE-Stopfen verschlossen ist. Der Durchmesser $\varnothing_L$ der Öffnung 8 sollte hierbei um die doppelte Wandstärke der Al-Hülle (Hüllenwandstärke ca. 1 - 2 mm) vergrößert werden, um zu verhindern, dass der Stachel S mit dem dichteren Material an der Hülle 3 in

Berührung kommt. Der Stopfen muss eine ausreichende Reibung in der Öffnung 8 aufweisen, damit sich ausreichender Kompressionsdruck aufbauen kann. Dies kann durch Maßnahmen wie Einkleben, Aufrauen der Oberflächen, Gewinde und dergleichen mehr erreicht werden.

[0022] Das sukzessive laterale Aufweiten beim Zieldurchgang ist in Figur 7 in drei Zeitschritten t_1 , t_2 , t_3 angedeutet. Der PELE-Stopfen AWM, MB wird in den Innenraum 7 des Penetrators beschleunigt und durch den Kompressionsdruck des AWM (hier mit Kunststoffüllung) weitet sich der Metallbecher MB auf. Im weiteren Verlauf zerlegt sich dieser schließlich und erzeugt dabei Splitter SP, die lateral auseinander fliegen und großflächig - gemeinsam mit dem AWM-Pfropfen - die Hohlladungs-Einlage 6 beaufschlagen und stark beschädigen. Die Stachelleistung wird so wie gewünscht in kontrollierter Weise reduziert oder gänzlich unterdrückt.

[0023] Die Öffnung 8 in der Spitze 2 des Penetrators 1 im Verbund mit dem Verschluss-Stopfen 9, AWM kombinieren somit zwei positive Eigenschaften miteinander: die Stachelleistung wird erhöht wo benötigt und verringert / unterdrückt wo nicht benötigt.

Bezugszeichenliste

[0024]

1	Penetrator
2	Spitze der Hülle
3	Hülle
4	Zündsystem
5	Sprengladung
6	Einlage
7	Hohlraum vor Einlage
8	Öffnung
9	Stopfen
10	Sackloch-Bohrung
11	Steg
AWM	Aufweitmedium
L	gesamte Länge des Stachels
L_N	Verlust aufgrund Perforation der Spitze
L_S	Verlust aufgrund Störung an der Außenwand der Perforation
MB	Metallbecher
$\varnothing_L$	Durchmesser der Öffnung
S	Stachel
SP	Splitter
$t_{1...3}$	Zeitpunkte 1 ... 3
Z	Ziel

Patentansprüche

1. Penetrator (1) mit einer zumindest im Bereich der Spitze (2) verstärkten Hülle (3), mit einem heckseitig angeordneten Zündsystem (4), das mit einer Hohlladungs-Sprengladung (5) kooperiert, wobei die Hohlladungs-Sprengladung bugseitig mit einer

Hohlladungseinlage (6) abgeschlossen ist, und einer in der Spitze (2) des Penetrators (1) rotationssymmetrisch zur Längsachse (L) des Penetrators angeordneten Öffnung (8),

dadurch gekennzeichnet,

dass die Öffnung (8) mittels eines Kunststoffpfropfens aus kompressiblem Aufweitmaterial (AWM) verschlossen ist, der von einem Metallbecher (MB) umgeben ist und der Boden des Metallbechers (MB) der Hohlladungseinlage (6) zugewandt ist.

2. Penetrator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser ($\varnothing_L$) der Öffnung (8) 10 - 40 % des Kalibers der Hohlladung beträgt.
3. Penetrator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser ($\varnothing_L$) der Öffnung (8) um wenigstens die doppelte Wandstärke des Metallbechers (MB) erweitert ist.
4. Penetrator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Metallbecher (MB) mit der Hülle (3) lösbar verbunden ist.

Claims

1. Penetrator (1) with a sheath (3), which is reinforced at least in the area of the tip (2), with an ignition system (4), which is arranged on the rear side and cooperates with a hollow-charge explosive charge (5), the hollow-charge explosive charge (5) being closed off on the nose side by a hollow-charge insert (6), and an opening (8), which is arranged in the tip (2) of the penetrator (1) rotationally symmetrically in relation to the longitudinal axis (L) of the penetrator, **characterized in that** the opening (8) is closed by means of a plastic plug of compressible expanding material (AWM), which is surrounded by a metal cup (MB), and the bottom of the metal cup (MB) is facing the hollow-charge insert (6).
2. Penetrator according to Claim 1, **characterized in that** the diameter ($\varnothing_L$) of the opening (8) is 10-40% of the calibre of the hollow charge.
3. Penetrator according to Claim 1, **characterized in that** the diameter ($\varnothing_L$) of the opening (8) is widened by at least double the wall thickness of the metal cup (MB).
4. Penetrator according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the metal cup (MB) is detachably connected to the sheath (3).

Revendications

1. Pénétrateur (1) comprenant une enveloppe (3) renforcée au moins dans la zone de la pointe (2), comprenant un système d'allumage (4) disposé du côté arrière qui coopère avec une charge active à charge creuse (5), la charge active à charge creuse se terminant par un insert de charge creuse (6) du côté de la pointe avant, et une ouverture (8) disposée dans la pointe (2) du pénétrateur (1) en symétrie de rotation par rapport à l'axe longitudinal (L) du pénétrateur, **caractérisé en ce que** l'ouverture (8) est fermée au moyen d'un tampon en matière plastique en un matériau d'expansion (AWM) compressible qui est entouré par une godet métallique (MB) et le fond du godet métallique (MB) fait face à l'insert de charge creuse (6). 5
10
15
2. Pénétrateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre ($\varnothing_L$) de l'ouverture (8) est égale à 10 - 40 % du calibre de la charge creuse. 20
3. Pénétrateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre ($\varnothing_L$) de l'ouverture (8) est agrandi d'au moins le double de l'épaisseur de paroi du godet métallique (MB). 25
4. Pénétrateur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le godet métallique (MB) est relié de manière amovible à l'enveloppe (3). 30

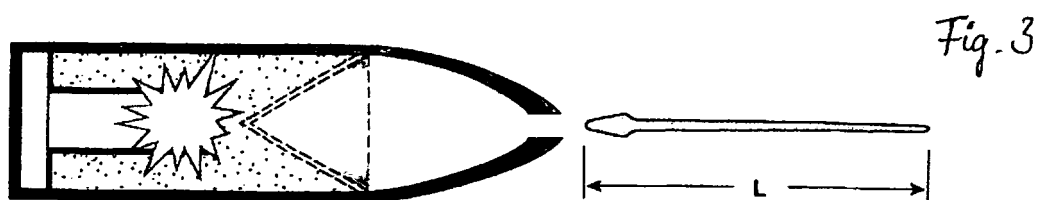
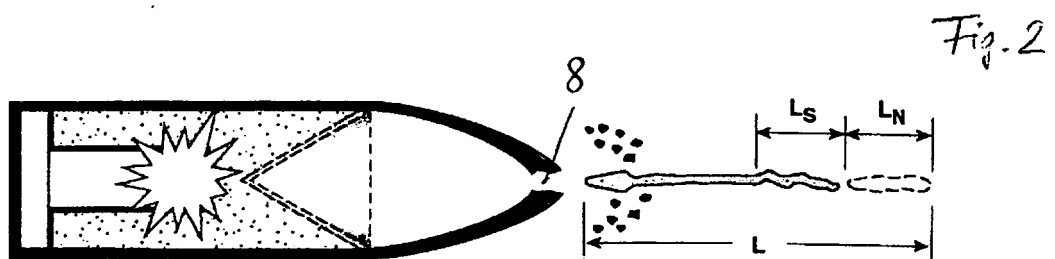
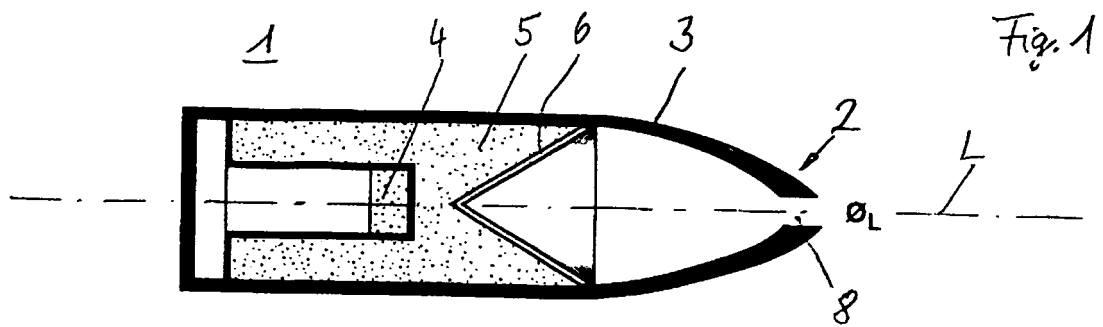
35

40

45

50

55



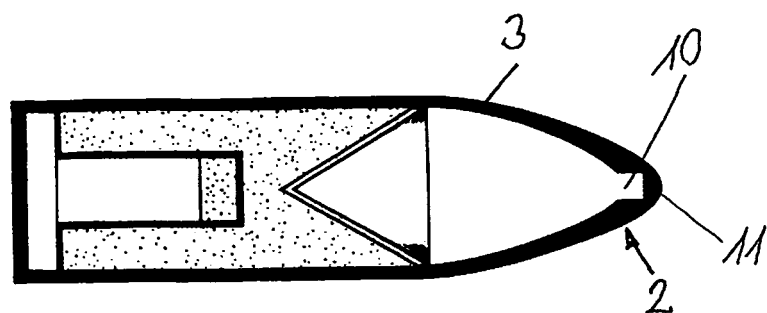


Fig. 4

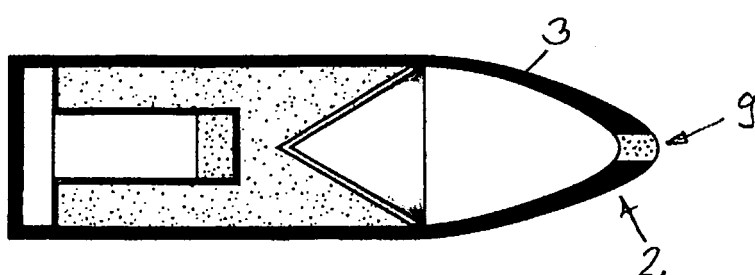


Fig. 5

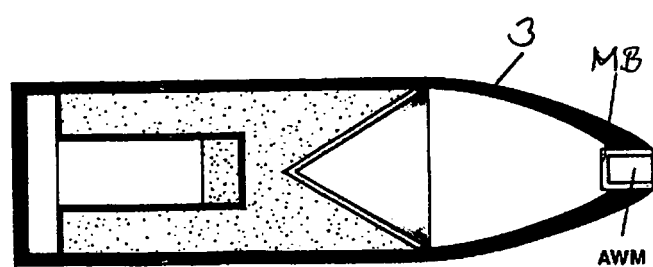


Fig. 6

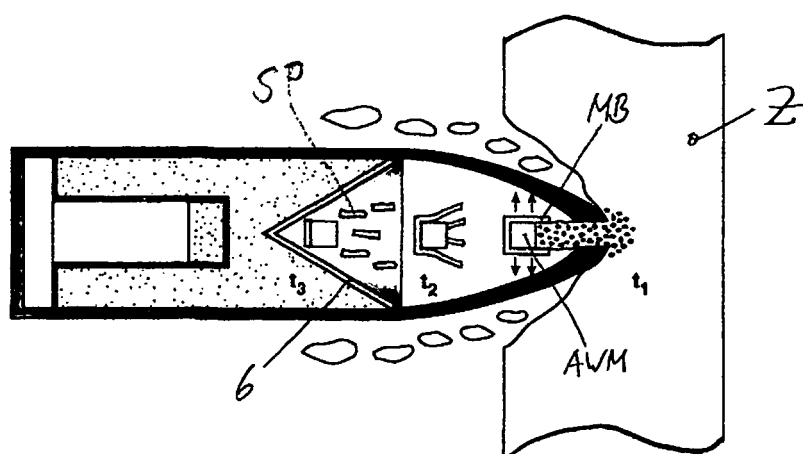


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202009015942 U1 [0001]
- EP 0950870 A2 [0002]
- US 20050223930 A1 [0003]