

(19)



(11)

EP 2 487 451 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

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

(21) Anmeldenummer: **12000643.2**

(22) Anmeldetag: **02.02.2012**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **TDW Gesellschaft für
 verteidigungstechnische
 Wirksysteme mbH
 86529 Schrobenhausen (DE)**

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

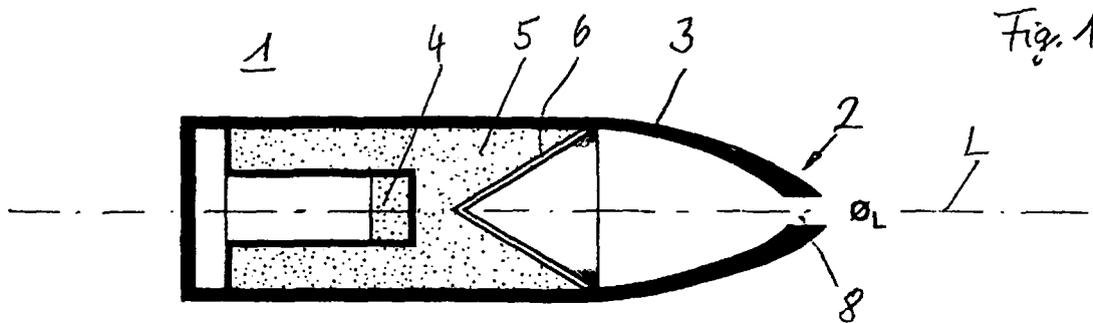
(30) Priorität: **10.02.2011 DE 102011010977
 03.03.2011 DE 102011012850**

(74) Vertreter: **Avenhaus, Beate et al
 EADS Deutschland GmbH
 Patentabteilung
 81663 München (DE)**

(54) **Hohlladungspenetrator**

(57) Penetrator (1) mit Hohlladung (5), wobei mit Hilfe einer Öffnung (8) in der Spitze (2) einer Penetratorhülle (3) der Leistungsverlust durch Stachelerosion und Stö-

rung der Stachelausbildung verhindert wird. Mittels geeigneter Kombination der Öffnung mit Verschlusspfropfen (9) kann eine Leistungsanpassung erfolgen.



EP 2 487 451 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Penetrator mit einer zumindest im Bereich der Spitze verstärkten Hülle, mit einem heckseitig angeordneten Zündsystem, das mit einer Hohlladungs-Sprengladung kooperiert, wobei die Hohlladungs-Sprengladung bugseitig mit einer Hohlladungseinlage abgeschlossen ist, deren Durchmesser an der Basis das Kaliber der Hohlladung bestimmt und die mittels eines Hohlraums von der Spitze des Penetrators beabstandet ist.

[0002] 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 besonderes hartem Aufprall und einem nicht mehr vermeidbaren Umstülpen der Einlage immer noch die Initiierung der Sprengladung zu ermöglichen.

[0003] Die DE 10 2008 023 678 A1 beschreibt eine Fliegerbombe mit einer standardisierten Bombenhülle, welche im Innenraum einen Penetrator ins Ziel trägt. Die Bombenhülle weist eine kleinere Bugöffnung auf, die auch zur Montage eines Suchkopfes und einer vorderen Lenkeinrichtung verwendet werden kann. Der Durchmesser der Bugöffnung ist deutlich kleiner als der Außendurchmesser des Penetrators, so dass dieser beim Zielaufprall erst die Öffnung aufweiten muss bis er aus der Bombenhülle austreten und in das Ziel eindringen kann. Dabei wird kinetische Energie des Penetrators verbraucht. Der Penetrator selbst ist vollständig mit Sprengstoff gefüllt und enthält somit keine Hohlladung mit einer einen Stachel bildenden Einlage. Hinweise darauf, wie die Leistung des Stachels der im Penetrator befindlichen Hohlladung beim Zielkontakt erhalten werden kann, werden in dieser Druckschrift nicht gegeben.

[0004] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung den Leistungsverlust des Hohlladungsstachels beim Durchtritt durch die Spitze des Penetrators deutlich zu vermindern.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, dass in der Spitze des Penetrators rotationssymmetrisch zur Längsachse des Penetrators eine Öffnung angeordnet ist, und dass der Durchmesser der Öffnung 10 - 40 % des Kalibers der Hohlladung beträgt. Damit wird der Leistungsverlust durch Stachelerosion und -störung verhindert. Weiterhin wird der Vorteil erzielt, dass als Nebeneffekt die Einlage bei der Zielperforation durch eindringendes Zielmaterial beschädigt wird und somit keinen ordentlichen Stachel mehr bilden kann. Der Stachel kann also die Zielstruktur nicht wieder verlassen und kann somit keine Kollateralschäden verursachen.

[0006] Eine einfache Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass die Öffnung während der Lagerung und

des Transports des Penetrators mittels eines entfernbareren Stopfens verschlossen ist und der Stopfen aus einem Material besteht, dessen Dichte wenigstens um den Faktor 1,5 niedriger als die Dichte des Materials der Hülle ist, wobei der Stopfen aus einem Kunststoff bestehen kann.

[0007] In vorteilhafter Weise ist die Öffnung als ein vom Hohlraum ausgehendes Sackloch ausgeführt, wobei der dünne Boden des Sacklochs vom Stachel viel leichter als die massive Wand der Penetratorhülle an der Spitze durchschlagen werden kann.

[0008] Idealerweise ist die als Durchgangsloch ausgeführte Öffnung mittels eines Kunststoffpfropfens verschlossen, der von einem Metallbecher umgeben ist, dessen Boden der Einlage zugewandt ist. Dabei ist es günstig, wenn der Durchmesser der Öffnung um wenigstens die doppelte Wandstärke des Metallbeckers erweitert ist. Ein weiterer Vorteil wird erzielt, wenn der Metallbecher mit der Hülle lösbar verbunden ist.

[0009] 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 Kratertiefe direkt proportional zur Stachellänge ist.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und wird 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 Metallbeckers und einem Kunststoffpfropfen,

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

[0011] Als Lösung für das oben genannte Problem wird

eine Öffnung 8 mit dem Durchmesser \varnothing_L in der Spitze 2 des Penetrators 1 vorgeschlagen wie dies in Figur 1 dargestellt ist. Der Durchmesser \varnothing_L dieser Öffnung 8 orientiert sich am Durchmesser \varnothing_s des erzeugten Stachels S.

[0012] Die Stacheldurchmesser sind in der gleichen Größenordnung wie die Wandstärke der Hohlladungs-Einlage 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.

[0013] 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.

[0014] 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 Stachelänge 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Gegen diese Problematik lässt sich jedoch re-

lativ einfach Abhilfe schaffen. Vorgeschlagen werden beispielsweise Sackloch-Bohrungen 10, wie eine solche in Figur 4 dargestellt ist, oder auch Verschlüsse 9 (Schrauben, Pfropfen und dergleichen mehr) aus niedrig-dichtem Material wie beispielsweise Kunststoff (Figur 5). Für die Leistung bedeuten diese Vorkehrungen eine relativ geringe Einbuße, solange der verbleibende Steg 11 in der Sacklochbohrung 10 nur dünn ist, bzw. solange die Materialdichten des Verschlusses 9 ausreichend niedrig sind. Alternativ könnte diese Sackloch-Bohrung u. U. sogar dazu genutzt werden, um Sensoren aufzunehmen, die beispielsweise die Verzögerungen beim Aufschlag des Penetrators messen können.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 ungewünscht, 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 (Kollateralsziele) - was höchst unerwünscht ist. Diese Gefahr besteht insbesondere in so genannten MOU-T-Szenarien (Military Operations in Urban Terrains), wo häufig nichtmilitärische Dinge dicht an dicht gepackt sind.

[0021] 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 Leistungsredu-

zierung erwirken würde.

[0022] 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.

[0023] Der Verschluss kann aber auch gezielt daraufhin ausgelegt werden, 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 Pfropfen 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 Aufweitmaterial 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.

[0024] In Figur 6 ist eine Öffnung 8 skizziert, die mit einem derartigen PELE-Pfropfen 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 Pfropfen 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.

[0025] Das sukzessive laterale Aufweiten beim Zieldurchgang ist in Figur 7 in drei Zeitschritten t_1 , t_2 , t_3 angedeutet. Der PELE-Pfropfen AWM, MB wird in den Innenraum 7 des Penetrators beschleunigt und durch den Kompressionsdruck des AWM (hier mit Kunststofffüllung) 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.

[0026] Die Öffnung 8 in der Spitze 2 des Penetrators

1 im Verbund mit dem VerschlussPfropfen 9, AWM kombinieren somit zwei positive Eigenschaften miteinander: die Stachelleistung wird erhöht wo benötigt und verringert / unterdrückt wo nicht benötigt.

5

Bezugszeichenliste

[0027]

10

1 Penetrator

2

Spitze der Hülle

3

Hülle

15

4 Zündsystem

5

Sprengladung

20

6 Einlage

7

Hohlraum vor Einlage

8

Öffnung

25

9 Stopfen

10

Sackloch-Bohrung

30

11 Steg

AWM

Aufweitmedium

L

gesamte Länge des Stachels

35

 L_N

Verlust aufgrund Perforation der Spitze

 L_S

Verlust aufgrund Störung an der Außenwand der Perforation

40

MB

Metallbecher

 \varnothing_L

Durchmesser der Öffnung

45

S

Stachel

SP

Splitter

 $t_{1...3}$

Zeitpunkte 1 ... 3

50

Z

Ziel

55

Patentansprüche

1. Penetrator (1) mit einer zumindest im Bereich der Spitze (2) verstärkten Hülle (3), mit einem heckseitig angeordneten Zündsystem (4), das mit einer Hohl-

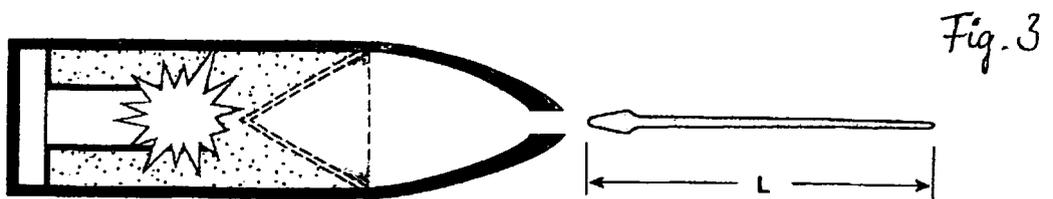
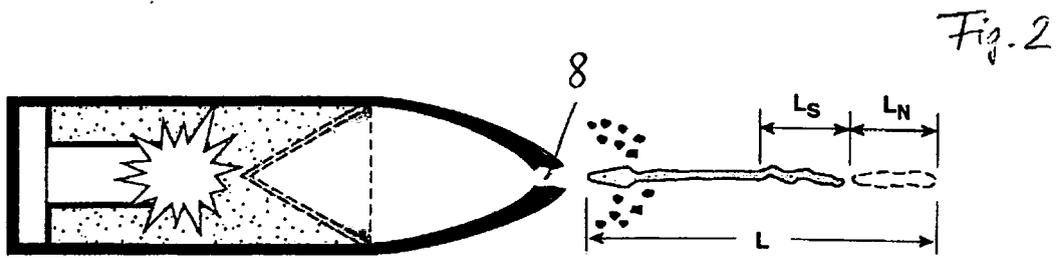
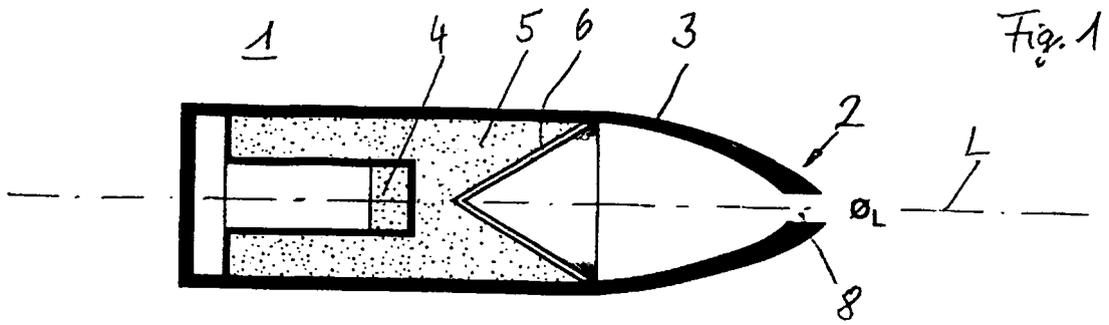
ladungs-Sprengladung (5) kooperiert, wobei die Hohlladungs-Sprengladung bugseitig mit einer Hohlladungseinlage (6) abgeschlossen ist, deren Durchmesser an der Basis das Kaliber der Hohlladung bestimmt und die mittels eines Hohlraums (7) von der Spitze (2) des Penetrators beabstandet ist, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** in der Spitze (2) des Penetrators (1) rotationssymmetrisch zur Längsachse (L) des Penetrators eine Öffnung (8) angeordnet ist, und
- **dass** der Durchmesser (\varnothing_L) der Öffnung 10 - 40 % des Kalibers der Hohlladung beträgt.

2. Penetrator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (8) während der Lagerung und des Transports des Penetrators mittels eines entfernbaren Stopfens (9) verschlossen ist. 15
3. Penetrator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stopfen (9) aus einem Material besteht, dessen Dichte wenigstens um den Faktor 1,5 niedriger als die Dichte des Materials der Hülle (3) ist. 20
4. Penetrator nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stopfen (9) aus einem Kunststoff besteht. 25
5. Penetrator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung als ein vom Hohlraum ausgehendes Sackloch ausgeführt ist. 30
6. Penetrator nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (8) mittels eines Kunststoffpfropfens (AWM) verschlossen ist, der von einem Metallbecher (MB) umgeben ist, dessen Boden der Einlage (6) zugewandt ist. 35
7. Penetrator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Durchmesser (\varnothing_L) der Öffnung (8) um wenigstens die doppelte Wandstärke des Metallbechers (MB) erweitert ist. 40
8. Penetrator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Metallbecher (MB) mit der Hülle (3) lösbar verbunden ist. 45

50

55



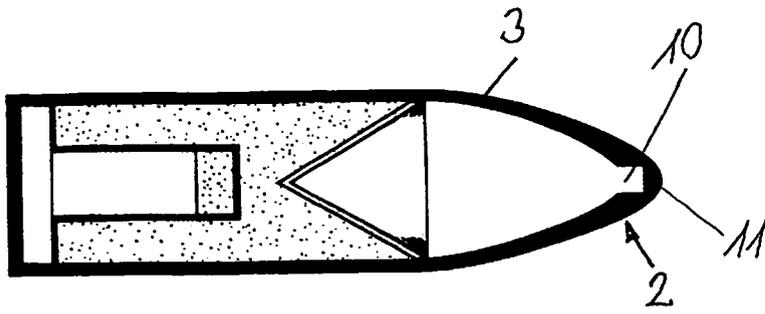


Fig. 4

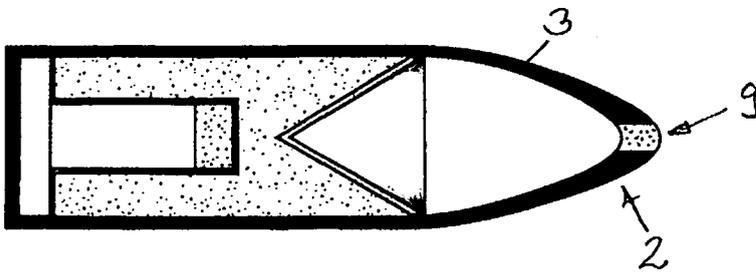


Fig. 5

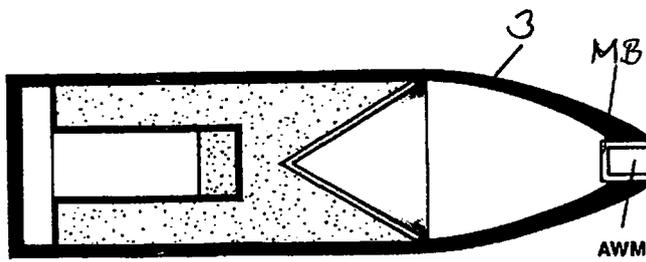


Fig. 6

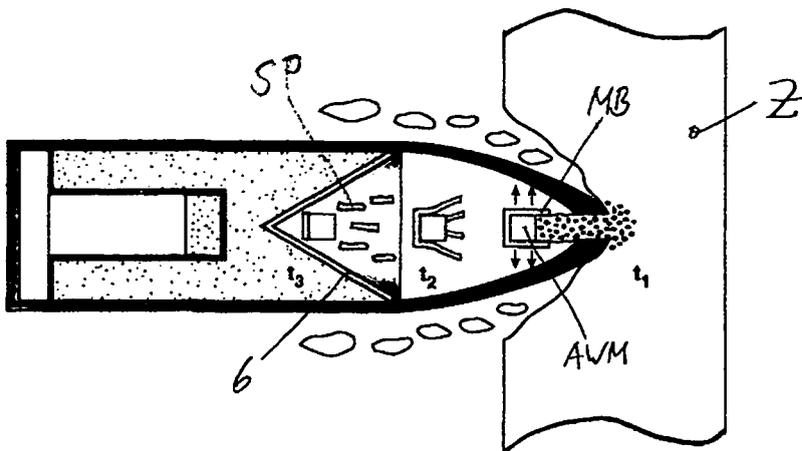


Fig. 7

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 [0002]
- DE 102008023678 A1 [0003]