



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 057 254 A1** 2007.06.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 057 254.5**

(22) Anmeldetag: **01.12.2005**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F42B 12/34** (2006.01)

F42B 12/06 (2006.01)

F42B 1/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**TDW Gesellschaft für verteidigungstechnische
Wirksysteme mbH, 86529 Schrobenhausen, DE**

(72) Erfinder:

Arnold, Werner, Dr., 85051 Ingolstadt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 00 349 C2

DE 36 38 798 C1

DE 36 38 101 C1

DE 29 27 555 C1

DE 197 58 460 A1

DE 690 03 374 T2

FR 26 81 677 A1

US 50 33 387 A

US 65 10 797 B1

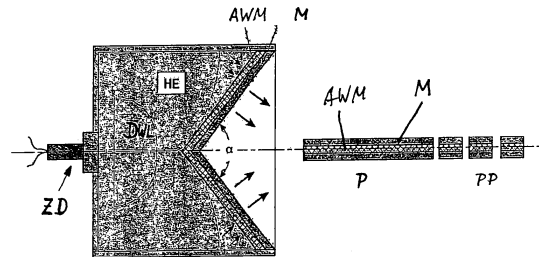
WO 98/30 863 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Penetrationsgeschoss und Verfahren zur Erzeugung eines solchen Geschosses**

(57) Zusammenfassung: Erfindungsgemäß werden verschiedenartige Wirkladungen zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses vorgestellt, welches ein Aufweitmaterial aus einem im Ziel nahezu ballistisch unwirksamen Werkstoff geringer Kompressibilität und wenigstens einer das Aufweitmaterial radial umgebenden Hülle aus einem im Ziel ballistisch wirksamen weiteren Werkstoff enthält, wobei sich die Werkstoffe des Kerns und der Hülle bezüglich der Dichte deutlich unterscheiden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Penetrationsgeschoss mit einem stabförmigen Kern aus einem im Ziel nahezu ballistisch unwirksamen Werkstoff geringer Kompressibilität und wenigstens einer den Kern radial umgebenden Hülle aus einem im Ziel ballistisch wirksamen weiteren Werkstoff, wobei sich die Werkstoffe des Kerns und der Hülle bezüglich der Dichte deutlich unterscheiden, sowie ein Verfahren zur Erzeugung eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Penetrationsgeschosses unter Verwendung einer Wirkladung mit einer geformten Auskleidung, die wenigstens eine Schicht eines ersten zur Zielpenetration geeigneten ersten Materials aufweist.

[0002] Geschosse oder Gefechtsköpfe werden grundsätzlich so ausgelegt, dass sie im jeweiligen Ziel eine möglichst große spezifische Wirkung entfalten. Damit wird je nach Einsatzbereich eine hohe Durchschlagsleistung oder eine möglichst flächenhafte Wirkung zur Steigerung der Effizienz angestrebt. Solange sich Ziele harten oder leichten Zielklassen zuordnen lassen, genügt es, die Geschosse oder Gefechtsköpfe dementsprechend auszulegen.

[0003] Zunehmend treten jedoch sogenannte gehärtete Zielobjekte auf, deren Bekämpfung eine relativ hohe Durchschlagsleistung erforderlich macht. Im Inneren des Zieles erzeugt das für das Durchschlagen der Zielaußenfläche notwendige Projektil nur in einem räumlich sehr begrenzten Bereich eine destruktive Wirkung. Hieraus entsteht die Forderung, dass das Geschoss neben der Durchschlagsleistung auch im Ziel eine gewisse Lateralwirkung entfalten soll. Dies führte zur Entwicklung eines neuen Geschosstyps.

[0004] Aus der DE 197 00 349 C2 ist ein Geschoss zur Bekämpfung gepanzerter Ziele bekannt geworden, welches die vorgenannten Forderungen zu erfüllen vermag. Das stabförmige Geschoss besteht aus einer Hülle, die in vorteilhafter Weise aus Metall oder Schwermetall gefertigt ist. Der Innenraum wird von einem sogenannten Aufweitmedium (AWM) ausgefüllt, welches aus einer Reihe geeigneter Medien ausgewählt wird, die spezifische Eigenschaften aufweisen. Notwendig ist eine deutlich geringere Dichte als das Material der Hülle und zugleich eine geringe Kompressibilität. Als Beispiele für solche Materialien sind Polyethylen (PE), glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) und auch Aluminium genannt. Die spezielle Auslegung derartiger Geschosse hängt von Parametern wie Zielmaterial und tatsächliche Auftreffgeschwindigkeit, aber auch vom erwünschten Aufweitungseffekt ab.

[0005] Das Funktionsprinzip eines solchen penetrierenden Geschosses, welches in der Fachwelt als

PELE-Penetrator bezeichnet wird (Penetrator mit erhöhtem Lateralen Effekt), ist in der Druckschrift ausführlich beschrieben und soll deshalb hier nur kurz erläutert werden. Nach dem Zielaufprall wird das Penetrationsgeschoss von der Auftreff-Geschwindigkeit auf die sogenannte Kratergrund-Geschwindigkeit abgebremst. Diese hängt bei Auftreff-Geschwindigkeiten ab etwa 2000 m/sec lediglich von dem Verhältnis der Dichten von Geschoss- und Zielmaterial ab. Da aber der Kern des Geschosses aus einem AWM mit geringerer Dichte als die Hülle besteht, ist die Kratergrund-Geschwindigkeit des AWM niedriger als die der Hülle. Dadurch erfolgt eine Verschiebung der beiden Materialien gegeneinander in der Weise, dass das AWM in die Hülle hinein geschoben wird. Da das AWM wenig kompressibel ist, baut sich ein hoher Druck auf, der schließlich die Zerlegung der Hülle bewirkt. Bei der Zerlegung wird den erzeugten Splintern zusätzlich eine laterale Geschwindigkeitskomponente aufgeprägt, welche die Splitter in radialer Richtung ablenkt.

[0006] Ein wesentlicher Nachteil des PELE-Penetrators besteht darin, dass zu dessen Beschleunigung ein entsprechendes Beschleunigungsgerät wie beispielsweise eine Kanone notwendig ist. Systembedingt ist dadurch auch die maximal erreichbare Geschwindigkeit auf Werte in der Größenordnung von etwa 2000 m/sec nach oben begrenzt.

[0007] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein vergleichbares Penetrationsgeschoss zu entwickeln, das einerseits kein derartiges Beschleunigungsgerät benötigt und das andererseits auf Geschwindigkeiten im Bereich von 1500–9000 m/sec beschleunigt werden kann.

[0008] Erfindungsgemäß besteht die Lösung dieser Aufgabe gemäß Anspruch 1 darin, dass der Kern des Penetrationsgeschosses aus einem ersten Teil einer Auskleidung einer Wirkladung und die Hülle des Penetrationsgeschosses aus wenigstens einem benachbart zum ersten Teil angeordneten weiteren Teil der Auskleidung mittels der Auslösung der Wirkladung formbar und miteinander verbindbar sind, wobei der erste Teil der Auskleidung vollständig an der Sprengladung der Wirkladung anliegt. Somit wird ein ähnliches Prinzip wie die Stachelbildung bei einer Hohlladung zur Anwendung gebracht. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird mittels der detonativen Auslösung der Wirkladung der Entstehungsprozess des Penetrationsgeschosses in Gang gebracht, indem die Auskleidung im zentralen Bereich der Wirkladung beginnend in Schussrichtung beschleunigt wird, wobei sich aus dem ersten und dem weiteren Teil der Auskleidung der Kern und die Hülle des Penetrationsgeschosses bilden und sich gleichzeitig fest miteinander verbinden. Gleichzeitig wird das Penetrationsgeschoss auf eine Geschwindigkeit von 1500 m/sec bis zu 9000 m/sec beschleunigt.

[0009] Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass wenigstens ein die Hülle des Projektils P bildender weiterer Teil der Auskleidung im Ausgangszustand den ersten Teil der Auskleidung teilweise überdeckt. Damit ist sichergestellt, dass das Kernmaterial, also das AWM, immer von Hüllenmaterial umschlossen ist.

[0010] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass der weitere Teil der Auskleidung aus Segmenten oder Sektoren besteht. Somit kann das Penetrationsgeschoss in vielfältiger Weise hinsichtlich seiner Gestaltung im Querschnitt variiert werden. Dabei wird die Auswahl der Varianten dadurch erweitert, dass die Segmente oder Sektoren aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

[0011] Eine Variante der Lösung der Aufgabe ist in Anspruch 5 wiedergegeben, wonach im Ausgangszustand einer Wirkladung im Zentrum einer Auskleidung der Wirkladung ein in Ausbreitungsrichtung der detonierenden Wirkladung ausgerichtetes Bauteil angeordnet ist, welches als Kern im mittels der Auslösung der Wirkladung geformten Penetrationsgeschoss angeordnet ist und wonach die Hülle des Penetrationsgeschosses aus wenigstens einem Teil der Auskleidung der Wirkladung mittels Auslösung der Wirkladung formbar und mit dem Kern verbindbar ist. Bei dieser Variante ist der Kern des Penetrationsgeschosses bereits als Bauteil vorgegeben und verbindet sich nach erfolgter detonativer Auslösung der Wirkladung mit den von der Auskleidung stammenden Hüllenmaterial zum gewünschten Penetrationsgeschoss, das ebenfalls auf eine Geschwindigkeit von 1500 m/sec bis zu 9000 m/sec beschleunigt wird.

[0012] Das den Kern des Penetrationsgeschosses bildende Bauteil weist wahlweise die Form eines Stabes oder einer Platte auf. Damit ist sichergestellt, dass mittels der Erfindung nicht nur rotationssymmetrische Penetrationsgeschosse erzeugt werden können, sondern dass auch mittels einer senkrecht zur Schussrichtung gestreckten Wirkladung plattenförmige Penetrationsgeschosse gebildet werden können. Somit lässt sich das Anwendungsspektrum der Erfindung wesentlich erweitern.

[0013] Weiterhin lässt sich zur Formung des Kerns und der Hülle des Penetrationsgeschosses wenigstens ein Teil der Wirkladung auslösen. Dies kann in besonderen Anwendungsfällen hilfreich sein, insbesondere wenn Teile der Wirkladung zeitversetzt ausgelöst werden sollen.

[0014] Zur erweiterten Gestaltungsmöglichkeit des Penetrationsgeschosses dient die Anordnung, wonach wenigstens ein die Hülle bildender weiterer Teil der Auskleidung im Ausgangszustand der Wirkladung benachbart zum ersten Teil der Auskleidung angeordnet ist.

[0015] Vorteilhaft ist es, wenn der weitere Teil der Auskleidung aus Segmenten oder Sektoren gleichen oder unterschiedlichen Materials besteht. Damit kann das Penetrationsgeschoss dieser Bauart in vielfältiger Weise hinsichtlich seiner Gestaltung im Querschnitt variiert werden.

[0016] Eine interessante Variante des Penetrationsgeschosses entsteht dadurch, dass die Form der Oberfläche des den Kern bildenden Bauteils gegen gleich wie die mit dem Bauteil jeweils korrespondierende Kontur der Auskleidung ausgebildet ist. damit ist es möglich, die Trennlinie zwischen Kern und Hülle des Penetrationsgeschosses auch gestuft auszubilden, um damit die Eigenschaften des Penetrationsgeschosses beim Zielaufprall geschickt anzupassen.

[0017] Gemäß Anspruch 11 wird ein Verfahren zur Erzeugung eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Penetrationsgeschosses unter Verwendung einer Wirkladung mit einer Auskleidung beansprucht, wobei die Auskleidung wenigstens zwei Materialschichten aufweist, von denen die der Sprengladung abgewandte Schicht aus einem zur Zielpenetration geeigneten ersten Material besteht und die benachbarte Schicht aus einem im Ziel weitgehend unwirksamen zweiten Material mit geringer Kompressibilität und gegenüber dem ersten Material niedrigerer Dichte besteht, bei welchem mittels Initiierung der Wirkladung das Geschoss in der Weise geformt wird, dass das erste Material das zweite Material umgibt und mit diesem fest verbunden wird, wobei die Formung des Geschosses vom Zentrum der Auskleidung beginnend alle Schichten des Auskleidungsmaterials umfasst und wobei die Ladungsenergie zur Beschleunigung des Geschosses auf Geschwindigkeiten im Bereich 2000 bis 9000 m/sec verwendet wird.

[0018] Günstigerweise wird eine kegel-, pyramiden- oder dachförmige Auskleidung zur detonativen Formung des Penetrationsgeschosses verwendet wird, so dass das erzeugte Penetrationsgeschoss vielfältig geformt sein kann.

[0019] Bezüglich der variablen Dimensionierung des Penetrationsgeschosses ist es vorteilhaft, wenn das erste Material einen Teil des zweiten Materials umgibt.

[0020] Anspruch 14 betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Penetrationsgeschosses unter Verwendung einer Wirkladung mit einer geformten Auskleidung, die wenigstens eine Schicht eines ersten zur Zielpenetration geeigneten ersten Materials aufweist sowie einen im Bereich der Zentralachse der Auskleidung befestigtes Bauteil aus einem zweiten im Ziel weitgehend unwirksamen Material, welches sich durch ge-

ringe Kompressibilität und niedrigere Dichte als das erste Material auszeichnet, bei welchem mittels Initiierung der Wirkladung das Geschoss in der Weise geformt wird, dass das erste Material das zweite Material umgibt und mit diesem fest verbunden wird, wobei die Formung des Geschosses vom Zentrum der Auskleidung beginnend das gesamte Auskleidungsmaterial umfasst und wobei anteilige Ladungsenergie zur Beschleunigung des Geschosses auf Geschwindigkeiten im Bereich 2000 bis 9000 m/sec verwendet wird.

[0021] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn ein Bauteil in der Form eines Stabes oder einer Platte verwendet wird. Damit können sowohl rotationssymmetrische als auch plattenförmige Penetrationsgeschosse erzeugt werden.

[0022] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung wenigstens einer weiteren Schicht aus einem zur Zielpenetration geeigneten weiteren Material, welches zwischen dem zweiten Material und der Sprengladung eingebracht wird. dadurch kann ein Penetrationsgeschoss erzeugt werden, welches im Inneren einen penetrierenden Kern aufweist, der vom Aufweitmaterial umgeben ist, um das letztlich die Hülle aus einem Material höherer Dichte als das AWM-Material gelegt wird. Dieses Konzept kombiniert gute Penetrationseigenschaften mit hoher Lateralleistung.

[0023] Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Ansprüche erläutert. Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#): das Wirkungsprinzip eines gemäß der Erfindung erzeugten Penetrationsgeschosses,

[0025] [Fig. 2](#): eine Hohlladung (PELE) mit zweischichtiger Auskleidung zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses,

[0026] [Fig. 3](#): eine Hohlladung (PELE) mit segmentierter Auskleidung,

[0027] [Fig. 4](#): eine Hohlladung (PELE) mit abgewinkelter segmentierter Auskleidung,

[0028] [Fig. 5](#): eine Hohlladung (PELE) mit mehrschichtiger Auskleidung,

[0029] [Fig. 6](#): eine hemisphärische Ladung (PELE) zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses,

[0030] [Fig. 7](#): eine EFP-Ladung (PELE) zur Erzeugung eines EFP-Projektils,

[0031] [Fig. 8](#): eine EFP-Ladung nach [Fig. 7](#) mit mehrschichtiger Auskleidung,

[0032] [Fig. 9](#): eine EFP-Ladung mit in der Auskleidung integrierten Metallstrukturen,

[0033] [Fig. 10](#): ein mittels der Ladung aus [Fig. 9](#) erzeugtes strukturiertes Geschoss,

[0034] [Fig. 11](#): eine Sandwich-Ladung mit zentraler Initiierung und zentralem Bauteil,

[0035] [Fig. 12](#): eine Sandwich-Ladung mit flächiger Initiierung und zentralem Bauteil,

[0036] [Fig. 13](#): eine Sandwich-Ladung nach [Fig. 12](#) mit mehrschichtiger Auskleidung,

[0037] [Fig. 14](#): eine Sandwich-Ladung mit mehrteiliger, gestufter Auskleidung und gegengleich geformtem zentralem Aufweitmedium.

[0038] Das Funktionsprinzip eines gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugten Penetrationsgeschosses, kurz in der Fachwelt als PELE-Stab (Penetrator mit Erhöhtem Lateralem Effekt mit der Form eines Stabes) genannt, wird kurz anhand der [Fig. 1](#) erläutert, in der die Vorgänge beim Aufschlag eines Penetrationsgeschosses mit der Geschwindigkeit v auf ein Ziel Z dargestellt ist. Während der Penetration wird das Geschoss in bekannter Weise auf die Kratergrund-Geschwindigkeit abgebremst, die im Wesentlichen nur vom Verhältnis der Dichte der Materialien von Ziel Z und dem Geschoss AWM, M ab. Da aber der Kern des Geschosses aus einem Aufweitmaterial, kurz AWM genannt, geringerer Dichte als die Hülle M besteht, ist auch die Kratergrund-Geschwindigkeit des AWM geringer als die der Hülle M . Dadurch wird eine relative Verschiebung zwischen den beiden Materialien, das bedeutet, dass das AWM in die Hülle M geschoben wird. Da das AWM aber auch wenig kompressibel ist, baut sich in seinem Inneren ein hoher (hydrodynamischer) Druck auf, der schließlich die Zerlegung der Hülle M in Splitter bewirkt. Die Zerlegung kann in natürliche Splitter mit rein zufälliger Größenverteilung oder mittels kontrollierter Zerlegung in definierte Splittergrößen erfolgen. Bei der Zerlegung wird den erzeugten Splittern neben der vorhandenen axialen Geschwindigkeit v_A zusätzlich eine laterale Geschwindigkeit V_L aufgeprägt und somit ein nicht unerheblicher Lateraleffekt erzielt.

[0039] Entsprechend der erfindersichen Lösung wird ein derartiges Penetrationsgeschosses mit Hilfe der Detonation einer Wirkladung erzeugt und gleichzeitig auf eine Geschwindigkeit vom 1500 bis 9000 m/sec beschleunigt. Nutzbare Wirkladungstypen sind neben den Hohlladungen auch EFP-Ladungen (Explosively Formed Projektile) und hemisphärische Ladungen. Mittels entsprechender Auslegung der einzelnen Wirkladungstypen können unterschiedliche Projektilformen und Leistungen erzeugt werden.

[0040] Entsprechend der in der Fachwelt üblichen Bezeichnungsweise werden die in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) dargestellten Wirkladungen als Hohlladung mit Erhöhtem Lateralem Effekt, kurz HELE (= HL-HELE), bezeichnet.

[0041] Die [Fig. 2](#) zeigt eine HL-HELE-Ladung, die sich von den bekannten Hohlladungen dadurch unterscheidet, dass die Auskleidung neben dem Material M, das nach der Detonation der Wirkladung die Hülle M des Geschosses P bildet, auch das Aufweitmaterial AWM als weitere Schicht der Auskleidung aufweist, welches sich in diesem Beispiel über die gesamte Auskleidung M erstreckt und welches zwischen der Auskleidung M und der Sprengladung HE jeweils flächig anliegend angeordnet ist. Die Initiierung der Wirkladung erfolgt über die in bekannter Art mehrstufig ausgeführte Zündeinrichtung ZD.

[0042] Da die Projekttilbildung nach den Prinzipien der bekannten Hohlladung erfolgt, weisen die nacheinander entstehenden Teile des Geschosses unterschiedliche Geschwindigkeiten auf. Dies führt dazu, dass im nahen Abstand das Geschoss P noch homogen ist, sich im mittleren Abstandsbereich im Bereich seiner Spitze aufzutrennen beginnt und in größerem Abstand schließlich als partikuliertes Geschoss PP in Richtung Ziel fliegt. Die Geschwindigkeiten bewegen sich bei den Geschosspartikeln von bis zu 9000 m/sec bis zu etwa 2000 m/sec im Heckbereich des Geschosses.

[0043] Bei der Dimensionierung einer HL-HELE-Ladung sind im Gegensatz zur konventionellen Hohlladung andere Parameter prägend. Gerade der Auskleidungswinkel α und die Wandstärke der Auskleidung weichen vom klassischen Design ab. Beide Parameter werden größer gewählt als bei der konventionellen Hohlladung. Typisch wäre ein Winkel α von 60° und eine Wandstärke der Auskleidung von etwa 1,5 mm im Fall einer Kupferauskleidung. Gegebenenfalls kann auch der gestrichelt eingezeichnete Detonationswellenlenker D entfallen.

[0044] Für das Aufweitmaterial AWM kommen in bekannter Weise Polyethylen, Aluminium oder glasfaserverstärkter Kunststoff in Frage, aber auch andere Kunststoffe oder Metalle mit niedriger Dichte und geringer Kompressibilität. Für das Auskleidungsmaterial M können bekannte Werkstoffe wie beispielsweise Kupfer, Tantal, Molybdän, Wismut und auch entsprechende Legierungen verwendet werden. Es muss zu den konventionellen Auslegungsrichtlinien für Hohlladungen jedoch immer beachtet werden, dass die Dichte des AWM immer niedriger als diejenige des Auskleidungsmaterials ist, wobei gleichzeitig niedrige Kompressibilität erforderlich ist. HL-HELE-Ladungen werden in der Regel nicht für große Tiefenleistungen ausgelegt sondern eher für moderate Zieldicken, dafür aber mit erhöhtem Lateraleffekt.

[0045] In [Fig. 3](#) ist eine Variante zu [Fig. 2](#) dargestellt, bei der die Auskleidung der Wirkladung in zwei Segmente M_1 und M_2 unterteilt ist. Es ist ebenso gut möglich, anstelle der zwei Segmente auch mehrere zu verwenden. Die einzelnen Segmente können sich sowohl hinsichtlich des Materials als auch der Geometrie, insbesondere der Wandstärke, unterscheiden. Die Schicht des Aufweitmaterials AWM lässt in diesem Beispiel den zentralen Bereich der Auskleidung frei. Das bedeutet, dass sich die Auskleidung in diesem Bereich wie diejenige einer konventionellen Hohlladung verhält. Da die Detonationsfront nach der Initiierung der Wirkladung zuerst auf diesen Bereich trifft, eilt – wie in der rechten Hälfte der [Fig. 3](#) gezeigt – der sich bildende Stachel PS dem eigentlichen Penetrationsgeschoss P voraus. Der Stachel besteht deshalb nur aus dem Auskleidungsmaterial M_1 , während das nacheilende Penetrationsgeschoss aus dem Aufweitmaterial AWM und dem weiteren Auskleidungsmaterial M_2 gebildet wird. Beide Geschosse können in ihrer Auslegung auf die zu bekämpfende Zielgattung optimiert werden. Der Stachel PS erzeugt im Ziel einen Krater, der bezüglich des Durchmessers groß genug ist, um das nachfolgende Penetrationsgeschoss aufzunehmen, ohne dass es zu unerwünschten Wandberührungen kommt. Das nachfolgende Penetrationsgeschoss durchschlägt die restliche Zieldicke und erzeugt hinter der Zielwand den gewünschten lateralen Effekt.

[0046] Eine ähnliche Ausgestaltung der Erfindung ist in [Fig. 4](#) dargestellt. Statt der Auskleidungswandstärken sind hier die Auskleidungswinkel unterschiedlich. Da beide Parameter Wandstärke und Winkel die Geschwindigkeit des Stachels und des Penetrationsgeschosses beeinflussen, bieten beide Parameter für sich getrennt oder kombiniert eine flexible Möglichkeit, das erzeugte Projektil in einen vorseilenden konventionellen Teil und ein nachfolgendes HL-HELE-Geschoss zu zerlegen.

[0047] Zur Kombination von verstärkter Tiefenwirkung und lateraler Wirkung kann eine Ausführungsform, wie dies in [Fig. 5](#) anhand einer HL-HELE-Ladung mit einer mehrschichtigen Auskleidung dargestellt ist. Die Auskleidung besteht aus zwei etwa parallel zueinander verlaufenden Auskleidungsschichten M_1 und M_2 zwischen denen eine Schicht Aufweitmaterial AWM gelagert ist. Diese Form ist als Beispiel anzusehen, erweiterte Gestaltungen sind erfindungsgemäß realisierbar. Infolge der Initiierung der Wirkladung mittels der Zündeinrichtung ZD ergibt sich dabei ein sich streckendes HL-HELE-Geschoss P mit zentralem Metallkern M_2 und umhüllendem Aufweitmaterial AWM und darüber einer weiteren Metallhülle M_1 . Vorzugsweise besteht der mittlere Kern aus einem Material sehr hoher Dichte (beispielsweise Ta oder W-Legierungen) und er entfaltet damit hohe Tiefenleistung.

[0048] In Anlehnung an die Nomenklatur der PELE-Ladung wird unter Zuhilfenahme der [Fig. 6](#) im Folgenden eine Hemisphärische Ladung mit Erhöhtem Lateralem Effekt, kurz HELE (= Hemi-HELE) genannt, vorgestellt. Bei dieser ist die Auskleidung wie eine hohle Halbkugel geformt, eine Auslegung, die bezüglich ihrer Eigenschaften zwischen der Hohlladung und der EFP-Ladung angesiedelt ist. Die Auskleidung besteht aus einer später die Hülle des Penetrationsgeschosses P bildenden Materialschicht M und dem daran anliegenden Aufweitmaterial AWM, das wiederum vollständig die Sprengladung HE kontaktiert. Die Erzeugung des Penetrationsgeschosses läuft in sehr ähnlicher Weise wie bei der oben beschriebenen HL-HELE-Geschoss. Für die Dimensionierung gelten die gleichen Richtlinien wie bei einem HL-HELE-Geschoss, weshalb auf eine detaillierte Beschreibung der Erzeugung und der Dimensionierung verzichtet wird.

[0049] Die [Fig. 7](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer Wirkladung zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses gemäß der Erfindung. Auch diese erhält in Anlehnung an die Nomenklatur zur PELE-Ladung eine entsprechende Bezeichnung. Von der konventionellen EFP-Ladung abgeleitet wird sie als EFP-Ladung mit Erhöhtem Lateralem Effekt, kurz EFPELE, bezeichnet. Die EFPELE-Ladung bildet mit 1500–2000 m/sec das untere Geschwindigkeitssegment der erfindungsgemäßen Penetrationsgeschosse ab und stellt somit einen Übergang zu den bekannten PELE-Projektilen dar. Die Realisation einer EFPELE-Ladung, basierend auf der bekannten EFP-Ladung, zeigt [Fig. 7](#). Der konventionellen EFP-Auskleidung M wurde erfindungsgemäß die Aufweitmaterial-Schicht AWM hinzugefügt. Ein Detonationswellenlenker DWL kann optional eingesetzt werden.

[0050] Die Auslegung der Wirkladung muss so erfolgen, dass das Aufweitmaterial AWM coaxial im erzeugten Projektil P integriert wird. Durch den aus der EFP-Technologie bekannten Umformungs- oder Umstülp-Prozess bei dieser Ladungsart bildet sich das gewünschte EFPELE-Projektil in der Art aus, wie es in [Fig. 7](#) zu den aufeinander folgenden Zeitpunkten t_1 , t_2 und t_3 angedeutet ist.

[0051] Für die Auslegung und die Auswahl der Materialien bei der EFPELE-Ladung gilt das bereits oben gesagte. Die EFP-Auskleidungsmaterialien AWM können analog zur HL unter Beachtung der EFP- und PELE-Technologie ausgewählt werden. Typische EFP-Materialien M sind Rein-Eisen (Arco-Eisen), Kupfer, Tantal, kombiniert mit oben erwähnten AWM-Materialien geringerer Dichte und geringer Kompressibilität.

[0052] Eine weitere Variante gemäß der Erfindung besteht entsprechend der Darstellung in der [Fig. 8](#)

skizziert darin, dass zwischen Sprengladung HE und dem Aufweitmaterial AWM eine weitere Auskleidungsschicht M_1 eingezogen wird. Dadurch entsteht nach der Initiierung der Wirkladung ein EFPELE-Projektil, das zusätzlich ein Kernprojektil aufweist. Für dieses wird vorzugsweise ein Material hoher Dichte, wie beispielsweise Wismut, Depleted Uranium oder entsprechende Legierungen verwendet. Dadurch wird eine Kombination aus hoher Tiefenleistung mit Hilfe des Kernprojektils und erhöhter lateraler Wirkung mittels des umhüllenden PELE-Projektils erreicht.

[0053] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der EFPELE-Ladung ist in [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) vereinfacht wiedergegeben. Der konzentrische Kern des PELE-Penetrationsgeschosses P aus Aufweitmaterial AWM kann durch weitere Strukturen ergänzt werden. Vorgeschlagen werden beispielsweise vier Stäbe S in symmetrischer Anordnung in das Aufweitmaterial AWM eingebettet, wie dies in der Ansicht A-A in der [Fig. 9](#) gut zu erkennen ist. Diese Strukturen tragen zusätzlich als Subprojektilen zur Tiefenleistung des Penetrationsgeschosses P bei.

[0054] Durch Integration derartiger stabförmiger Metall-Strukturen S in die rückseitige AWM-Auskleidung, wie in [Fig. 10](#) als Ausführungsbeispiel gezeigt, kann erreicht werden, dass nach der detonativen Umformung diese Strukturen ebenfalls in symmetrischer Weise in den Kern des Aufweitmaterials AWM des EFPELE-Projektils eingebettet sind. Beliebige strukturelle Ausformungen derartiger Anordnungen sind denkbar, die zur Bildung von unterschiedlichen Subprojektilen führen.

[0055] Eine neue Ausführungsform einer ein Penetrationsgeschoss erzeugenden Wirkladung ist in den [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) anhand von Ausführungsbeispielen dargestellt, ohne dass die Realisierung gemäß der vorliegenden Erfindung sich allein hierauf beschränken würde. In Anlehnung an die bisher verwendete Nomenklatur wird die hier beschriebene Sandwich-Wirkladung als Sandwich Ladung mit Erhöhtem Lateralem Effekt, kurz SELE, genannt.

[0056] In der [Fig. 11](#) ist ein erstes Ausführungsbeispiel in der Form einer Sandwich-Ladung dargestellt. Die zweidimensional gezeichnete Wirkladung L kann als rotationssymmetrische, ovale, pyramidenförmige oder auch rinnenförmige, flächige Wirkladung ausgestaltet sein. Der Öffnungswinkel α der Auskleidung M ist in der Regel kleiner als bei den bisher vorgestellten PELE- oder HELE-Ladungen. Das Aufweitmaterial AWM ist als eigenständiges Bauteil B auf der Symmetrie- und Schuss-Achse der Auskleidung M angeordnet und im Zentrum der Auskleidung M befestigt. Das Bauteil B ist je nach Gestaltung der Wirkladung L als Stab oder als Platte mit endlicher aber beliebiger Tiefe geformt. Die metallische Auskleidung M ist

ebenfalls entweder als Kalotte oder in Form von zwei Platten ausgeführt. Die Sprengladung HE erstreckt sich im Wesentlichen parallel zur Auskleidung M und weist im Scheitelpunkt einen Zünder ZD auf. Nach dessen Auslösung breitet sich die Detonationsfront, wie in der Figur mit einer gestrichelten Linie und Pfeilen dargestellt, entlang der Schenkel der Wirkladung aus.

[0057] Der Entstehungsprozess eines Penetrationsgeschosses P verläuft anders als beim Kollaps einer Hohlladung oder bei einer Umformung oder Umstülpung wie bei einer EFP-Ladung. Vielmehr wird hierbei der Prozess des sogenannten Plattierens angewandt, bei dem zwei entsprechende Platten oder vergleichbare Strukturen mittels Initiierung der Sprengladung HE unter einem vorgegebenen Winkel mit hoher Geschwindigkeit aufeinander geschossen werden. Beim Aufeinandertreffen entsteht an der Berührungsfläche eine enge und gut haftende Verbindung, da aufgrund der erzeugten hohen Drücke ein lokales hydrodynamisches Ineinanderfließen der Materialien stattfindet. Dieser Prozess findet in gleicher Weise beispielsweise auch bei rotationssymmetrischen Auskleidungen statt.

[0058] Alternativ zu der in [Fig. 11](#) gezeigten streifenden Ausbreitung der Detonationsfront entlang der Auskleidung kann auch eine flächige Auslösung ZF einer Detonationsfront zur Anwendung gebracht werden, wie dies in der [Fig. 12](#) dargestellt ist. Hierfür ist ein entsprechendes flächiges Initiierungssystem erforderlich, wie es beispielsweise von dem sogenannten "Plane Wave Generator" bekannt geworden ist.

[0059] Durch das Aufeinandertreffen der Teile des Auskleidungsmaterials auf das zentrale Bauteil B aus dem Aufweitmaterial AWM werden beide innig miteinander entweder zu einem stabförmigen SELE-Penetrationsgeschoss in der rotationssymmetrischen Version oder zu einer SELE-Platte in der flächigen Version verbunden und erhalten gleichzeitig mittels der axialen Geschwindigkeitskomponente eine hohe Geschwindigkeit in Richtung auf das Ziel. Die Höhe dieser Geschwindigkeit v (vgl. [Fig. 1](#)) kann über den Winkel α der Sandwich-Ladung gewählt und eingestellt werden. Hinsichtlich der Auswahl des Auskleidungsmaterials M gelten die gleichen Prinzipien wie bei den oben vorgestellten Varianten.

[0060] Ein Beispiel für eine vorteilhafte Ausgestaltung einer SELE-Ladung ist in der [Fig. 13](#) wiedergegeben. In diesem Fall wird vorgeschlagen, das zentrale Bauteil B aus einem Material M_1 hoher Dichte anzufertigen, um hiermit beim erzeugten Penetrationsgeschoss P einen Kern zu erhalten, der eine höhere Tiefenwirkung im Ziel hat. Das Aufweitmaterial AWM und das Material M_2 für die Erzeugung der Hülle des Penetrationsgeschosses P sind als parallel angeordnete Schichten der Auskleidung der Sand-

wich-Ladung vorgesehen. Die Wirkladung selbst wird in vorteilhafter Weise wie das Beispiel in [Fig. 12](#) mittels eines flächigen Initiierungssystems ZF initiiert.

[0061] Die [Fig. 14](#) zeigt eine weitere Variante der vorgeschlagenen Sandwich-Ladungen. Hierbei wird vorgeschlagen, das zentrale Bauteil B in zwei oder mehreren Bereichen abgestuft auszuführen. Die Dicke der Auskleidungsschicht wird gegengleich korrespondierend abgestuft ausgeführt. In welcher Richtung die Abstufung erfolgt oder welche Materialien für das Aufweitmaterial AWM im jeweiligen Fall anzuwenden sind oder ob anstelle einer Abstufung eine kontinuierliche Dickenänderung günstiger ist, obliegt der Entscheidung des Fachmannes. Es liegt auch im Rahmen des fachmännischen Handelns, Details der als Beispiele vorgeschlagenen Ausführungsformen geschickt miteinander zu kombinieren.

Patentansprüche

1. Penetrationsgeschoss mit einem stabförmigen Kern aus einem im Ziel nahezu ballistisch unwirksamen Werkstoff geringer Kompressibilität und wenigstens einer den Kern radial umgebenden Hülle aus einem im Ziel ballistisch wirksamen weiteren Werkstoff, wobei sich die Werkstoffe des Kerns und der Hülle bezüglich der Dichte deutlich unterscheiden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kern (AWM, B) des Penetrationsgeschosses (P) aus einem ersten Teil (AWM) einer Auskleidung einer Wirkladung und die Hülle des Penetrationsgeschosses (P) aus wenigstens einem benachbart zum ersten Teil angeordneten weiteren Teil (M, M_1, M_2) der Auskleidung mittels der Auslösung der Wirkladung formbar und miteinander verbindbar sind, wobei der erste Teil (AWM) der Auskleidung vollständig an der Sprengladung (HE) der Wirkladung anliegt.

2. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein die Hülle bildender weiterer Teil (M_2) der Auskleidung im Ausgangszustand den ersten Teil (AWM) der Auskleidung teilweise überdeckt.

3. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Teil der Auskleidung aus Segmenten oder Sektoren (S) besteht.

4. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente oder Sektoren (S) aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

5. Penetrationsgeschoss mit einem stabförmigen Kern aus einem im Ziel nahezu ballistisch unwirksamen Werkstoff geringer Kompressibilität und wenigstens einer den Kern radial umgebenden Hülle aus einem im Ziel ballistisch wirksamen weiteren Werkstoff,

wobei sich die Werkstoffe des Kerns und der Hülle bezüglich der Dichte deutlich unterscheiden, dadurch gekennzeichnet, dass im Ausgangszustand einer Wirkladung (L) im Zentrum einer Auskleidung der Wirkladung (L) ein in Ausbreitungsrichtung der detonierenden Wirkladung ausgerichtetes Bauteil (B) angeordnet ist, welches als Kern (AWM) im mittels der Auslösung der Wirkladung (L) geformten Penetrationsgeschoss angeordnet ist und dass die Hülle (M) des Penetrationsgeschosses aus wenigstens einem Teil der Auskleidung der Wirkladung mittels Auslösung der Wirkladung (L) formbar und mit dem Kern (AWM) verbindbar ist.

6. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (B) die Form eines Stabes oder einer Platte aufweist.

7. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Formung des Kerns (AWM) und der Hülle (M) des Penetrationsgeschosses (P) mindestens ein Teil der Wirkladung (L) auslösbar ist.

8. Penetrationsgeschoss nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein die Hülle bildender weiterer Teil (M_2) der Auskleidung im Ausgangszustand der Wirkladung benachbart zum ersten Teil (AWM) der Auskleidung angeordnet ist.

9. Penetrationsgeschoss nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Teil (M_2) der Auskleidung aus Segmenten oder Sektoren gleichen oder unterschiedlichen Materials besteht.

10. Penetrationsgeschoss nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Form der Oberfläche des Bauteils (B) gegengleich wie die mit dem Bauteil (B) jeweils korrespondierende Kontur der Auskleidung (M_1 , M_2 , M_3) ausgebildet ist.

11. Verfahren zur Erzeugung eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Penetrationsgeschosses unter Verwendung einer Wirkladung mit einer Auskleidung die wenigstens zwei Materialschichten aufweist, von denen die der Sprengladung (HE) abgewandte Schicht aus einem zur Zielpenetration geeigneten ersten Material (M) besteht und die zur Sprengladung (HE) benachbarte Schicht aus einem im Ziel weitgehend unwirksamen zweiten Material (AWM) mit geringer Kompressibilität und gegenüber dem ersten Material niedrigerer Dichte besteht, bei welchem mittels Initiierung der Wirkladung das Geschoss (P) in der Weise geformt wird, dass das erste Material (M) das zweite Material (AWM) umgibt und mit diesem fest verbunden wird, wobei die Formung des Geschosses vom Zentrum der Ausklei-

dung beginnend das gesamte Auskleidungsmaterial umfasst und wobei die Ladungsenergie zur Beschleunigung des Geschosses auf Geschwindigkeiten im Bereich 1500 bis 9000 m/sec verwendet wird.

12. Verfahren zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses, dadurch gekennzeichnet, dass eine kegel-, pyramiden- oder dachförmige Auskleidung zur detonativen Formung des Penetrationsgeschosses verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material (M) einen Teil des zweiten Materials (AWM) umgibt.

14. Verfahren zur Erzeugung eines aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Penetrationsgeschosses unter Verwendung einer Wirkladung mit einer geformten Auskleidung, die wenigstens eine Schicht (M) eines ersten zur Zielpenetration geeigneten ersten Materials aufweist sowie einen im Bereich der Zentralachse der Auskleidung befestigtes Bauteil (B) aus einem zweiten im Ziel weitgehend unwirksamen Material (AWM), welches sich durch geringe Kompressibilität und niedrigere Dichte als das erste Material auszeichnet, bei welchem mittels Initiierung der Wirkladung das Geschoss (P) in der Weise detonativ geformt wird, dass das erste Material das zweite Material umgibt und mit diesem fest verbunden wird, wobei die Formung des Geschosses vom Zentrum der Auskleidung beginnend das gesamte Auskleidungsmaterial umfasst und wobei anteilige Ladungsenergie zur Beschleunigung des Geschosses auf Geschwindigkeiten im Bereich 1500 bis 9000 m/sec verwendet wird.

15. Verfahren zur Erzeugung eines Penetrationsgeschosses nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bauteil (B) in der Form eines Stabes oder einer Platte verwendet wird.

16. Verfahren nach 14 oder 15, gekennzeichnet durch die Verwendung einer kegelförmigen oder pyramidenförmigen oder einer rinnenförmigen Auskleidung.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, gekennzeichnet durch die Verwendung wenigstens einer weiteren Schicht () aus einem zur Zielpenetration geeigneten weiteren Material, welches zwischen dem zweiten Material und der Sprengladung eingebracht wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

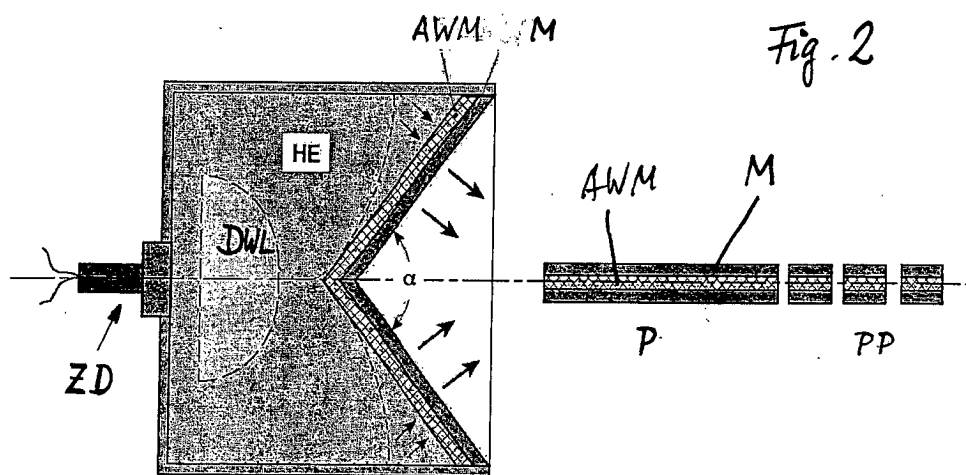
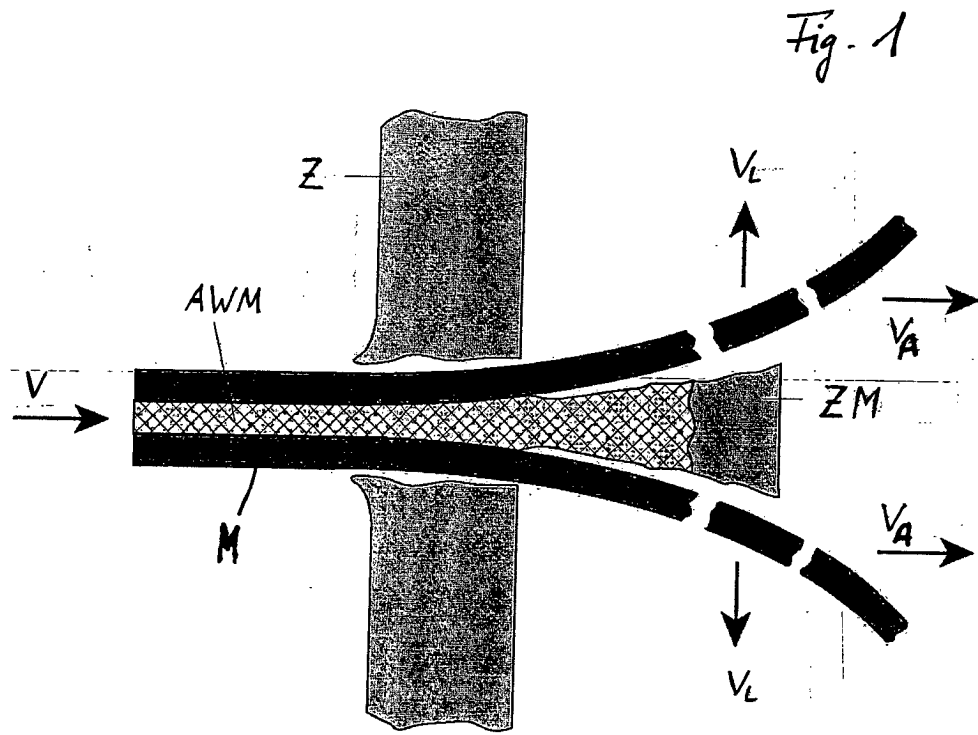


Fig. 3

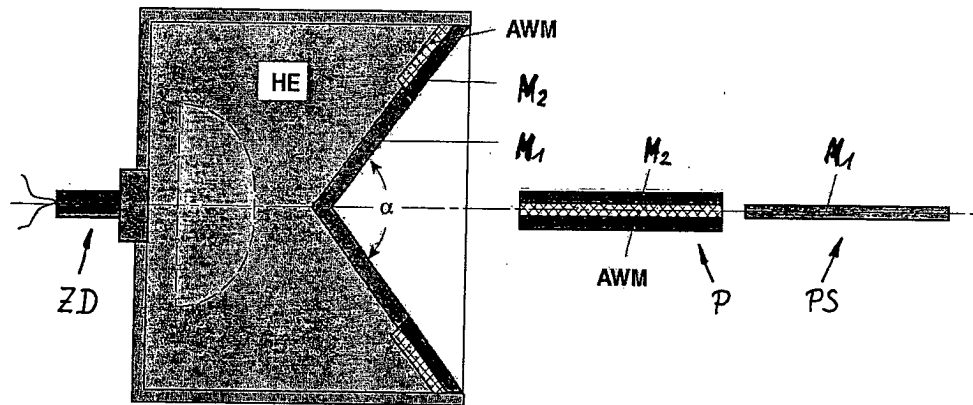


Fig. 4

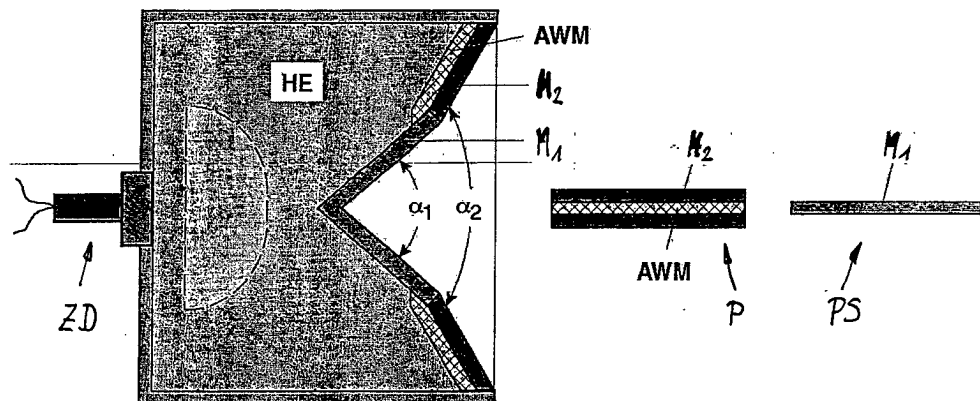


Fig. 5

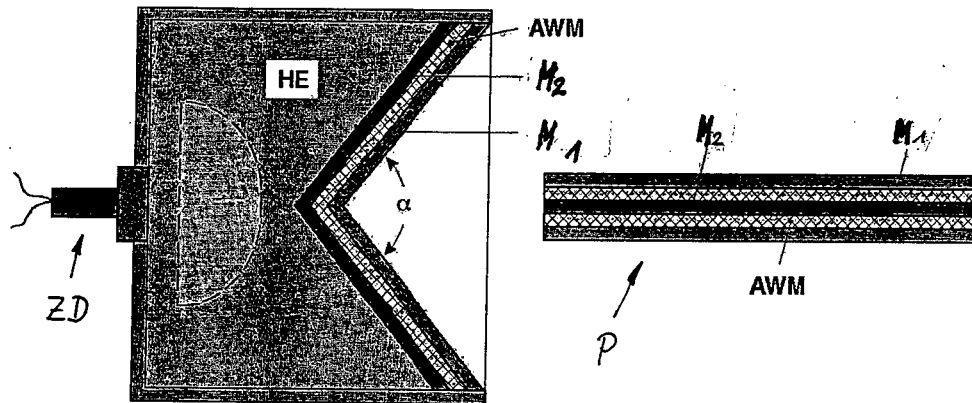


Fig. 6

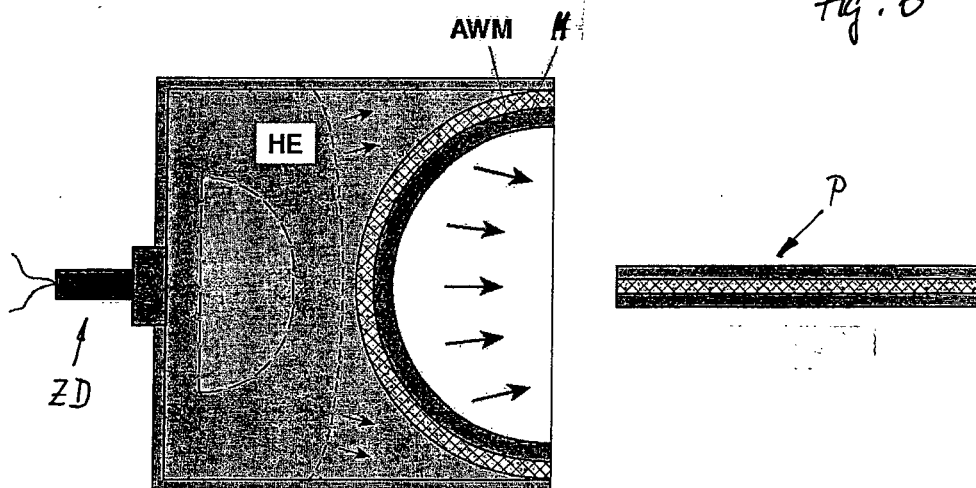


Fig. 7

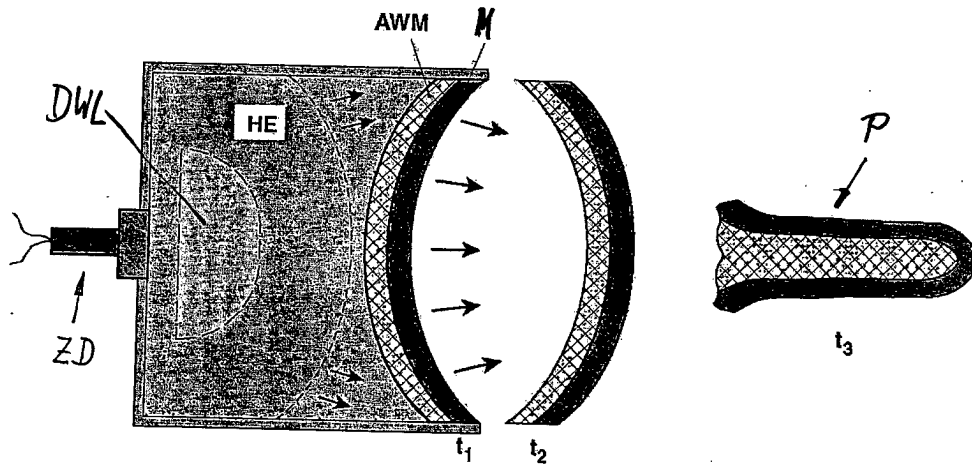
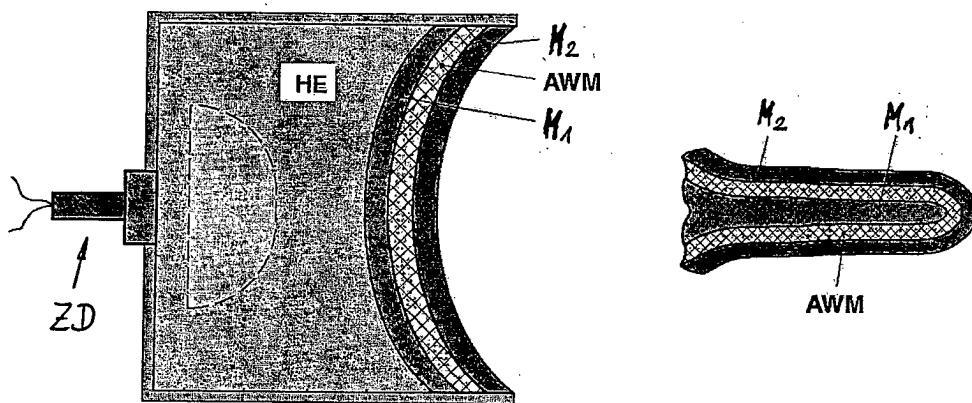
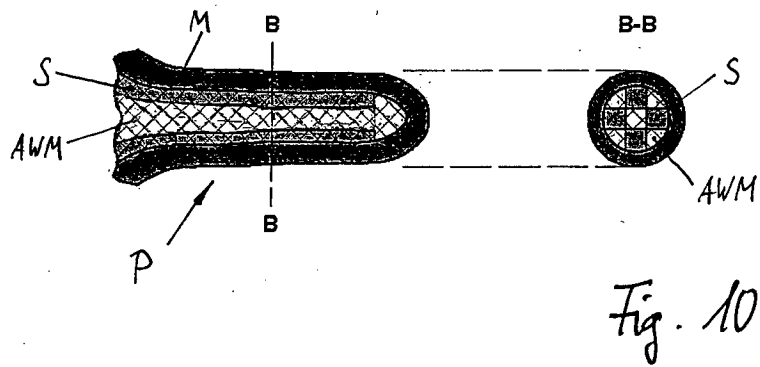
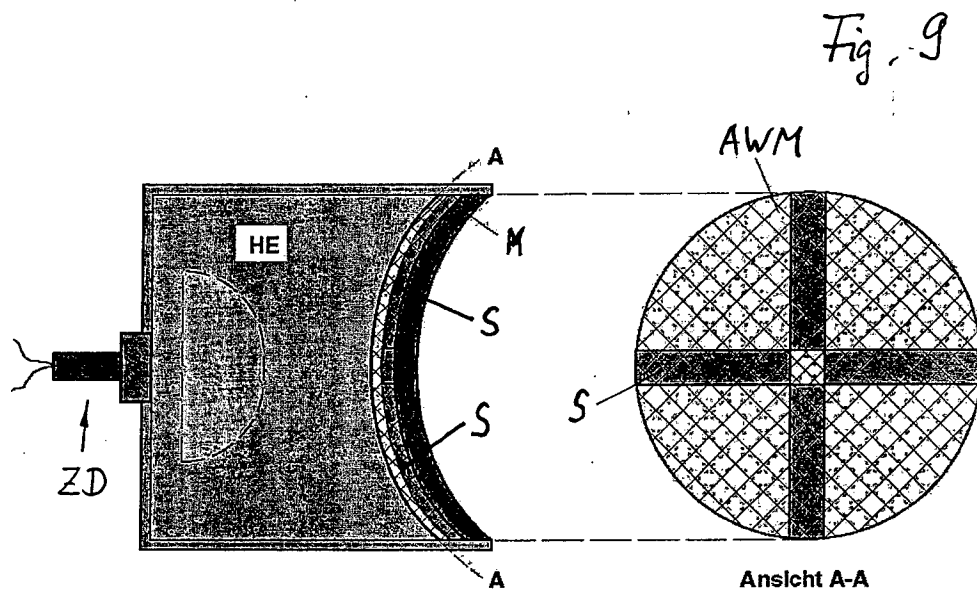


Fig. 8





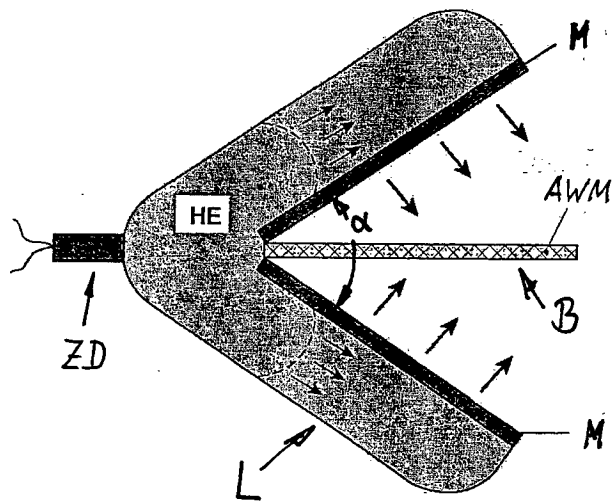


Fig. 11

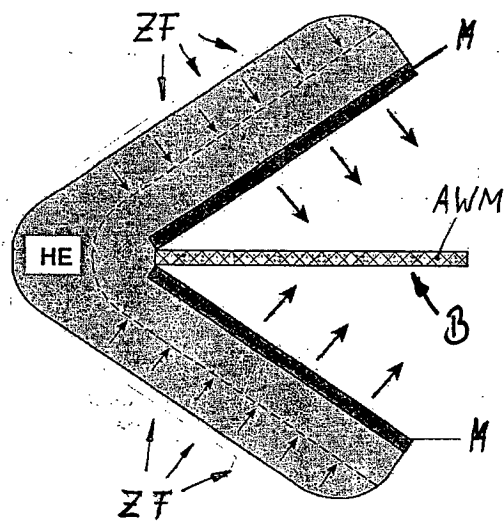
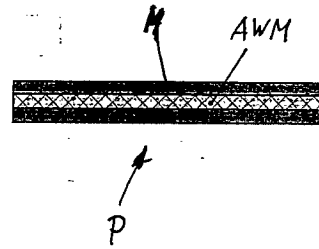


Fig. 12

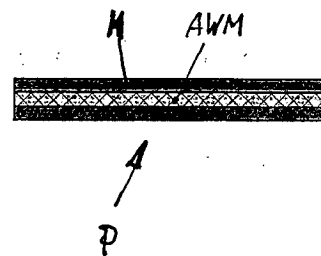


Fig. 13

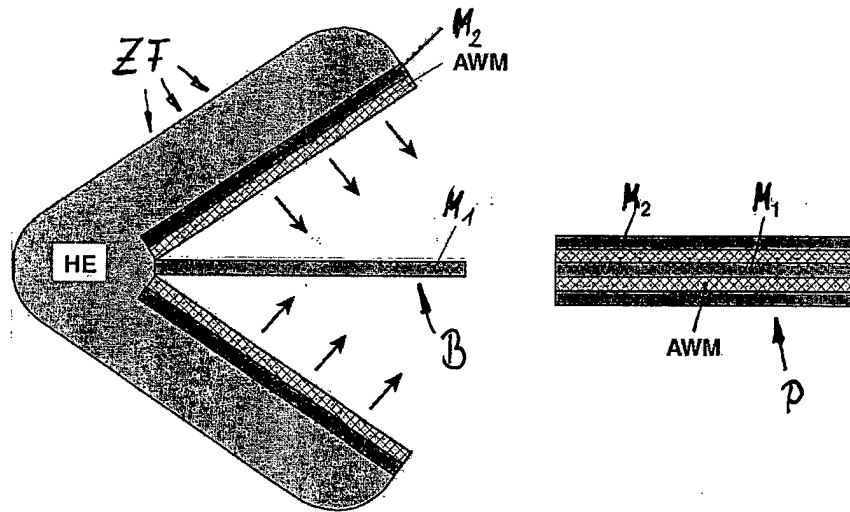


Fig. 14

