(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 029 012 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.07.2020 Patentblatt 2020/29

(51) Int Cl.:
C06C 7/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15003412.2**

(22) Anmeldetag: **01.12.2015**

(54) **VORRICHTUNG ZUR GESTEUERTEN INITIIERUNG DER DEFLAGRATION EINER SPRENGLADUNG**

DEVICE FOR THE CONTROLLED INITIATION OF THE DEFLAGRATION OF AN EXPLOSIVE CHARGE

DISPOSITIF D'INITIATION COMMANDEE DE LA DEFLAGRATION D'UNE CHARGE EXPLOSIVE

(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: **06.12.2014 DE 102014018218**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

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

(72) Erfinder: **Graswald, Markus**
85276 Pfaffenhofen an der Ilm (DE)

(74) Vertreter: **Isarpatent**
Patent- und Rechtsanwälte Behnisch Barth Charles
Hassa Peckmann & Partner mbB
Friedrichstrasse 31
80801 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 912 037
EP-A1- 2 824 414
EP-A1- 2 827 094
EP-A2- 2 133 654
WO-A2-01/94277
WO-A2-99/53263
DE-A1- 4 318 922
FR-A1- 2 678 722
GB-A- 643 872
GB-A- 2 479 966
US-A- 1 948 583
US-A- 2 463 709
US-A- 5 243 916
US-B1- 6 352 029

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).

EP 3 029 012 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Initiierung einer Deflagration einer in einer Hülle angeordneten Sprengladung, umfassend wenigstens einen im Bereich der Längsachse der Sprengladung verlaufenden Sprengladungskern.

[0002] Aus der DE 100 08 914 C2 ist eine dosierbare Sprengladung für einen Gefechtskopf mit zwei unterschiedlichen Zündeinrichtungen bekannt geworden. Während die erste Zündeinrichtung die Sprengladung detonativ initiiert, ist die weitere, gegenläufig ausgerichtete Zündeinrichtung so ausgelegt, dass höchstens eine subdetonative Initiierung erfolgen kann. Auch die Verwendung von wenigstens einer Detonationsschnur für diesen Zweck ist hieraus bekannt. In der Praxis haben sich einige Probleme ergeben, die im Extremfall zum Erlöschen der Initiierung oder zur komplett detonativen Initiierung führen können.

[0003] In der DE 10 2012 006 044 B3 ist eine zylindrische Sprengladung mit einer Hülle beschrieben, die eine parallel zur Sprengschnur angeordnete Messvorrichtung aufweist, welche den Fortschritt der laufenden Deflagration detektiert.

[0004] Die US 2012/0227609 A1 beschreibt ein Zündsystem mit zwei unterschiedlichen Zündeinrichtungen. Die erste Zündeinrichtung ist konventionell für die detonative Auslösung der Sprengladung ausgelegt. Die örtlich gegenüber liegende zweite Zündeinrichtung ist für eine deflagrative Initiierung der Sprengladung dimensioniert. Da in diesem Zündsystem das selbe Bauprinzip mit gegenüber liegenden Zündstellen verwendet wird, von denen aus die Detonationswellen gegeneinander laufen, treten auch hier die bereits bekannten Mängel auf. Die GB 2 479 966 A beschreibt einen Sprengkörper mit einer inneren, zylindrischen Sprengladung, die von einer äußeren Sprengladung umgeben ist, wobei jede der Sprengladungen mit einem eigenen Zünder versehen ist, so dass die Sprengladungen unabhängig voneinander gezündet werden können.

[0005] Dem gegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Zündvorrichtung zu entwickeln, die in der Lage ist, eine deflagrative Initiierung über die gesamte Länge der Sprengladung aufrecht zu erhalten, ohne dass die Deflagrationsreaktion in axialer oder radialer Richtung in einen Abbrand übergeht, ausstirbt oder in eine Detonation umschlägt.

[0006] Dies soll in derart robuster Weise geschehen, dass auch in stark verdämmten Wirksystemen (wie Penetratoren) sowie unter extremen militärischen Umweltbedingungen (insbesondere unter sehr geringen und sehr hohen Temperaturen) die Deflagration der Sprengladung kontrolliert und zuverlässig erfolgt.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Sprengladung eine oder mehrere Arten von Sprengstoffen aufweist, dass die Sprengladung einen Sprengladungskern aufweist, der in seinen Querabmessungen dem radialen Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung an den Durchmesser der Hülle angepasst ist, dass seine Aufladung über die Länge des Sprengladungskerns in Abhängigkeit von der Art des Sprengstoffes örtlich unterschiedlich ist, dass die Aufladung des Sprengladungskerns hinsichtlich ihrer Form dem radialen Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung angepasst ist, dass der Sprengladungskern von einem Mantel oder Rohr umgeben ist, dass die Wandstärke und/oder das Material des Mantels oder des Rohrs in ihrer Form dem Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung angepasst ist, und dass die Vorrichtung im Bereich der Initiierung eine Entlüftung aufweist.

[0009] Hieraus ergeben sich diverse Gestaltungsmöglichkeiten, die in den weiteren Ansprüchen beschrieben sind und die eine Anpassung dieser Initiierung an die örtlichen Gegebenheiten in der Sprengladung ermöglichen.

[0010] Vorteilhaft ist, dass die Querabmessung des Sprengladungskerns dem Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung angepasst ist. Dies kann in Stufen erfolgen oder auch kontinuierlich, so dass damit der Sprengladungskern an jede Form der Hülle angeglichen werden kann.

[0011] Mittels der Aufladung des Sprengladungskerns über die Länge des Sprengladungskerns, die hinsichtlich der Art des Sprengstoffes homogen oder örtlich unterschiedlich einstellbar ist, können bei Bedarf auch unterschiedliche Sprengstoffarten miteinander zu einem Sprengladungskern kombiniert werden. Für einen Sprengladungskern eignen sich auch vergleichsweise energiereiche (hochbrisante) und/oder sensitive CHNO-basierte Sprengstoffe wie z. B. hexogen- oder oktogenbasierte Sprengstoffmischungen sowie RDX (Cyclo-1,3,5-Trimethylen-2,4,6-Trinitramin, Hexogen), HMX (Cyclo-1,3,5,7-Tetramethylen 2,4,6,8-Tetranitramin, Oktogen), PETN (Pentaerythritoltetranitrat), HNS (Hexanitrostilben), FOX-7 (1,1-Diamino-2,2-Dinitroethylen), FOX-12 (Guanylharnstoffdinitramid) oder Mischungen hieraus. Darüber hinaus können inerte Binder wie HTPB (Hydroxylterminiertes Polybutadien), Silikongummi, Polyurethangummi, Polystyrol, Estan, Nylon, Wachs und/oder Graphit verwendet werden

[0012] Zudem kann der Durchmesser des Sprengladungskerns bei nicht konstantem Hüllendurchmesser variieren und direkt an diesen angepasst werden. Die Aufladung des Sprengladungskerns ist dabei an Größe und Form der Sprengladung anzupassen.

[0013] Um einen direkten Kontakt vom detonativ reagierenden Sprengstoffkern zur Sprengladung zu unterbinden und so die Schockwelle bei Detonation des Sprengladungskerns zu dämpfen, ist der Sprengladungskern von einem Mantel oder einem Rohr umgeben. Dieser Mantel oder das Rohr kann beispielsweise aus einem Gewebe, einem Kompositewerkstoff (GFK, CFK, CRC oder CFRC), einem Kunststoff oder einer Kombination daraus bestehen. Als Material für eine Ummante-

lung (Mantel oder Rohr) kommen u. a. Textilfasern, Kunststoffe (Polymere) wie z. B. Kevlar, Nylon, Polyethylen, Polypropylen, PTFE (Teflon), PVC, Polystyrol, Plexiglas (Acrylglas) oder Polyurethan aber auch Wachs in Betracht.

[0014] Auch die Wandstärke und/oder das Material des Mantels oder des Rohrs ist dem radialen Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung in Stufen oder kontinuierlich angepasst.

[0015] Mit dem Deflagrator, der im Modus der kleinsten Wirkung allein initiiert wird, wird eine subdetonative Reaktion ausgelöst. Dies geschieht im Ausführungsbeispiel durch Detonation des Sprengladungskerns, wodurch die heißen Reaktionsgase ein noch nicht reagiertes energetisches Material konvektiv erhitzen. Dies setzt sich weiter über in der Sprengladung vorhandene Poren fort. Es bildet sich eine mehrphasige Reaktionszone heraus, bei der die Druck- und Flammfront im Gegensatz zur Detonation räumlich voneinander getrennt sind und sich durchaus mit unterschiedlicher Geschwindigkeit fortpflanzen können. Die Reaktion führt letztlich zu einer Druckerhöhung, unter der der Sprengstoff auch mechanisch versagen kann und sich Risse bilden und weiter fortpflanzen. Die Reaktionsgeschwindigkeiten hängen auch vom Verdämmungszustand der Sprengladung, d.h. Wandstärke und Festigkeit der Hülle, ab. Die Geschwindigkeit der Flamm- und Druckfront liegt dabei typischerweise unterhalb der Schallgeschwindigkeit der Sprengladung.

[0016] Eine stabile Deflagration ergibt sich aus der Rate der Energiedissipation im Vergleich zur Energieerzeugungsrate, die hier durch den Sprengladungskern kontrolliert wird. Nachfolgend werden einige Systemeinflussfaktoren beschrieben und konkrete Zahlen / Zahlenbereiche für einzelne Parameter angegeben, bei denen eine Deflagration stabil abläuft.

[0017] Unempfindliche, gegossene Sprengladungen enthalten einen Anteil des Kunststoffbinders von mindestens 10%. Der Anteil des Sprengstoffmoleküls, für das sich RDX (Cyclo-1,3,5-Trimethylen-2,4,6-Trinitramin, Hexogen), HMX (Cyclo-1,3,5,7-Tetramethylen 2,4,6,8-Tetranitramin, Oktogen), NTO (5-Nitro-1,2,4-Triazole-3-One), FOX-7 (1,1-Diamino-2,2-Dinitroethylen), FOX-12 (Guanylharnstoffdinitramid) u.a. anbieten, kann dabei zwischen 90 und 50% liegen. Als Binder eignet sich hierfür u. a. ein Zweikomponenten-Gießharz mit Hydroxylterminiertem Polybutadien (HTPB), aber auch Silikongummi, Polyurethangummi, Polystyrol, Estan oder Nylon. In der Bindermatrix werden die granularen Sprengstoffkristalle eingekapselt. Eine solche kunststoffgebundene Sprengladung verfügt grundsätzlich infolge des Herstellungsprozesses über mikroskopisch kleine Poren. Diese Poren bestimmen die Porosität der Sprengladung und stellen die für die Deflagrationsreaktion notwendige freie Oberfläche zu Verfügung. Die Porositäten liegen hierbei typischerweise im einstelligen Prozentbereich, d.h. deutlich unter fünf Prozent. Zur Steigerung der Blastdruckwirkung kann die Sprengladung zusätzlich über gecoatete oder nicht gecoatete Metallpulver mit Partikeln z.B. aus Aluminium, Magnesium, Zirkonium, Titan, Wolfram, Titankarbid oder Zirkonkarbidverfügen. Hierbei wird ein Anteil von typischerweise 15 bis 25 Masse-Prozenten angestrebt, sofern der Blastdruck zu optimieren ist. Zur Steigerung des Blastdruckes kann die Sprengladung auch mit bis 20 Prozent Ammoniumperchlorat (AP) angereichert sein.

[0018] Zur Vermeidung einer schockinitiierten Detonation der Sprengladung ist es zweckmäßig, wenn die Sprengladung eine vergleichsweise geringe Schocksensitivität aufweist. Hierzu sollten die Materialien des Sprengladungskerns und seines umschließenden Mantels oder Rohrs mit ihren Hugonioteigenschaften derart gewählt werden, dass die Schockimpedanz des Mantels/Rohrs zu einer signifikanten Reduktion des streifenden Detonationsdruckes des Sprengladungskerns führt. Die Schockimpedanz Z kann mit der bekannten Formel bestimmt werden

$$Z = \rho_0 \bullet U = \rho_0(c_0 + s \bullet u)$$

mit ρ_0 als Dichte, U als Schockgeschwindigkeit, c_0 als Bulk-Schallgeschwindigkeit, s als Steigung und u als Partikelgeschwindigkeit. Der Schockdruck ergibt sich dann mit

$$P = \rho_0 \bullet U \bullet u = Z \bullet u$$

[0019] Zweckmäßigerweise sollte der resultierende Druck an der Grenzfläche des Dämpfungsmaterials zur Sprengladung unterhalb des Schockinitiierungsdrucks liegen. Günstig ist außerdem ein kritischer Durchmesser für eine schockinitiierte Detonation der Sprengladung, der mindestens 5 mm, typischerweise mehr als 10 mm, beträgt.

[0020] Um eine Entzündung der Sprengladung durch Hot Spots infolge der schwachen Schockwelle und der heißen Reaktionsgase zu fördern, sollte die Sprengladung eine vergleichsweise geringe Selbstentzündzungstemperatur aufweisen. Sie sollte kleiner als 230°C sein und typischerweise deutlich unterhalb von 200°C liegen. Nichtsdestotrotz sollte sie hinreichend groß sein, um die Insensitivität der Sprengladung bei thermischen Stimuli wie Slow-Cook-Off- und Fast-Cook-Off-Tests nicht unnötig negativ zu beeinflussen.

[0021] Bei Vorhandensein einer Ladungshülle sind die relevanten Parameter die Wandstärke, auch im Vergleich zum Ladungsdurchmesser, und die Materialfestigkeit.

[0022] Diese werden über den statischen Versagensdruck zweckmäßig miteinander verknüpft. Oberhalb eines spezifischen Grenzdrucks werden mit höherer Wahrscheinlichkeit unerwünschte Übergänge in stärkere Reaktionen (Detonation-to-Deflagration-Transitions,

DDTs) erwartet. Eine Verdämmung an den Ladungsenden kann durch die nachfolgend beschriebene Entlüftung so reguliert werden, dass sich kaum Unterschiede zu an den Enden offenen Ladungen zeigen. Dies zeigt sich dann in ähnlichen Aufweitungsgeschwindigkeiten der Ladungshülle und damit Druckraten infolge der Reaktion der Sprengladung.

[0023] Der Versagensdruck einer Verdämmung unter statischer Belastung wird berechnet anhand

$$p_{max} = \sigma_{max} \frac{1 - k^2}{1 + k^2}$$

mit

$$k = d_i / d_a,$$

d_i als Innendurchmesser, da als Außendurchmesser und σ_{max} als Maximalspannung. Eine Verdämmung mit einem statischen Versagendruck kleiner als 6,0 kbar, typischerweise kleiner als 2,6 kbar, wird dabei, sofern die Initiierung optimal an die Ladungsabmessungen angepasst ist, als günstig angesehen, um eine kontrolliert ablaufende Deflagration zu gewährleisten. Im Gegensatz dazu können höhere Verdämmungswerte, insbesondere wenn keine ausreichende Entlüftung vorhanden ist, Übergänge in stärkere Reaktionen (DDTs) begünstigen. Grundsätzlich kann die Entlüftung durch Ladungsdeckel, Sollbruchstellen der Hülle und Bohrungen nachhaltig beeinflusst werden, sofern es sich um eine vollständig verdämmte Sprengladung handelt. Vorteilhaft ist die Entlüftung insbesondere im Bereich der Initiierung, wo die Deflagrationsreaktion beginnt und hierdurch der Druck zuerst ansteigt.

[0024] Als Hüllenmaterial eignen sich beispielsweise nicht nur Metalle wie Stahl, Aluminium, Titan oder entsprechende Legierungen, sondern auch Kunststoffe oder Kompositewerkstoffe wie GFK oder CFK, sowie CRC oder CFRC. Damit wird eine geringere letale Wirkung erreicht, dagegen aber eine höhere Druckwelle. Bei Verwendung nicht metallischer Hüllenmaterialien beschränkt sich schließlich die Wirkung auf den Blastüberdruck und die Hitze, wobei beide rasch mit dem Abstand vom Umsetzungsort abnehmen.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig.1 : die Radiallänge einer Sprengladung in Relation zur Aufladung eines Sprengladungskerns;

Fig.2 : ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei der Verwendung in einem bekannten Wirksystem;

Fig.3 : Beispiele möglicher Querschnitte von Sprengladungskernen.

[0026] In der Figur 1 ist vertikal der Innenradius (Radiallänge) von der Mittelachse bis zur Innenwand der Hülle aufgetragen und horizontal die hierfür geeignete Aufladung eines Sprengstoffkerns. Innerhalb der gestrichelten Linien wird eine stabil ablaufende Deflagration erreicht. Oberhalb der gestrichelten Linien geht die Deflagration in eine Verbrennungsreaktion über und/oder stirbt gänzlich aus und unterhalb geht sie unkontrolliert in eine stärkere Reaktion wie eine teilweise oder vollständige Detonation über.

[0027] In der Figur 2 ist ein Schnitt durch ein Wirksystem dargestellt, das innerhalb der Hülle HÜ bis auf einen schlanken Hohlraum im Bereich der Längsachse LA mit Sprengstoff SP gefüllt ist. Dieser nicht näher bezeichnete Hohlraum dient der Aufnahme des Sprengladungskerns SK. Der Sprengladungskern erstreckt sich von einer ersten Zündeinrichtung Z1 an der Spitze des Wirksystems bis zu einer weiteren Zündeinrichtung Z2 am Heck des Wirksystems. Beide Zündeinrichtungen können zur Initiierung des Sprengladungskerns herangezogen werden.

[0028] Erfindungsgemäß ist der Sprengladungskern SK in mehrere Abschnitte A1, A2, A3 aufgeteilt. Dabei kann die Aufteilung je nach den Erfordernissen des Wirksystems auch in weniger oder mehr Abschnitte sinnvoll sein. Diese Abschnitte entsprechen jeweils einer genau für diesen Abschnitt angepassten Aufladung des Sprengladungskerns SK. Es ist auch möglich den Verlauf der Aufladung entsprechend dem Verlauf der Hülle HÜ derart anzupassen, dass die Aufladung nach einem höheren Wert im mittleren Bereich zum Ende hin wieder abnimmt.

[0029] Es wurden bereits typische Werte für Aufladungen in den unterschiedlichen Bereichen ermittelt, die Erfolg versprechend sind. So kann eine Aufladung im Abschnitt A1 im Wertebereich 30 bis 70 g/m liegen, im zweiten Bereich A2 im Wertebereich 50 bis 90 g/m und schließlich im dritten Bereich A3 im Wertebereich 70 bis 100 g/m.

[0030] Eine weitere Anpassungsmöglichkeit besteht in der Wahl des Querschnitts des Sprengladungskerns SK. Dieser kann je nach Anpassungsbedarf beispielsweise eckig, rund oval, halbrund ausgeführt sein, wie dies in Figur 3 dargestellt ist.

[0031] Aufgrund der Anpassungsmöglichkeiten kann ein Sprengladungskern bei nahezu beliebigen Formen und Größen von Gefechtsköpfen und anderen Wirksystemen Anwendung finden.

[0032] Ein weiterer Vorteil ist die signifikante Reduktion der Anfangsgeschwindigkeit der aus der Hülle abgegebenen Splitter. Ebenso von Vorteil ist die erhebliche Verringerung des maximalen Blastdruckes. Dies lässt sich einfach anhand der Abschätzung der Leistung einer Sprengladung charakterisieren

$$\rho \cdot D^2 / 4$$

mit p als Dichte und D als Reaktionsgeschwindigkeit, zumeist der Detonationsgeschwindigkeit, der Sprengladung. Bei der Deflagration lässt sich infolge der signifikant geringeren Reaktionsgeschwindigkeiten und Reaktionsdrücke die Leistung damit auf 5 bis 15 Prozent im Vergleich zur detonativen Umsetzung der Sprengladung reduzieren.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Initiierung einer Deflagration einer porösen Sprengladung, die in einer Hülle angeordnet ist, umfassend wenigstens einen im Bereich der Längsachse der Sprengladung verlaufenden Sprengladungskern, **dadurch gekennzeichnet, dass**

   - die Sprengladung eine oder mehrere Arten von Sprengstoffen aufweist;
   - die Querabmessung des Sprengladungskerns dem radialen Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung an den Durchmesser der Hülle angepasst ist;
   - die Aufladung des Sprengladungskerns über die Länge des Sprengladungskerns in Abhängigkeit von der Art des Sprengstoffes örtlich unterschiedlich ist und die Aufladung des Sprengladungskerns hinsichtlich ihrer Form dem radialen Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung angepasst ist;
   - der Sprengladungskern von einem Mantel oder Rohr umgeben ist;
   - die Wandstärke und/oder das Material des Mantels oder des Rohrs in ihrer Form dem Verlauf der Hülle in Längsrichtung der Sprengladung angepasst ist; und
   - die Vorrichtung im Bereich der Initiierung eine Entlüftung aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sprengstoff unter Berücksichtigung seiner Dichte und/oder seiner prozentualen Zusammensetzung im Sprengladungskern angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sprengladungskern Mischungen aus Sprengstoffmolekülen und inertem Binder wie HTPB, Silikongummi, Polyurethangummi, Polystyrol, Estan, Nylon, Wachs und/oder Graphit aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detonationsgeschwindigkeit des Sprengladungskerns idealerweise genauso groß oder geringfügig kleiner ist als die Detonationsgeschwindigkeit der Sprengladung.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Selbstentzündungstemperatur des Sprengladungskerns unter 230°C und typischerweise unter 200°C liegt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Porosität der Sprengladung kleiner als 5% Prozent ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querabmessungen des Sprengladungskerns erheblich kleiner sind als der Durchmesser der Sprengladung und deren Verhältnis zwischen 1/10 und 1/30 liegen

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke des Mantels in der Größenordnung wie die Querabmessungen des Sprengladungskerns liegt und diese typischerweise unterschreitet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke des Rohrs in der Größenordnung wie die Querabmessungen des Sprengladungskerns liegen und diese typischerweise unterschreiten.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine gegossene Sprengladung mit einem CHNO-basierten Sprengstoffmolekül wie RDX, HMX, NTO, FOX-7 oder FOX-12, eingekapselt in einem inerten Binder wie HTPB, Silikongummi, Polyurethangummi, Polystyrol, Estan oder Nylon, und/oder zusätzlich Metallpulver aus Aluminium, Magnesium, Zirkonium, Titan, Wolfram, Titankarbid, Zirkonkarbid und/oder Ammoniumperchlorat (AP) besteht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprengladung von einer Hülle aus Metallen wie Stahl, Aluminium, Titan oder entsprechenden Legierungen oder Kunststoffen oder Kompositwerkstoffen wie GFK oder CFK sowie CRC oder CFRC umgeben ist und das Verhältnis der Hüllenmasse zur Sprengladungsmasse (M/C) zwischen 1,0 und 8,0 beträgt und der statische Versagensdruck der Hülle unter 6 kbar, typischerweise unter 2,6 kbar, liegt.

Claims

1. Device for initiating a deflagration of a porous explo-

sive charge which is arranged in a shell, comprising at least one explosive charge core extending in the region of the longitudinal axis of the explosive charge, **characterised in that**
the explosive charge has one or more types of explosives; the transverse dimension of the explosive charge core is adapted to the diameter of the shell in the radial progression of the shell in the longitudinal direction of the explosive charge;
the loading of the explosive charge core varies locally over the length of the explosive charge core as a function of the type of explosive, and the loading of the explosive charge core is adapted, in terms of the shape thereof, the radial progression of the shell in the longitudinal direction of the explosive charge;
the explosive core is enclosed by a casing or tube;
the wall thickness and/or the material of the casing or tube is adapted in shape the progression of the shell in the longitudinal direction of the explosive charge; and
the device has a vent in the region of the initiation.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the explosive is arranged in the explosive charge core while taking account of the density and/or percentage composition of said explosive.

3. Device according to claim 2, **characterised in that** the explosive charge core comprises mixtures of explosive molecules and inert binder such as HTPB, silicone rubber, polyurethane rubber, polystyrene, elastane, nylon, wax and/or graphite.

4. Device according to claim 2, **characterised in that** the detonation rate of the explosive charge core is ideally exactly equal to or slightly less than the detonation rate of the explosive charge.

5. Device according to claim 2, **characterised in that** the spontaneous ignition temperature of the explosive charge core is below 230 °C and typically below 200 °C.

6. Device according to claim 1, **characterised in that** the porosity of the explosive charge is less than 5%.

7. Device according to claim 1, **characterised in that** the transverse dimensions of the explosive charge core are significantly less than the diameter of the explosive charge, and the ratio thereof is between 1/10 and 1/30.

8. Device according to claim 1, **characterised in that** the wall thickness of the casing is of the same order of magnitude as, and typically less than, the transverse dimensions of the explosive charge core.

9. Device according to claim 1, **characterised in that** the wall thickness of the tube is of the same order of magnitude as, and typically less than, the transverse dimensions of the explosive charge core.

10. Device according to claim 1, **characterised in that** a cast explosive charge consists of a CHNO-based explosive molecule such as RDX, HMX, NTO, FOX-7 or FOX-12, encapsulated in an inert binder such as HTPB, silicone rubber, polyurethane rubber, polystyrene, elastane or nylon, and/or additionally metal powder consisting of aluminium, magnesium, zirconium, titanium, tungsten, titanium carbide, zirconium carbide and/or ammonium perchlorate (AP).

11. Device according to claim 1, **characterised in that** the explosive charge is enclosed by a shell of metals such as steel, aluminium, titanium or corresponding alloys or plastics materials or composite materials such as GFRP or CFRP and CRC or CFRC, and the ratio of the shell mass to the explosive charge mass (M/C) is between 1.0 and 8.0 and the static failure pressure of the shell is below 6 kbar, typically below 2.6 kbar.

Revendications

1. Dispositif pour amorcer la déflagration d'une charge explosive poreuse disposée dans une enveloppe, comprenant au moins un noyau de charge explosive s'étendant dans la zone de l'axe longitudinal de la charge explosive, **caractérisé en ce que**

- la charge explosive présente un ou plusieurs types d'explosifs ;
- la dimension transversale du noyau de charge explosive est adaptée en tracé radial de l'enveloppe dans la direction longitudinale de la charge explosive au diamètre de l'enveloppe ;
- le chargement du noyau de charge explosive varie localement sur la longueur du noyau de charge explosive en fonction du type d'explosif et la forme du chargement du noyau de charge explosive est adaptée au tracé radial de l'enveloppe dans la direction longitudinale de la charge explosive ;
- le noyau de charge explosive est entouré d'une chemise ou d'un tube ;
- l'épaisseur de paroi et/ou le matériau de la chemise ou du tube sont adaptés dans leur forme au tracé de l'enveloppe dans la direction longitudinale de la charge explosive ; et
- le dispositif est doté d'un évent dans la zone d'amorçage.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'explosif est disposé dans le noyau de charge explosive en tenant compte de sa densité et/ou

de sa composition en pourcentage.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le noyau de charge explosive présente des mélanges de molécules explosives et d'un liant inerte tel que du HTPB, du caoutchouc de silicone, du caoutchouc de polyuréthane, du polystyrène, de l'elastane, du nylon, de la cire et/ou du graphite.

4. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la vitesse de détonation du noyau de charge explosive est idéalement aussi grande ou légèrement plus petite que la vitesse de détonation de la charge explosive.

5. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la température d'auto-inflammation du noyau de charge explosive est inférieure à 230 °C et typiquement inférieure à 200 °C.

6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la porosité de la charge explosive est inférieure à 5 %.

7. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les dimensions transversales du noyau de charge explosive sont considérablement plus petites que le diamètre de la charge explosive et que leur rapport est compris entre 1/10 et 1/30.

8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de paroi de la chemise est du même ordre de grandeur que les dimensions transversales du noyau de charge explosive et est typiquement inférieure à celles-ci.

9. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de paroi du tube est du même ordre de grandeur que les dimensions transversales du noyau de charge explosive et est typiquement inférieure à celles-ci.

10. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une charge explosive coulée est constituée de une molécule explosive à base de CHNO telle que RDX, HMX, NTO, FOX-7 ou FOX-12, encapsulée dans un liant inerte tel que HTPB, caoutchouc de silicone, caoutchouc de polyuréthane, polystyrène, elastane ou nylon, et/ou en plus d'une poudre métallique d'aluminium, de magnésium, de zirconium, de titane, de tungstène, de carbure de titane, de carbure de zirconium et/ou de perchlorate d'ammonium (AP).

11. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la charge explosive est entourée d'une enveloppe en métaux tels que l'acier, l'aluminium, le titane ou des alliages correspondants ou en matières plastiques ou en matériaux composites tels que GFK ou CFK ainsi que CRC ou CFRC et le rapport de la masse de l'enveloppe sur la masse de la charge explosive (M/C) est compris entre 1,0 et 8,0 et la pression de rupture statique de l'enveloppe est inférieure à 6 kbars, typiquement inférieure à 2,6 kbars.

FIG 1

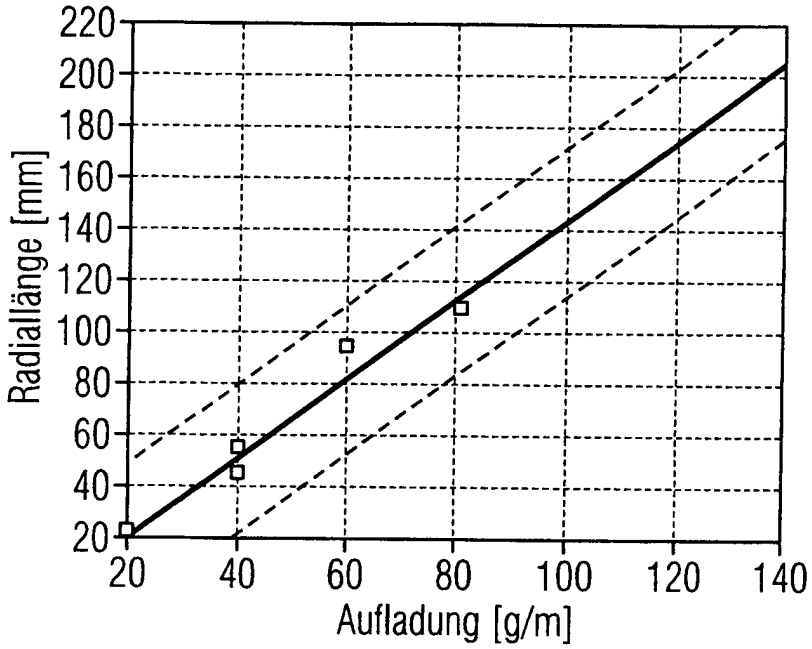


FIG 2

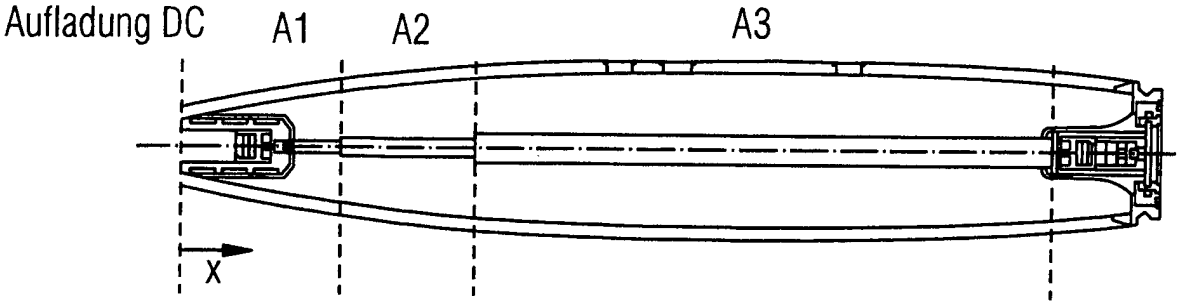
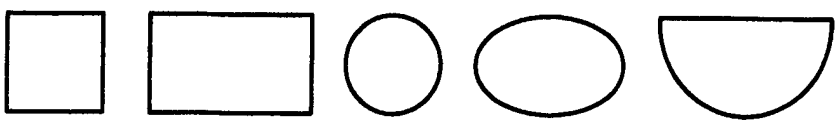


FIG 3



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 10008914 C2 **[0002]**
- DE 102012006044 B3 **[0003]**
- US 20120227609 A1 **[0004]**
- GB 2479966 A **[0004]**