

(19)



(11)

EP 2 947 063 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.11.2015 Patentblatt 2015/48

(51) Int Cl.:
C06B 33/08 (2006.01) C06B 45/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15001307.6**

(22) Anmeldetag: **02.05.2015**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(30) Priorität: **21.05.2014 DE 102014007455**

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

(72) Erfinder: **Arnold, Werner
D-85051 Ingolstadt (DE)**

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

(54) VERFAHREN ZUR DRUCKSTEIGERUNG EINER KOMPOSIT-LADUNG

(57) Das erfindungsgemäße Verfahren zur Maximierung der Blast-Leistung läuft wie folgt ab. Bei einer bestimmten Sprengladungs-Formulierung fügt man stöchiometrisch genau so viel Brennstoff-Pulver hinzu, dass alle Metall-Ionen mit dem mitgeführten Sauerstoff der La-

dung (ohne Luftsauerstoff) oxidiert werden können. Die C- Atome, H-Atome etc. werden später durch den Luftsauerstoff weiter oxidiert. Auf diese Weise erreicht man eine Maximierung der Blast-Leistung.

EP 2 947 063 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Drucksteigerung einer Komposit-Ladung enthaltend wenigstens einen Sprengstoff, einen inerten oder energetischen Binder und ein reaktives Metallpulver.

[0002] Moderne konventionelle und unempfindliche Sprengladungen enthalten überwiegend Sprengstoffe wie RDX (Hexogen) oder HMX (Oktogen), vermischt mit Kunststoffbindern wie HTPB (Hydroxyl-Terminierte Polybutadien). RDX ist unempfindlicher als HMX und wird beispielsweise gerne für druck-gesteigerte Sprengladungen verwendet, falls eine hohe Stoßwellenunempfindlichkeit gefordert ist. HMX hingegen ist etwas leistungsstärker hinsichtlich der Beschleunigung von Metall-Belegungen oder -Hüllen und wird eher dann eingesetzt, wenn der Schwerpunkt auf Splitterleistung und weniger auf Empfindlichkeit liegt.

[0003] In jüngerer Zeit gewinnen weitere neue Sprengstoffe wie CL20, Fox 7, ... Fox 12 etc. an Bedeutung. Zudem werden anstelle inerter Kunststoffbinder (wie das erwähnte HTPB) auch energetische Binder (beispielsweise GAP) eingesetzt.

[0004] Eine Erhöhung der Druckwirkung, geläufiger als "Blast-Steigerung" bekannt, kann durch Zumischung von reaktiven Metallpulvern (z.B. Aluminium, Bor, Silizium, Magnesium usw.) erzielt werden. Form und Größe der Metallpartikel spielen für die Blast-Steigerung eine wichtige Rolle. Derartige Ladungen werden dann als "Komposit-Ladung" bezeichnet. Weitere Bestandteile wie Weichmacher, Haftvermittler etc. werden bei Bedarf zugemischt. Eine derartige Kombination wird dann als Formulierung der Ladung bezeichnet.

[0005] Bisher ist die Vorgehensweise bei der oben erwähnten Optimierung der Blast-Leistung dergestalt, dass Formulierungen hergestellt werden (z.B. RDX / Al / HTPB), indem die Menge der Zutaten in verschiedenen Mengenverhältnissen variiert wird und dann diese Ladungen in zumeist großen Versuchsserien auf ihre Leistungsfähigkeit hin getestet werden. Dieses Vorgehen ist zeit- und kostenintensiv.

[0006] Die DE 40 02 157 A1 beschreibt verschiedene Beispiele Polymergebundener Sprengstoffe beschrieben, wobei eine Optimierung der mechanischen Eigenschaften angestrebt werden soll.

[0007] In "Performance of High Explosives in Underwater Applications. Part 2: Aluminized Explosives", E. Strømsøe and S. W. Eriksen, Propellants, Explosives, Pyrotechnics 15, 52-53 (1990) sind verschiedene RDX / Al - Mischungen beschrieben und werden im Hinblick auf Eignung für Unterwasserladungen miteinander verglichen.

[0008] Aus der DE 10 2005 011 535 A1 ist ein Sprengstoff bekannt geworden, der über und unter Wasser ein verbessertes Blastverhalten aufgrund der Mischung mit wasserstoffterminiertem Silizium-Einkristallpulver besitzt, welches mindestens einen Korngrößenbereich aufweist.

[0009] Dass ein Kompositsprengstoff in einem nahezu stöchiometrischen Verhältnis zusammengestellt werden kann, ist aus der US 2004/0256038 A1 bekannt geworden, wobei offen bleibt, auf welche Reaktionsgleichung sich diese Angabe bezieht.

[0010] Zur Vermeidung des oben genannten Nachteils liegt dieser Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Maximierung der Blast-Leistung einer Ladung insbesondere zur Bunkerbekämpfung anzugeben, welches in kurzer Zeit die Formulierung einer Sprengladung mit optimierter Blast-Leistung zum Ergebnis hat.

[0011] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zuerst in Abhängigkeit von der geplanten Anwendung der Gewichtsanteil des Sprengstoffes festgelegt wird, anschließend der Gewichtsanteil des als Brennstoff verwendeten Metallpulvers nach der Maßgabe bestimmt wird, und dass jeder einzelne Metallpartikel mit dem mitgeführten Sauerstoff vollständig oxidiert wird, wobei die minimale Größe der Metallpartikel in Abhängigkeit von der minimalen Zeit bestimmt wird, innerhalb der jeder Metallpartikel oxidiert wird.

[0012] Weitere kennzeichnende Merkmale des Verfahrens sind dem nachgeordneten Anspruch zu entnehmen.

[0013] Zum Verständnis des Verfahrens ist ein gewisses Maß an Detailwissen über den Ablauf einer Detonation einer Sprengladung hilfreich. Dieses Wissen, das auch den Kernpunkt des Maximierungsverfahrens einschließt, ist neuartig und wurde in umfangreichen Testserien erarbeitet.

[0014] Eine Detonation läuft in drei Phasen ab:

- Phase I:

detonative Phase: Durchdetonation der Ladung (Zeitraumen: 10 - 20 µsec);

- Phase II:

anaerobe Phase: Expansion der Detonationschwaden ohne Zugabe / Vermischung mit Luftsauerstoff (Zeitraumen: einige msec);

- Phase III:

aerobe Phase: Nachverbrennung unter Zusatz von Luftsauerstoff, durch Verwirbelung der Schwaden mit Luft (Zeitraumen: 50-100 msec)

[0015] In Phase I und II kann also die Oxidation und damit die Energiegewinnung nur durch den mitgeführten Sauerstoff bewerkstelligt werden. Erst in der dritten Phase III kommt es zur Vermischung mit Luftsauerstoff und damit zu Nachverbrennungen. Fast alle militärischen Sprengladungen weisen eine Sauerstoff-Unterbilanz auf, sprich zur vollständigen Umsetzung (Nachverbrennung) benötigen sie Sauerstoff aus der Luft. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn man zusätzlich Brenn-

stoffe wie reaktive Metallpulver hinzufügt. Das ist genau die Methode, den Reaktionsgrad und damit die Blast-Leistung zu erhöhen.

[0016] Beispielsweise werden in RDX- und HMX-haltigen Sprengladungen (so genannte CHNO-Sprengladungen) die C- und H-Atome zu CO_2 und H_2O oxidiert. Die N-Atome verhalten sich zumeist "neutral" und vereinigen sich zu N_2 . Durch Zugabe von zusätzlichem Metallpulver (etwa Al) kommt es zu weiteren Oxidationen, wie beispielsweise Al_2O_3 .

[0017] Aufgrund der angeführten Sauerstoff-Unterbilanz kommt es während der Detonation (in Phase I und II) zu einem "Wettbewerb" zwischen den einzelnen Brennstoffen (z.B. C, H, Al) um den Sauerstoff und es können nicht alle Atome / Moleküle mit Sauerstoff abgesättigt werden. Das Metall-Pulver (z.B. Al) liefert bei der Oxidation aber die meiste Verbrennungsenergie, außerdem ist es in der Regel sehr affin gegenüber Sauerstoff, d.h. es oxidiert sehr leicht und schnell (abhängig von Korngröße und -form). Allerdings ist hierzu eine gewisse Mindesttemperatur notwendig (für Al_2O_3 in der Größenordnung von 2000 K), die nicht unterschritten werden darf. In der anaeroben Phase ist die Temperatur innerhalb des Gasballes ausreichend hoch und es bleibt genügend Zeit, alles Metallpulver zu oxidieren.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Maximierung der Blast-Leistung läuft nun wie folgt ab. Bei einer bestimmten Sprengladungs-Formulierung fügt man stöchiometrisch genau so viel Brennstoff-Pulver hinzu, dass alle Metall-Ionen mit dem mitgeführten Sauerstoff der Ladung (ohne Luftsauerstoff) oxidiert werden können. Die C- Atome, H-Atome etc. werden später durch den Luftsauerstoff weiter oxidiert. Auf diese Weise erreicht man eine Maximierung der Blast-Leistung.

[0019] Ziel ist es, die Blast-Leistung einer beliebigen Sprengladungs-Formulierung oben genannter Zusammensetzungen durch dieses Vorgehen zu optimieren, d.h. das lokale Maximum in einem mehrdimensionalen Parameterraum zu finden ohne auf ein rein statistisches, zeit-/kostenaufwändiges Verfahren zurückgreifen zu müssen und gleichzeitig auf umfangreiche Versuchsreihen verzichten zu können.

[0020] Der erste Schritt des Verfahrens umfasst das Zusammenstellen der notwendigen Sprengladungs-Komponenten. Hierbei wird der Schwerpunkt auf die Eignung der optimierten Ladung für eine spezielle Anwendung gelegt. Beispielsweise betrifft dies die Stoßwellenempfindlichkeit bei einer geplanten Bunkerbekämpfung. Hierbei bietet sich RDX als Sprengstoff an. Für die weiteren Komponenten gilt zumeist ähnliches.

[0021] Im zweiten Schritt wird die Optimierung der Blast-Leistung angestrebt. Hierzu fügt man weiteren Brennstoff zumeist in Form von reaktiven Metallpulvern hinzu, wie etwa Aluminium-Pulver. Hierbei kommt nun der Kernpunkt des erfindungsgemäßen Maximierungsverfahrens zum Tragen. Es muss für eine beliebige Mischung der Komponenten immer die intrinsische Sauerstoffbilanz beachtet werden. Der Sauerstoffanteil muss

stöchiometrisch exakt so bemessen sein, dass jedes Metallpartikel während der Detonation mit Sauerstoff abgesättigt, also vollkommen oxidiert werden kann.

[0022] Im dritten Schritt findet die Auswahl von Art und Zustand der Metallpartikeln statt. Damit dieser Punkt erfüllt werden kann, müssen vom Fachmann bestimmte Voraussetzungen beachtet werden. Insbesondere sind Größe und Form der Partikeln ausschlaggebend. Eine schnelle Oxidation aller Pulverpartikeln während der anaeroben Phase muss möglich sein, sonst wird das Maximum nicht erreicht. Sind die Partikeln zu groß, können während der Detonationsphase nicht die gesamten Partikeln verbrennen. Sind sie zu klein, ist der relative Anteil der zumeist vorhandenen Oberflächen-Oxidschicht zu groß, und man verliert erneut Energie. Die minimale Größe ergibt sich also aus der zur Verfügung stehenden Zeit (in der Detonationsphase), innerhalb der die Metallpartikel komplett oxidiert werden muss. Außerdem wären zu kleine Partikeln wegen zunehmender Viskosität schlecht zu verarbeiten aufgrund der mit abnehmendem Radius rasant ansteigenden kumulierten Oberflächen, die alle vom Binder benetzt werden müssen.

[0023] Die mögliche Trägheit der Oxidations-Reaktion ist ein weiterer Parameter, der beachtet werden muss: Bor etwa ist relativ reaktionsträge und bedarf eines Reaktionskatalysators, was beispielsweise durch Zumischen von Al-Pulver bewerkstelligt werden kann.

[0024] Die Größe der Metallpartikeln kann nicht beliebig gewählt werden. Bekannte Ladungen enthalten Aluminiumpartikeln mit einer Korngröße von durchschnittlich 35 μm . Dies wurde im Rahmen der Vorarbeiten zu dieser Erfindung auf einen Mittelwert von 4 μm reduziert, der sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat. Eine weitere Reduzierung der Größe der Partikeln bringt keine weitere Steigerung, da die Verbrennung der μm -Partikeln schon schnell genug ist, um in der oben genannten Phase II abgeschlossen zu werden. Eine Reduzierung in den Nanometer-Bereich ruft vielmehr zahlreiche Nachteile hervor.

[0025] Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Verbrennungsreaktion wäre das so genannte "Coating" (also die Beschichtung) von kleinen Metall-Partikeln mit beispielsweise RDX oder HMX oder dergleichen, bzw. durch passivierende Maßnahmen. Dies ist derzeit technisch möglich, muss allerdings unter Kostenaspekten von Fall zu Fall entschieden werden. Dadurch könnte die störende Oxidierung der Partikeloberfläche vermieden werden.

[0026] Eine auf die beschriebene Weise für Außenraum-Detonationen optimierte Ladung, bei der insbesondere die komplette Oxidation des zugefügten Brennstoffes / Metallpulvers berücksichtigt und realisierbar gemacht wurde, erzielt eine maximale Stoßwelle, dies allein aufgrund der Vorgehensweise und ohne lange Versuchsreihen durchführen zu müssen.

[0027] Die Stoßwelle löst sich in der detonativen Phase (I und II) vom Feuerball, jegliche aerobe Nachreaktionen kommen zu spät für eine Energieerhöhung der Stoßwel-

le. Wenn alles Metallpulver während dieser Phase oxidiert wird, erreicht man eine maximale Energiefreisetzung, den maximalen Blast-Effekt. Hätte man weniger Metallpulver in der Formulierung, würde man Sauerstoff an die C- und H-Atome "verschenken" und damit Energie verlieren, da die Oxidation dieser Atome weniger Verbrennungsenergie liefert. Hätte man zu viel Metallpulver dazu gegeben, würden diese "überstöchiometrischen" Metall-Ionen nicht oxidiert werden, man hätte ebenfalls nicht den optimalen Punkt erreicht. Es gibt also eine stöchiometrisch optimale Mischung, bei der alle Metall-Ionen ihren Sauerstoffanteil bekommen, dann ist auch die Blast-Leistung maximal.

[0028] Die Optimierung der Ladung für Innenraum-Detonationen unterscheidet sich von der Ladung für Außenraum-Detonationen. Üblicherweise haben derartige Sprengladungen Metallhüllen (z.B. Stahlhüllen) zur Strukturfestigkeit, zur Integration in einen Flugkörper und dergleichen mehr. Bei Innenraum-Detonationen trifft dies insbesondere deshalb zu, da die Sprengladung vor der Detonation in den Innenraum verbracht werden muss, d.h. die Ladung muss an Bord eines Penetrators auch Mauern perforieren.

[0029] Neben der oben angesprochenen Oxidation allen Brennstoffes/ Metallpulvers muss nun gewährleistet sein, dass auch alle anderen Verbrennungsprodukte (wie beispielsweise C, CO, OH ...), die noch nicht mit Sauerstoff gesättigt sind, nun vollständig nachoxidiert werden (Nachverbrennungs-Reaktionen). Der hierzu benötigte Sauerstoff muss der Luft entnommen werden, wozu eine gute Durchmischung der Verbrennungsprodukte mit der Luft notwendig ist.

[0030] Vorhandene Metallhüllen der Ladung können dabei eher hinderlich sein, da sie erst radial expandieren müssen und je nach Duktilität und weiterer Beschaffenheit der Metallhülle mehr oder weniger spät aufreißen und erst dann die Detonations-Produkte freigeben und mit der Luft in Berührung bringen. Während dieser Expansionsphase kühlen sich die Gase allerdings ab. Unterschreitet man eine kritische Temperatur (für Aluminium beispielsweise ca. 2000 K), so werden die chemischen Reaktionen unterbunden und die Nachverbrennung bricht ab, bzw. setzt gar nicht erst ein.

[0031] Um dies zu verhindern, müssen Vorkehrungen getroffen werden. Dies kann durch vielfältige Weise geschehen. Genannt werden sollen etwa beispielhaft: Materialeigenschaften wie Duktilität bzw. Sprödigkeit, Auslegung / Geometrie der Ladung wie Wandstärken und schließlich Sollbruchstellen.

[0032] Diese Maßnahmen oder Kombination von Maßnahmen müssen sicherstellen, dass alle Verbrennungsprodukte vollständig oxidiert werden und es zu keinem Abbruch der Reaktionen kommt. Auf diese Weise ist wiederum das Maximum der Blast-Leistung gegeben.

[0033] Bei einer realen Innenraumdetonation wird die Wirkung mittels quasistationären Druckes (Impuls) umgesetzt. Hierbei können zwar alle Moleküle nachreagieren, die nicht mit Sauerstoff gesättigt sind. In der Praxis

gelingt dies nicht immer, was auf die notwendige hohe Reaktionstemperatur zurückzuführen ist.

[0034] Im Folgenden soll die erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Maximierung der Blast-Leistung exemplarisch auf eine Ladung mit Aluminium-Pulver angewandt werden. Bei dieser Ladung wurde das erzielte Maximum durch eine konventionelle statistische Vorgehensweise validiert, bei der lange und umfangreiche Versuchsreihen durchgeführt wurden, die das prognostizierte Maximum sowohl für Freifeld als auch Innenraum-Detonationen bestätigten.

[0035] Eine bereits bestehende Sprengladung mit Al-Pulver ist als KS22 bekannt, mit der Formulierung:

- RDX / Al / HTPB mit den Massenprozenten 67/18/15.

[0036] Diese Sprengladung ist hinsichtlich des Blast-Effektes nicht optimiert. Fügt man weiteres Aluminium-Pulver hinzu, bis man den (entsprechend des Maximierungsverfahrens) stöchiometrischen Sättigungspunkt erreicht, so erhält man folgende Formulierung:

- RDX / Al / HTPB mit den Massenprozenten 58/27/15

die in Analogie zu KS22 als KS23 bezeichnet werden soll.

[0037] Umfangreiche Versuche sowohl im Freifeld wie in Bunkersystemen (abgeschlossener Raum und offene Räume mit Fenster und Türen) bestätigten die Maximierung der Blast-Leistung. Die Formulierung ist chemisch unterschiedlich zu KS22, vom verfahrenstechnischen Gesichtspunkt jedoch ziemlich ähnlich, so dass auch ähnliche Herstellprozesse angewendet und so die Reproduzierbarkeit etc. gewährleistet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Drucksteigerung einer Komposit-Ladung enthaltend wenigstens einen Sprengstoff, einen inerten oder energetischen Binder und ein reaktives Metallpulver,
dadurch gekennzeichnet, dass

- als Sprengstoff RDX mit einem Gewichtsanteil von etwa 58 % verwendet wird,
- der Gewichtsanteil des als Brennstoff verwendeten Metallpulvers nach der Maßgabe bestimmt wird, dass jedes einzelne Metallpartikel mit dem mitgeführten Sauerstoff vollständig oxidiert wird,
- dass die Korngröße der Partikeln des Metallpulvers in Abhängigkeit von der Partikelform und in Abhängigkeit von der minimalen Zeit, innerhalb der jeder Metallpartikel oxidiert wird, im Bereich von 1 µm bis 10 µm gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Korngröße der Partikel des Metallpulvers in einer durchschnittlichen Größe von 4 μm gewählt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 1307

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 100 58 705 C1 (RHEINMETALL W & M GMBH [DE]) 28. Februar 2002 (2002-02-28) * Ansprüche; Abbildung 0014 *	1,2	INV. C06B33/08 C06B45/10
Y	WO 2005/108329 A1 (DYNO NOBEL ASA [NO]; SMITH KJELL-TORE [NO]) 17. November 2005 (2005-11-17) * Ansprüche *	1,2	
X	EP 1 584 610 A2 (GIAT IND SA [FR]) 12. Oktober 2005 (2005-10-12) * Ansprüche *	1	
Y		1,2	
X	US 8 168 016 B1 (NICOLICH STEVEN M [US] ET AL) 1. Mai 2012 (2012-05-01) * Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 15; Ansprüche *	1,2	
Y	US 7 393 423 B2 (LIU LIQING [CA]) 1. Juli 2008 (2008-07-01) * Spalte 11, Zeile 12 - Spalte 14, Zeile 40; Ansprüche; Abbildungen 1-2 *	1,2	
A	US 7 727 347 B1 (NEWMAN KIRK E [US] ET AL) 1. Juni 2010 (2010-06-01) * Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 34; Ansprüche *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y,D	DE 10 2005 011535 A1 (DIEHL BGT DEFENCE GMBH & CO KG [DE]) 29. September 2005 (2005-09-29) * Ansprüche *	1,2	C06B
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		19. Oktober 2015	Schut, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 00 1307

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GILEV S D ET AL: "Interaction of aluminum with detonation products", COMBUSTION, EXPLOSION AND SHOCK WAVES JANUARY 2006 SPRINGER SCIENCE AND BUSINESS MEDIA DEUTSCHLAND GMBH US, Bd. 42, Nr. 1, Januar 2006 (2006-01), Seiten 107-115, XP002747348, DOI: 10.1007/S10573-006-0013-Y * das ganze Dokument *	1,2	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
A	KUMAR A S ET AL: "Evaluation of plastic bonded explosive (PBX) formulations based on RDX, aluminum, and HTPB for underwater applications", PROPELLANTS, EXPLOSIVES, PYROTECHNICS JULY 2010 WILEY-VCH VERLAG DEU, Bd. 35, Nr. 4, Juli 2010 (2010-07), Seiten 359-364, XP002747349, DOI: 10.1002/PREP.200800048 * das ganze Dokument *	1,2	
T	ZHOU Z Q ET AL: "Effects of the aluminum content on the shock wave pressure and the acceleration ability of RDX-based aluminized explosives", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 20141014 AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS INC. USA, Bd. 116, Nr. 14, 14. Oktober 2014 (2014-10-14), XP002747350, DOI: 10.1063/1.4897658 * das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Oktober 2015	Prüfer Schut, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 1307

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-10-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10058705 C1	28-02-2002	DE 10058705 C1	28-02-2002
		DE 50107350 D1	13-10-2005
		EP 1211232 A2	05-06-2002
		NO 20015140 A	27-05-2002
		US 2002096233 A1	25-07-2002
WO 2005108329 A1	17-11-2005	EP 1756022 A1	28-02-2007
		WO 2005108329 A1	17-11-2005
EP 1584610 A2	12-10-2005	CA 2502155 A1	07-10-2005
		EP 1584610 A2	12-10-2005
		FR 2868774 A1	14-10-2005
US 8168016 B1	01-05-2012	KEINE	
US 7393423 B2	01-07-2008	KEINE	
US 7727347 B1	01-06-2010	US 7727347 B1	01-06-2010
		US 7754036 B1	13-07-2010
DE 102005011535 A1	29-09-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 4002157 A1 [0006]
- DE 102005011535 A1 [0008]
- US 20040256038 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **E. STRØMSØE ; S. W. ERIKSEN.** Performance of High Explosives in Underwater Applikations. Part 2: Aluminized Explosives. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 1990, vol. 15, 52-53 [0007]