



(11) **EP 3 736 524 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2023 Patentblatt 2023/51

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F42B 12/44^(2006.01) F42B 33/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20182934.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F42B 12/44; F42B 33/001

(22) Anmeldetag: **17.08.2016**

(54) **API-PROJEKTIL UND ENTSPRECHENDES HERSTELLVERFAHREN**

API-PROJECTILE AND CORRESPONDING MANUFACTURING METHOD

PROJECTILE ANTIBLINDAGE INCENDIAIRE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION CORRESPONDANT

(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: **17.08.2015 EP 15181275**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.2020 Patentblatt 2020/46

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
16756661.1 / 3 338 050

(73) Patentinhaber: **RUAG Ammotec AG**
3602 Thun (CH)

(72) Erfinder:
• **MUSTER, Michael**
3600 Thun (CH)

- **BUCHER, Markus**
3033 Wohlen (CH)
- **JAUZION- GRAVEROLLE, Franck**
3608 Thun (CH)
- **STRÄHL, Daniel**
3633 Amsoldingen (CH)

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.**
SKM-IP PartGmbH
Oberanger 45
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 295 927 GB-A- 1 038 702
US-A- 3 830 671 US-A- 3 865 035
US-A- 4 381 692 US-A1- 2012 167 793
US-B2- 6 962 634

EP 3 736 524 B1

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

Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Armor Piercing Incendiary (API) Projektil sowie ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

[0002] API Geschosse gehören seit langer Zeit zum Stand der Technik und werden beispielsweise in der US 1380773 A beschrieben. Verwendet werden sie zur Treffermarkierung durch Licht und zum Inbrandsetzen von entzündlichen Gegenständen. Wenn also ein Projektil auftrifft, soll es einen Lichtblitz emittieren. Besonders bekannt sind vier unterschiedliche Systeme:

Dazu gehört das Frangible Armor Piercing (FAP) System, eine Munition, welche einen mehrteiligen Aufbau besitzt, der insbesondere aber nicht ausschliesslich aus Metallpulver besteht. Dieses Metallpulver (Titan oder Zirkonium) ist in Epoxidharz eingebettet und bildet so einen brennbaren Teil, der beim Aufprall ein helles Licht emittiert (so zum Beispiel in US 5299501 A).

[0003] Pyrotechnische Systeme sind bei grösseren Kalibern (militärisches Mittelkaliber) weit verbreitet. Sie enthalten einen pyrotechnischen Satz, welcher beim Auftreffen initiiert wird und ein helles Licht emittiert. Diese pyrotechnischen Sätze bestehen meist aus einem Anteil an Magnesium oder Aluminium und einem Anteil an Sauerstofflieferanten in Feststoffform (siehe beispielsweise die US 3028808 A).

[0004] Bei militärischer Kleinkaliber Munition sind Systeme bekannt, welche ausschliesslich einen Brennstoff enthalten (z. B. in US 4112846 A). Die Kleinkaliber API Munition ist mit einer Spitze versehen, welche aus Titan aufgebaut ist und ist oftmals aus dem Vollen spanend bearbeitet. Diese Titanspitze wird beim Aufprall durch die Reibung erhitzt. Diese Reibungswärme reicht aus, um das Titan zu entzünden. Da Titan unter einer hellen Flamme verbrennt, erreicht man so eine genaue Zielpunktmarkierung.

[0005] Neben der Zielpunktmarkierung können auch absichtlich leicht zu entzündende Gegenstände in Brand gesetzt werden.

[0006] US 6, 962, 634 B2 offenbart ein Extrusionsverfahren für Verbundwerkstoffe mit Fluorpolymeren und Metallpulvern mit einem Gewichtsanteil von 10 bis 85 %. Multi Purpose Geschosse zählen auch zu den pyrotechnischen Systemen, besitzen aber neben einer leuchtenden Pyrotechnik auch einen Satz der explodiert. Dadurch erreicht man eine Kombination aus Zielpunktmarkierung, Brandsatz, Schrapnellproduktion und Penetrationseffekt. Diese Projektillart hat aber den grossen Nachteil, dass der erforderliche mehrschichtige Aufbau zusätzlich mit relativ hohen Herstellkosten verbunden ist (US 2564870 A).

[0007] Aus EP 2 295 927 A2, US 3,830,671 A, US 3,865,035 A sind Geschosse mit einem pyrotechnischen Satz bekannt. Aus US 2012/01677793 A1 sind Projektile mit Brand- oder Explosionswerkstoffen bekannt. Aus US 4,381,692 A ist ein pyrotechnischer Sprengkopf bekannt. Aus GB 1 038 702 A ist ein Geschoss mit Kunststoffspitze

bekannt.

[0008] API Geschosse im Kleinkaliber Bereich sind meist dreiteilig aufgebaut. Der Schuh besteht vorzugsweise aus einem Drehteil aus einer Messinglegierung. Dieser Schuh steht in Kontakt mit dem Lauf. Deshalb ist hierbei eine hohe Duktilität gefordert. Der Schuh darf den Stahl Lauf nicht beschädigen. Im Zentrum eines bevorzugt ausgestalteten Projektils ist ein harter Kern eingelegt. Dieser besteht aus einer Stahl oder Wolframlegierung. Der Zweck des Hartkerns ist es, die Penetration sicherzustellen.

[0009] Den Incendiary Anteil bei diesen Geschossen liefert die Titanspitze. Die Titanspitze besteht in der Regel aus Vollmaterial und hat oft einen relativ komplexen Aufbau, da es sich an der Spitze befindet und immer noch genug Platz für den langen Hartkern bereitstellen soll. Es ist aber auch denkbar, Incendiary Geschosse ohne Hartkern zu fertigen. Hinzu kommt, dass der Aufbau in Vollmaterial-Titan marktwirtschaftlich fraglich ist, da die Materialeigenschaften des relativ teuren rein-Titans in keiner Weise ausgenutzt werden. Für den Incendiary Effekt sind weder die Duktilität noch die geringe Dichte entscheidend. Auch die hervorragende Korrosionsbeständigkeit hat nur eine untergeordnete Relevanz. Aufgrund der teils komplizierten Innengeometrie ist das Volumen, das spanend abgetragen werden muss, relativ groß. Der Grund für die Verwendung des Materials ist dessen Brennbarkeit.

[0010] Der vorliegenden Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Material zu finden, das kostengünstiger ist und ein Verfahren zu finden, das materialsparender ist. Bei der Herstellung von Titan und auch Magnesium zu einem Halbzeug besteht das Ausgangsmaterial aus einer schlammartigen Struktur, die einfach zu Pulver verarbeitet werden kann. Dies ist auch der Grund, warum die Pulver (Präkursor Material) der jeweiligen Materialien vergleichsweise preisgünstig sind. Erfindungsgemäss ist daher besonders optimal, eine Methode zu verwenden, bei welcher die Spitzen der Projektile so angefertigt werden, dass Pulvermaterial verwendet werden kann. Dadurch reduziert sich der Abfall signifikant, obwohl die Konturen immer noch komplex sein können. Beim Produktionsprozess kann die Matrix des Verbundwerkstoffes genutzt werden, um die Teilstücke Geschossschuh und Kern miteinander dauerhaft zu verbinden. Um das Geschoss möglichst günstig zu halten sollte die Spitze direkt in der vorher definierten und gewünschten Farbe erhältlich sein, ohne dass ein zusätzlicher Färbvorgang notwendig wäre. Die Erfindung ist ein API-Projektil nach Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung des API-Projektils nach Anspruch 6.

[0011] Beim zu schützenden Projektil wird die ungünstige Materialausnutzung gelöst, indem ein Metallpulver, bevorzugt Titan- oder Magnesiumpulver in eine Polymermatrix eingebettet wird. Der Polymer-Verbundwerkstoff kann durch Spritzpressen oder andere geeignete Formgebungsverfahren geformt werden. Als Matrixpolymer kann ein Duroplast oder Thermoplast verwendet werden.

Das Metallpulver erfüllt hierbei die Funktion des Brandssatzes, die Matrix dient als Träger und zugleich als Befestigungsmaterial für die beiden anderen Teile (Hartkern und Geschossschuh). Auch eine Verbindung zwischen dem Hauptprojektil und dem Polymerverbundwerkstoff ist denkbar, was aber nur für die Incendiary Variante in Betracht kommt.

[0012] Durch orientierende Tests wurde herausgefunden, dass es überraschenderweise reicht, einen Metall-Polymer-Verbundwerkstoff zu verwenden, um den gewünschten Lichteffect zu generieren. Der Polymer-Metallverbund besteht bevorzugt zu mindestens 50 Volumenprozent aus einem Metallpulver. Das Metallpulver wird vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Titan, Magnesium, Aluminium, Zirkon oder beliebigen Mischungen davon, bevorzugt besteht das Metallpulver aus Titan oder Magnesium. Die Polymermatrix besteht bevorzugt aus einem thermoplastischen Industriekunststoff, beispielsweise Polyethereterketon (PEEK) oder einem anderen Industriekunststoff. PEEK ist aufgrund des breiten Temperaturbandes, in dem das Produkt eingesetzt werden kann, für die Anwendung besonders geeignet.

[0013] Bevorzugt wird die Spitze des Geschosses direkt auf den Geschossschuh und den Hartkern gespritzt. Damit eine verbesserte Verbindung entsteht, können Geschosskern und Geschossschuh mit einer rauen Oberfläche, Kerben oder Radialnuten versehen werden. Idealerweise kann das Precursor Stück, bestehend aus Geschossschuh mit dem darin befindlichen Kern, in das Spritzgusswerkzeug eingelegt werden und von der Spitze her umgossen werden. Dadurch können mehrere Arbeitsschritte vereinfacht oder eingespart werden, beispielsweise ist das Einpressen mit einer Presspassung, um das Precursor Stück zu erhalten, nicht mehr notwendig. Das Aufsetzen der Geschossspitze fällt ebenfalls weg und durch das Spritzgießen der Geschossspitze wird eine zusätzliche Abdichtung hinfällig.

[0014] In einer anderen Ausführungsform kann ein modularer Aufbau in Betracht gezogen werden. Die im Einzelnen produzierte Polymer-Verbund-Geschossspitze kann dabei mit einem Schnappverschluss, einem Bajonettverschluss oder einem Pressverschluss auf dem Precursor befestigt werden. Dadurch wird eine dezentrale Fertigung möglich. Auch eine Ausführungsform mit einer kurz vor dem Einsatz abänderbaren Geschosspitzenkonfiguration ist dadurch möglich. Es ist in einer besonders hervorzuhebenden Ausführungsform möglich, wahlweise eine Kunststoffspitze ohne Metallinhalt oder eine Spitze mit unterschiedlichen Mischungen einzusetzen. Dadurch kann eine einzige Geschosskonstruktion wahlweise als AP Munition oder API Munition verwendet werden.

[0015] Industriekunststoffe sind verschiedenfarbig als Granulat erhältlich. Somit ist auch eine simple Markierung und farbliche Anpassung möglich. Als Metallpulver eignen sich Korngrößen von 0,02 mm bis 0,4 mm. Grundsätzlich entsteht dabei nur wenig Metallabfall. Dies

macht die Konstruktion ökonomisch und ökologisch wertvoll.

[0016] Das Funktionsprinzip für den Lichtblitz erklärt sich wie folgt. Durch den kurzzeitdynamischen Aufprall der Spitze reagiert der Kunststoff sprödebrüchig, so dass der Kunststoff-Metall-Verbund ähnlich einer Keramik zerbricht. Dabei werden die Metallpulverpartikel freigesetzt. Durch die Aufprallreibung werden die Partikel zusätzlich aufgewärmt und entzündet sich z. B. bei Magnesium bereits nach kürzester Zeit selbst. Das Titan benötigt zwar mehr Energie bis die Selbstzündtemperatur erreicht ist, weshalb sich auch ein verändertes Feuerbild zeigt, aber eine Entzündung beim Aufprall ist dennoch möglich. Bei Metallpulvergemischen kann daher ein gewünschter Effekt erzielt werden, beispielsweise eine Flammfärbung durch Zusätze von anderen Elementen ist denkbar. Dafür kommen insbesondere die Alkali- und Erdalkalimetalle in Betracht, die vielfach eine charakteristische Flammfärbung aufweisen. Insbesondere geeignet sind Zusätze von Kalium, Natrium, Barium, Calcium, Lithium, Bor, Strontium.

Patentansprüche

1. API-Projektil umfassend einen harten Kern, insbesondere bestehend aus einer Stahl- oder Wolframlegierung, der im Zentrum des Projektils liegt, und eine Geschossspitze, wobei die Geschossspitze aus einem Verbundwerkstoff gebildet ist, der ein Metallpulver und eine Polymermatrix umfasst, wobei das Metallpulver ausgewählt wird aus der Gruppe, bestehend aus Titan, Magnesium, Aluminium, Zirkon oder beliebigen Mischungen davon, wobei das Metallpulver in die Polymermatrix eingebettet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbundwerkstoff zu mindestens 50 Volumenprozent aus dem Metallpulver besteht.
2. API-Projektil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallpulver eine Korngröße von 0,02 mm bis 0,4 mm aufweist.
3. API-Projektil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Duroplast oder ein Thermoplast als Polymermatrix verwendet werden.
4. API-Projektil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix aus thermoplastischem Industriekunststoff besteht.
5. API-Projektil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Projektil einen modularen Aufbau hat und die Verbundwerkstoff-Geschossspitze mit einem Schnappverschluss, einem Bajonettverschluss oder einem Pressverschluss auf dem Precursor, der aus einem Kern und

einem Geschossschuh besteht, befestigt ist.

6. Verfahren zur Herstellung des API-Projektils nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschosspitze direkt auf den Precursor, der aus dem harten Kern und einem Geschossschuh besteht, gespritzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der Geschosspitze mittels Spritzpressen oder Spritzgießen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Precursor in das Spritzgusswerkzeug eingelegt wird und von der Spitze her umgossen wird.

Claims

1. API projectile comprising a hard core, in particular consisting of a steel or tungsten alloy, located in the center of the projectile, and a projectile tip, wherein the projectile tip is formed of a composite material, which comprises a metal powder and a polymer matrix, wherein the metal powder is selected from the group consisting of titanium, magnesium, aluminum, zirconium or any mixtures thereof, wherein the metal powder is embedded in the polymer matrix, **characterized in that** the composite material consists of at least 50 % by volume of the metal powder.
2. API projectile according to claim 1, **characterized in that** the metal powder has a grain size of 0.02 mm to 0.4 mm.
3. API projectile according to one of the preceding claims, **characterized in that** a duroplast or a thermoplast is used as polymer matrix.
4. API projectile according to claim 3, **characterized in that** the polymer matrix consists of thermoplastic industrial plastic.
5. API projectile according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the projectile has a modular structure and the composite material projectile tip is fixed on the precursor, consisting of a core and a projectile shoe, with a snap lock, a bayonet lock or a press lock.
6. Method of manufacturing an API projectile according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the projectile tip is injected directly on the precursor consisting of a core and a projectile shoe.
7. Method according to claim 6, **characterized in that** the application of the projectile tip is performed by means of transfer molding or injection molding.

8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the precursor is inserted in the injection molding tool and is molded starting from the tip.

Revendications

1. Projectile incendiaire perforant (API) comprenant un noyau dur, en particulier composé d'un alliage d'acier ou de tungstène, qui se situe au centre du projectile et une ogive, sachant que l'ogive de projectile est formée d'un matériau composite, qui comprend une poudre métallique et une matrice polymère, sachant que la poudre métallique est sélectionnée à partir du groupe comprenant le titane, le magnésium, l'aluminium, le zircon ou des mélanges quelconques de ceux-ci, sachant que la poudre métallique est incorporée dans la matrice polymère, **caractérisé en ce que** la matière composite est composée au moins à 50 pour cent en volume de poudre métallique.
2. Projectile incendiaire perforant (API) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la poudre métallique présente une granulométrie de 0,02 mm à 0,4 mm.
3. Projectile incendiaire perforant (API) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** plastique thermodurcissable (Duroplast) ou un plastique composite thermodurcissable (Thermoplast) sont utilisés en tant que matrice polymère.
4. Projectile incendiaire perforant (API) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la matrice polymère est composée de matière plastique industrielle thermoplastique.
5. Projectile incendiaire perforant (API) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le projectile présente une structure modulaire et **en ce que** l'ogive de matière composite est fixée par une fermeture à déclic, une fermeture à baïonnette ou une fermeture à pression sur le précurseur, qui est composé d'un noyau et d'un culot.
6. Procédé de fabrication de projectile incendiaire perforant (API) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'ogive de projectile est directement injectée sur le précurseur, qui est composé d'un noyau dur et d'un culot.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la mise en place de l'ogive de projectile a lieu au moyen de moulage par transfert ou de moulage par injection.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le précurseur est inséré dans l'outil de moulage par injection et est surmoulé depuis l'ogive.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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

- US 1380773 A [0002]
- US 5299501 A [0002]
- US 3028808 A [0003]
- US 4112846 A [0004]
- US 6962634 B2 [0006]
- US 2564870 A [0006]
- EP 2295927 A2 [0007]
- US 3830671 A [0007]
- US 3865035 A [0007]
- US 201201677793 A1 [0007]
- US 4381692 A [0007]
- GB 1038702 A [0007]