



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 17 523 T2** 2005.06.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 949 224 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 17 523.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 400 732.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.10.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.06.2005**

(51) Int Cl.7: **C06B 21/00**

**C06C 9/00, F42C 19/08, C06B 45/12**

(30) Unionspriorität:  
**9804021            30.03.1998    FR**

(73) Patentinhaber:  
**Giat Industries, Versailles, FR**

(74) Vertreter:  
**Prinz und Partner GbR, 81241 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH, DE, FI, FR, GB, GR, LI, SE**

(72) Erfinder:  
**Forichon-Chaumet, Nicole, 18340 Plaimpied, FR;  
Rodriguez, Tony, 18000 Bourges, FR; Espagnacq,  
Andre, 18000 Bourges, FR**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Objektes aus körnigem Material und nach diesem Verfahren hergestelltes Zündrohr und Treibsatz**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Das technische Gebiet der Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus einem granulärförmigen Material und insbesondere Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus energetischen Materialien.

**[0002]** Aus dem Patent EP754927 ist es bekannt, ein Zündungsrohr für eine Artillerie-Treibladung herzustellen, die mehrere Schichten von Körnern aus Schwarzpulver, die mit einem Binder stückig gemacht sind, umfasst.

**[0003]** Dieses Dokument beschreibt ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Zündungsrohres, in welchem Verfahren eine Schicht aus Binder, wie Kollodium, auf eine innere Wand eines rohrförmigen Trägers aufgebracht wird und dann auf diesen Binder Körner aus Schwarzpulver so verteilt werden, dass eine erste Schicht entsteht. Die Arbeitsschritte des Aufbringens von Binder und Schwarzpulver werden wiederholt, um das gewünschte Rohr zu erzielen.

**[0004]** Dieses Verfahren weist den Nachteil auf, dass es zu langsam ist, um eine Herstellung in großtechnischem Maßstab zu ermöglichen. Außerdem erlaubt es nicht, die Dicke des Auftrages von Schwarzpulver hinlänglich zu beherrschen und folglich die Zündeigenschaften des Zündungsrohres. Schließlich sind die mechanischen Eigenschaften dieses Zündungsrohres unzureichend, und der Einsatz eines rohrförmigen Trägers ist unerlässlich, wohingegen er Gefahr läuft, die Verbrennung des Zünders zu stören.

**[0005]** Insbesondere aus den Patenten GB-888858 und US-3926697 ist ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung von Antriebsblöcken für einen un gelenkten Flugkörper oder ein Fernlenkgeschoß, bei dem das Treibpulver in einer Pressform angeordnet und dann ein Binder unter Druck im Bereich eines unteren Teiles der Pressform eingeführt wird.

**[0006]** Der Binder arbeitet sich bis zum oberen Teil der Pressform vor und gewährleistet das Umhüllen der Pulverkörner, ohne dass noch Luftblasen oder Poren vorhanden sind.

**[0007]** Dieses Verfahren ist gut an die Herstellung von Antriebsblöcken für Antriebe angepasst, für welche es unerlässlich ist, die Poren, die auf Zufall beruhende Veränderungen des Verbrennungshaushaltes und somit Störungen der Antriebsleistungen, ja sogar Änderungen im Haushalt hervorrufen, die zur Detonation der Ladung führen können, zu vermeiden.

**[0008]** Es ist dagegen ungeeignet für die Herstellung eines Zündungsrohres, da für ein derartiges Bauteil ja im Gegenteil versucht wird, eine bestimmte

Porosität zu erzielen, die es erlaubt, die radiale Diffusion der Flamme, die durch das Zündungsrohr erzeugt wird, zu erleichtern.

**[0009]** Außerdem läuft bei einem derartigen Verfahren das Komprimieren der Körner der pyrotechnischen Zusammensetzung Gefahr, Kornbrüche, Senkungserscheinungen, ja sogar eine korngößenmäßige Entmischung über die Höhe der Pressform hervorzurufen, was zu verschlechterten Zündleistungen und einer Verminderung der Zuverlässigkeit führt.

**[0010]** Es ist schließlich insbesondere aus dem Patent WO8601584 eine Zündladung bekannt, die durch eine Packung von ringförmigen Tabletten aus verdichtetem Schwarzpulver gebildet wird. Jede Tablette wird durch Pressen hergestellt, was die Verwendung eines Pulvers von geringer Korngröße (kleiner als 0,1 mm) erforderlich macht, um einen Zusammenhalt und eine korrekte mechanische Widerstandsfähigkeit zu erzielen. Dennoch muss ein Zündsignal, um wirksam zu sein, eine ausreichend lange Einsatzzeit besitzen. Folglich weiß man, dass, wenn die Zündzusammensetzung sich gesetzt hat oder komprimiert vorliegt, die Reaktion heftig aber von viel zu kurzer Dauer ist, was der Wirksamkeit eines derartigen Zünders schadet.

**[0011]** Außerdem ist die Dichte der ringförmigen Tabletten zu groß, was dazu führt, dass Abstandshülsen aus brennbarem Material zwischen die Tabletten eingesetzt werden, um ein zweckmäßiges Massenverhältnis zwischen der Zündladung und der Treibladung einzuhalten.

**[0012]** Es ist zum Beispiel ebenfalls aus dem Patent EP306616 eine Artillerie-Treibladung bekannt, die durch eine brennbare Hülle gebildet ist, in deren Inneren eine Pulverladung in loser Schüttung angeordnet ist. Die Ladung wird durch ein gespritztes Zündungsrohr initiiert, das aus einer energetischen Zusammensetzung gebildet wird, die an ein Stützrohr geklebt ist.

**[0013]** Der Nachteil von Ladungen in loser Schüttung ist, dass die Porosität der Treibladung nicht in einer homogenen Art und Weise verteilt ist. Daraus können Druckwellen in der Kammer der Waffe resultieren, welche die Innere Ballistik des Projektils stören. Außerdem ist die Struktur eines solchen Treibladungs-Moduls kompliziert und teuer herzustellen. Tatsächlich macht sie einerseits die Herstellung einer brennbaren Hülle, die ebenfalls die mechanische Widerstandsfähigkeit des Moduls gewährleistet, und andererseits eines Zündungsrohres erforderlich. Dann ist es notwendig, den Zusammenbau der Hülle und des Rohres sowie der Ladung aus Pulver sicher zu stellen.

**[0014]** Es sind ebenso stückig gemachte Treibla-

dungen bekannt, bei denen die Pulverkörner mit einem Binder umhüllt werden und dann das Ganze zusammengespreßt wird, um das Verhalten der Ladung zu gewährleisten. Ein solches Verfahren zur Herstellung einer Ladung erlaubt es nicht, die Porosität der erzielten Ladung zu lenken, außerdem macht es die Verwendung eines Schrittes zum Umhüllen der Pulverkörner erforderlich, was das Verfahren verkompliziert und seine Einsatz-Kosten erhöht.

**[0015]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Zündungsrohres oder einer Treibladung vorzuschlagen, das derartige Nachteile nicht aufweist.

**[0016]** Das Verfahren gemäß der Erfindung erlaubt es ebenfalls, sämtliche Arten von Gegenständen aus granulatformigen Materialien, egal ob diese Materialien energetisch oder inert sind, leicht und schnell herzustellen.

**[0017]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht es insbesondere, ein Treibladungs-Modul oder einen Block aus energetischem Material (zum Beispiel Gaserzeuger) mit geringeren Kosten herzustellen, deren Porosität gleichförmig und regelmäßig verteilt ist. Dieses Modul kann vorteilhafterweise und Dank dem Verfahren gemäß der Erfindung ebenfalls ein Zündungsrohr umfassen, das fest mit dem Antriebs- oder energetischen Block verbunden ist.

**[0018]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ist besonders wirtschaftlich, da es weder Brennen noch Zusammenpressen einsetzt. Es ermöglicht es, Gegenstände komplizierter Formen, sogar ohne Rotationssymmetrie, zu erzielen, wobei die Gegenstände auch Einsätze umfassen und/oder mehrere Schichten von Material mit unterschiedlichen Beschaffenheiten verknüpfen können.

**[0019]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht es auch, bei gleichwertigen Zündleistungen das Rohstoffmaterial, das zur Herstellung eines Zündungsrohres verwendet wird, einzusparen. Neben der Verminderung der Kosten, die sich daraus ergibt, erlaubt eine solche Einsparung ebenfalls, die Verkrustung des Waffenrohres zu verringern.

**[0020]** Es ist ebenfalls Aufgabe der Erfindung, ein Zündungsrohr und eine Treibladung vorzuschlagen, die Dank dem Verfahren gemäß der Erfindung hergestellt werden, wobei Rohr und Ladung leicht industriell herzustellen sind und (Bezug nehmend auf das Zündungsrohr) noch verbesserte Zündeigenschaften in Bezug auf bekannte Rohre besitzen.

**[0021]** So ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines porösen Gegenstandes aus wenigstens einem granulatformigen Material mit großer Korngröße, zum Beispiel größer oder gleich

0,1 mm, wobei der Gegenstand vom Typ eines Zündungsrohres oder einer Treibladung ist, dadurch gekennzeichnet, dass, um die Porosität des Gegenstandes zu lenken, die folgenden Schritte gewählt werden:

- das oder die granulatformigen Materialien wird/werden in einer Pressform, welche die Abmessungen des herzustellenden Gegenstandes besitzt und wenigstens eine Öffnung zur Entleerung umfasst, wobei die Öffnung in den Abmessungen kleiner als die Korngröße des Materials ist, eingebracht,
- ein Binder in flüssiger Phase wird in die Pressform gegossen,
- man lässt den Binder zwischen den Körnern des Materials sich ausbreiten und der überschüssige Binder wird durch die Öffnung zur Entleerung mit Hilfe von Absaugmitteln abgeführt.

**[0022]** Gemäß einem wesentlichen Merkmal der Erfindung umfasst das granulatformige Material wenigstens ein energetisches Material, wie ein Treibpulver, einen Sprengstoff, ein Schwarzpulver oder eine pyrotechnische Zusammensetzung.

**[0023]** Der Binder kann ein fester Binder sein, der in einem Lösungsmittel gelöst ist.

**[0024]** Der Binder kann insbesondere aus den folgenden Verbindungen ausgewählt werden: Polyvinylnitrat, Nitrozellulose, Kautschuk, Polyvinylchlorid oder dessen Kopolymer, Polyvinylazetat oder dessen Kopolymer, Kopolymer des Chlorfluorethylen.

**[0025]** Der Binder kann ein flüssiger polymerisierbarer Binder sein und es wird dann, nach Ausbreiten des Lösungsmittels, ein Schritt zur Polymerisierung des Binders vorgenommen.

**[0026]** Der polymerisierbare Binder kann aus den folgenden Verbindungen ausgewählt werden: Polybutadien, Polyurethan, Acrylharz, Polyesterharz, Epoxidharz.

**[0027]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann wenigstens ein Einsatz, der dafür vorgesehen ist, in dem hergestellten Gegenstand eingeschlossen oder mit ihm aus einem Stück zu sein, in der Pressform angeordnet werden.

**[0028]** Wenigstens ein Einsatz kann von einer Schutz-Folie gebildet werden, die dafür vorgesehen ist, den Gegenstand zu umhüllen.

**[0029]** Wenn das Verfahren mit wenigstens einem energetischen Material eingesetzt wird, kann wenigstens ein Einsatz durch eine Zündschnur aus energetischem Material gebildet werden.

**[0030]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform

rungsform kann wenigstens ein Einsatz durch einen anderen Gegenstand gebildet werden, der durch das Verfahren gemäß der Erfindung erzielt wurde.

**[0031]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann wenigstens ein Einsatz durch einen Faden, der den Gegenstand durchdringt, gebildet werden.

**[0032]** Gemäß einer Variante des Verfahrens gemäß der Erfindung werden wenigstens zwei unterschiedliche, granulatformige Materialien in die Pressform eingebracht, bevor der Binder eingegossen wird.

**[0033]** Die unterschiedlichen, granulatformigen Materialien können in Form von horizontalen, aufeinander folgenden Schichten angeordnet werden.

**[0034]** Die unterschiedlichen, granulatformigen Materialien können in Form von vertikalen, aufeinander folgenden Schichten angeordnet werden, wobei Mittel vorgesehen sind, um wenigstens vorübergehend die unterschiedlichen Schichten beim Einbringen der Materialien in die Pressform zu isolieren.

**[0035]** Vorteilhafterweise kann die Pressform mit einem Anti-Haft-Material beschichtet sein.

**[0036]** Gegenstand der Erfindung ist ebenfalls ein Zündungsrohr, insbesondere für Artillerie-Munition, das nach einem der oben beschriebenen Verfahren erzielt wird, umfassend einen rohrförmigen Körper, der aus dem Stapel von wenigstens zwei ringförmigen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlichen Beschaffenheiten gebildet wird.

**[0037]** In diesem Fall und gemäß einem besonderen Beispiel kann wenigstens eine Schicht aus einer Zusammensetzung bestehen, die Bor und Kaliumnitrat verknüpft, und eine andere Schicht kann aus einer Zusammensetzung bestehen, die Aluminium und Kupferoxid (CuO) verknüpft.

**[0038]** Genauer gesagt kann das Zündungsrohr aus einem Stapel einer ersten ringförmigen Schicht gebildet werden, die verknüpft: Bor (5% bis 35% in Masse), Kaliumnitrat (65% bis 95% in Masse), Nitrozellulose (0,5% bis 5% in Masse) und einer zweiten Schicht, die Aluminium (5% bis 35% in Masse), Kupferoxid (CuO) (65% bis 95% in Masse) verknüpft.

**[0039]** Oder die erste ringförmige Schicht kann auch als Zusammensetzung aufweisen: Bor (19% in Masse), Kaliumnitrat (80% in Masse), Nitrozellulose (1% in Masse), und die zweite ringförmige Schicht kann als Zusammensetzung aufweisen: Aluminium (20% in Masse), Kupferoxid (CuO) (80% in Masse).

**[0040]** Gemäß einer Variante der beiden vorangegangenen Beispiele kann das Zündungsrohr eine

dritte ringförmige Schicht umfassen, die verknüpft: Bor (65% bis 95% in Masse), Kaliumnitrat (5% bis 25% in Masse), Nitrozellulose (1% bis 10% in Masse).

**[0041]** Oder die Zusammensetzung der dritten ringförmigen Schicht kann auch Bor (80% in Masse), Kaliumnitrat (14% in Masse), Nitrozellulose (6% in Masse) sein.

**[0042]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Zündungsrohr gemäß der Erfindung einen rohrförmigen Körper umfassen, der aus wenigstens zwei zylindrischen, konzentrischen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlicher Beschaffenheit gebildet wird.

**[0043]** Als besonderes Beispiel kann das Zündungsrohr eine innere Schicht umfassen, die verknüpft: Bor (5% bis 35% in Masse), Kaliumnitrat (65% bis 95% in Masse), Nitrozellulose (0,5% bis 5% in Masse) und eine äußere Schicht, die umfasst: Bor (15% bis 35% in Masse), Kaliumnitrat (65% bis 85% in Masse).

**[0044]** Ebenfalls als Beispiel kann das Zündungsrohr eine innere Schicht umfassen, die verknüpft: Bor (19% in Masse), Kaliumnitrat (80% in Masse), Nitrozellulose (1% in Masse), und eine äußere Schicht, die umfasst: Bor (25% in Masse), Kaliumnitrat (75% in Masse).

**[0045]** Gemäß einem weiteren Beispiel umfasst das Zündungsrohr eine innere Schicht, die verknüpft: Bor (5% bis 25% in Masse), Kaliumnitrat (65% bis 85% in Masse), Kollodium (0,5% bis 8% in Masse) und eine äußere Schicht, die umfasst: Bor (5% bis 25% in Masse), Kaliumnitrat (65% bis 85% in Masse), Polyvinylchlorid (0,5% bis 8% in Masse).

**[0046]** Gemäß einem weiteren Beispiel verknüpft die innere Schicht: Bor (19% in Masse), Kaliumnitrat (76% in Masse), Kollodium (5% in Masse) und die äußere Schicht verknüpft: Bor (19% in Masse), Kaliumnitrat (76% in Masse), Polyvinylchlorid (5% in Masse).

**[0047]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Zündungsrohr wenigstens einen Faden aus einer pyrotechnischen Zusammensetzung umfassen, der sich im Wesentlichen über dessen ganze Länge erstreckt.

**[0048]** Die pyrotechnische Zusammensetzung des Fadens kann verknüpfen: Magnesium (45% bis 65% in Masse), Polytetrafluorethylen (20% bis 40% in Masse), Kopolymer von Chlorfluorethylen (5% bis 25% in Masse).

**[0049]** Als Variante kann die pyrotechnische Zu-

sammensetzung des Fadens verknüpfen: Magnesium (54% in Masse), Polytetrafluorethylen (30% in Masse), Kopolymer von Chlorfluorethylen (16% in Masse).

**[0050]** Gegenstand der Erfindung ist schließlich eine Treibladung, insbesondere für Munition, die gemäß den oben beschriebenen Verfahren erzielt wird, umfassend einen rohrförmigen Körper mit wenigstens zwei ringförmigen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlicher Beschaffenheit, eine äußere Schicht aus stückig gemachtem Treibpulver und eine innere Schicht aus einem Zünder-Material.

**[0051]** Die Erfindung wird anhand der Lektüre der folgenden Beschreibung von verschiedenen Ausführungsformen besser verstanden, wobei die Beschreibung sich auf die beigefügten Abbildungen bezieht, in denen:

**[0052]** [Fig. 1](#) eine schematische Schnittansicht eines Werkzeuges ist, das mit dem Verfahren gemäß der Erfindung eingesetzt wird,

**[0053]** [Fig. 2](#) mehrere aufeinander folgende Schritte des Verfahrens gemäß der Erfindung darstellt,

**[0054]** [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) Darstellungen im Längsschnitt von drei Ausführungsformen von Zündungsrohren gemäß der Erfindung sind,

**[0055]** [Fig. 6](#) eine Schnittansicht eines ersten Werkzeuges ist, das eingesetzt wird, um das Zündungsrohr gemäß [Fig. 5](#) herzustellen,

**[0056]** [Fig. 7](#) eine Schnittansicht eines zweiten Werkzeuges ist, das eingesetzt wird, um das Zündungsrohr gemäß [Fig. 5](#) herzustellen,

**[0057]** [Fig. 8](#) eine Schnittansicht eines dritten Werkzeuges ist, welches das Einschließen von Einsätzen erlaubt,

**[0058]** [Fig. 9a](#) eine Schnittansicht eines vierten Werkzeuges ist, welches die Herstellung von Einsätzen erlaubt,

**[0059]** [Fig. 9b](#) eine perspektivische Ansicht eines Zündungsrohres ist, das mit dem Werkzeug gemäß [Fig. 9a](#) hergestellt ist,

**[0060]** [Fig. 10](#) eine Schnittansicht in Längsrichtung einer Treibladung gemäß der Erfindung ist.

**[0061]** Bezug nehmend auf [Fig. 1](#), umfasst ein Werkzeug **1**, das notwendig für die Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung ist, eine Pressform **2**, die hier ein zur Achse **3** im Wesentlichen zylindrisches inneres Volumen begrenzt und deren innere

zylindrische Fläche **4** gleich dem Soll-Durchmesser für den herzustellenden Gegenstand gewählt wird.

**[0062]** Die Pressform ist auf Höhe eines unteren Endes von einem Gitter **5** verschlossen, das hier von einer Platte gebildet wird, die von gleichmäßig verteilten Löchern **6** perforiert ist.

**[0063]** Für die Löcher wird ein Durchmesser ausgewählt, der kleiner als die Korngröße eines granulatformigen Materials ist, das für die Herstellung des Gegenstandes vorgesehen ist.

**[0064]** Die Pressform **2**, die von dem Gitter **5** verschlossen ist, ist auf einem Träger **7** zum Absaugen angeordnet, der einen Hohlraum **8** aufweist. Mittel zur Abdichtung (nicht dargestellt), wie Dichtungen, sind zwischen dem Träger **7** und der Pressform **2** angeordnet. Die Befestigung der Pressform am Träger wird durch Flanschmittel (nicht dargestellt) sichergestellt.

**[0065]** Der innere Hohlraum **8** des Trägers **7** ist durch eine Abdeckung **9** mit einer Leitung **10** verbunden, die selbst an ein Mittel zum Ansaugen **11** (wie eine Vakuumpumpe, die von einem Elektromotor angetrieben wird) angeschlossen ist. Die Förderleitung **12** der Pumpe **11** ist an ein Auffangbecken **13** angeschlossen. Ein Ventil **14** ist vorteilhafterweise in der Leitung **10** zwischen der Pumpe **11** und dem Hohlraum **8** angeordnet.

**[0066]** Pressform **2**, Gitter **5** und Träger **7** sind aus chemisch inerten Materialien in Bezug auf das granulatformige Material hergestellt und bewahren die richtigen dimensionsgerechten Eigenschaften trotz der durch die Ansaugung erzeugten Beanspruchungen. Diese Elemente werden zum Beispiel aus Teflon (eingetragenes Markenzeichen für Polytetra-Fluorethylen) hergestellt, sie können auch aus Stahl oder aus Polyamid 6-6 (besser bekannt unter dem eingetragenen Markenzeichen Nylon) hergestellt werden.

**[0067]** Um das Ausformen zu erleichtern, kann die Pressform (sowie der oder die eventuellen Formkerne) aus einem Anti-Haft-Material (wie Polytetra-Fluorethylen oder Teflon) hergestellt werden oder können die Wände der Pressform mit einem solchen Anti-Haft-Material beschichtet werden. Der Zustand der Fläche wird ebenfalls ausreichend glatt gewählt, um das Ausformen zu erleichtern.

**[0068]** [Fig. 2](#) zeigt dieses Werkzeug bei den unterschiedlichen Schritten zur Herstellung eines Gegenstandes **15**, der hier ein Zündungsrohr für Artillerie-Munition ist.

**[0069]** Bei einem ersten Schritt A wird ein granulatformiges Material **16** in die Pressform **2** eingebracht.

**[0070]** Bei dem hier beschriebenen Beispiel nimmt die Pressform **2** (vor Einbringen des granulatformigen Materials) einen zylindrischen Kern **17** auf, der koaxial zur Pressform **2** ist und aus einem Anti-Haft-Material besteht (oder mit einem solchen Material beschichtet ist). Mittel (nicht dargestellt), zum Beispiel Halte-Abstandshülsen, gewährleisten eine Positionierung des Kerns koaxial zur inneren zylindrischen Fläche **4** der Pressform **2**.

**[0071]** In der Pressform werden ebenfalls eine erste dünne zylindrische Schicht **18**, die denselben Durchmesser wie die innere zylindrische Fläche **4** der Pressform aufweist und eine zweite dünne zylindrische Schicht **19**, die denselben Durchmesser wie der Kern **17** aufweist, angeordnet. Die dünnen Schichten **18** und **19** sind dafür vorgesehen, jeweils einstückig mit der äußeren zylindrischen Fläche des Zündungsrohres und der inneren zylindrischen Fläche von dessen axialer Bohrung zu sein. Sie stellen die Aufgabe des Schutzes des Zündungsrohres gegenüber von Feuchtigkeit sicher.

**[0072]** Das granulatformige Material hat eine große Korngröße, zum Beispiel größer oder gleich 0,1 mm. Tatsächlich läuft eine zu geringe Korngröße Gefahr, die Ausbreitung des Binders zwischen den Körnern des Materials zu verhindern, wie es im Weiteren präzisiert werden wird.

**[0073]** Das eingesetzte Material ist hier ein Schwarzpulver mit einer Korngröße, die zwischen 1,4 und 3,2 mm (PN3) liegt. Es wird über einen Trichter **20** ausgeschüttet.

**[0074]** Wenn die Pressform vollständig gefüllt ist (Ende des Schrittes A), wird ein Binder **21** in flüssiger Phase in die Pressform gegossen (Schritt B). Der Binder wird Mittels eines Dosierbehälters **22** verteilt. Auf Grund der Korngröße des Materials **16** breitet sich der Binder **21** durch die Schwerkraft gleichmäßig zwischen den Körnern aus und durchnässt das ganze granulatformige Material, das in der Pressform angeordnet ist sowie die Einsätze, die durch die dünnen Schutzschichten **18** und **19** gebildet werden.

**[0075]** Gleichzeitig mit dieser Ausbreitung des Binders werden die Absaugmittel **11** in Betrieb gesetzt, deren Zweck es ist, einerseits die Ausbreitung des Binders durch das Gitter **5** hindurch zu beschleunigen und andererseits den Überschuss an Binder abzuführen, der durch die Löcher **6** abfließt und in das Auffangbecken **13** abgeführt wird.

**[0076]** Wenn der verwendete Binder ein fester, in einem Lösungsmittel gelöster Binder ist, begünstigt dieser Arbeitsschritt ebenso das Trocknen des Binders.

**[0077]** Für das hier beschriebene Beispiel ist der

Binder, der zum Umhüllen der Schwarzpulver-Körner verwendet wird, ein Nitrozellulose-Kleber, der erzielt wird, indem 13 g Nitrozellulose-Pulver in 100 Kubikzentimeter eines geeigneten Lösungsmittels (zum Beispiel einer Mischung von 60% in Volumen von Ethylacetat, 15% in Volumen von Aceton, 10% in Volumen von Ethanol und von 15% in Volumen von Butylacetat) aufgelöst werden.

**[0078]** Mit einem solchen Verfahren konnte ein Zündungsrohr von 100 mm in der Höhe und 24 mm im Durchmesser hergestellt werden, das eine axiale Bohrung von 17 mm umfasst. Die gesamte Phase B des Ausbreitens und des Absaugens dauert weniger als 2 Minuten.

**[0079]** Nach der Phase B wird die Ausformung des Zündungsrohres **15** vorgenommen. Das Zündungsrohr kann man eventuell durch einen Trocknungssofen laufen lassen, um die Trocknung zu verbessern.

**[0080]** Das Verfahren gemäß der Erfindung hat es im Verlauf dieser drei Schritte ermöglicht, ein Zündungsrohr **15** in den gewünschten, endgültigen Abmessungen herzustellen, und das Dank des Kerns **17** einen axialen Zündkanal **23** (siehe [Fig. 3](#)) umfasst. Das Verfahren hat es auch ermöglicht, ein Zündungsrohr zu erzielen, das eine dünne Schutzschicht **18**, **19** auf jeder zylindrischen Fläche trägt. Die dünnen Schutzschichten sind Dank des Binders einstückig mit dem Rohr ausgebildet.

**[0081]** Dieses Zündungsrohr weist eine bestimmte Porosität auf, die durch die unwillkürliche Anordnung der Körner bei Einbringen des granulatformigen Materials bedingt ist. Die Tatsache, den Binder durch Ausbreitung unter Schwerkraft und mit einer Absaugung zu verteilen, wie es die Erfindung vorschlägt, ermöglicht es, die genau ausreichende Menge an Binder zu verteilen, um die Körner stückig zu machen, wobei die natürliche Porosität der nicht verbundenen Ladung ganz erhalten bleibt.

**[0082]** Die Regulierung der Porosität kann durch die Wahl des Bereichs der Korngröße des Materials erfolgen. So liegt als Beispiel bei einer Korngröße von zwischen 0,1 mm und 0,5 mm die Porosität bei ungefähr 40%, und bei einer Korngröße zwischen 0,3 und 0,8 mm liegt die Porosität ungefähr bei 60%.

**[0083]** Es kann ebenfalls die Porosität modifiziert werden, indem wenigstens zwei unterschiedliche granulatformige Materialien verknüpft werden.

**[0084]** Die Porosität des im vorangegangenen Beispiels erzielten Rohres (Verhältnis aus Leervolumen zu Gesamtvolumen) liegt in der Größenordnung von 30 bis 50% in Volumen (ungefähr 16 cm<sup>3</sup> Leere bei einem Gesamtvolumen von 38 cm<sup>3</sup>).

**[0085]** Das Zündungsrohr aus Schwarzpulver, das so in dem vorangegangenen Beispiel hergestellt wurde, hat eine volumenbezogene Masse von  $1 \text{ g/cm}^3$  (die volumenbezogene Masse von Schwarzpulver liegt bei  $1,76 \text{ g/cm}^3$ ), seine Porosität liegt somit bei ungefähr 40%. Als vergleichendes Beispiel hat ein herkömmliches Zündungsrohr, das aus dem Stapel von Ringen aus verdichtetem Schwarzpulver hergestellt ist, eine volumenbezogene Masse von  $1,75 \text{ g/cm}^3$  (und seine Porosität ist kleiner als 1%).

**[0086]** An der Testbank wurden Vergleichsschüsse zwischen einem Zündungsrohr, das nach dem Verfahren gemäß der Erfindung erzielt wurde (oben beschrieben) und einem Zündungsrohr mit gleichen äußeren Abmessungen, das durch Stapel von 6 Presslingen aus Schwarzpulver gebildet wurde, vorgenommen. Es wurde festgestellt:

**[0087]** Mit einem herkömmlichen Zündungsrohr aus verdichtetem Schwarzpulver (Stand der Technik), tritt der Anstieg des Druckes (Anfang der Zündung) 22 Millisekunden nach der Initiierung des Zündungsrohres auf, wobei das Maximum des Druckes 24,55 Millisekunden nach der Initiierung auftritt, was eine Dauer wirkungsvoller Zündung von ungefähr 2,55 Millisekunden ergibt.

**[0088]** Mit einem Zündungsrohr gemäß der Erfindung tritt der Anstieg des Druckes 34 Millisekunden nach der Initiierung auf, und der maximale Druck tritt 38,28 Millisekunden nach der Initiierung auf, was eine Dauer wirkungsvoller Zündung von ungefähr 4,28 Millisekunden ergibt.

**[0089]** In beiden Fällen erfolgt die Zündung bei einer Temperatur von ungefähr  $1500^\circ\text{C}$  und mit einer Reaktionswärme in der Größenordnung von  $450 \text{ cal/g}$ . Bei dem Zündungsrohr gemäß der Erfindung indessen wird diese Energie über eine doppelt so lange Zeit eingesetzt, woraus sich bessere Leistungen der Zündung ergeben.

**[0090]** Das Fortschreiten der Zündung ist viel besser mit dem Zünder gemäß der Erfindung und ein solches Ergebnis ist durch die größere Porosität des nach dem Verfahren gemäß der Erfindung erzielten Zünders bedingt.

**[0091]** Andererseits beträgt die Gesamtmasse des so getesteten Zünders gemäß der Erfindung 38 g während die des Zünders mit Schwarzpulver-Presslingen 51 g beträgt. Der Zünder gemäß der Erfindung gewährleistet somit eine bessere Zündung wobei er noch eine geringere Masse besitzt, was es ermöglicht, die Kosten, die Verkrustung des Waffenrohres und die pyrotechnischen Risiken im Laufe der Phasen von Lagerung und Handhabung durch Verminderung der Menge an aktivem Material zu reduzieren.

**[0092]** Als Variante können andere Arten von Binder verwendet werden, die entweder pyrotechnisch aktiv oder inert sind.

**[0093]** Es können flüssige Binder eingesetzt werden, wie (Liste nicht begrenzend): Polyurethane, Acryls, Polyester.

**[0094]** Binder, die aus einer festen Verbindung gebildet werden, die in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst sind, wie (Liste nicht begrenzend): Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylacetat (PVA), Nitrozellulose oder Polyvinylnitrat (NPV).

**[0095]** Bestimmte Binder können eine Phase zur Polymerisierung benötigen, um sich zu verfestigen (zum Beispiel ein Polyurethan- oder Epoxydharz). In diesem Fall wird am Ende des Schrittes B und vor dem Ausformen eine Phase zur Vernetzung durch Erwärmung vorgenommen. Die Zeitdauer und Temperaturen einer solchen Heiz-Phase werden vom Fachmann in Abhängigkeit von den Eigenschaften des verwendeten Binders gewählt werden.

**[0096]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht es ebenfalls, andere Gegenstände mit gelenkter Porosität als Zündungsrohre herzustellen. Es reicht aus, der Pressform **2** die für den Gegenstand gewünschte äußere Form zu verleihen. Diese Form kann, muss aber nicht, eine Rotationsymmetrie aufweisen. Es kann zum Beispiel eine Pressform vorliegen, deren inneres Volumen eine rechteckige Form aufweist, oder eine Pressform, deren Querschnitt axial zwischen der oberen Öffnung und dem Gitter **5** variiert.

**[0097]** Unter einem großtechnischen Gesichtspunkt ist es möglich, eine Pressform festzulegen, die mehrere zylindrische, untereinander parallele Hohlräume umfasst, und somit gleichzeitig mehrere Zündungsrohre herzustellen.

**[0098]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht es ebenfalls, andere Arten von Zündungsrohren herzustellen.

**[0099]** **Fig. 4** zeigt beispielsweise ein Zündungsrohr **15**, das auch eine im Großen und Ganzen zylindrische Form und einen axialen Kanal **23** aufweist. Dieses Zündungsrohr wird durch den Stapel mehrerer ringförmiger Schichten **15a**, **15b** und **15c** gebildet, deren Zusammensetzungen verschieden sind.

**[0100]** Es kann beispielsweise hergestellt werden:

- die Schicht **15a** mit einer Zusammensetzung, die Bor, Kaliumnitrat und Nitrozellulose als Binder (B/KNO<sub>3</sub>/NC) verknüpft, diese Zusammensetzung erlaubt es, gasreiche und kondensierbare Reaktionsprodukte zu liefern, die eine konvektive Zündung begünstigen,

– die Schicht **15b** mit einer Zusammensetzung, die Aluminium und Kupferoxid (Al/CuO) verknüpft, wobei die Zusammensetzung es ermöglicht, vor allem kondensierte Reaktionsprodukte zu liefern, die eine Reaktionstemperatur von über 3200°K besitzen und so eine Zündung durch Strahlung zu begünstigen,  
 – die Schicht **15c** mit einer weiteren Zusammensetzung, die Bor, Kaliumnitrat und Nitrozellulose verknüpft. Diese Zusammensetzung ermöglicht es, gasreiche und kondensierbare Reaktionsprodukte zu liefern, aber sie muss so zusammengestellt werden, dass sie eine größere Reaktionsgeschwindigkeit besitzt als die, welche für die Schicht **15a** beschrieben wurde. Ein solcher Zünder ermöglicht es, die Zündung zu beherrschen, indem spezifische Reaktionsprodukte geliefert werden.

**[0101]** Das ist insbesondere in dem Fall der Zündung von zusammengesetzten Pulvern nützlich, die komplexe Zünder-Materialien benötigen, da sie zugleich für die konvektive Zündung und die Zündung durch Strahlung empfindlich sind.

**[0102]** Das so hergestellte komplexe Zündungsrohr weist dabei noch die Eigenschaften von Porosität auf, die das Verfahren gemäß der Erfindung zu lenken ermöglicht.

**[0103]** Als Beispiel können die folgenden Zusammensetzungen verknüpft werden:

#### 1. Schicht **15a**

Bor: 5% bis 35% in Masse (vorzugsweise 19%),  
 Kaliumnitrat: 65% bis 95% in Masse (vorzugsweise 80%),  
 Nitrozellulose: 0,5% bis 5% in Masse (vorzugsweise 1%).

#### 2. Schicht **15b**

Aluminium: 5% bis 35% in Masse (vorzugsweise 20%),  
 Kupferoxid (CuO): 65% bis 95% in Masse (vorzugsweise 80%).

#### 3. Schicht **15c**

Bor: 65% bis 95% in Masse (vorzugsweise 80%),  
 Kaliumnitrat: 5% bis 25% in Masse (vorzugsweise 14%),  
 Nitrozellulose: 1% bis 10% in Masse (vorzugsweise 16%).

**[0104]** Dieses Zündungsrohr kann leicht und mit geringsten Kosten mit dem Verfahren gemäß der Erfindung hergestellt werden.

**[0105]** Es reicht aus, mehrere unterschiedliche Trichter **20** vorzusehen, wobei jeder Trichter die für die Herstellung einer einzelnen ringförmigen Schicht notwendige Materialmenge beiträgt.

**[0106]** Das granulatformige Material wird so in die Pressform (Schritt A) durch mehrere aufeinander folgende Füllungen eingebracht, so dass die verschiedenen Schichten gebildet werden. Der Binder wird dann während eines einzigen Schrittes B in die Pressform gegossen. Es gewährleistet eine Durchnässung der Gesamtheit von Kernen, egal wie ihre Beschaffenheit ist, was einen innigen Zusammenschluss jeder Schicht ermöglicht. Es wird so ein komplexes Zündungsrohr erzielt, das jedoch eine mechanische Widerstandsfähigkeit besitzt, die analog der eines homogenen Zündungsrohres ist.

**[0107]** Es ist ebenfalls möglich, ein Zündungsrohr herzustellen, das aus dem Stapel von zwei Schichten gebildet wird: Eine Schicht **15a** und eine Schicht **15b** mit den Zusammensetzungen, die zuvor für diese beide Schichten angegeben wurden (**15a**: B/KNO<sub>3</sub>/NC, **15b**: AlCuO).

**[0108]** [Fig. 5](#) zeigt eine weitere Art von Zündungsrohr **15**, das auch eine im Großen und Ganzen zylindrische Form und einen axialen Kanal **23** aufweist. Dieses Zündungsrohr wird durch zwei zylindrische, konzentrische Schichten **150a** und **150b** gebildet, deren Zusammensetzungen verschieden sind.

**[0109]** Es kann beispielsweise die innere Schicht **150a** mit einer Zusammensetzung Bor/Kaliumnitrat (B/KNO<sub>3</sub>), die so ausgelegt ist, dass ihre Reaktionsgeschwindigkeit in der Nähe von 15 mm/s liegt, hergestellt werden. Diese Schicht erlaubt es, eine relativ kurze Übertragungszeit der Reaktion über die gesamte Länge des Zündungsrohres zu erzielen (axiale Progression der Reaktion). Die äußere Schicht **150b** wird mit einer Zusammensetzung B/KNO<sub>3</sub>, die so ausgelegt ist, dass ihre Reaktionsgeschwindigkeit in der Nähe von 8 mm/s liegt, hergestellt. Diese Schicht begünstigt eine Zündung der Treibladung einer Munition in der Nähe ihrer Körner (radiale Zündung).

**[0110]** Es können zum Beispiel verknüpft werden:

#### 1. Innere Schicht **150a**

Bor: 5% bis 35% in Masse (vorzugsweise 19%),  
 Kaliumnitrat: 65% bis 95% in Masse (vorzugsweise 80%),  
 Nitrozellulose: 0,5% bis 5% in Masse (vorzugsweise 1%).

#### 2. Äußere Schicht **150b**

Bor: 15% bis 35% in Masse (vorzugsweise 25%),  
 Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse (vorzugsweise

75%).

[0111] [Fig. 6](#) zeigt ein erstes Werkzeug, das es ermöglicht, ein solches Zündungsrohr herzustellen.

[0112] Um die Abbildung zu vereinfachen, ist das hier dargestellte Werkzeug so konfiguriert, dass ein Zündungsrohr hergestellt wird, das nur zwei zylindrische konzentrische Schichten umfasst.

[0113] Außerdem sind die Absaugmittel **11** und der Träger **7** zum Absaugen, auf dem die Pressform in dichter Weise befestigt ist, nicht dargestellt. Diese Mittel sind mit denen, die in Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), zu denen zurückgegangen werden kann, beschrieben wurden, identisch.

[0114] Die Pressform **2** nimmt wie in der Ausführungsform gemäß der [Fig. 2](#) einen axialen Kern **17** auf. Ein rohrförmiger eingefügter Schirm **24** ist koaxial zum Kern **17** und zur zylindrischen inneren Fläche **4** der Pressform **2** angeordnet. Haltemittel (nicht dargestellt), zum Beispiel Abstandshülsen, gewährleisten die Positionierung des Kerns **17** und des Schirms **24** koaxial zur zylindrischen Fläche **4**.

[0115] Aufgabe des Schirms **24** ist es, die Trennung zwischen zwei zylindrischen, konzentrischen Schichten des Zündungsrohres zu verwirklichen. Er wird zum Beispiel aus einem Blatt Papier oder dünnen Karton (von einigen zehntel mm Dicke) gebildet.

[0116] Ein erster Trichter **20a** gewährleistet das Füllen mittels eines ersten granulatformigen Materials **16a** des ringförmigen Raumes, der zwischen dem Kern **17** und dem Schirm **24** liegt.

[0117] Ein zweiter Trichter **20b** gewährleistet (in gleichzeitiger Weise oder nicht) das Füllen des ringförmigen Raumes, der zwischen dem Schirm **24** und der zylindrischen Fläche **4** der Pressform liegt, mittels eines zweiten granulatformigen Materials **16b**.

[0118] Wenn die beiden Materialien erst einmal in die Pressform eingebracht sind, kann der Schirm **24** entnommen werden, bevor das Füllen mit dem Binder vorgenommen wird.

[0119] Der Binder umhüllt und schließt alle Körner des granulatformigen Materials auf homogene Weise zusammen und gewährleistet zur gleichen Zeit den Zusammenschluss der beiden ringförmigen Schichten.

[0120] Es ist selbstverständlich möglich, ein Zündungsrohr herzustellen, das mehr als zwei zylindrische, koaxiale Schichten umfasst, indem mehrere konzentrische Schirme angeordnet werden und in jeden ringförmigen Raum, der zwischen zwei aufeinander folgenden Schirmen eingerichtet ist, ein unter-

schiedliches granulatformiges Material ausgeschüttet wird.

[0121] Als Variante kann der Schirm **24** aus einem energetischen oder brennbaren Material (Nitrofilm) hergestellt werden, das zwischen den beiden Schichten an Ort und Stelle verbleibt.

[0122] Es ist nun notwendig, den Binder zu beiden Seiten des Schirms **24** einzugießen, um den Zusammenschluss der Körner, die jede zylindrische Schicht des Zündungsrohres bilden, zu gewährleisten. Der Binder gewährleistet ebenfalls den Zusammenschluss jeder Schicht mit dem Schirm, somit den Zusammenschluss der unterschiedlichen Schichten untereinander.

[0123] Diese Variante erlaubt es, wichtigere mechanische Eigenschaften sicher zu stellen, insbesondere die Widerstandsfähigkeit des Zündungsrohres gegen Stoß zu verbessern.

[0124] [Fig. 7](#) zeigt einen Teil eines zweiten Werkzeuges, das es erlaubt, ein Zündungsrohr gemäß [Fig. 5](#) herzustellen.

[0125] Dabei wurden die Absaugmittel **11** und der Träger **7** zum Absaugen, auf dem die Pressform in dichter Weise befestigt ist, nicht dargestellt. Diese Mittel sind mit denen, die in Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), zu denen zurückgegangen werden kann, beschrieben wurden, identisch.

[0126] Das eingesetzte Werkzeug umfasst hier zwei Pressformen, eine Erste (nicht dargestellt), die dafür vorgesehen ist, eine erste ringförmige Schicht **150a** des Zündungsrohres herzustellen, und eine Zweite (in [Fig. 7](#) dargestellt), die es erlaubt, eine zweite ringförmige Schicht **150b** um diese erste Schicht herum herzustellen.

[0127] Das in [Fig. 7](#) dargestellte Werkzeug ist tatsächlich analog zu dem in Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschriebene. Es unterscheidet sich dadurch, dass der Kern **17** durch eine zylindrische, ringförmige Schicht **150a** aus einem ersten granulatformigen, Dank des Verfahrens gemäß der Erfindung stückig gemachten Material ersetzt ist und durch eine weitere Pressform (nicht dargestellt), deren innere zylindrische Fläche gleich dem äußeren Durchmesser dieser ersten Schicht ist.

[0128] Das zweite granulatformige Material **16b** wird durch den Trichter **20b** in das ringförmige Volumen geschüttet, das die Schicht **150a** und die zylindrische Fläche **4** der zweiten Pressform trennt.

[0129] Wenn dieses Volumen einmal gefüllt ist, wird der Binder eingebracht, der den Zusammenschluss der Körner des granulatformigen Materials und zu-

gleich die Verbindung der zweiten ringförmigen, so hergestellten Schicht **150b** mit der ersten ringförmigen Schicht **150a** gewährleistet.

**[0130]** Dabei weist das so hergestellte Zündungsrohr noch Eigenschaften von Porosität auf, die das Verfahren gemäß der Erfindung zu lenken ermöglichen.

**[0131]** Um jede Schicht dieses Zündungsrohres herzustellen, kann derselbe Binder verwendet werden.

**[0132]** Es kann auch für jede einzelne Schicht ein spezifischer Binder verwendet werden.

**[0133]** Es kann zum Beispiel eine äußere Schicht, die Bor und Kaliumnitrat verknüpft und mit einem inerten Binder, wie Polyvinylchlorid (PVC), stückig gemacht ist, hergestellt werden. Es wird eine innere Schicht hergestellt, die Bor und Kaliumnitrat verknüpft und durch ein Kollodium stückig gemacht ist. Das Interessante an dieser Variante ist dabei noch, eine schnellere axiale Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Zündung im Bereich des zentralen Abschnittes des Rohres verleihen zu können, wobei die Randschicht eine geringere Geschwindigkeit besitzt und eine radiale Zündung der Treibladung der Munition ermöglicht.

**[0134]** Es wird zum Beispiel verknüpft:

#### 1. Äußere Schicht

Bor: 5% bis 25% in Masse (vorzugsweise 19%),  
Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse (vorzugsweise 76%),  
Polyvinylchlorid (PVC): 0,5% bis 8% in Masse (vorzugsweise 5%).

#### 2. Innere Schicht

Bor: 5% bis 25% in Masse (vorzugsweise 19%),  
Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse (vorzugsweise 76%),  
Kollodium: 0,5% bis 8% in Masse (vorzugsweise 5%).

**[0135]** Es ist selbstverständlich möglich, den Arbeitsschritt mit einer oder mehreren Pressformen mit geeigneten Abmessungen zu wiederholen, um ein Zündungsrohr herzustellen, das mehr als zwei zylindrische, koaxiale Schichten umfasst.

**[0136]** Ein weiterer Vorteil des Verfahrens gemäß der Erfindung ist es, dass es ermöglicht, Gegenstände von verschiedenen Formen und die Einsätze umfassen, herzustellen.

**[0137]** Es wurde zuvor gesehen, dass es so wäh-

rend der Herstellung möglich war, eine oder mehrere Schutz-Folien mit dem hergestellten Zündungsrohr einstückig zu machen (**Fig. 2** und **Fig. 3**), oder auch einen Schirm **24** zwischen zwei Schichten aus granulartförmigem Material zu versenken.

**[0138]** **Fig. 8** zeigt ein drittes Werkzeug, das dafür eingerichtet ist, um das Beimengen anderer Arten von Einsätzen in ein Zündungsrohr zu ermöglichen.

**[0139]** Die Pressform **2** ist stets an ihrem unteren Teil von einem Gitter verschlossen, das von einer mit Löchern **6** durchbohrten Platte **5** gebildet wird.

**[0140]** Dabei werden die Absaugmittel **11** und der Träger **7** zum Absaugen, auf dem die Pressform in dichter Weise befestigt ist, nicht dargestellt. Diese Mittel sind mit denen, die in Bezug auf die **Fig. 1** und **Fig. 2**, zu denen zurückgegangen werden kann, beschrieben wurden, identisch.

**[0141]** Die Pressform ist ebenfalls im Bereich ihres oberen Teiles durch einen Deckel **25** geschlossen, der an der Pressform **2** durch Mittel (nicht dargestellt) befestigt ist und eine Öffnung **26** zum Auffüllen trägt, die dafür vorgesehen ist, das granulartförmige Material **16** durchtreten zu lassen.

**[0142]** Fäden **27** aus pyrotechnischen Zusammensetzungen sind zwischen dem Deckel **25** und der Platte **5** gespannt. Sie sind gleichmäßig über den Umfang um eine Achse der zylindrischen Fläche **4** der Pressform **2** verteilt.

**[0143]** Diese Fäden durchdringen Deckel und Platte durch Öffnungen, und sie sind durch geeignete Mittel translatorisch festgesetzt, zum Beispiel Klemmschrauben **28**, die in den Deckel und die Platte geschraubt sind und jeden Faden klemmen.

**[0144]** Die Fäden sind zum Beispiel Fäden aus einer Zusammensetzung, die Magnesium, Polytetrafluorethylen (bekannt unter dem eingetragenen Warenzeichen Teflon) und Kopolymer von Chlorfluorethylen (bekannt unter dem eingetragenen Warenzeichen Viton) verknüpft. Es können 5 Fäden von 2 mm Durchmesser, die über einen Kreis verteilt sind, angeordnet werden.

**[0145]** Die Fäden können entsprechend der folgenden Zusammensetzung hergestellt werden:  
Magnesium: 45% bis 65% in Masse (vorzugsweise 54%),  
Polytetrafluorethylen: 20% bis 40% in Masse (vorzugsweise 30%),  
Kopolymer von Chlorfluorethylen: 5% bis 25% in Masse (vorzugsweise 16%).

**[0146]** Bei dem hier ausgeführten Werkzeug hält der Deckel **25** ebenfalls eine Zündschnur **29**, wie eine

Detonationsschnur, fest, deren eines Ende am Gitter **5** durch geeignete Mittel befestigt ist, zum Beispiel durch Einrasten in einer Klemme **30**, die von dem Gitter **5** getragen wird.

[0147] Die Zündschnur ist so koaxial zur zylindrischen Fläche **4** der Pressform **2** und erstreckt sich in Längsrichtung über die ganze Höhe der Pressform.

[0148] Um das Werkzeug gemäß der [Fig. 8](#) einzusetzen, wird damit begonnen, den Deckel **25** und das Gitter **5**, welche die Fäden **27** und die Schnur **29** tragen, an der Pressform **2** zu befestigen. Dann wird das granulatformige Material **16** durch die Öffnung **26** hindurch eingebracht. Wenn die Pressform gefüllt ist, wird schließlich ein Binder, der den Zusammenschluss der verschiedenen Körner des granulatformigen Materials sowie der Einsätze **27** und **29** gewährleistet, eingegossen.

[0149] Vor dem Ausformen werden die Schrauben zum Festhalten der Fäden gelöst und eventuell werden diese verkürzt, damit sie nicht aus dem hergestellten Zündungsrohr herauskommen.

[0150] Aufgabe der Fäden ist es, die Zündung innerhalb des Materials als Relais zu übertragen. Die Aufgabe dieser Fäden ist somit anders als die der bekannten Fäden, die in das innere von Treibladungs-Blöcken eingesetzt sind (siehe zum Beispiel die Patente US3205286 und FR2640259). Aufgabe der bekannten Fäden ist es, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verbrennungsfrent des Blocks zu modifizieren, somit dessen Verbrennungshaushalt zu regulieren.

[0151] Bei dem Zündungsrohr gemäß der Erfindung ist der Faden aus einem Zünder-Material hergestellt, und er ermöglicht es, die Zünder-Reaktion radial und zugleich axial als Relais zu übertragen. Es werden so bessere Zünd-Leistungen gewährleistet, egal wie die Abmessungen (axial und radial) des Zündungsrohres sind.

[0152] Das zuvor beschriebene Zündungsrohr ermöglicht es insbesondere, eine Mehrpunkt-Zündung des Materials des Zündungsrohres bei einer einzigen axialen Zündung zu bewerkstelligen, die zum Beispiel von einer Zündschnur **29** erfolgt. Diese Letztere kann ein Bauteil aus dem Handel sein, zum Beispiel eine ITLX Schnur (eingetragenes Warenzeichen).

[0153] [Fig. 9a](#) zeigt ein viertes Werkzeug, das insbesondere für die Herstellung eines Zündungsrohres **15** angepasst ist (siehe [Fig. 9b](#)), das im Bereich eines unteren Teils einen Befestigungsring **31** mit Gewinde, zum Beispiel metallisch, der es ermöglicht, die Anbringung des Zündungsrohres an einem Geschossboden von Artillerie-Munition (nicht dargestellt) zu erleichtern.

[0154] Die Pressform **2** trägt einen an ihrem oberen Teil befestigten Deckel **25** und ein mit ihrem unteren Teil verbundenes Gitter **5**. Mittel zur Abdichtung (nicht dargestellt) sind zwischen dem Deckel und der Pressform angeordnet.

[0155] Dieses Werkzeug umfasst eine innere zylindrische Hülle **32** und eine äußere Hülle **33**, die auch zylindrisch und koaxial zur inneren Hülle ist. Die zwei Hüllen werden koaxial von Mitteln (nicht dargestellt) festgehalten, zum Beispiel von Abstandshülsen, die fest mit dem Deckel **25** der Pressform und/oder mit dem Gitter **5** verbunden sind.

[0156] Die Hüllen **32** und **33** sind mit Löchern **34** radial durchbohrt, deren Durchmesser kleiner als die Körngröße des granulatformigen Materials ist, das eingesetzt werden muss.

[0157] Die äußere Hülle **33** weist einen inneren Durchmesser auf, der gleich dem äußeren Soll-Durchmesser des Zündungsrohres ist und der gleich dem äußeren Durchmesser des Gewinderings **31** ist.

[0158] Der Gewinding **31** wird in der Pressform **2** positioniert bevor das granulatformige Material eingebracht wird. Er liegt auf dem Gitter **5** an und weist einen kreisförmigen Bund **31a** auf, auf den sich das Ende der Hülle **33** setzt.

[0159] Der Gewinding ist mit einer axialen Bohrung **35** durchbohrt, die gleich dem äußeren Durchmesser der inneren Hülle **32** ist.

[0160] Schließlich weist der Ring **31** eine radiale innere Wulst **36** auf, die dafür vorgesehen ist, den Zusammenschluss des Rings und des Materials des Zündungsrohres zu ermöglichen.

[0161] Das granulatformige Material **16** wird mit Hilfe des Trichters **20** und durch die Öffnung **26** in den ringförmigen Raum, der die Hüllen **32** und **33** trennt, eingebracht. Dann wird ein Binder in denselben ringförmigen Raum gegossen.

[0162] Der Ring **31**, der den Boden des ringförmigen Raums einnimmt, verschließt die Löcher **6** des Gitters **5**, das sich am Boden dieses Raumes befindet.

[0163] Die Absaugmittel sind hier nicht dargestellt, sind aber wie für die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) an einen Träger angeschlossen, auf dem die Pressform in dichter Weise angeordnet ist.

[0164] Dank der Bohrungen **6** des Gitters **5** bilden die Absaugmittel in dem ringförmigen Raum, der die äußere Fläche der Hülle **33** und die zylindrische Fläche **4** der Pressform **2** trennt, einen Unterdruck. Sie

bilden ebenfalls einen Unterdruck in dem axialen inneren Hohlraum der Hülle **32**.

**[0165]** So wird der Überschuss an Binder durch die radialen Löcher **34**, die jede Hülle durchdringen, abgeführt.

**[0166]** Als Variante ist es möglich, die äußere Hülle **33** durch die zylindrische Wand **4** der Pressform **2** zu ersetzen. Diese Wand kann, muss aber nicht, mit Löchern durchbohrt sein, um den Binder abzuführen.

**[0167]** Wenn die zylindrische Wand **4** der Pressform nicht durchbohrt ist, erfolgt das Abführen des Binders einzig und allein durch die innere Hülle **32**.

**[0168]** Falls die zylindrische Wand **4** der Pressform mit Löchern durchbohrt ist, um den Binder abzuführen, wird die Pressform mit einer Manschette umgeben, die es erlaubt, das Absaugen, das von der Vakuumpumpe **11** bewirkt wird, entlang der äußeren Fläche der Pressform auszuüben. In diesem Fall kann die innere Hülle **32** durch einen Vollkern ersetzt werden, wobei das Abführen des Binders nun durch die zylindrische Wand **4** erfolgt.

**[0169]** Es ist selbstverständlich möglich, die zuvor beschriebenen Werkzeuge so zu kombinieren, dass ein Zündungsrohr hergestellt wird, das einen Gewinding zur Befestigung sowie mehrere Schichten (ringförmig gestapelte oder zylindrisch konzentrische) aus granulatformigen Materialien mit unterschiedlichen Beschaffenheiten umfasst.

**[0170]** Es ist ebenfalls möglich, in Längsrichtung verlaufende Fäden oder eine Zündschnur in ein von mehreren Schichten gebildetes Rohr einzusetzen.

**[0171]** [Fig. 10](#) zeigt eine andere Art von Gegenstand, der mit dem Verfahren gemäß der Erfindung hergestellt werden kann. Dieser Gegenstand ist ein Treibladungs-Modul **37** für eine Artillerie-Munition.

**[0172]** Das Modul umfasst in herkömmlicher Weise einen axialen Zündkanal **38**. Es wird von zwei Schichten aus granulatformigen Materialien mit unterschiedlichen Beschaffenheiten, die mittels eines Binders stückig gemacht sind (zum Beispiel Polyvinylnitrat oder jeder andere Binder, der in Bezug auf die vorangegangenen Beispiele beschrieben wurde) gebildet. Eine innere Schicht **39** von einer Zünd-Zusammensetzung, zum Beispiel aus Schwarzpulver, und eine äußere Schicht als Treibladung, zum Beispiel ein Pulver B oder GB.

**[0173]** Es kann vorteilhafterweise die innere Schicht alleine mit einer Pressform mit geeigneten Abmessungen (wie die in [Fig. 2](#)) hergestellt werden. Dann diese Schicht als Kern in eine andere Pressform gesetzt werden (wie die in [Fig. 7](#)), um das voll-

ständige Treibladungs-Modul herzustellen.

**[0174]** Dank der Erfindung wird die Verteilung der Porosität des Moduls gelenkt und die mechanische Widerstandsfähigkeit des Moduls ist gewährleistet, selbst beim Nichtvorhandensein einer äußeren Hülle. Daraus resultiert eine bessere Reproduzierbarkeit ballistischer Leistungen mit geringeren Kosten. Außerdem erlaubt das Verfahren gemäß der Erfindung auf einfache Weise das Zündungsrohr und die Treibladung fest miteinander zu verbinden.

**[0175]** Die Porosität der Ladung kann eingestellt werden, indem die Anordnung der Körner des Treibpulvers modifiziert wird. Es kann beispielsweise eine weniger poröse Ladung hergestellt werden, indem in der Pressform ein Faserbündel von Pulver an Stelle von Körnern in loser Schüttung eingebracht wird. Es kann auch eine weniger poröse Ladung hergestellt werden, indem wenigstens zwei Arten von unterschiedlichen Korngrößen von Pulverkörnern verknüpft werden.

**[0176]** Es kann ebenfalls ein Zündungsrohr gemäß der Erfindung axial innerhalb einer Treibladung eines Containers für Treibladungen, wie aus dem Stand der Technik bekannt ist (Pulver in loser Schüttung in einer zylindrischen, brennbaren Hülle), integriert werden.

**[0177]** Das Zündungsrohr gemäß der Erfindung gewährleistet eine bessere Zündung, da es ja die Unterdrückung jeder Barriere (wie die bekannten brennbaren Rohre) zwischen der Zünd-Zusammensetzung und dem Treibpulver gewährleistet.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines porösen Gegenstandes aus wenigstens einem granulatformigen Material (**16**) mit großer Korngröße, zum Beispiel größer oder gleich 0,1 mm, wobei der Gegenstand vom Typ eines Zündungsrohres oder einer Treibladung ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass, um die Porosität des Gegenstandes zu lenken, die folgenden Schritte gewählt werden:

- das oder die granulatformigen Materialien (**16**) wird/werden in einer Pressform (**2**), welche die Abmessungen des herzustellenden Gegenstandes besitzt und wenigstens eine Öffnung (**6**) zur Entleerung umfasst, wobei die Öffnung in den Abmessungen kleiner als die Korngröße des Materials ist, eingebracht,
- ein Binder (**21**) in flüssiger Phase wird in die Pressform gegossen,
- man lässt den Binder zwischen den Körnern des Materials sich ausbreiten und der überschüssige Binder wird durch die Öffnung zur Entleerung mit Hilfe von Absaugmitteln abgeführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das granulatformige Material wenigstens ein energetisches Material, wie ein Treibpulver, einen Sprengstoff, ein Schwarzpulver oder eine pyrotechnische Zusammensetzung umfasst.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder ein fester Binder ist, der in einem Lösungsmittel gelöst ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder aus den folgenden Verbindungen ausgewählt wird: Polyvinylnitrat, Nitrozellulose, Kautschuk, Polyvinylchlorid oder dessen Kopolymer, Polyvinylazetat oder dessen Kopolymer, Kopolymer des Chlorfluorethylen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder ein flüssiger polymerisierbarer Binder ist und dass es, nach Ausbreiten des Lösungsmittels, ein Schritt zur Polymerisierung des Binders vorgenommen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder aus den folgenden Verbindungen ausgewählt wird: Polybutadien, Polyurethan, Acrylharz, Polyesterharz, Epoxydharz.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einsatz, der dafür vorgesehen ist, in dem hergestellten Gegenstand eingeschlossen oder mit ihm aus einem Stück zu sein, in der Pressform angeordnet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einsatz von einer Schutz-Folie (**18**) gebildet wird, die dafür vorgesehen ist, den Gegenstand zu umhüllen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, das mit wenigstens einem energetischen Material eingesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einsatz durch eine Zündschnur (**29**) aus energetischem Material gebildet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einsatz durch einen anderen Gegenstand gebildet wird, der durch das Verfahren gemäß der Erfindung erzielt wurde.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einsatz durch einen Faden (**27**), der den Gegenstand durchdringt, gebildet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei unterschiedliche, granulatformige Materialien in die Pressform eingebracht werden, bevor der Binder eingegossen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen, granulatformigen Materialien in Form von horizontalen, aufeinander folgenden Schichten angeordnet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen, granulatformigen Materialien in Form von vertikalen, aufeinander folgenden Schichten angeordnet werden, wobei Mittel vorgesehen sind, um wenigstens vorübergehend die unterschiedlichen Schichten beim Einbringen der Materialien in die Pressform zu isolieren.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Pressform mit einem Anti-Haft-Material beschichtet ist.

16. Zündungsrohr, insbesondere für Artillerie-Munition, das gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 erzielt wird, dadurch gekennzeichnet, dass es einen rohrförmigen Körper umfasst, der aus dem Stapel von wenigstens zwei ringförmigen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlichen Beschaffenheiten gebildet wird.

17. Zündungsrohr nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schicht aus einer Zusammensetzung besteht, die Bor und Kaliumnitrat verknüpft, und eine andere Schicht aus einer Zusammensetzung besteht, die Aluminium und Kupferoxid (CuO) verknüpft.

18. Zündungsrohr nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass es eine erste Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 5% bis 35% in Masse,  
Kaliumnitrat: 65% bis 95% in Masse,  
Nitrozellulose: 0,5% bis 5% in Masse,  
und eine zweite Schicht, die verknüpft:  
Aluminium: 5% bis 35% in Masse,  
Kupferoxid (CuO): 65% bis 95% in Masse.

19. Zündungsrohr nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht als Zusammensetzung aufweist:

Bor: 19% in Masse,  
Kaliumnitrat: 80% in Masse,  
Nitrozellulose: 1% in Masse,  
und die zweite Schicht als Zusammensetzung aufweist:  
Aluminium: 20% in Masse,  
Kupferoxid (CuO): 80% in Masse.

20. Zündungsrohr nach einem der Ansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass es eine dritte Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 65% bis 95% in Masse,  
Kaliumnitrat: 5% bis 25% in Masse,  
Nitrozellulose: 1% bis 10% in Masse.

21. Zündungsrohr nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung der dritten Schicht ist:

Bor: 80% in Masse,  
Kaliumnitrat: 14% in Masse,  
Nitrozellulose: 6% in Masse.

22. Zündungsrohr nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass es einen rohrförmigen Körper umfasst, der aus wenigstens zwei zylindrischen, konzentrischen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlicher Beschaffenheit gebildet wird.

23. Zündungsrohr nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass es eine innere Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 5% bis 35% in Masse,  
Kaliumnitrat: 65% bis 95% in Masse,  
Nitrozellulose: 0,5% bis 5% in Masse,  
und eine äußere Schicht, die umfasst:  
Bor: 15% bis 35% in Masse,  
Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse.

24. Zündungsrohr nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass es eine innere Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 19% in Masse,  
Kaliumnitrat: 80% in Masse,  
Nitrozellulose: 1% in Masse,  
und eine äußere Schicht, die umfasst:  
Bor: 25% in Masse,  
Kaliumnitrat: 75% in Masse.

25. Zündungsrohr nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass es eine innere Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 5% bis 25% in Masse,  
Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse,  
Kollodium: 0,5% bis 8% in Masse,  
und eine äußere Schicht, die umfasst:  
Bor: 5% bis 25% in Masse,  
Kaliumnitrat: 65% bis 85% in Masse,  
Polyvinylchlorid: 0,5% bis 8% in Masse.

26. Zündungsrohr nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass es eine innere Schicht umfasst, die verknüpft:

Bor: 19% in Masse,  
Kaliumnitrat: 76% in Masse,  
Kollodium: 5% in Masse,  
und eine äußere Schicht, die verknüpft:  
Bor: 19% in Masse,  
Kaliumnitrat: 76% in Masse,  
Polyvinylchlorid: 5% in Masse.

27. Zündungsrohr nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass es wenigstens einen Faden aus einer pyrotechnischen Zusammensetzung umfasst, der sich im Wesentlichen über des-

sen ganze Länge erstreckt.

28. Zündungsrohr nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrotechnische Zusammensetzung des Fadens verknüpft:

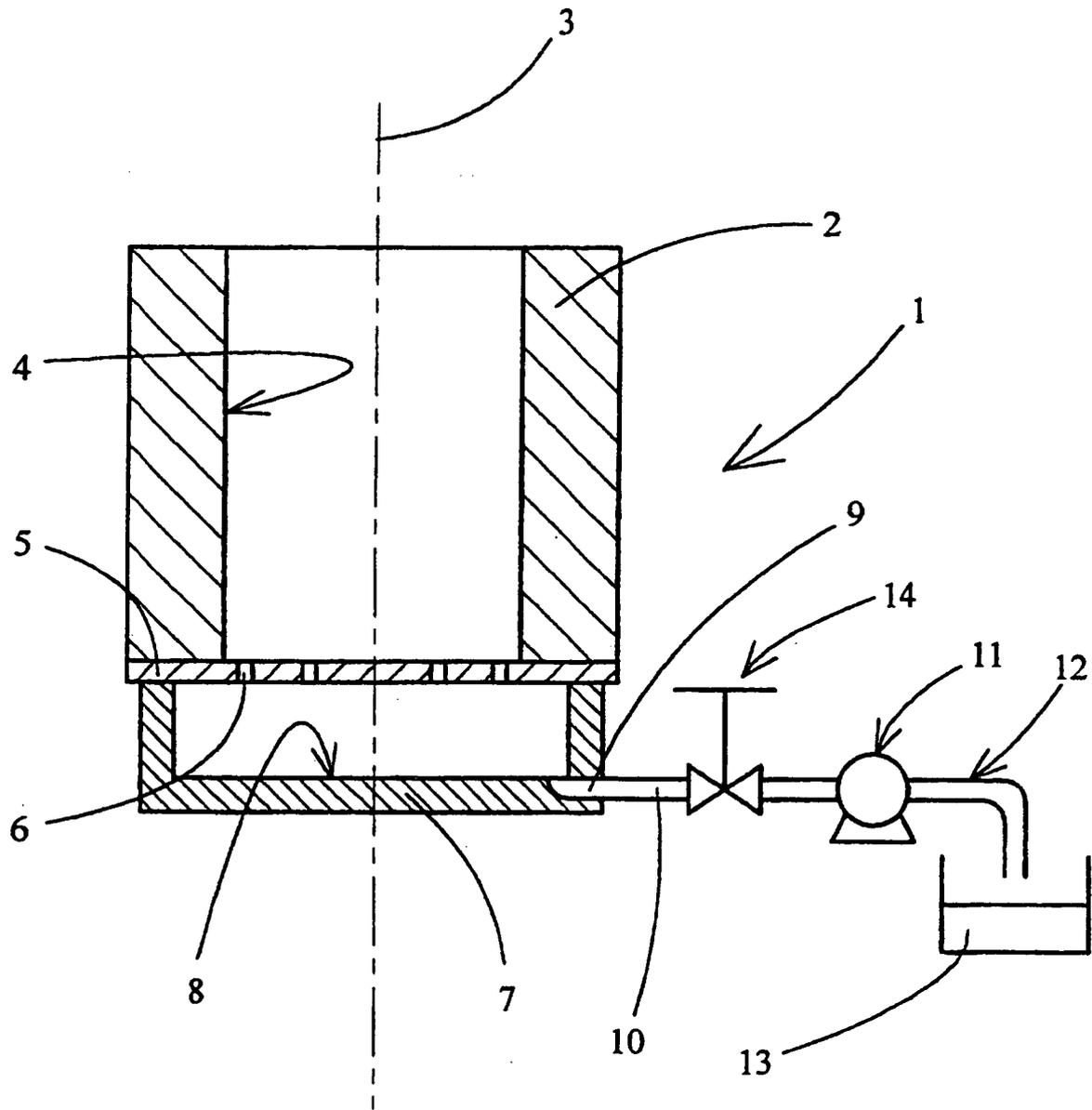
Magnesium: 45% bis 65% in Masse,  
Polytetrafluorethylen: 20% bis 40% in Masse,  
Kopolymer von Chlorfluorethylen: 5% bis 25% in Masse.

29. Zündungsrohr nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die pyrotechnische Zusammensetzung des Fadens verknüpft:

Magnesium: 54% in Masse,  
Polytetrafluorethylen: 30% in Masse,  
Kopolymer von Chlorfluorethylen: 16% in Masse.

30. Treibladung, insbesondere für Munition, die gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 erzielt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen rohrförmigen Körper mit wenigstens zwei ringförmigen Schichten aus pyrotechnischen Materialien mit unterschiedlicher Beschaffenheit, eine äußere Schicht aus stückig gemachtem Treibpulver und eine innere Schicht aus einem Zünder-Material umfasst.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



**FIG 1**

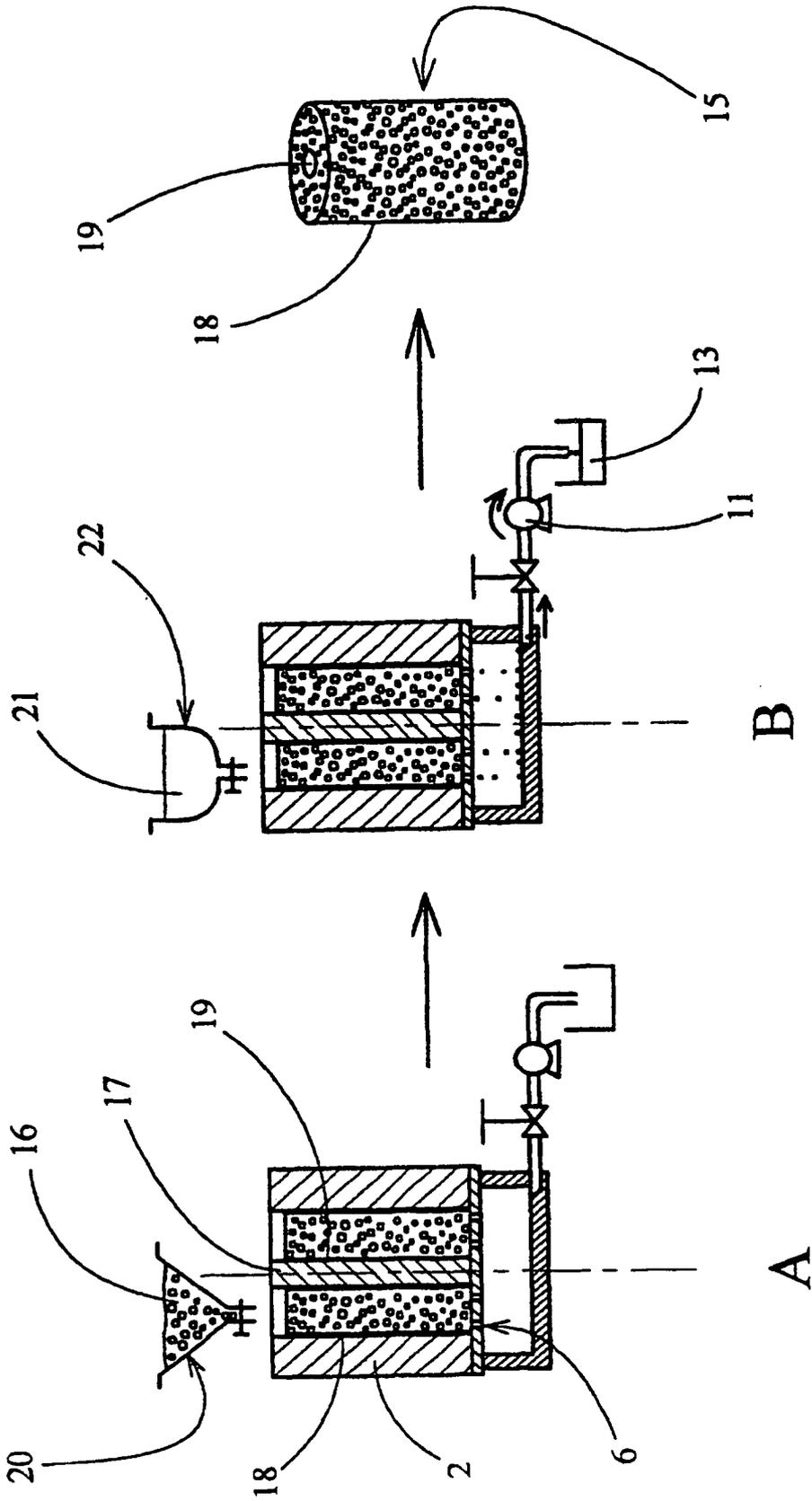


FIG 2

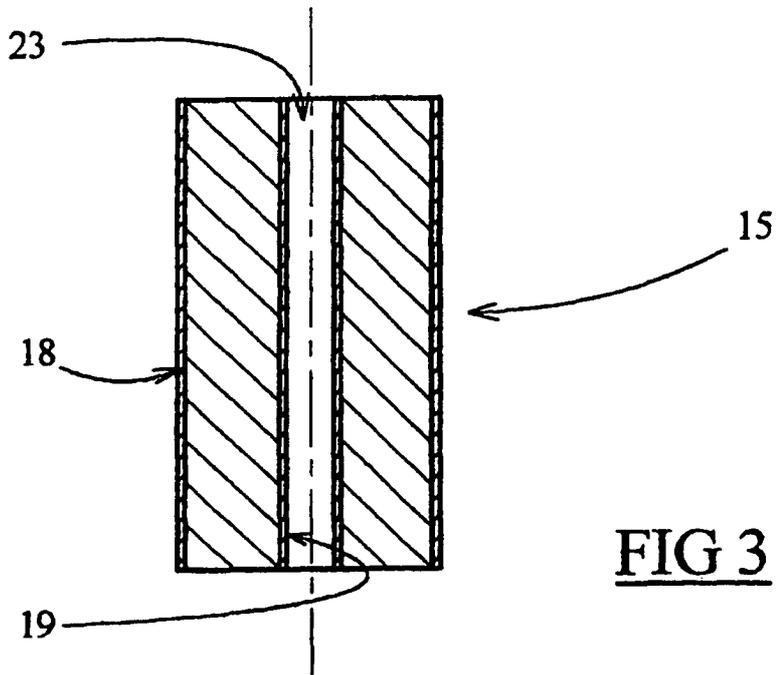


FIG 3

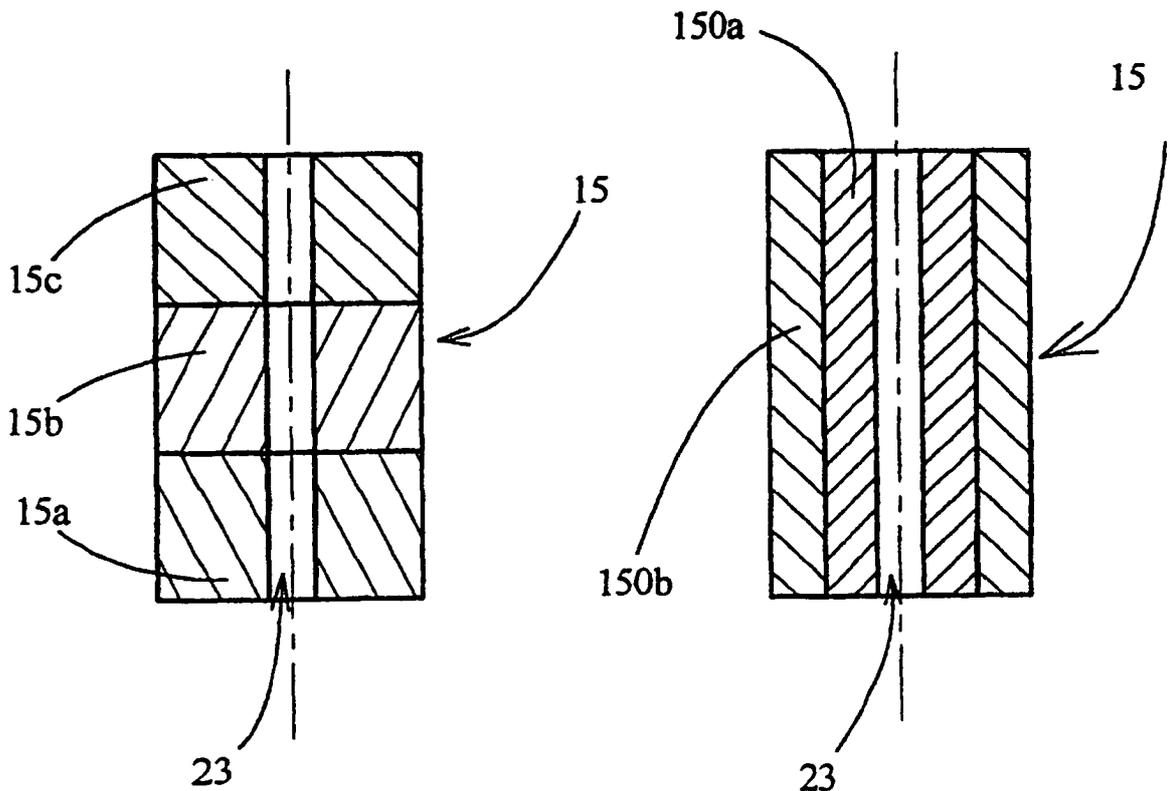


FIG 4

FIG 5

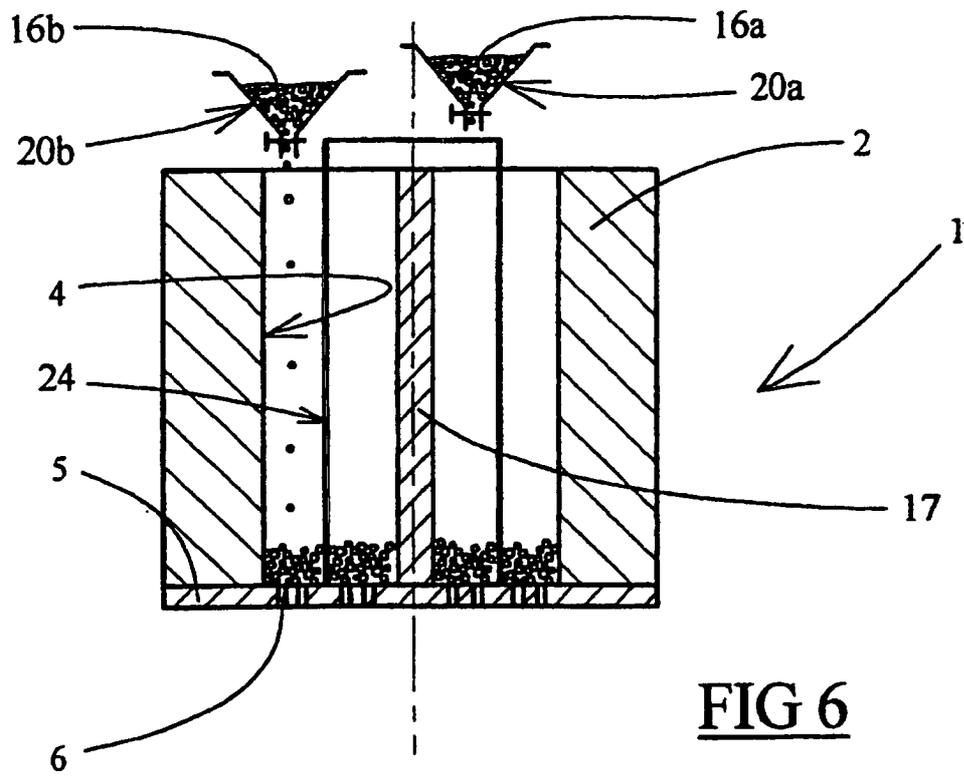


FIG 6

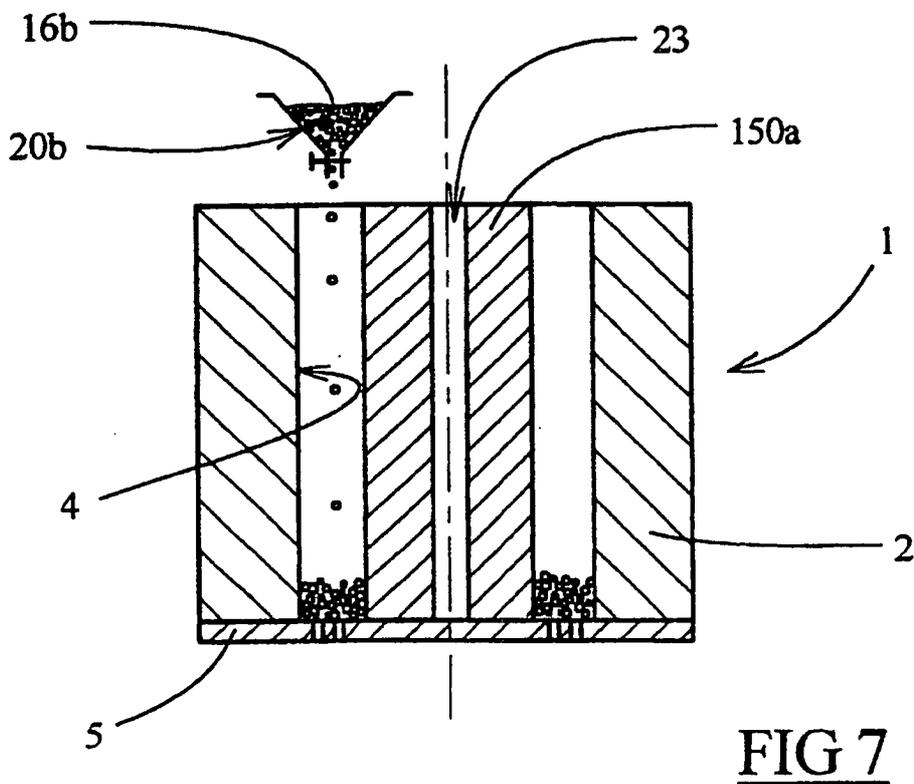
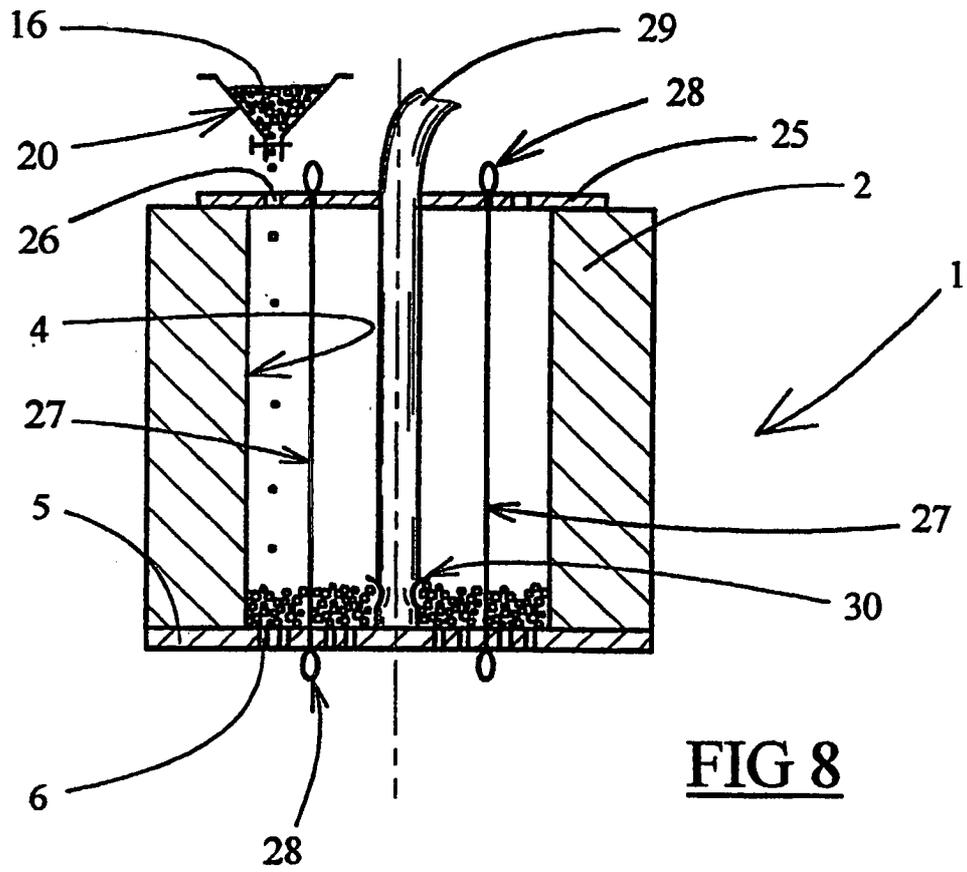
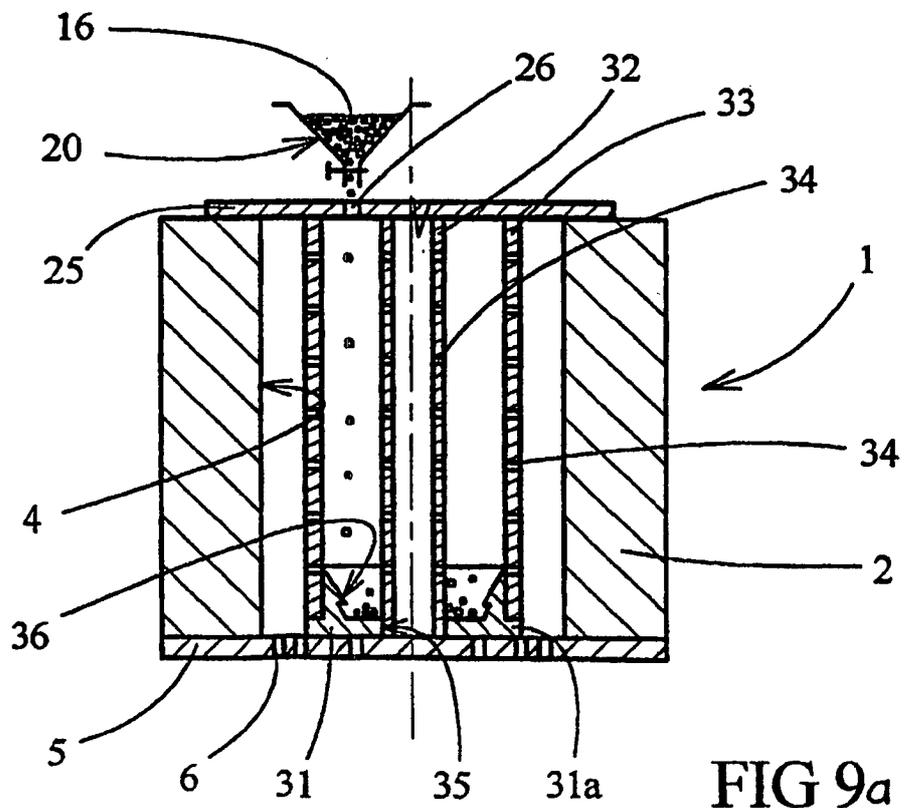


FIG 7



**FIG 8**



**FIG 9a**

