

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①

Veröffentlichungsnummer: **0 242 500**
B1

②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
04.04.90

⑤

Int. Cl. 4: **F41B 11/00**

⑥

Anmeldenummer: **87100186.3**

⑦

Anmeldetag: **09.01.87**

⑤

Vorrichtung zur Beschleunigung von Projektilen durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma.

⑩

Priorität: **19.04.86 DE 3613259**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.87 Patentblatt 87/44

④

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.90 Patentblatt 90/14

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑥

Entgegenhaltungen:
US-A- 3 431 816
US-A- 4 170 922

⑦

Patentinhaber: **Rheinmetall GmbH,**
Ulmensestrasse 125 Postfach 6609,
D-4000 Düsseldorf(DE)

⑦

Erfinder: **Witt, Wolfram, Dr., Am Gentenberg 100,**
D-4000 Düsseldorf(DE)

Erfinder:
Erfinder:

Die weiteren Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet

⑦

Vertreter: **Podszus, Burghart, Dipl.-Phys., Rheinmetall**
GmbH Ulmensestrasse 125 Postfach 6609,
D-4000 Düsseldorf(DE)

EP 0 242 500 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beschleunigung von in einem einseitig verschlossenem Rohr befindlichen Projektilen durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, daß mit elektrisch aufgeheizten Plasmen Projektilen in metallischen Rohren auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden können (vgl. Goldstein S.A. et. al. Final Report on Research and Development of a Plasma Jet Mass Accelerator as a Driver for Impact Fusion; GT-Devices, Alexandria, VA, USA, Contract DE-ACO5-81-ER10846, May 1984). Bei diesen bekannten Vorrichtungen werden in engen Isolierstoffkapillaren Plasmastrahlen erzeugt, die auf den Projektilboden einwirken. Durch Kontakt der Gasentladung mit den Kapillarwänden kommt es zur Ablation von Isolierstoff und zur Aufheizung des Plasmas. Die Folge sind Plasmastrahlen, die aus den Kapillaröffnungen austreten.

Besonders nachteilig ist bei diesen bekannten Vorrichtungen, daß durch die Materialverdampfung und Aufheizvorgänge die kapillaren Teile des Beschleunigers einem großen Verschleiß unterliegen.

Die Rohre entsprechender Waffen, die nach diesem Prinzip arbeiten, müssen daher sehr häufig ausgewechselt werden. Dieses gilt insbesondere dann, wenn mit diesen Waffen eine hohe Schußfolge erreicht werden soll.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art so weiterzuentwickeln, daß die entsprechenden Rohrteile nur einem geringen Verschleiß, selbst bei hoher Schußfolge, unterliegen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Die Unteransprüche geben besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wieder.

Die Erfindung beruht also im wesentlichen darauf, daß die Ausbreitung des Plasmas nicht mehr - wie bei den bekannten Vorrichtungen - durch Teile des Beschleunigers selbst eingeleitet wird, sondern daß sowohl die Einleitung der Gasentladung als auch die anschließenden Aufheizvorgänge in leicht auswechselbaren separaten Einheiten, in der sich auch das Projektil befindet, erfolgen. Es werden daher vorzugsweise dem Rohr nicht nur die Projektile, sondern die gesamte Kartusche jeweils zugeführt.

Weitere Vorteile der Erfindung werden im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen, welche mit Hilfe von Figuren erläutert werden, beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine bekannte Vorrichtung zur Beschleunigung von Projektilen mittels eines elektrisch aufgeheizten Plasmas;

Fig. 2 den Schnitt eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kartusche;

Fig. 3 den Schnitt einer erfindungsgemäßen Plasmakanone mit Kartusche gemäß Fig. 2;

Fig. 4 den Schnitt eines zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;

Fig. 5 einen vereinfachten Schaltplan zum Betrieb der erfindungsgemäßen Plasmakanone;

Fig. 6 den zeitlichen Verlauf des Stromes in der Plasmakanone.

In Fig. 1 ist noch einmal eine bekannte Beschleunigungsvorrichtung dargestellt, wie sie etwa in dem eingangs zitierten Bericht von Goldstein et. al. näher beschrieben wird.

In Fig. 1 ist mit 1 ein einseitig verschlossenes Rohr bezeichnet, an dessen verschlußseitigem Rohrboden eine erste Elektrode 2 angeordnet ist. Eine zweite Elektrode (Ringelektrode) 3 ist über eine Spannungsquelle 4 und einen Schalter mit der ersten Elektrode 2 verbunden. Durch die beiden Elektroden 2 und 3 wird in dem Rohr 1 eine mit 6 bezeichnete Plasmakammer definiert, die im Bereich der Ringelektrode 3 zunächst durch ein zu beschleunigendes Projektil 7 abgeschlossen ist.

Nach dem Schließen des Schalters 5 wird zwischen den Elektroden 2 und 3 ein Lichtbogen gezündet und daß Projektil 7 durch den Druck des Lichtbogenplasmas beschleunigt.

Wie bereits eingangs erwähnt, weist diese Vorrichtung den Nachteil auf, daß durch die Materialverdampfungs- und Aufheizvorgänge der den Plasmaraum bildende Teil des Rohres einem außerordentlich starkem Verschleiß unterliegt.

Erfindungsgemäß werden daher einer entsprechenden Plasmakanone nicht mehr nur das Projektil 7 allein, sondern alle einem starken Verschleiß unterliegenden Teile einschließlich der Elektroden, in Form einer Kartusche zugeführt.

Im folgenden wird zunächst die in Fig. 2 dargestellte Kartusche 8 und anschließend ihre Funktion in Verbindung mit einem Geschütz (Fig. 3) näher beschrieben.

Die Kartusche 8 besteht im wesentlichen aus dem Projektil 80, einer das Projektil umgebenden Hülse 81, einer als Kontaktring ausgebildeten zweiten Elektrode 82 und einer als Kontaktstück ausgebildeten ersten Elektrode 83. Die erste Elektrode 83 und die zweite Elektrode 82 sind durch ein Isolierstück 84 getrennt. Außerdem weist die zweite Elektrode 82 auf ihrer vorderen Seite einen Kontaktlamellenring 85 und auf ihrer Rückseite einen Kontaktlamellenring 86 auf. Die erste Elektrode 83 besitzt auf ihrer dem Projektil 80 abgewandten Seite eine Kontaktlamellenscheibe 87. Zwischen dem Projektil 80 und der ersten Elektrode 83 befindet sich ein splatförmiger Entladungsraum 88.

Die Hülse 81 kann vorzugsweise aus einem verbrennbaren leichtgasenden Material, beispielsweise Polyäthylen und der Isolierkörper 84 aus Polycarbonat bestehen. Als leichtgasendes Material werden dabei solche Stoffe bezeichnet, die unter der Wirkung der Lichtbogenentladung in Moleküle (Gase) mit niedrigem Molekulargewicht (Molekulargewicht <30) zerfallen.

Als Material für die Elektroden 82 und 83 wurde in einem Ausführungsbeispiel Aluminium verwendet.

Fig. 3 zeigt, wie die Kartusche 8 in einer Plasmakanone angeordnet ist. Die nicht erfindungswesent-

lichen Teile, wie der Verschluß, wurden nur schematisch dargestellt. Mit 9 wurde der verschlußseitige Teil des Rohres 90 bezeichnet. Auf dem Rohr 90 ist ein Bodenstück 91 beispielsweise aufgeschraubt. Durch eine Öffnung 95 des Bodenstückes 91 werden sowohl ein Innenleiter 92 als auch ein Außenleiter 93, der durch Isoliermittel 94 von dem Innenleiter 92 elektrisch getrennt ist, in den nicht extra bezeichneten Verschlußraum des Rohres 90 geführt. In dem Verschlußraum erfolgt dann die Kontaktierung des Innenleiters 92 über die Kontaktlamellenscheibe 87 mit der ersten Elektrode 83. Entsprechend wird der Außenleiter 93 über den Kontaktlamellenring 86 mit der Ringelektrode 82 verbunden.

Die Kontakte 85, 86 und 87 der Kartusche werden durch den Druck des Bodenstückes 91 fest gegen das Rohr 90 und gegen die koaxiale erste Elektrode gepreßt.

Zwischen den Isoliermitteln 94 und dem Isolierstück 84 ist zur elektrischen Abdichtung eine elastische Silikonkautschukdichtung 97 angeordnet.

Zur Auslösung des Beschleunigungsvorganges wird zwischen den Innenleiter 92 und den Außenleiter 93 eine Spannung angelegt. Der Beschleunigungsvorgang wird dann durch eine Gasentladung eingeleitet, die sich zwischen der ersten Elektrode 83 und der koaxialen Elektrode 82 in dem engen Spalt 88 ausbildet und die in Fig. 3 mit 96 angedeutet ist. Während des raschen Anstieges des Stromes i , der von der Außenelektrode 93 über die Kontaktlamelle 86, die Ringelektrode 82, die Gasentladung 96, die koaxiale Innenelektrode 83 und die Kontaktlamellenscheibe 87 in den Innenleiter fließt, wird überwiegend in den Fußpunktgebieten des heißen Lichtbogens Material verdampft und aufgeheizt. Zusätzlich wird durch den engen Kontakt des Lichtbogens mit den Wänden des Spaltes 88 weiteres Material verdampft. Der dabei entstehende Druck treibt das Projektil 80 in Richtung des Rohrendes.

Während der Beschleunigung bildet sich in dem größer werdenden Brennraum hinter dem Projektil 80 ein Plasma aus. Das Plasma besteht aus einem stromführenden Stiel in der Achse des Beschleunigers und (bei Verwendung einer aus Kunststoff bestehenden Hülse 81) einer stromführenden Hülle, die durch die auftretenden Störkräfte gegen die Hülse 81 gedrückt wird. Durch den engen Kontakt der Plasmahülle mit der Hülse 81 wird diese oberflächlich verdampft und somit dem Plasma weiteres Material zugeführt.

In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung dargestellt. Dabei sind die gleichen Teile wie in Fig. 2 mit den gleichen Bezugszeichen versehen worden. Im Unterschied zu Fig. 2 sind in diesem Ausführungsbeispiel einerseits das Projektil 80 mit der Hülse 81 und andererseits die mit den Kontaktlamellen 85, 86, 87 versehenen Elektroden 82, 83 mit dem Isolierstück 84 jeweils zu einer Einheit zusammengefaßt.

Durch eine derartige Aufteilung in getrennte Baueinheiten ist es möglich, zunächst das Projektil 80 mit Hülse 81 und in einem nachfolgenden Zeitabschnitt die aus Elektroden 82, 83 und Isolierstück 84 bestehende Einheit in das Geschützrohr einzuführen. Eine derartige Aufteilung des Ladens in

zwei Zeitabschnitte ist häufig insbesondere bei großkalibrigen Waffen erforderlich.

Fig. 5 zeigt einen vereinfachten Schaltplan zum Betrieb der erfindungsgemäßen Plasmakanone. Mit 10 wurde dabei die schematisch dargestellte Plasmakanone und mit 11 der vereinfachte Schaltplan bezeichnet. Dabei wurde in der Plasmakanone 10 statt einer Kartusche lediglich ein Projektil 100 dargestellt. Mit 101 ist die erste Elektrode und mit 102 die zweite Elektrode, die mit dem Rohr verbunden ist, bezeichnet.

In dem Schaltplan 11 wird mit 110 ein Antrieb, z. B. ein mit einem Flüssigtreibstoff gespeister Motor, und mit 111 ein Gleichstromgenerator bezeichnet. Die von dem Gleichstromgenerator erzeugte Spannung wird über den Schalter 112 eine Kapazität 113 zugeführt, die als kapazitiver Energiespeicher wirkt. Die Kapazität 113 ist einerseits über einen Schalter 114 mit der ersten Elektrode 101 und andererseits über eine Induktivität 116 mit der zweiten Elektrode 102 verbunden.

Außerdem kann die Kapazität 113 über einen Schalter 115 kurzgeschlossen werden.

Zu Beginn des Beschleunigungsvorganges ist der kapazitive Energiespeicher 113 auf die Spannung U_0 aufgeladen. Nach Einlegen des Schalters 114 zum Zeitpunkt $t = 0$ (vgl. auch Fig. 6), entlädt sich der Energiespeicher über die Induktivität 116 und über das Plasma im Beschleuniger. Wenn zum Zeitpunkt $t = t_1$ der Strom sein i_{\max} erreicht hat, wird der Kurzschlußschalter 115 geschlossen. Der abnehmende Stromfluß über das Beschleunigerplasma wird danach durch die Induktivität der Spule 116 aufrechterhalten.

Um die Abmessungen der Kartusche 8 (Fig. 2) möglichst klein zu gestalten, kann das Projektil 80 auch direkt an die koaxiale Innenelektrode 83 anschließen (Abstand zwischen Innenelektrode und Projektil = 0).

Vorzugsweise kann der spaltförmige Zwischenraum 88 aber auch mit einem leicht gasenden Stoff (z. B. Polyäthylen) gefüllt werden. Denn durch die zusätzliche Materialverdampfung dieses Stoffes erhöht sich der Plasmadruck, so daß das Projektil mit höherer Geschwindigkeit das Rohr 90 verläßt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beschleunigung von in einem einseitig verschlossenen Rohr befindlichen Projektil durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma, bei der zur Erzeugung des Plasmas zwei Elektroden vorgesehen sind, wobei die erste Elektrode in dem verschlußseitigen Teil des Rohres koaxial angeordnet und die zweite Elektrode als Ringelektrode ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß alle einem starken Verschleiß unterliegenden Teile (81, 82, 83) einschließlich der beiden Elektroden (81, 82) austauschbar sind und daß die einem starken Verschleiß unterliegenden Teile (81, 82, 83) zusammen mit dem Projektil (80) in einer austauschbaren Kartusche (8) am verschlußseitigen Teil (9) des Rohres (90) zusammengefaßt sind, und daß die beiden Elek-

troden (82, 83) zusammen mit dem Projektil (8) einen spaltförmigen Entladungsraum (88) bilden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kartusche aus zwei Einheiten besteht (Fig. 4), wobei die erste Einheit das Projektil (80) und eine das Projektil umgebende Hülle (81) und die zweite Einheit die mit Kontaktlamellen (85, 86, 87) versehenen Elektroden (82, 83) und ein zwischen den Elektroden (82, 83) angeordnetes Isolierstück (84) enthalten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich in dem spaltförmigen Entladungsraum (88) leichtgasende Stoffe befinden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als leichtgasender Stoff Polyäthylen verwendet wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Projektil (80) von einer verbrennbaren Hülse (81) umgeben ist, die aus einem leichtgasenden Stoff besteht.

Claims

1. Device for accelerating a projectile which is situated in a barrel closed at one end, by means of an electrically heated plasma, wherein two electrodes are provided for the production of the plasma, the first electrode being positioned coaxially in that part of the barrel which is on the breech side and the second electrode being constructed as a ring electrode, characterised by the fact that all parts (81, 82, 83) subject to significant wear, including the two electrodes (81, 82) are removable and replaceable, and that the parts (81, 82, 83) subject to significant wear, together with the projectile (80), are combined in a removable and replaceable cartridge (8) on the breech-side part (9) of the barrel (90), and that the two electrodes (82, 83) form, together with the projectile (80) a gap-shaped discharge chamber (88).

2. Device in accordance with claim 1, characterised by the fact that the cartridge consists of two units (Fig. 4), the first unit containing the projectile (80) and a casing (81) surrounding the projectile and the second unit containing the electrodes (82, 83) provided with contact laminations (85, 86, 87), and an insulating piece (84) positioned between the electrodes (82, 83).

3. Device in accordance with claim 1, characterised by the fact that easily gasified substances are present in the gap-shaped discharge chamber (88).

4. Device in accordance with claim 3, characterised by the fact that the easily gasified substance used consists of polyethylene.

5. Device in accordance with any one of claims 1 to 4, characterised by the fact that the projectile (80) is surrounded by a combustible casing (81) consisting of an easily gasifying substance.

Revendications

1. Dispositif pour accélérer un projectile se trouvant dans un tube fermé d'un seul côté par un plasma chauffé électriquement dans lequel, pour produire le plasma, on prévoit deux électrodes, la première électrode étant disposée coaxialement dans la

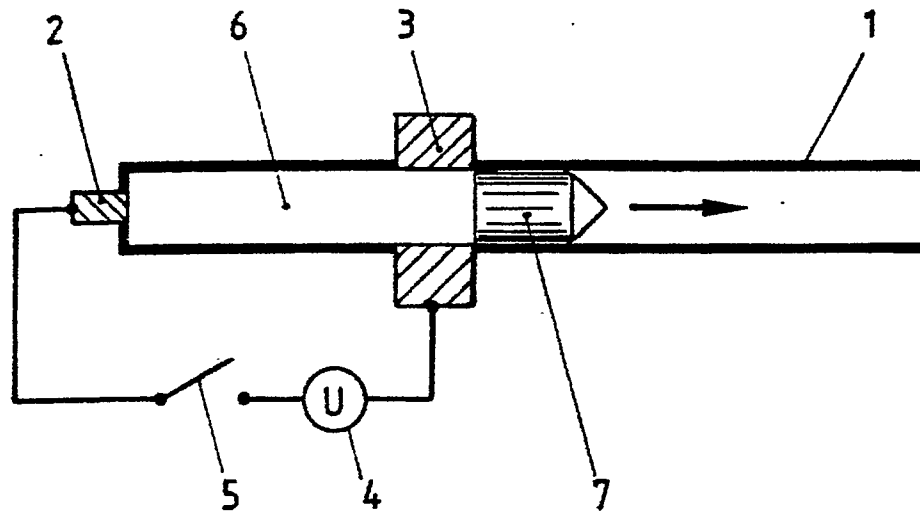
partie côté culasse du tube et la seconde électrode étant réalisée sous la forme d'une électrode annulaire caractérisé en ce que tous les composants soumis à une forte usure (81, 82, 83), y compris les deux électrodes (81, 82), peuvent être changés, et en ce que les composants (81, 82, 83) soumis à une forte usure sont rassemblés, avec le projectile (80), dans une cartouche (8) pouvant également être changée sur la partie côté culasse (9) du tube (90), et en ce que les deux électrodes (82, 83) forment, avec le projectile (8), une chambre de décharge en forme de fente (88).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cartouche comprend deux unités (figure 4), la première unité contenant le projectile (80) et une enveloppe (81) entourant le projectile, et la seconde unité contenant les électrodes (82, 83) pourvues de lamelles de contact (85, 86, 87) et une pièce isolante (84) placée entre les électrodes (82, 83).

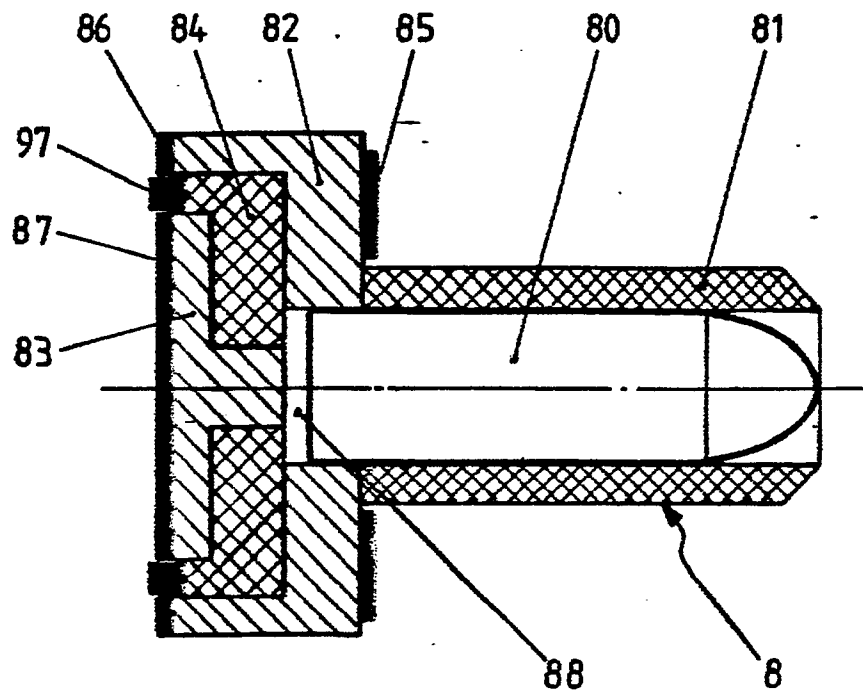
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que des matières se gazéifiant facilement se trouvent dans la chambre de décharge en forme de fente (88).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on utilise du polyéthylène, comme matière se gazéifiant facilement.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le projectile (80) est entouré par une douille combustible (81) qui est constituée par une matière se gazéifiant facilement.

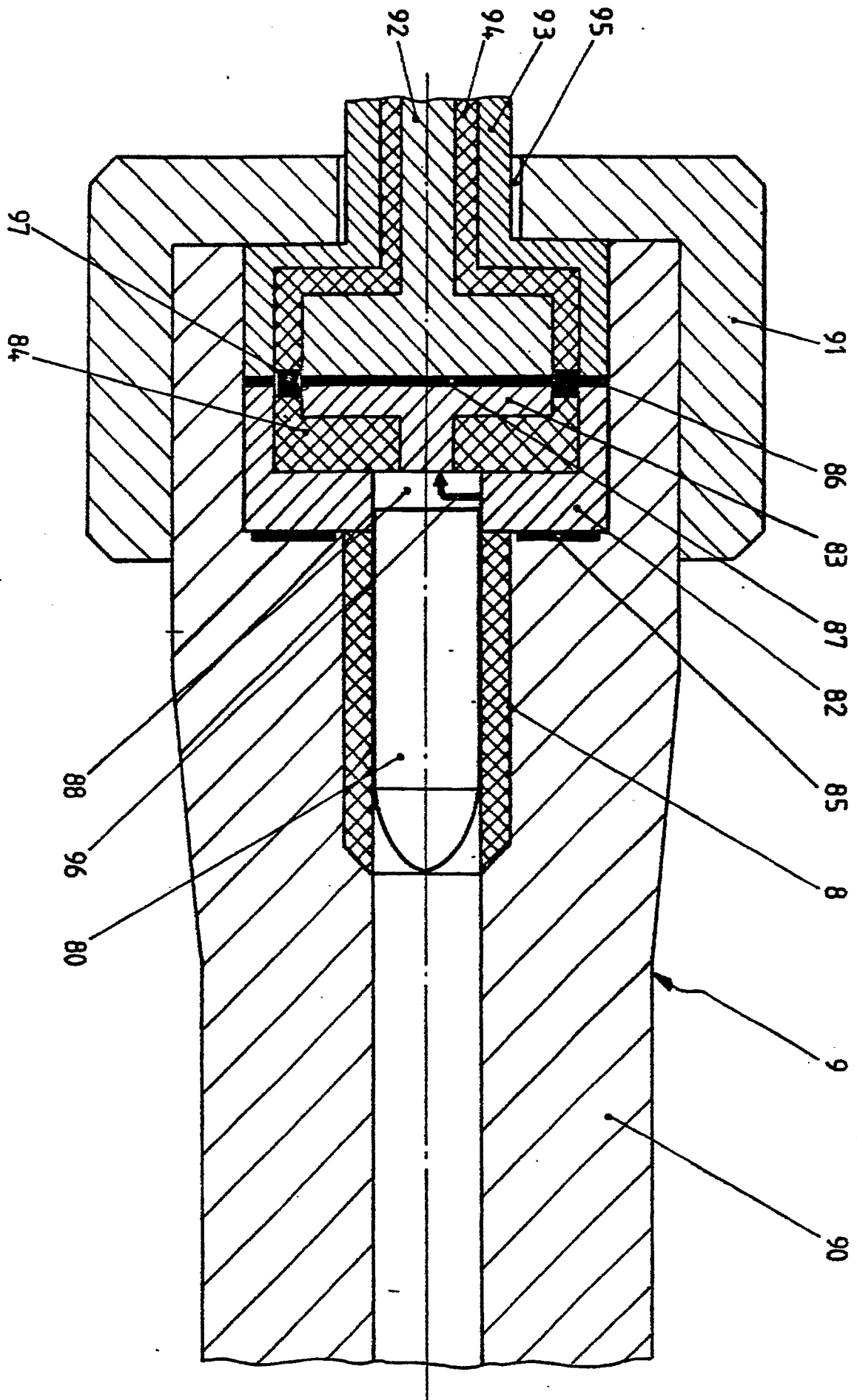


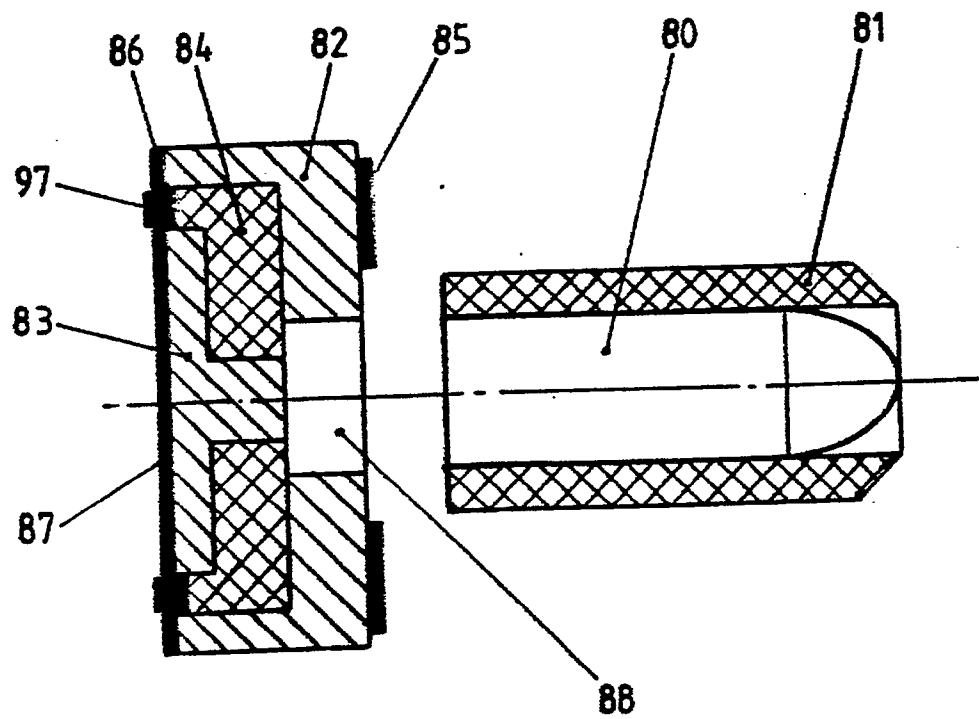
Figur 1



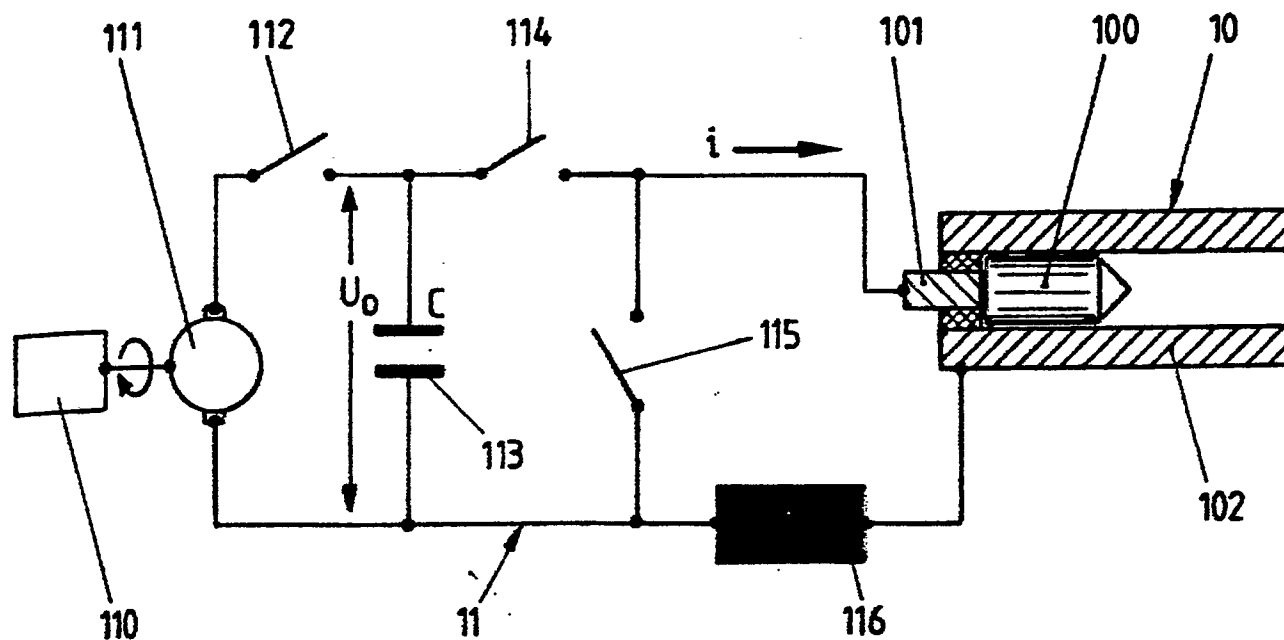
Figur 2

Figure 3

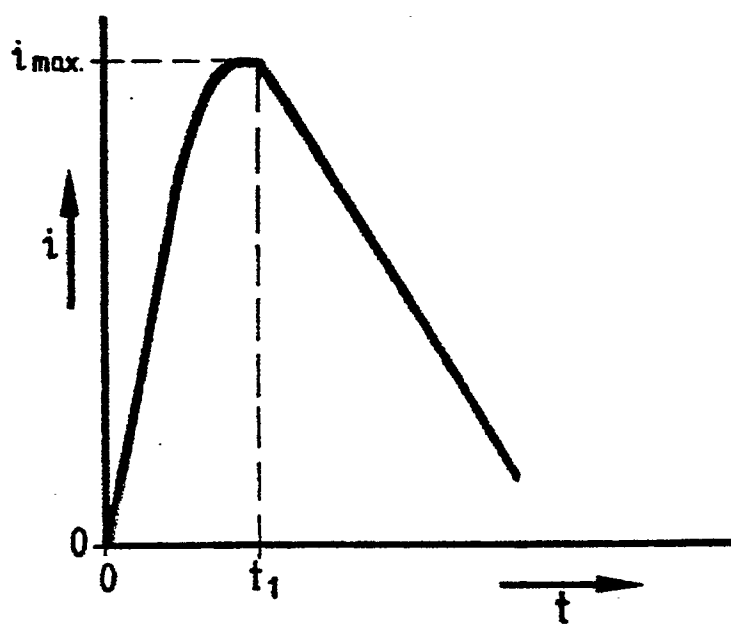




Figur 4



Figur 5



Figur 6