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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 242 500**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87100186.3**

(51) Int. Cl.4: **F41F 1/04**

(22) Anmeldetag: **09.01.87**

(30) Priorität: **19.04.86 DE 3613259**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.87 Patentblatt 87/44

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

(71) Anmelder: **Rheinmetall GmbH**
Ulmenstrasse 125 Postfach 6609
D-4000 Düsseldorf(DE)

(72) Erfinder: **Die weiteren Erfinder haben auf Ihre Nennung verzichtet**

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

(54) Vorrichtung zur Beschleunigung von Projektilen durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beschleunigung von in einem einseitig verschlossenen Rohr (90) befindlichen Projektil (80) durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma. Zur Erzeugung des Plasmas sind zwei Elektroden (82, 83) vorgesehen, wobei die erste Elektrode (83) in dem verschlußseitigen Teil des Rohres koaxial angeordnet und die zweite Elektrode (82) als Ringelektrode ausgebildet ist. Damit die Rohrteile nur einem geringen Verschleiß, selbst bei hoher Schußfolge unterliegen, wurden alle einem starken Verschleiß unterliegenden Teile (81, 82, 83) einschließlich der beiden Elektroden (81, 82) in einer auswechselbaren Kartusche (8) angeordnet.

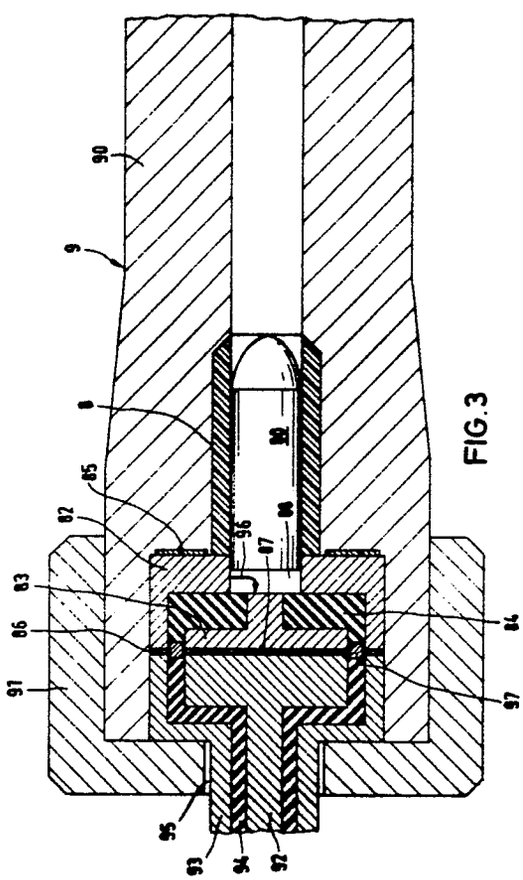

FIG.3

EP 0 242 500 A1

Vorrichtung zur Beschleunigung von Projektilen durch ein elektrisch aufgeheiztes Plasma

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 Projektile 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 Isolierstoffkapilaren 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 Materilaverdampfung und Auifheizungsvorgänge 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 Aufheizungsvorgänge 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. Zwischem 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 im einem Ausführungsbeispiel Aluminium verwendet.

Fig. 3 zeigt, wie die Kartusche 8 in einer Plasmakanone angeordnet ist. Die nicht erfindungswesentlichen 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 Inneleiter 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 Fußpunktsgebieten 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 größerwerdenden 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 Strokräfte 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 Aufteilund 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 Gleichstromgenenrator 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 Uo 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 = t1 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.

Ansprüche

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) leicht auswechselbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einem starken Verschleiß unterliegenden Teile (81, 82, 83) zusammen mit dem Projektil (80) in einer auswechselbaren Kartusche (8) am verschlußseitigen Teil (9) des Rohres (90) zusammengefaßt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **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.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet** , daß die beiden Elektroden (82, 83) zusammen mit dem Projektil (80) einen spaltförmigen Entladungsraum (88) bilden.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich in dem splatförmigen Entladungsraum (88) leichtgasende Stoffe befinden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß als leichtgasender Stoff Polyäthylen verwendet wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Projektil (80) von einer verbrennbaren Hülse (81) umgeben ist, die aus einem leichtgasenden Stoff besteht.

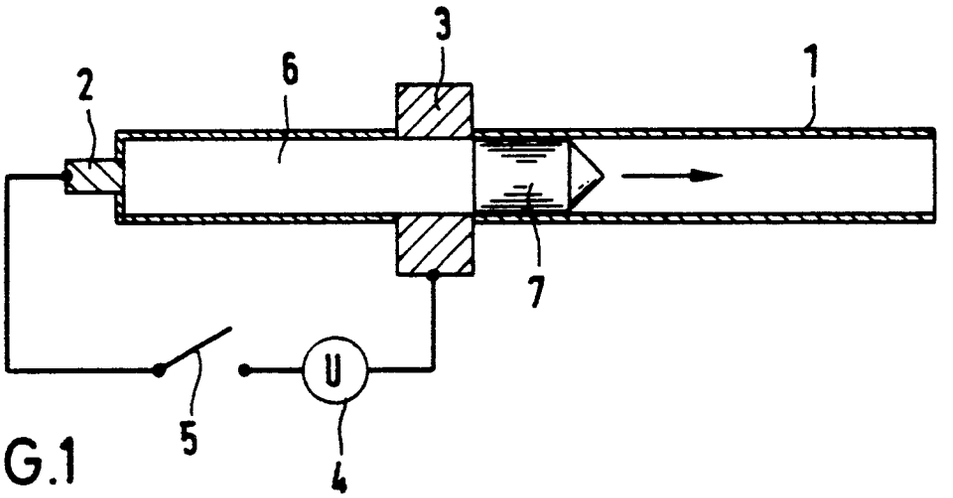

FIG.1

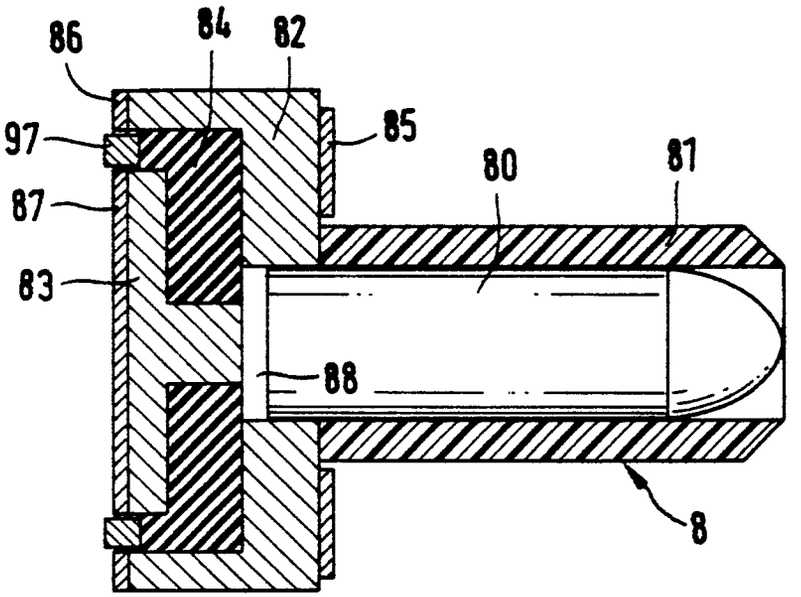

FIG.2

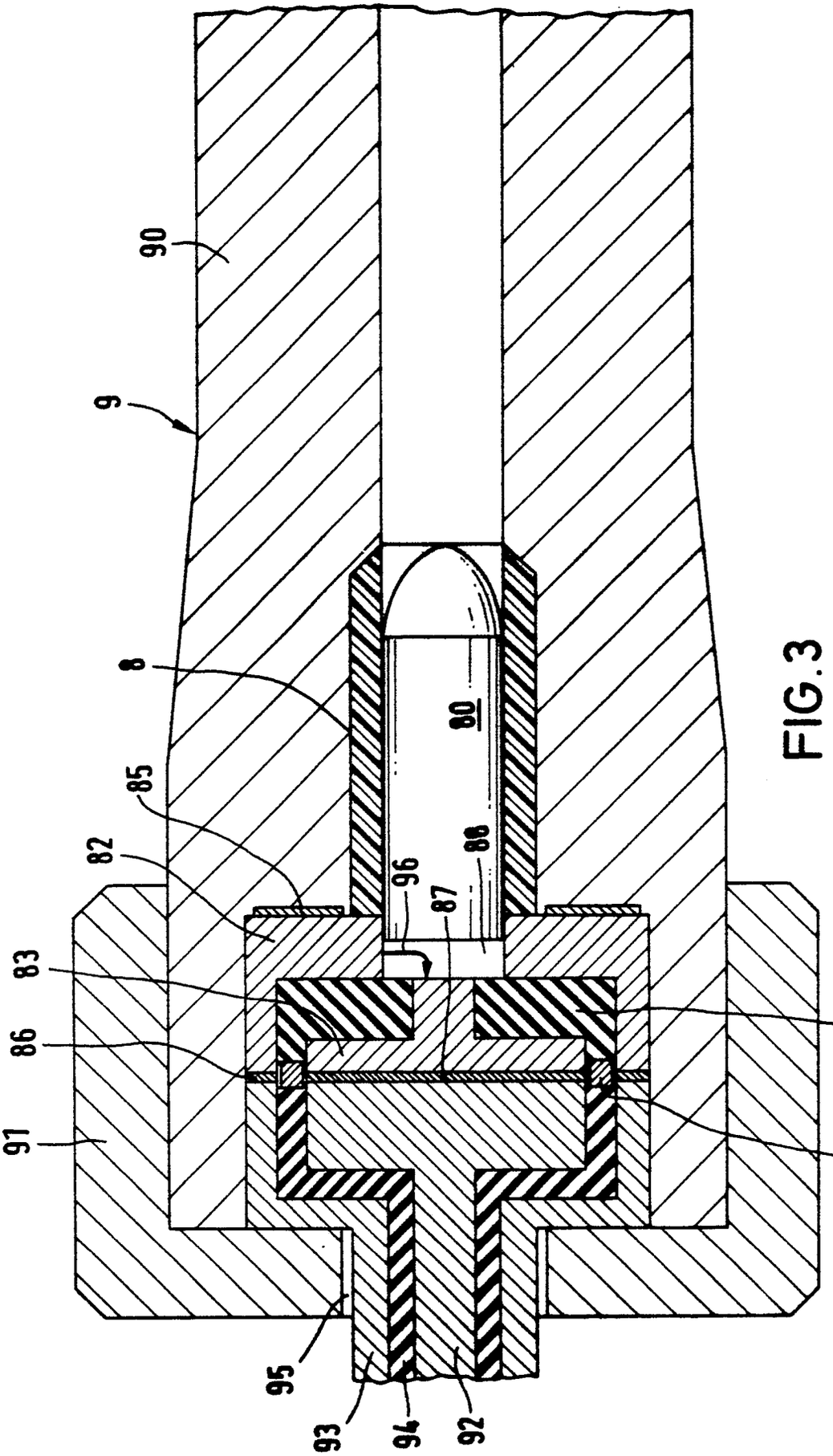

FIG.3

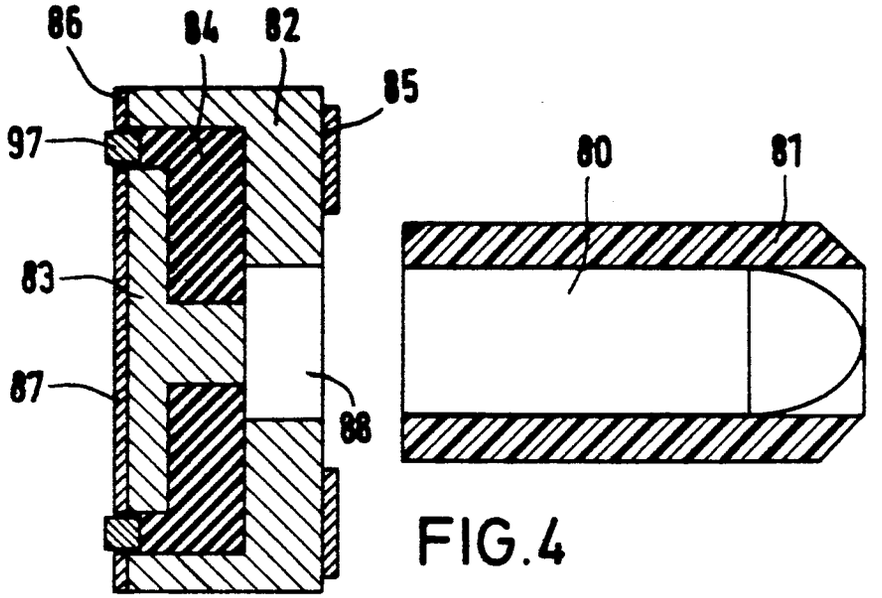

FIG.4

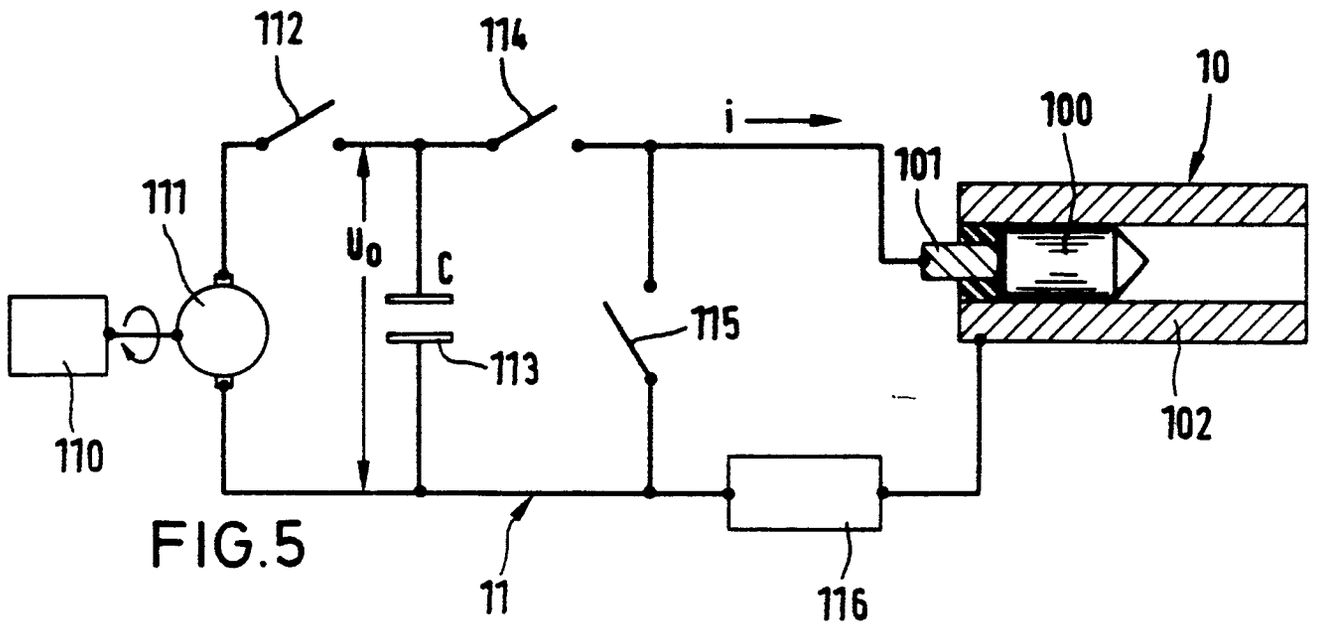

FIG.5

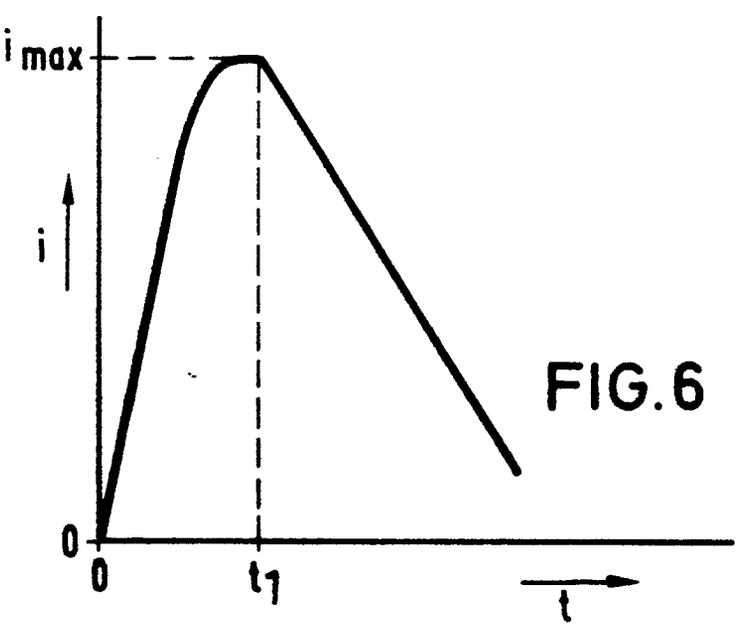

FIG.6

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87100186.3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US - A - 4 170 922 (PETERSON et al.) * Gesamt *	1	F 41 F 1/04
A	US - A - 3 431 816 (J.R.DALE) * Gesamt *	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)

F 41 F 1/00
F 41 F 13/00

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
WIEN	17-03-1987	JASICEK

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPA Form 1503 03 82