

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 653 503 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.05.1997 Patentblatt 1997/20

(51) Int Cl.⁶: **C25D 5/36**, C25D 7/04,
C25F 3/06, F41A 21/04

(21) Anmeldenummer: **94114911.4**

(22) Anmeldetag: **22.09.1994**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Waffenrohres mit einer verschleissfesten Innenbeschichtung**

Method for making a gun barrel with wear resistant internal coating

Procédé pour la fabrication d'un canon d'armes avec un revêtement intérieur résistant à l'usure

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

(30) Priorität: **15.10.1993 DE 4335139**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.1995 Patentblatt 1995/20

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall Industrie
Aktiengesellschaft
40880 Ratingen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Reckeweg, Horst**
D-42579 Heiligenhaus (DE)
- **Schlenkert, Gert**
D-40233 Düsseldorf (DE)
- **Kukulies, Siegmар**
D-40699 Erkrath (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 084 752	US-A- 2 395 044
US-A- 2 687 591	US-A- 4 711 705

EP 0 653 503 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Waffenrohres nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Um eine verbesserte Lebensdauer von Waffenrohren zu erhalten, werden diese mit einer Schutzschicht versehen. Dabei hat sich als Schutzschicht insbesondere elektrolytisch aufgebracht Chrom bewährt, wengleich auch andere Materialien, wie Nickel, Kad-

mium oder Silber, als Schutzschicht verwendet werden. Aus der US-PS 2,395,044 ist beispielsweise ein Waffenrohr bekannt, bei dem eine Beschichtung des Ladungsraumes und des sich an den Ladungsraum anschließenden Bereich des Kaliberanfangs mit einer Chromschicht zur Verminderung der Erosion erfolgt. Dabei liegt die Schichtdicke des Chroms im Bereich des Ladungsraumes im Größenbereich von etwa 10 µm und nimmt zur Mündung hin ab.

Derartige geringe Schichtdicken der Schutzschicht im Bereich des Ladungsraumes bewirken allerdings bei großkalibrigen Rohren (z.B. bei Waffenrohren mit einem Kaliber von 155 mm) keine ausreichende Lebensdauer-verbesserung gegenüber unbeschichteten Waffenrohren. Vielmehr hat sich gezeigt, daß bei derartigen Waffenrohren Schichtdicken in der Größenordnung von 100 - 200 µm erforderlich sind. Allerdings erfordert das elektrolytische Aufbringen entsprechender Schichtdicken bisher eine aufwendige mechanische Vor- und Nachbehandlung der Waffenrohre.

Aus der US-PS 2,687,591 ist ferner ein mit einer Schutzschicht versehenes Waffenrohr bekannt, bei dem die Dicke der Schutzschicht zur Mündung hin zunimmt. Derartige Waffenrohre haben sich zumindest bei großkalibrigen Rohren nicht bewährt, da die höchsten thermischen Beanspruchungen des Waffenrohres am Geschoßeinlauf, d.h. am Übergang vom Patronenlager zu den Zügen, liegen und in diesem Bereich auch die Schutzschichtdicke am größten sein muß. Außerdem haben Versuche der Anmelderin ergeben, daß im vorderen Bereich der Waffenrohre die Schutzschicht häufig aufgrund der starken mechanischen Belastungen zerstört wird und diese Stellen dann zu Gasschlupf und Turbulenzen führen, die ihrerseits dann erosionsfördernd sind.

Aus der DE-OS 2 045 738 ist schließlich ein Waffenrohr für Maschinenwaffen bekannt, bei dem auf eine Schutzschicht des Waffenrohres selbst verzichtet wird und bei dem stattdessen in dem thermisch hochbelasteten Bereich (Ladungsraum, Kaliberanfangsbereich des Rohres) mindestens zwei auswechselbare verschleißfeste Buchsen eingesetzt werden. Die Verwendung derartiger Buchsen ist relativ aufwendig, da entsprechend vorgedrehte und gasdichte Aufnahmen für die Buchsen in dem Waffenrohr vorhanden sein müssen. Eine Verwendung derartiger Buchsen bei großkalibrigen Waffenrohren hat sich daher nicht durchgesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ver-

fahren zur Herstellung eines Waffenrohres anzugeben, welches mit einer Schutzschicht versehen ist, die einfach herzustellen ist und die den hohen thermischen Belastungen im Bereich des Ladungsraumes und des Kaliberanfangs, insbesondere auch bei großkalibrigen Waffenrohren, standhält.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche betreffen besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Der Erfindung liegt also im wesentlichen der Gedanke zugrunde, in einem kalibergenau vorgefertigten Waffenrohr, in dem mit der Schutzschicht zu versehenen Bereich des Ladungsraumes und des sich daran anschließenden Kaliberbereiches mittels elektrochemischen Abtragens (Elektropolierens) eine Ausnehmung einzubringen und anschließend elektrolytisch diese Ausnehmung mit der Schutzschicht wieder auszufüllen. Vorzugsweise wird dabei die gleiche Elektrode für den Elektropolierungsvorgang und den elektrolytischen Vorgang zum Aufbringen der Schutzschicht verwendet.

Durch ein derartiges Verfahren ist es auf einfache Weise möglich, das Waffenrohr mit relativ dicken Schutzschichten von 100 bis 200 µm zu versehen, ohne daß etwa eine mechanische Nachbearbeitung oder ein aufwendiges mechanisches Abtragen des Rohrmaterials vor dem Aufbringen der Schutzschicht erforderlich ist.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der Elektropolierungs- und Verchromungselektrolyten und damit auch der unterschiedlichen Feldverteilung in den Elektrolyten, muß allerdings beachtet werden, daß die Elektrodenstellung beim Übergang vom Elektropolieren zum Verchromen unter Umständen verändert werden muß, um einen ebenen Übergang der Schutzschicht im Kaliberbereich zu gewährleisten.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den folgenden anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig.1 den Querschnitt eines Teiles eines Waffenrohres, der mit einer Chromschicht versehen werden soll, vor dem Elektropolierungsprozess;

Fig.2 den Querschnitt des in den Fig.1 dargestellten Waffenrohres nach dem Verchromungsvorgang und

Fig.3 den Querschnitt des in Fig. 1 dargestellten Waffenrohres mit einer Lackschicht zur Begrenzung des Elektropolierungs- und Verchromungsbereiches.

In Fig. 1 ist mit 1 der ladungsraumseitige Teil eines Waffenrohres bezeichnet, wobei der Ladungsraum mit 2 und der sich an den Ladungsraum anschließende Kaliberanfang des Waffenrohres mit 3 gekennzeichnet sind. In den Ladungsraum 2 und den Kaliberanfang 3

ragt eine Elektrode 4 hinein, die über eine elektrische Leitung 5 mit einer nicht dargestellten Stromquelle verbunden ist. Das Waffenrohr 1 ist ebenfalls über eine Leitung 6 mit der nicht dargestellten Stromquelle verbunden und bildet bei dem Elektropolierungsvorgang die Anode bzw. bei dem Verchromungsvorgang die Kathode.

Vor Beginn des Elektropolierungsvorganges erfolgt zunächst in an sich bekannter Weise eine Entfettung des Waffenrohres 1. Nach dem Entfetten wird dann das Waffenrohr 1 in einen Behälter eingebracht und von einer entsprechenden Elektrolytlösung, z.B. einem Phosphorsäure/Schwefelsäure-Gemisch, durchströmt. Die Kathode 4 wird anschließend über die Leitung 5 sowie das Waffenrohr 1 über die Leitung 6 mit einer Stromquelle verbunden. Der Elektropolierungsvorgang wird nun so lange durchgeführt, bis von dem später zu verchromenden Bereich soviel Material des Waffenrohres 1 abgetragen ist, wie durch die nachfolgende Verchromung aufgebracht werden soll. In Fig.1 ist die entsprechende durch die Abtragung des Waffenrohrmaterials sich ergebende Ausnehmung gestrichelt dargestellt und mit dem Bezugszeichen 7 versehen.

Die Form der Elektrode 4 bestimmt das Profil der Ausnehmung 7 und kann im vorderen Bereich 8 der Elektrode 4 z.B. konusförmig (um etwa eine sich zur Rohrrinnenwand hin verjüngende Ausnehmung 7 zu bewirken), zylindrisch, ballig oder kurvenförmig ausgebildet sein.

Nach dem Elektropolieren erfolgt die Verchromung durch elektrolytisches Abscheiden von Chrom auf der Oberfläche der Ausnehmung 7 des Waffenrohres 1. Dabei kann als Elektrolyt z.B. schwefelsaure Chromsäure verwendet werden. Erfindungsgemäß wird die bei dem Elektropolierungsvorgang als Kathode benutzte Elektrode 4 nun als Anode verwendet (Fig.2). Allerdings hat sich gezeigt, daß die Elektropolierungs- und chromungselektrolyte stark unterschiedliche Streueigenschaften aufweisen. Daher kann der elektropolierete Bereich 7 bei gleicher Anodenstellung nicht vollständig durch Chrom aufgefüllt werden. Es entsteht in einem derartigen Fall vielmehr eine muldenförmige Vertiefung im Bereich 9 der sich verjüngenden Chromschicht 10 im Bereich des Kaliberanfangs 3 (nicht dargestellt).

Erfindungsgemäß läßt sich diese Mulde wesentlich verringern, wenn die Anode 4 beim Verchromen um einen vorgegebenen Betrag "x" zur Mündung des Waffenrohres hin verschoben wird. Einen nahezu ebenen Übergang von der Chromschicht 10 zu der sich anschließenden Rohrwand erhält man, wenn der Verchromungsvorgang in mindestens zwei Teilschritten erfolgt. Dazu wird die Anode 4 nach der Elektropolierung um einen vorgegebenen Betrag zur Mündung des Waffenrohres 1 hin verschoben (Fig.2) und während eines vorgegebenen Zeitraumes zum Verchromen in dieser Position belassen. Anschließend wird, z.B. nach der Hälfte der Prozeßzeit, die Anode 4 wieder auf die Position, bei der die Elektropolierung erfolgte, zurückgezogen (Fig.

1) und weiter verchromt. Die Verschiebung nach vorne und von der vorderen in die hintere Position der Anode 4 kann auch in mehreren Schritten oder kontinuierlich vorgenommen werden.

Fig.3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem durch eine Abdeckung des nicht zu verchromenden Bereiches des Waffenrohres 1 mit einer entsprechenden Lack-schicht 11 ein scharfer Übergang zwischen dem beschichteten und unbeschichteten Rohrbereich erzielt werden kann. Entsprechend ist auch die durch den Elektropolierungsvorgang erzeugte Ausnehmung 7 an ihrem kaliberseitigen Ende annähernd rechteckig ausgebildet. Die Elektrode 12 kann in diesem Fall in ihrem vorderen Bereich 13 -wie in Fig.3 dargestellt- auch zylindrisch ausgebildet sein. Außerdem muß die Lack-schicht 11 sich nicht bis zur Rohrmündung erstrecken, sondern lediglich so weit, daß sichergestellt ist, daß mündungsseitig durch die Anode 12 keine Chrombeschichtung auf dem Waffenrohr 1 mehr verursacht wird. Allerdings kann es verfahrenstechnisch einfacher sein, alles, was später im Rohr nicht verchromt werden soll, durch einen entsprechenden Lack abzudecken. Als Abdecklack hat sich insbesondere der von der Fa. Schering KG unter der Bezeichnung Nolan hergestellte und vertriebene Lack bewährt.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Waffenrohr |
| 2 | Ladungsraum |
| 3 | Kaliberanfang |
| 4 | Elektrode, Kathode, Anode |
| 5 | elektrische Leitung |
| 6 | elektrische Leitung |
| 7 | Ausnehmung |
| 8 | vordere Bereich der Elektrode |
| 9 | Bereich |
| 10 | Chromschicht |
| 11 | Lackschicht |
| 12 | Elektrode, Kathode, Anode |
| 13 | vordere Bereich der Elektrode |

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines Waffenrohres (1) mit einer durch ein elektrolytisches Verfahren aufgetragenen verschleißfesten Innenbeschichtung (10) im Bereich des Ladungsraumes (2) und des sich an den Ladungsraum (2) anschließenden thermisch hochbelasteten Kaliberteiles (3) des Waffenrohres (1), **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem kalibergenau vorgefertigten Waffenrohr (1) durch elektrochemisches Abtragen (Elektropolieren) des mit der Schutzschicht (10) zu versehenen Bereiches (2,3) soviel Material des Waffenrohres (1) abgetragen wird, wie anschließend als Schutzschicht (10) wieder aufgebracht werden soll.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Elektropolieren im Bereich des Ladungsraumes des Waffenrohres (1) eine Materialschicht zwischen 100 und 200 µm abgetragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die für den Elektropoliervorgang benötigte Elektrode (4,12) anschließend auch als Anode für die elektrolytische Beschichtung des Waffenrohres (1) verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vordere Bereich (8,13) der Anode (4,12) zylindrisch, konusförmig, ballig oder kurvenförmig ausgebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vordere Bereich (8,13) der Elektrode (4,12) bei der elektrolytischen Innenbeschichtung derart kontinuierlich oder diskret verschoben wird, daß sich ein gleichmäßiger Übergang in dem sich verjüngenden Bereich (9) der Schutzschicht (10) ergibt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur elektrolytischen Innenbeschichtung Chrom verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der nicht mit einer Schutzschicht (10) zu versehender Bereich des Waffenrohres (1) mindestens teilweise mit einer Lackschicht (11) abgedeckt wird.

Claims

1. Method for the production of a gun barrel (1) having a wear resistant internal coating (10) applied by an electrolytic method in the zone of the loading chamber (2) and of the calibre part (3) of the barrel (12) which is subject to high thermal stresses and which immediately follows loading chamber (2), characterised by the fact that in a barrel (1) prefabricated to the precise calibre by electrochemical erosion of the zone (2,3), and to be provided with a protective coating (10), material is removed from the barrel (1) by an amount which is then reapplied as the protective coating (10).
2. Method in accordance with Claim 1, characterised by the fact that by electrochemical erosion in the zone of the loading chamber of the barrel (1) a layer of material of between 100 and 200 µm is removed.
3. Method in accordance with Claim 1 or 2, characterised by the fact that an electrode (4,12) required for

the electrochemical erosion operation is also used as the anode for the electrolytic coating of the barrel (1).

4. Method in accordance with Claim 3, characterised by the fact that the front zone (8,13) of the anode (4,12) is cylindrical, conical, crown-shaped or of curved form.
5. Method in accordance with Claim 3 or 4, characterised by the fact that the front zone (8,13) of the electrode (4,12) for the electrolytic internal coating is displaced continuously or discontinuously in such a way as to produce an even transition over the tapering zone (9) of the protective coating (10).
6. Method in accordance with any one of Claims 1 to 5, characterised by the fact that chromium is used for the electrolytic internal coating.
7. Method in accordance with any one of Claims 1 to 6, characterised by the fact that the part of the barrel (1) which is not to be provided with a protective coating (10) is at least in part covered with a coating of a lacquer.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un tube d'arme (1) avec un revêtement intérieur (10) résistant à l'usure, appliqué par un procédé électrolytique, dans la zone de la chambre de charge (2) et de la partie de calibre (3) du tube (1), très sollicitée thermiquement, se raccordant à la chambre de charge (2), caractérisé en ce que dans un tube (1) préfabriqué, de calibre précis, on enlève, par enlèvement électrochimique (électropolissage) de la zone (2, 3) à pourvoir de la couche de protection (10), une quantité de matière du tube (1) équivalente à celle qui doit à nouveau être appliquée ensuite comme couche de protection (10).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que par électropolissage dans la zone de la chambre de charge du tube (1) est enlevée une couche de matière comprise entre 100 et 200 µm.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'électrode (4, 12), nécessaire pour l'opération d'électropolissage, est utilisée ensuite aussi comme anode pour le revêtement électrolytique du tube (1).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la zone avant (8, 13) de l'anode (4, 12) est cylindrique, conique, bombée ou courbée.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la zone avant (8, 13) de l'électrode (4, 12) est déplacée lors du revêtement intérieur électrolytique, en continu ou de manière discrète, de façon qu'il en résulte une transition uniforme dans la zone (9) se rétrécissant de la couche de protection (10). 5
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on utilise du chrome pour le revêtement intérieur électrolytique. 10
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la zone du tube (1) qui ne doit pas être pourvue d'une couche de protection (10), est recouverte au moins en partie d'une couche de peinture (11). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

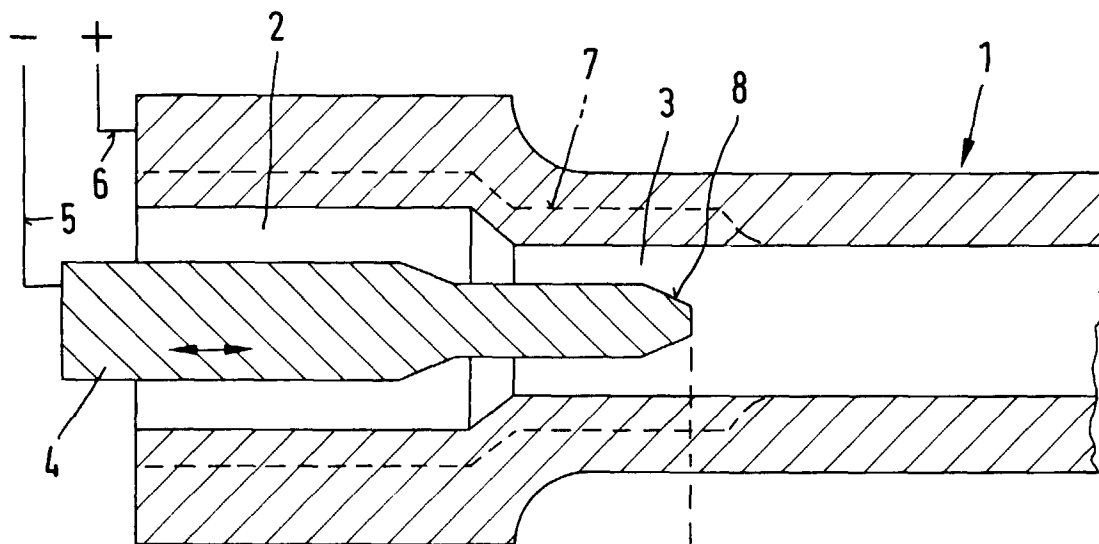


FIG.1

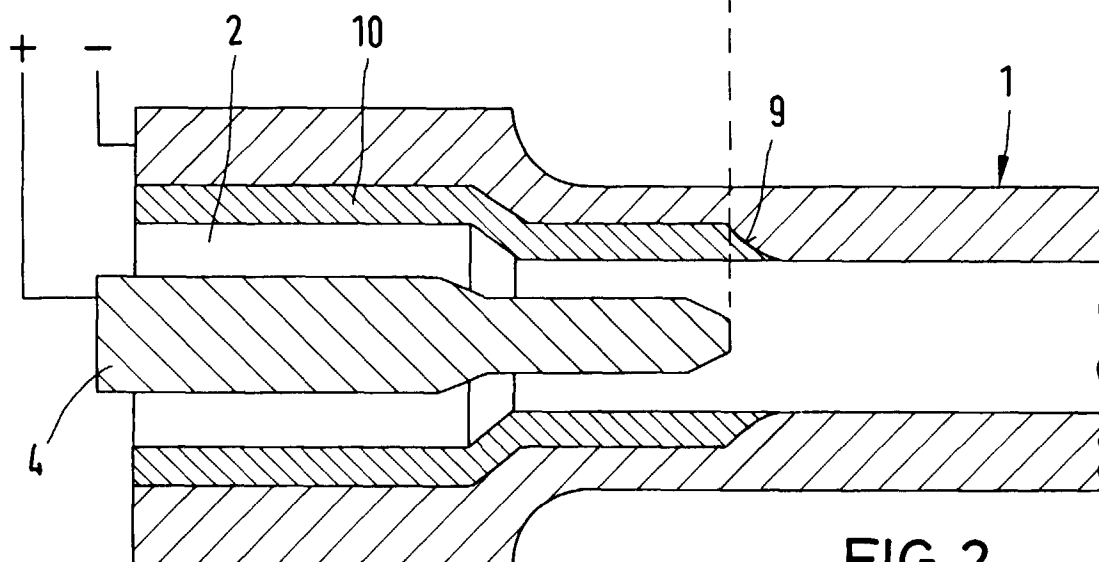
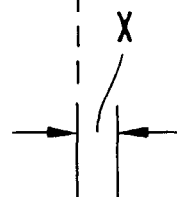


FIG.2

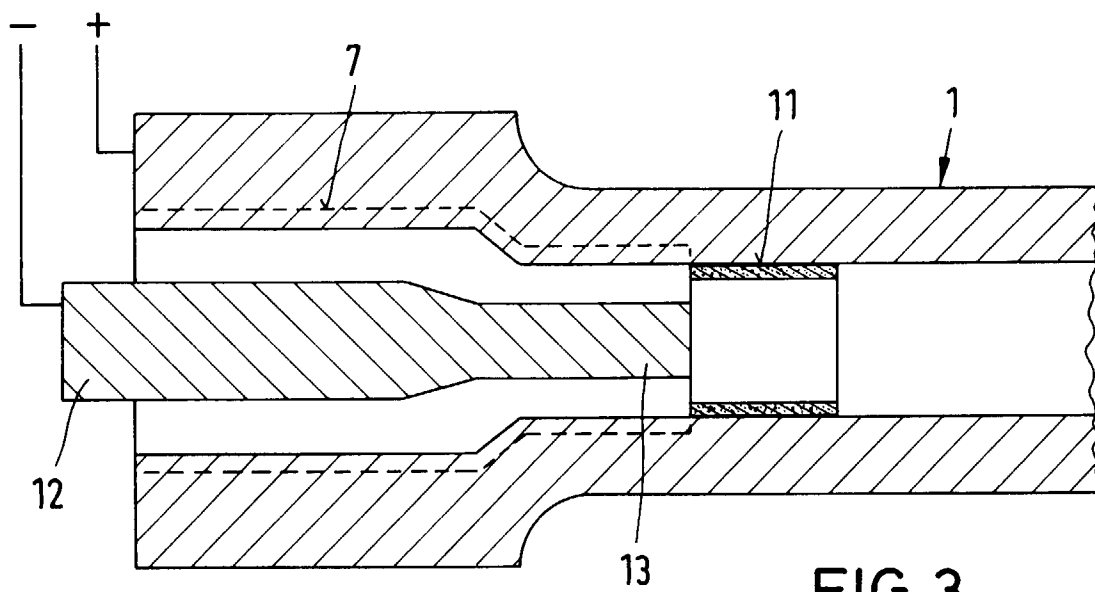


FIG. 3