

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 059 502 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2000 Patentblatt 2000/50

(51) Int. Cl.⁷: **F41A 21/22**

(21) Anmeldenummer: **00107747.8**

(22) Anmeldetag: **11.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **09.06.1999 DE 19926246**

(71) Anmelder: **Rheinmetall W & M GmbH
29345 Unterlüss (DE)**

(72) Erfinder: **Warnecke, Christian
29225 Celle (DE)**

(54) Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres, auf dessen innere Rohroberfläche (4) mindestens in einem Teilbereich (2) mindestens eine Schicht (20) eines Schichtwerkstoffes zur Vermeidung von Erosionen aufgebracht wird.

Um auf einfache Weise hochschmelzende Schichtwerkstoffe auf die innere Rohroberfläche (4) des Waffenrohres (1) aufzubringen, schlägt die Erfindung vor, die Innenbeschichtung des jeweiligen Waffenrohres (1) durch Sprengplattieren vorzunehmen. Dabei wird ein aus dem entsprechenden Schichtwerkstoff bestehen-

des blech- oder folienförmiges Teil (8) mit einem Sprengstoff (7) versehen und derart in das Waffenrohr (1) eingebracht, daß zwischen der zu plattierenden inneren Rohroberfläche (4) und dem blech- oder folienförmigen Teil (8) ein spaltförmiger Raum (10) verbleibt, so daß nach Zündung des Sprengstoffes (7) die entstehenden Schichtmaterial-Partikel zur Rohroberfläche hin beschleunigt und mit dem Material des Waffenrohres (1) ("kalt"-) verschweißt werden.

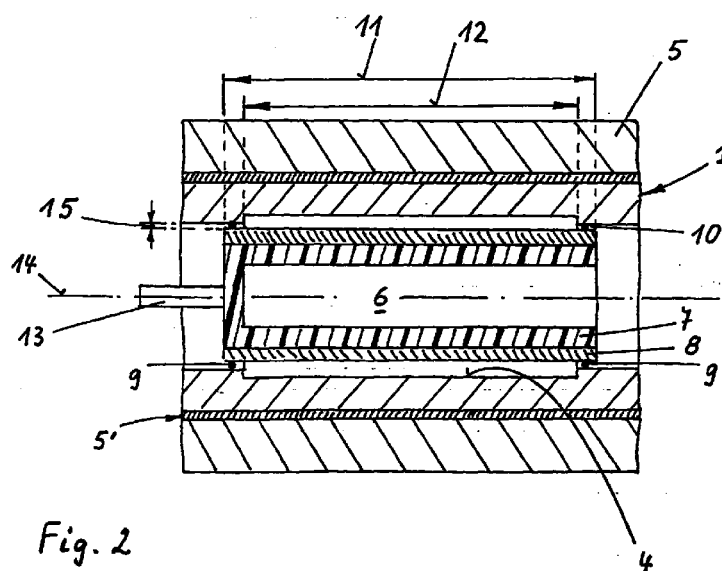


Fig. 2

EP 1 059 502 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres, auf dessen innere Oberfläche mindestens in einem Teilbereich mindestens eine Schicht eines Schichtwerkstoffes zur Vermeidung von Erosionen aufgebracht wird.

[0002] In der Waffentechnik bewirken leistungsgesteigerte Munitionsarten aufgrund ihrer beim Abschuß entstehenden hohen Gastemperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten, insbesondere bei den aus Stahl bestehenden Waffenrohren, starke Erosionen, die das jeweilige Waffenrohr bereits vor Erreichen seiner Ermüdungslebensdauer verschleifen. Es ist bereits bekannt, die entsprechenden Waffenrohre zwecks Vermeidung derartiger Erosionen mit einer Hartchromschicht zu versehen. Dabei wird der Hartchrom elektrolytisch an der inneren Oberfläche des Waffenrohres abgeschieden.

[0003] Nachteilig ist bei diesem bekannten Verfahren unter anderem, daß die elektrolytisch abgeschiedenen Hartchromschichten der leistungsgesteigerten Munition nicht standhalten. An den sich dadurch ergebenden Chromausbrüchen entstehen nach und nach starke Erosionen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres anzugeben, mit dem zur Vermeidung von Erosionen hochschmelzende Schichtwerkstoffe auf die innere Oberfläche des Waffenrohres aufgebracht werden können, wobei die auf dem Waffenrohr aufgebrachte Beschichtung insbesondere eine hohe Haftfestigkeit besitzen soll.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

[0006] Der Erfindung liegt im wesentlichen der Gedanke zugrunde, die Innenbeschichtung des jeweiligen Waffenrohres durch Sprengplattieren vorzunehmen. Dabei wird ein aus dem entsprechenden Schichtwerkstoff bestehendes blech- oder folienförmiges Teil mit einem Sprengstoff versehen und derart in das Waffenrohr eingebracht, daß zwischen der zu plattierenden inneren Rohroberfläche und dem blech- oder folienförmigen Teil ein spaltförmiger Raum verbleibt, so daß nach Zündung des Sprengstoffes das Schichtmaterial zur Rohroberfläche hin beschleunigt und mit dem Material der Rohroberfläche („kalt“-) verschweißt werden.

[0007] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß hochschmelzende Werkstoffe, wie Niob, Molybdän, Tantal, Hafnium, Vanadin, Wolfram, Zirkonium oder deren Legierungen, in Schichtdicken von einigen zehntel Millimetern bis zu einigen Millimetern auf die innere Oberfläche des Waffenrohres aufgebracht werden können, ohne daß eine schmelzmetallurgische Wechselwirkung zwischen beiden Materialien stattfindet. Es sind daher auch Verbindungen zwischen dem Waffenrohr und dem jeweiligen Schichtwerkstoff möglich, die untereinander keine Löslichkeit besitzen, die bei hohen Temperaturen intermetallische Phasen bilden oder die sehr stark abweichende Schmelzpunkte besitzen.

[0008] Vorteilhafterweise kommt es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zu keiner Aufschmelzung des jeweiligen Rohrwerkstoffes und somit zu keiner Legierungsbildung zwischen dem Rohr- und dem Schichtwerkstoff. Außerdem bildet sich unterhalb des Schichtmaterials keine Wärmeeinflußzone aus. Schließlich besteht beim Sprengplattieren die Möglichkeit, auf einfache Weise Mehrlagenschichten aufzubringen, ohne daß die einzelnen Schichtwerkstoffe in schmelzmetallurgische Wechselwirkung treten.

[0009] Der Schichtwerkstoff kann sowohl auf der gesamten Rohrinnenfläche als auch selektiv aufgetragen werden. In beiden Fällen ist allerdings zu beachten, daß das Waffenrohr vor dem Beschichtungsvorgang an die entsprechende Wandstärke des aufzubringenden Schichtwerkstoffes angepaßt werden muß, d.h., der zu beschichtende Rohrabschnitt muß einen Durchmesser besitzen, der dem Kaliberdurchmesser zuzüglich der doppelten Wandstärke des aufzubringenden Schichtwerkstoffes entspricht.

[0010] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird das aus dem Schichtwerkstoff bestehende blech- oder folienförmige Teil mit Ausprägungen versehen, die nach dem Einbringen des Teiles in das Waffenrohr als Abstandshalter dienen.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird auf der der Rohroberfläche abgewandten Seite des aus dem Schichtwerkstoff bestehenden blech- oder folienförmigen Teiles ein zylinderförmiger Körper angeordnet, derart, daß zwischen dem zylinderförmigen Körper und dem blech- oder folienförmigen Teil ein Zwischenraum verbleibt, in welchem vorzugsweise ein pulverförmiger Sprengstoff eingebracht wird.

[0012] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispiel. Es zeigen:

Fig. 1 einen zu beschichteten Rohrabschnitt eines Waffenrohres vor dem Einbringen des Schichtwerkstoffes in das Waffenrohr;

Fig. 2 das in Fig. 1 dargestellte Waffenrohr nach Einbringen des Schichtwerkstoffes und des Sprengstoffes in das Waffenrohr;

Fig. 3 und 4 den in den Fig. 1 dargestellten Rohrabschnitt nach Durchführung der Innenbeschichtung sowie nach einer mechanischen Nachbearbeitung.

[0013] In den Fig. 1-4 ist mit 1 ein Waffenrohr

bezeichnet, welches in einem Teilbereich 2 mit einem hochschmelzenden Metall, z.B. Niob, beschichtet werden soll. In dem zu beschichtenden Teilbereich 2 weist das Waffenrohr 1 gegenüber dem Kaliberdurchmesser ein Übermaß 3 auf. Vor dem Plattieren wird die innere Rohroberfläche 4 gereinigt, so daß sie schmutz- und fettfrei ist.

[0014] Zur Beschichtung der Rohroberfläche 4 wird das Waffenrohr 1 zunächst in einem Stützrohr 5 angeordnet, um insbesondere bei dünnwandigen Waffenrohren eine Aufweitung des Waffenrohres bei dem Plattiervorgang zu verhindern (Fig. 2). Anschließend wird der gegebenenfalls zwischen dem Stützrohr 5 und dem Waffenrohr 1 verbleibende Zwischenraum 5, z.B. mit Beton, Epoxidharz oder Wasser, welches anschließend zu Eis abgekühlt wird, ausgefüllt.

[0015] In das Waffenrohr 1 wird dann ein rohrförmiger Körper 6 eingebracht (Fig. 2), auf dem sowohl Sprengstoff 7 als auch ein aus dem Schichtwerkstoff bestehendes blechförmiges Teil (Blechrohr) 8 angeordnet sind. Dabei stützt sich das blechförmige Teil 8 über Abstandshalter 9 an der Rohroberfläche 4 ab, so daß zwischen dem blechförmigen Teil 8 und der Rohroberfläche 4 ein spaltförmiger Raum 10 verbleibt.

[0016] Die Länge 11 des blechförmigen Teiles 8 ist aufgrund der zu berücksichtigenden Einlauf- und Auslaufvorgängen der Detonationsfront etwas größer als die Länge 12 des zu plattierenden Teilbereiches 2.

[0017] Zur Durchführung des Plattiervorganges wird der Sprengstoff 7 mittels eines an dem Sprengstoff angeordneten Zünders 13 gezündet, derart, daß sich über den gesamten Umfang eine gleichmäßige Detonationsfront ausbildet, die sich in Richtung der Rohrlängsachse 14 ausbreitet und über die gesamte Länge 11 des aus dem Schichtwerkstoff bestehenden blechförmigen Teiles 8 läuft. Der Schichtwerkstoff wird an der Detonationsfront stark beschleunigt und trifft auf die innere Rohroberfläche 4 auf, so daß die Materialien miteinander kalt verschweißen. Eine genaue Untersuchung der Bindeebene zwischen den beiden Werkstoffen hat außerdem ergeben, daß dieser Bereich wellenförmig ausgebildet und daher gegenüber einer geraden Bindeebene größer ist, was die Haftung des Schichtwerkstoffes an der Oberfläche des Waffenrohres noch verbessert.

[0018] Der Plattiervorgang wird im wesentlichen durch die Art und die Menge des Sprengstoffes 7 (Detonationsgeschwindigkeit, Druckentwicklung etc.), die Art und Wandstärke des auf dem Schichtwerkstoff bestehenden blechförmigen Teiles 8 sowie dem Abstand 15 zwischen dem Schichtwerkstoff und der Rohroberfläche 4 bestimmt.

[0019] Nach dem Aufbringen der Schicht 16 des Schichtwerkstoffes auf den Teilbereich 2 (Fig.3) erfolgt eine mechanische Nachbearbeitung, da die Schicht 16 eine relativ raue Oberfläche 17 aufweist. Die zunächst auf das Waffenrohr 1 aufzutragende Schichtdicke 18 der Schicht 16 muß daher größer sein als die Schicht-

dicke 19 der Schicht 20 des fertigen Waffenrohres (Fig.4).

[0020] Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann beispielsweise das Waffenrohr 1 vor dem Beschichtungsvorgang evakuiert werden, wobei das Waffenrohr z.B. selbst als Vakuumkammer dient. Hierdurch kann ein Teil des sich ausdehnenden Gasvolumens aufgefangen werden und die bremsende Wirkung der zwischen Schichtwerkstoff und Rohrwerkstoff verdrängten Luft eingeschränkt werden.

[0021] Um die Haftfestigkeit des Schichtwerkstoffes an der inneren Oberfläche des Waffenrohres noch weiter zu verbessern, kann es vorteilhaft sein, statt nur einer Schicht eines Schichtwerkstoffes mehrere Schichten gleicher oder unterschiedlicher Schichtwerkstoffe nacheinander auf die innere Oberfläche des Waffenrohres durch mehrfaches Plattieren aufzubringen.

[0022] Bei der Verwendung von Metallfolien hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Folie auf ein dünnes Trägerrohr, z.B. aus Metall, Kunststoff, Pappe o.dgl., ein- oder mehrlagig aufgewickelt und diese Anordnung dann wie das in dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebene Blechrohr gehandhabt wird. Dabei besteht die Möglichkeit, verschiedene Folien in der Wicklung zu kombinieren, so daß sich nach dem Plattieren die gewünschte Schichtfolge auf der Oberfläche des Waffenrohres ergibt. Auch ein alternierender Wechsel von unterschiedlichen Werkstoffen ist denkbar.

Bezugszeichenliste

[0023]

1	Waffenrohr
2	Teilbereich
3	Übermaß
4	Rohroberfläche
5	Stützrohr
5'	Zwischenraum
6	zylinder- bzw. rohrförmiger Körper
7	Sprengstoff
8	Teil
9	Abstandshalter
10	spaltförmiger Raum
11	Länge (Teil)
12	Länge (Teilbereich)
13	Zünder
14	Rohrlängsachse
15	Abstand
16	Schicht
17	Oberfläche
18	Schichtdicke
19	Schichtdicke
20	Schicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres (1), auf dessen innere Rohroberfläche (4) mindestens in einem Teilbereich (2) mindestens eine Schicht (20) eines Schichtwerkstoffes zur Vermeidung von Erosionen aufgebracht wird, mit den Merkmalen:
 - a) der Schichtwerkstoff wird durch Sprengplattieren auf die innere Rohroberfläche (4) des Waffenrohres (1) aufgebracht, wobei 10
 - b) ein aus dem Schichtwerkstoff bestehendes blech- oder ein folienförmiges Teil (8) derart in das Waffenrohr (1) eingebracht wird, daß zwischen der zu plattierenden Rohroberfläche (4) und dem Teil (8) ein spaltförmiger Raum (10) verbleibt; 15
 - c) das aus dem Schichtwerkstoff bestehende Teil (8) auf seiner der Rohroberfläche (4) abgewandten Seite mit einem Sprengstoff (7) versehen wird und 20
 - d) der Sprengstoff (7) gezündet wird, so daß das dabei entstehende Schichtmaterial zur Rohroberfläche (4) hin beschleunigt und mit dem Material des Waffenrohres (1) kaltverschweißt wird. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Schichtwerkstoff Niob, Molybdän, Tantal, Hafnium, Vanadin, Wolfram, Zirkonium oder deren Legierungen verwendet werden. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das blech- oder folienförmige Teil (8) mit Ausprägungen versehen wird, die nach dem Einbringen des Teiles (8) in das Waffenrohr (1) als Abstandshalter dienen. 35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der der Rohroberfläche (4) abgewandten Seite des aus Schichtwerkstoff bestehenden blech- oder folienförmigen Teiles (8) ein zylinderförmiger Körper (6) angeordnet wird, derart, daß zwischen dem zylinderförmigen Körper (6) und dem blech- oder folienförmigen Teil (8) ein Zwischenraum verbleibt, in welchem sich der Sprengstoff (7) befindet. 40
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Zwischenraum zwischen dem blech- oder folienförmigen Teil (8) und dem zylinderförmigen Körper (6) pulverförmiger Sprengstoff (7) eingebracht wird. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Aufbringen mehrerer Schichten aus dem gleichen oder aus unterschiedlichen Schichtwerkstoffen der Plattiervorgang entsprechend der Anzahl der aufzubringenden Schichten mehrfach wiederholt wird. 50
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Aufbringen mehrerer Schichten aus unterschiedlichen Schichtwerkstoffen mehrere Folien aus den unterschiedlichen Schichtwerkstoffen in das Waffenrohr (1) eingebracht werden und der Plattiervorgang dann durch Zünden des entsprechenden Sprengstoffes (7) durchgeführt wird. 55
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Plattiervorgang im Vakuum durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Waffenrohr (1) in einem Stützrohr (5) angeordnet wird, welches eine Aufweitung des Waffenrohres (1) bei dem Plattiervorgang verhindert.

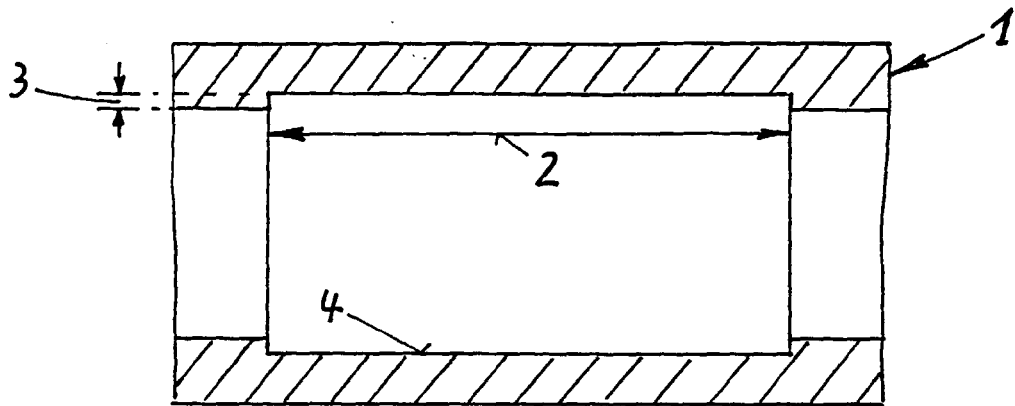


Fig. 1

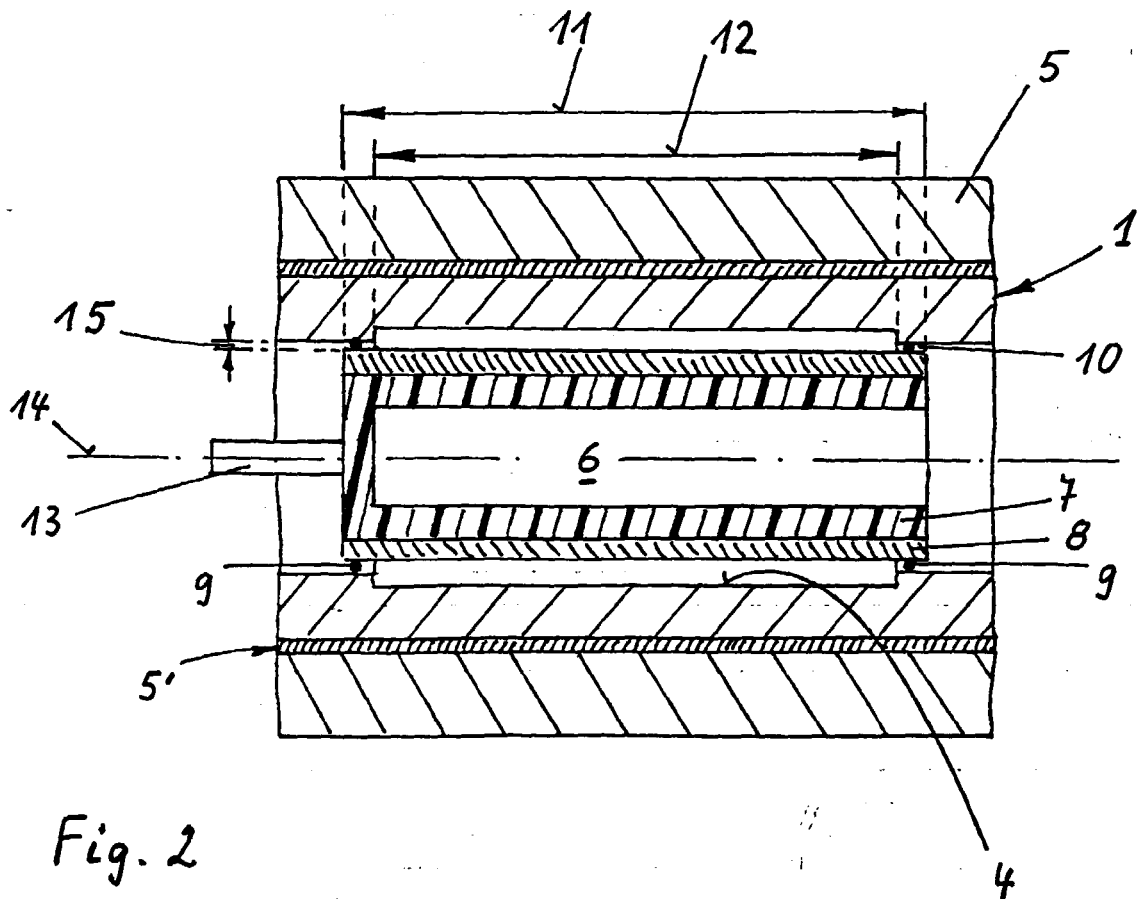


Fig. 2

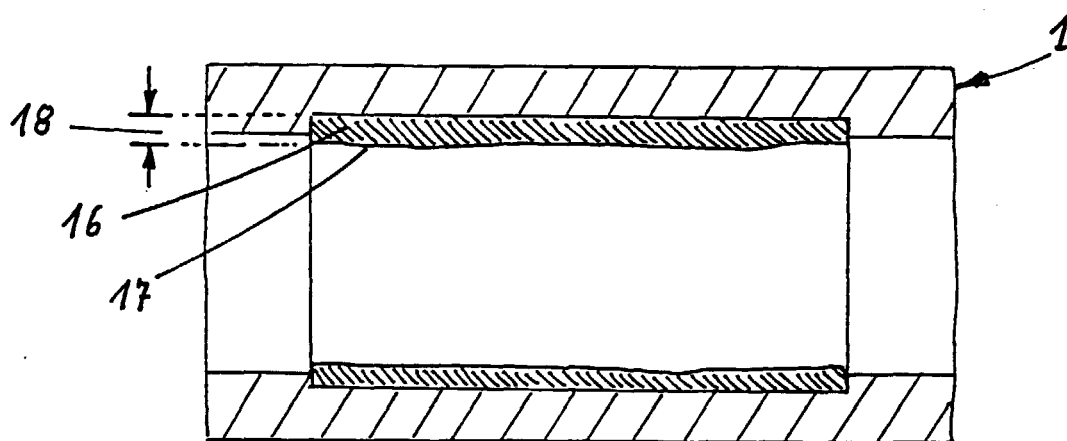


Fig. 3

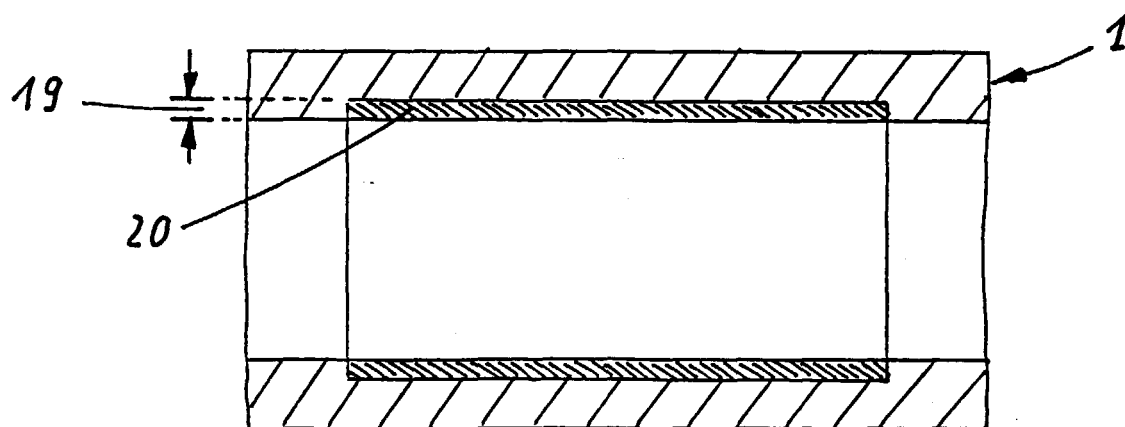


Fig. 4