

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 890 814 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.02.2003 Patentblatt 2003/07

(51) Int Cl.7: **F41A 21/18**

(21) Anmeldenummer: **98109071.5**

(22) Anmeldetag: **19.05.1998**

(54) **Waffenrohr**

Gun barrel

Tube de canon

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **09.07.1997 DE 19729294**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.01.1999 Patentblatt 1999/02

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall W & M GmbH**
29345 Unterlüss (DE)

(72) Erfinder:
• **von Seidlitz, Henning**
41462 Neuss (DE)

• **Herrmann, Ralf-Joachim, Dr.**
15754 Senzig (DE)
• **Sabranski, Udo**
29331 Lachendorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 300 175 DE-A- 4 001 130
US-A- 3 100 358

• **"Waffentechnisches Taschenbuch" 1977 ,**
RHEINMETALL , DÜSSELDORF, DE
XP002139998 * Seite 523 - Seite 531 *

EP 0 890 814 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Waffenrohr mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Bei derartigen gezogenen Waffenrohren besitzen die Geschosse zur Übertragung des Dralls ein oder teilweise auch mehrere hintereinander angeordnete Führungsbänder, die während der Abschußbeschleunigung im Rohr einer hohen Belastung ausgesetzt sind und mehr oder weniger starkem Verschleiß unterliegen.

[0002] Zur Erhöhung der Mündungsgeschwindigkeit zur Reichweitensteigerung bei einer Artilleriewaffe wird häufig das Waffenrohr verlängert, beispielsweise von 39 Kaliberlängen auf 52 Kaliberlängen. Die Führungsbänder der Geschosse werden hierdurch bis an ihre Grenzen belastet und verschleßen stärker. Dieser Führungsbandverschleiß ist durch eine Verringerung der Flächenpressung an den Zugflanken reduzierbar, wobei entweder der Drallwinkel verringert oder die Zugzahl, Zugtiefe oder Führungsbandbreite vergrößert werden oder durch eine Kombination genannter Möglichkeiten. Die Flächenpressung wird durch eine Leistenkraft R während der Drallbeschleunigung verursacht. Bei der Dimensionierung der Züge und Führungsbänder ist dementsprechend von der größten auftretenden Leistenkraft auszugehen.

[0003] Die DE-40 01 130 A1 beschreibt ein Waffenrohr, dessen Drallverlauf optimiert wurde, um die Innen- und Außenballistik der daraus verschossenen Geschosse zu verbessern und Führungsbandverschleiß zu vermindern. Die Optimierung des Dralls erfolgt unter Berücksichtigung eines Leistenkraftverlaufes $R(x)$, wobei der Drallwinkel in eine Fourier-Reihe zerlegt wird.

[0004] Aus der DE-42 00 171 A1 ist es weiterhin bekannt, den Leistenkraftverlauf $R(x)$ zu normieren und damit den Drallwinkelverlauf zu bestimmen, um gleichfalls den Führungsbandverschleiß zu vermindern. Mit Hilfe dieses normierten Leistenkraftverlaufes und einem vorgegebenen Enddrallwinkel ist es möglich, alle relevanten Parameter des Waffenrohres schon bei der Herstellung vorzugeben.

[0005] Die Veränderung des Drallwinkels ist nur in geringem Maße oder gar nicht möglich. Eine Veränderung stellt die Kompatibilität einiger eingeführter Geschosse in Frage, bei einer Veränderung der Zugtiefe, die eine spiralförmig in der Rohrrinnenwand eingearbeitete Nuttiefe ist, ist die Kompatibilität aller eingeführten Geschosse in Frage gestellt. Eine Veränderung der Führungsbandbreite ist bei eingeführten Geschossen nicht möglich. Der Einsatz widerstandsfähigerer Führungsbandwerkstoffe (z.B. Weicheisen statt Messing) führt zwar zur Verschleißminderung, ist aber zumindest bei eingeführten scharfen Geschossen (Gefechtsmunition) äußerst problematisch und aufwendig. Darüber hinaus ist zu erwarten, daß die Verschleißlebensdauer des Waffenrohres negativ beeinflußt wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Waffenrohr anzugeben, bei dem der Führungsbandverschleiß am

Geschoß reduziert wird, ohne daß die Geschossgeschwindigkeit im Mündungsbereich negativ beeinflußt wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Dieser Lösung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei einer Erhöhung der Zugzahl in einem Waffenrohr die Reibungsbelastung (Reibungsarbeit) eines Führungsbandes eines Geschosses je Zugflanke reduziert wird. Um bei der Erhöhung der Zugzahl und der dadurch zwischen den Zügen kleiner werdenden Feldflächen Gravuren auf der Geschosshülle zu vermeiden, wird das Zugprofil erfindungsgemäß derart gestaltet, daß das gesamte Zugvolumen bzw. das verquetschte Führungsbandvolumen gleich dem einer kleineren Zugzahl ist. Die Zugtiefe und der Drallwinkel werden gegenüber dem Profil mit kleiner Zugzahl nicht verändert. Die Innen- und Außenballistik bei einer erhöhten Zugzahl ist gleich der einer kleineren Zugzahl. Durch die Schaffung steiler Zugflanken ergibt sich eine große Gesamtfeldfläche, wodurch sich die Flächenpressung zwischen Geschosshülle und Feldflächen im Vergleich zum Zugprofil mit kleinerer Zugzahl und somit die Reibungsarbeit nicht verschlechtert.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0010] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles eines Artillerierohres vom Kaliber 155 mm und einer Waffenrohlänge von 52 Kaliber näher erläutert und beschrieben.

[0011] Es zeigen:

Figur 1 Eine Querschnittsdarstellung des gezogenen Waffenrohres;

Figur 2 Eine perspektivische Bruchdarstellung eines Führungsbandes mit Geschosß.

Figur 3a Ein im Querschnitt dargestelltes Zusammenwirken eines gezogenen Waffenrohres mit dem Führungsband des Geschosses ohne Führungsbandverschleiß am Beginn der Abschußbeschleunigung;

Figur 3b Ein im Querschnitt dargestelltes Zusammenwirken eines gezogenen Waffenrohres mit dem Führungsband des Geschosses mit Führungsbandverschleiß;

[0012] In Figur 1 ist im Ausschnitt ein Querschnitt eines Waffenrohres 1 dargestellt, bei dem über den gesamten Umfang in einer Rohrrinnenwand 2 Züge 3 spiralförmig als Nuten eingearbeitet sind. Zwischen den Zügen 3 befinden sich verbleibende Leisten 4, die auch Felder 4 genannt werden. Die Züge 3 und Felder 4 bestimmen den konstruktiven Aufbau eines Zugprofils im Waffenrohr 1. Die Züge 3 werden durch eine Zugbreite b_z und zwei Zugflanken 5 gebildet. Eine Zugtiefe 6 der

Züge 3 bestimmt sich aus der eingearbeiteten Nuttiefe und stellt eine Höhendifferenz zwischen dem Feld 4 und einem Zuggrund 7 der Züge 3 dar. Die zwischen den Zügen 3 verbleibenden Felder 4, schneiden sich beim Abschluß eines Geschosses 8 spiralförmig in ein Führungsband 9, das an dem Geschos 8 angebracht ist, in herkömmlicher Art und Weise ein (Figur 2). Dieses Führungsband 9 erhält bei der Verquetschung beim Abschluß einen Negativabdruck des Zugprofils des Rohres 1, wobei die Vertiefungen des Rohres 1, die Züge 3, auf dem Führungsband 9 erhaben erscheinen. Diese erhabenen Stellen werden Stege 10 genannt, die eine Stegbreite b_s und zwei Stegflanken 11 aufweisen. Beim Beginn der Abschlußbeschleunigung ist die Stegbreite b_s am Führungsband 9 gleich der Zugbreite b_z des Zuges 3 (Figur 3a). Beim Geschosdurchgang durch das Rohr 1 tritt an den Stegflanken 11 Verschleiß, d.h. Führungsbandverschleiß auf, wobei sich Spalte 12 bilden. Beim Verlassen des Geschosses 8 aus dem Rohr 1 sind am Führungsband 9 Reststege 13 vorhanden, deren Breite b_{rs} erheblich kleiner als die Zugbreite b_z sein kann (Figur 3b).

[0013] Zur Erhöhung der Mündungsgeschwindigkeit eines Geschosses 8 ohne eine Steigerung des Maximalgasdrucks kann der Beschleunigungsweg des Geschosses 8 verlängert und/ oder die Treibladungsmasse vergrößert werden.

[0014] Bekannt ist, daß der Gesamtführungsbandverschleiß proportional einer Reibarbeit am Führungsband 9 ist, welche ihrerseits dem Integral der Flankenpressung, d.h. der Flächenpressung an den Zugflanken 5 über dem Beschleunigungsweg des Geschosses 8 proportional ist. Die Flankenpressung setzt sich additiv aus einem Anteil infolge der Drehbeschleunigung des Geschosses 8 und dem Gasdruck im, durch den Verschleißabtrag entstehenden, Spalt 12 zusammen. Der Gasdruck ist umso größer, je größer der Spalt 12 und damit der Verschleißabtrag ist und kann maximal gleich dem Gasdruck am Geschosboden 14 sein. Ein großer Spalt 12 führt neben der Bildung von tangentialen Kräften, bedingt durch den Gasdruck, auch zur Bildung von radialen Kräften, wodurch die Geschosbeschleunigung negativ beeinflußt wird.

[0015] Der Gesamtmaterialabtrag, den das Führungsband 9 aufgrund der Drehbeschleunigung des Geschosses 8 während der Geschosbewegung bis zur Mündung des Rohres 1 erfährt, ist proportional dem Quadrat der Mündungsgeschwindigkeit.

[0016] Durch eine Erhöhung der Zugzahl Z wird dieses Gesamtverschleißvolumen auf eine größere Fläche verteilt, was zu einer Verringerung des sich bildenden Spaltes 12 führt. Der Gasdruck im Spalt 12 und der daraus resultierende zusätzliche Führungsbandverschleiß wird reduziert.

[0017] Durch eine Verringerung des Spaltes 12 wird darüberhinaus die Dichtwirkung des Führungsbandes 9 erhöht, was zu einer Reduzierung bzw. Vermeidung von Zug-, Feld-Gravuren auf Geschossen 8 und dem damit

verbundenen Feldflächenverschleiß im Mündungsbe-
reich des Waffenrohres 1 führt.

[0018] Mit einem Rohr 1 von 39 Kaliberlängen wird eine Mündungsgeschwindigkeit von 827 m/s erreicht. Es ist bekannt, daß 48 Züge hier zu wenig Führungsbandverschleiß führen, so daß der Spalt 12 annähernd Null ist. Mit 52 Kaliberlängen wird die Mündungsgeschwindigkeit auf 945 m/s erhöht. Bei 48 Zügen ist jetzt starker Führungsbandverschleiß zu beobachten. Um bei 827 m/s und bei 945 m/s den Führungsbandverschleiß aufgrund des Gasdrucks im Spalt 12 etwa gleich zu halten, wird die Zugzahl von 48 auf 60 erhöht, so daß der Führungsbandverschleiß infolge der Drehbeschleunigung des Geschosses je Zug sich nicht ändert. Es muß gelten:

$$\frac{60}{48} \equiv \left(\frac{945}{827} \right)^2$$

[0019] Das Umformverhalten des Führungsbandes 9 beim Einpressen in die Züge 3 soll bei 48 und 60 Zügen gleich sein. Deshalb wird für 60 Züge das gleiche gesamte Zugvolumen (Zugzahl Z x Zugbreite b_z x Zugtiefe 6) wie für 48 Züge realisiert. Da die Zugtiefe 6 bei 48 Zügen und bei 60 Zügen gleich ist, ergibt sich die Zugbreite b_z des 60-Zugprofils zu:

$$b_{z60} = \frac{48}{60} \cdot b_{z48}$$

[0020] Das Verschleißvolumen je Zug 3 ist gleich der Zugflankenfläche der Zugflanken 5 mal dem senkrechten auf der Zugflankenfläche stehendem Abtrag, welcher proportional der Flankenpressung ist.

[0021] Um den Spalt 12 in idealer Weise klein zu halten, wird bei einer Erhöhung der Zugzahl Z_{60} auf 60 Züge nun erfindungsgemäß ein gleiches Führungsbandvolumen des Führungsbandes 9 verquetscht, wie bei der kleineren Zugzahl Z_{48} . Dazu wird ein steilerer Zugflankerwinkel α von ca. 9° zwischen der Zugflanke 5 und dem Zuggrund 7 geschaffen, wodurch das Auftreten von unerwünschten radialen Kräften im Waffenrohr 1 vermieden wird. Die Zugtiefe 6 und der Drallwinkel δ werden gegenüber dem Waffenrohr 1 mit 48 Zügen nicht verändert.

[0022] Das Zugprofil selbst weist am unteren Zuggrund 11 vorzugsweise einen Innenradius r_z von 0,5 mm zur jeweiligen Zugflanke 5 und das Feld 4 einen oberen Feldradius r_f zur Zugflanke 5 von vorzugsweise 0,3 mm auf, wodurch scharfkantige Fasen an der Zugfläche, die sich bei der Verquetschung in das Führungsband 9 einkerben würden, vermieden werden. Durch Veränderung des Zugflankenwinkels α zwischen Zugflanke 5 und der Senkrechten auf dem dazugehörigen Zuggrund 7 kann die Zugflankenfläche variiert werden, so daß durch die Schaffung steilerer Zugflanken 5 die Fläche der Felder 4 konstruktiv vergrößert wird, die Fläche der Zugflanken

5 sich verringert, ohne daß die Flächenpressung an diesen Zugflanken 5 sich ändert.

[0023] Die Reduzierung des Zugflankenwinkels von den bekannten 30° auf ca. 9° und nach einer Teilverchromung auf ca. 0° führt zu einem geringeren Verschleißvolumen je Zug. Eine Flankenpressung und damit die durch den Abtrag senkrecht zur Flankenfläche entstehende Breite des Spaltes 12 bleiben unverändert.

[0024] Statt einem Führungsband 9 können auch mehrere Führungsbänder in bekannter Art und Weise verwendet werden.

[0025] Diese neuartige Zugflankengestaltung realisiert eine gleich große Verquetschung und eine Gesamtverschleißverringerung des Führungsbandes 9 in einem 60 Zugprofil gegenüber einem 48 Zugprofil. Zudem wird eine Reduktion der Flächenpressung durch die Leistenkraft $R(x)$ um 20% erreicht.

Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|-----------------------------|
| 01 | Waffenrohr |
| 02 | Rohrinnenwand |
| 03 | Züge |
| 04 | Felder |
| 05 | Zugflanke |
| 06 | Zugtiefe |
| 07 | Zuggrund |
| 08 | Geschoß |
| 09 | Führungsband des Geschosses |
| 10 | Stege |
| 11 | Stegflanken |
| 12 | Spalt |
| 13 | Reststege |
| 14 | Geschoßboden |

Patentansprüche

1. Waffenrohr zum Verschuß von drallstabilisierten Geschossen mit Führungsbändern, wobei das Waffenrohr gezogen ist und in einer Rohrinnenwand über einen gesamten Umfang Züge in Form von Nuten mit einer Zugtiefe aufweist, so daß sich beidseitig eine Zugflanke zu einem Zuggrund bildet und somit je einen Zugflankenwinkel einschließt, und zwischen den Zügen Felder sind, die beide zusammen ein Zugprofil bestimmen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Züge (3) und Felder (4) derart gestaltet sind, daß bei einer Erhöhung einer Zugzahl ein verquetschtes Führungsbandvolumen des Führungsbandes (9) des Geschosses (8) gleich dem einer kleineren Zugzahl ist, wobei die Zugtiefe (6) und ein Drallwinkel (δ) bei der erhöhten Zugzahl und der kleineren Zugzahl gleich sind.

2. Waffenrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß zur Reduzierung eines Gesamtverschleißes am Führungsband (9) bei einer Erhöhung der Anzahl der Züge (3) die Zugflanke (5) nahezu senkrecht stehend zum Zuggrund (7) verläuft.

3. Waffenrohr nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zugflankenwinkel (α) bei unverchromtem Waffenrohr (1) kleiner 9,5° ist.

4. Waffenrohr nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei voll- oder teilverchromtem Waffenrohr (1) der Zugflankenwinkel (α) ca. 0° beträgt.

5. Waffenrohr nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Zuggrund (7) und der Zugflanke (5) ein Innenradius (r_z) kleiner 0,5 mm sowie zwischen dem Feld (4) und dem oberen Teil der Zugflanke (5) einen Feldradius (r_f) kleiner 0,3 mm eingearbeitet sind.

Claims

1. Weapon barrel for firing twist-stabilised projectiles with guide bands, wherein the weapon barrel is rifled and in an internal wall of the barrel over an entire periphery comprises rifles in the form of grooves with a rifle depth, so a rifle flank forms on either side of a rifle base and therefore encloses a respective rifle flank angle, and between the rifles are sections and the two together determine a rifle profile, **characterised in that** the rifles (3) and sections (4) are formed in such a way that when there is an increase in a rifle number a squeezed guide band volume of the guide band (9) of the projectile is equal to a smaller rifle number, the rifle depth (6) and a twist angle (δ) being identical in the increased rifle number and the smaller rifle number.

2. Weapon barrel according to claim 1, **characterised in that** the rifle flank (5) extends virtually perpendicular to the rifle base (7) to reduce total wear at the guide band (9) when there is an increase in the number of rifles (3).

3. Weapon barrel according to claim 2, **characterised in that** the rifle flank angle (α) is less than 9.5° when the weapon barrel (1) is not chromium-plated.

4. Weapon barrel according to claim 2, **characterised in that** the rifle flank angle (α) is about 0° when the weapon barrel (1) is completely or partly chromium-plated.

5. Weapon barrel according to one or more of the preceding claims 1 to 4, **characterised in that** an internal radius (r_z) of less than 0.5 mm is incorporated

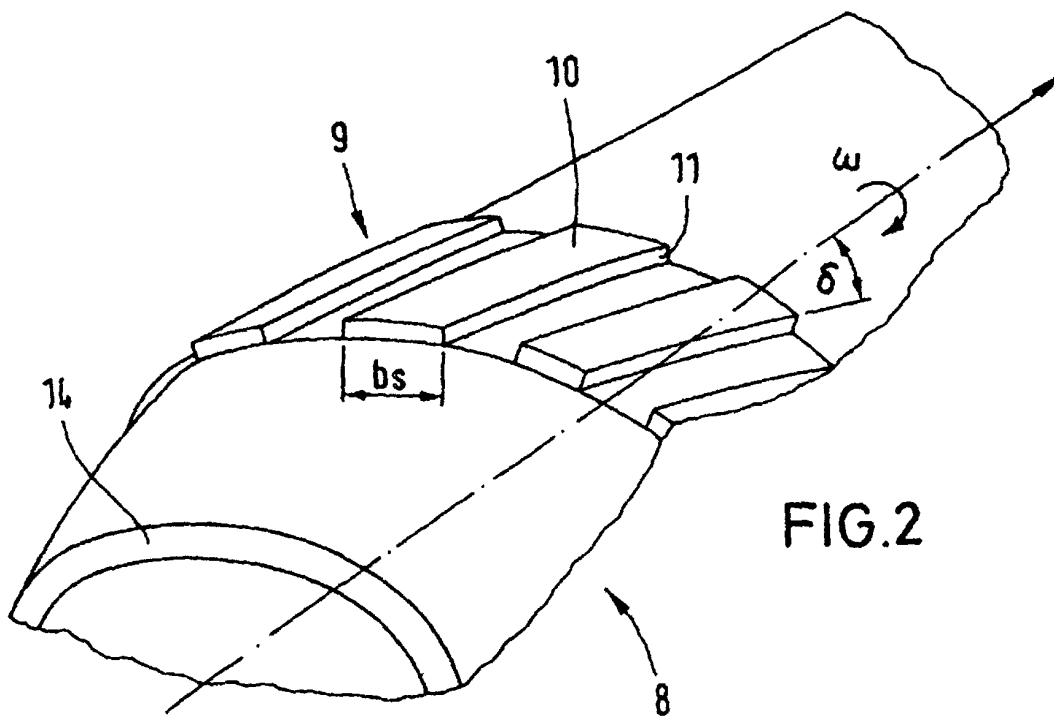
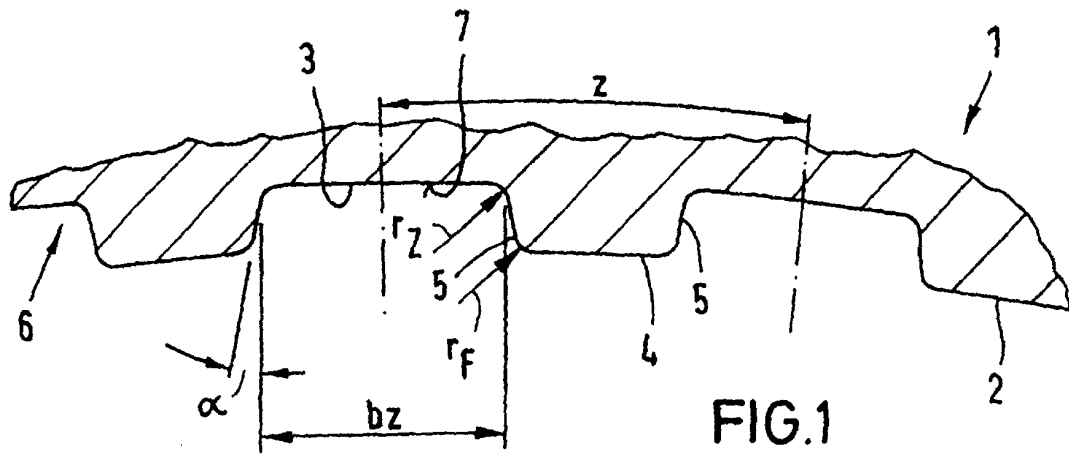
between the rifle base (7) and the rifle flank (5) and a section radius (r_F) of less than 0.3 mm is incorporated between the section (4) and the upper part of the rifle flank (5).

5

Revendications

1. Tube d'arme pour le tir de projectiles gyro-stabilisés avec des bandes de guidage, le tube d'arme étant rayé et présentant, dans une paroi intérieure du tube, sur tout son pourtour, des rayures sous forme de rainures avec une profondeur de rayure telle que il se forme des deux côtés par rapport au fond de la rayure, un flanc et les deux flancs enferment ainsi un angle de flanc de la rayure, et entre les rayures se trouvent des zones qui déterminent par deux un profil de la rayure, **caractérisé en ce que** les rayures (3) et les zones (4) ont une forme telle que lorsqu'on augmente le nombre de rayures, un volume de bande de guidage écrasé de la bande de guidage (9) du projectile (8) est égal à celui d'un plus petit nombre de rayures, la profondeur (6) de la rayure et un angle de torsion (δ) étant égaux pour le nombre de rayures accru et le plus petit nombre de rayures. 10 15 20 25
2. Tube d'arme selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour réduire une usure globale de la bande de guidage (9) lorsqu'on augmente le nombre de rayures (3), le flanc (5) de la rayure s'étend presque perpendiculairement au fond (7) de la rayure. 30
3. Tube d'arme selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'angle (α) du flanc de rayure est inférieur à $9,5^\circ$ dans le cas d'un tube d'arme (1) non chromé. 35
4. Tube d'arme selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, dans le cas où un tube d'arme (1) est entièrement ou partiellement chromé, l'angle (α) du flanc de la rayure est d'environ 0° . 40
5. Tube d'arme selon une ou plusieurs des revendications 1 à 4 précédentes, **caractérisé en ce que**, entre le fond de la rayure (7) et le flanc (5) de la rayure est ménagé un rayon intérieur (r_z) inférieur à 0,5 mm, ainsi que, entre la zone (4) et la partie supérieure du flanc (5) de la rayure, est ménagé un rayon de zone r_F inférieur à 0,3 mm. 45 50

55



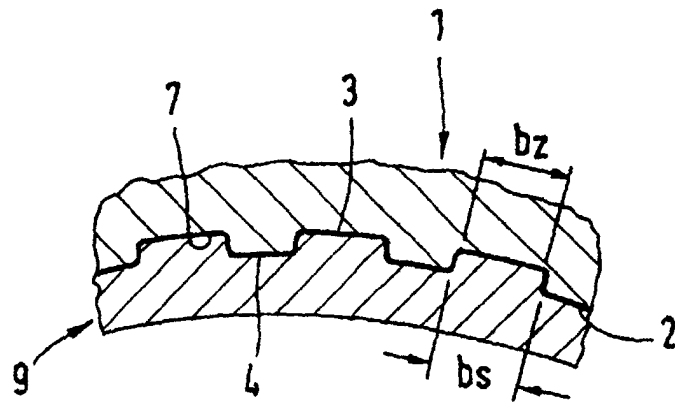


FIG. 3a

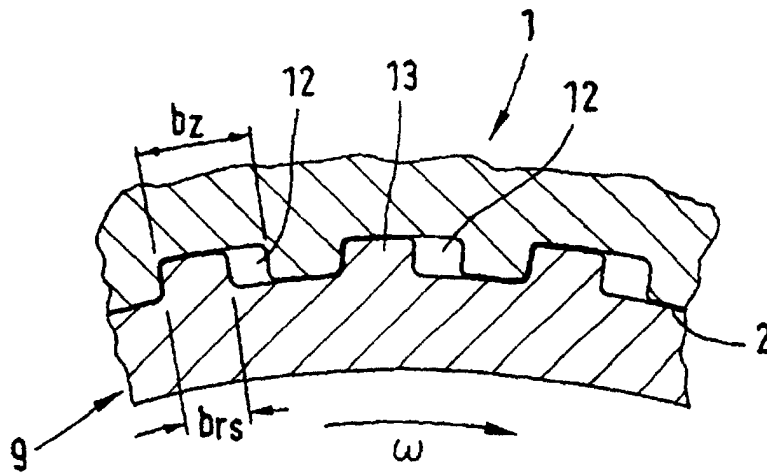


FIG. 3b