

(19)



(11)

EP 3 475 643 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

23.11.2022 Patentblatt 2022/47

(21) Anmeldenummer: **17730744.4**

(22) Anmeldetag: **09.06.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F41A 21/18^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F41A 21/18

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2017/064153

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/220348 (28.12.2017 Gazette 2017/52)

(54) **WAFFENROHR MIT FELD-ZUG-PROFIL**

WEAPON BARREL HAVING A RIFLED PROFILE

CANON À PROFIL RAYÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **23.06.2016 DE 102016111571**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

01.05.2019 Patentblatt 2019/18

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall Waffe Munition GmbH**

29345 Südheide (DE)

(72) Erfinder:

- **KELLER, Ulrich**
29345 Unterlüß (DE)
- **SCHLENKERT, Gert**
40233 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**

Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 0 892 238 CH-A- 536 478
DE-A1- 2 414 931 DE-A1- 2 738 783
US-A- 1 335 444

EP 3 475 643 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschäftigt sich mit einem Waffenrohr nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 für eine Schusswaffe, insbesondere aber nicht einschränkend eines Maschinengewehrs, mit einem Rohrrinnenprofil.

[0002] Rohre für Schusswaffen sind erheblichen Belastungen ausgesetzt. Neben dem Treibladungsgasdruck werden diese beim Schuss durch das zu verschießende Geschoss belastet. Um präzise geführt zu werden, besitzt dieses einen größeren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Waffenrohrs. Dieses Übermaß wird während des Rohrdurchganges durch Verformung und Verschleiß abgebaut. Das Rohrrinnenprofil eines gezogenen Waffenrohrs sorgt für eine präzise Führung des Geschosses im Rohr und versetzt das Geschoss zudem in Rotation um dessen Längsachse. Diese allgemein als Drall bezeichnete Rotationsbewegung ist für den stabilen Flug des Geschosses außerhalb des Waffenrohres notwendig. Das Innenprofil verläuft rotierend mit einer bestimmten Steigung um die Rohrachse. Das beschleunigte Geschoss folgt diesem und rotiert mit zunehmender Geschwindigkeit um seine Längsachse. Die Gestaltung des Rohrrinnenprofils beeinflusst dementsprechend die Interaktion des Geschosses. Ein geringer Innendurchmesser bewirkt eine hohe Verpresskraft des Geschosses und sorgt für entsprechende Reibkräfte. Die beim Einpressen auftretenden Größen wie Verformung, Reibleistung und Verschleiß sind untereinander gekoppelt und verhalten sich stark nichtlinear. Dadurch sind die Auswirkungen eines speziellen Rohrrinnenprofils nur mit großem theoretischem Aufwand vorhersehbar. Häufig sind die Rohrrinnenprofile das Ergebnis empirischer Vorgehensweisen.

[0003] Aus der DE 17 03 012 C3 ist ein Drallzugprofil für Geschossläufe mit zwischen Feldern und Zügen liegenden schraubenförmigen Drallflankenflächen bekannt, das sich dadurch auszeichnet, dass die Drallflankenfläche mit dem jeweils am Flankenfuß angelegten Radius einen selbsthemmenden Winkel von etwa 5° bildet.

[0004] Die DE 1 044 675 B bezieht sich auf ein Drallzugprofil hoher Gasliderung für Geschossläufe, bei dem die Züge durch Kreisbögen vom Zug jeder Flanke zur Höhe des benachbarten Feldes gebildet werden.

[0005] Die DE 200 02 365 U1 präsentiert einen Lauf mit einem Innenprofil in einer Kombination aus bereits bestehenden Profilen, Polygon und Zug/Feldprofil, wobei beim Rechtsdrall die führende Kante in Schussrichtung rechts scharfkantig ist und die gegenüberliegende Seite übergeht in ein Polygonprofil und keine scharfen Kanten aufweist.

[0006] Weitere Feld-Zug-Profile sind der US 835,482 A, der US 329,303 A, der WO 97/45690 A1, der US 4,437,251 A sowie der US 4,308,681 A entnehmbar.

[0007] US-A-1,335,444 offenbart ein Waffenrohr mit Feld-Zug-Profil, wobei die Felder als ebene Flächen orthogonal zum Durchmesser der inneren Bohrung verlau-

fen und dann unstetig oder verrundet in gerade Feldflanken übergehen.

[0008] EP 0892238A2 offenbart ein Waffenrohr mit Feld-Zug-Profil, wobei die Felder und Züge über ihre gesamte Umfangslänge gekrümmt ausgebildet sind und verrundet ineinander übergehen.

[0009] Die US 2008/0120889 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Feld-Zug-Profils.

[0010] Derartige Profile sind für einen bestimmten Geschosstyp ausgelegt. Bei Verwendung einer anderen Munitions- oder Geschosssorte des gleichen Kalibers können zum Teil massive Probleme auftreten, wie unzulässig hohe Spitzengasdrücke, mangelhafte Präzision massiver Verschleiß des Waffenrohres.

[0011] Dabei handelt es sich in der Regel um Mantelgeschosse mit Bleikern. Trotz der festigkeitssteigernden Legierungsbestandteile im Hartblei sind die Geschosskerne sehr weich und damit das gesamte Geschoss leicht verformbar. Hartkerngeschosse mit Wolframkarbidkern sind im Aufbau deutlich steifer und verursachen mit Polygonläufen, d.h. Waffenrohren mit einem Polygoninnenprofil, eine massive Zunahme des Rohrverschleißes.

[0012] Die DE 10 2012 000 686 A1 offenbart ein Waffenrohr mit verchromtem Innenprofil zur Erhöhung der Belastbarkeit. Die Felder des Innenprofils sind als Polygone trapezförmig und asymmetrisch ausgeführt und sind wesentlich schmaler als die Züge. Die Felder weisen einseitig einen relativ langen Anstieg in Form einer Steigung und auf der anderen Seite eine schnell absteigende Flanke auf. Die Verchromung ist derart, dass die Chromschicht auf den Zügen dünner als die auf den Feldern ist.

[0013] Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Rohrrinnenprofil aufzuzeigen, das das Verschießen verschiedener Geschosstypen, insbesondere von Mantelgeschossen mit Bleikern und Hartkerngeschossen, ermöglicht.

[0014] Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1.

[0015] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, eine wesentlich günstigere Kontaktdruckverteilung zu erlangen, um den Verschleiß zu minimieren. Dazu wird ein Innenprofil geschaffen, das sich dadurch auszeichnet, dass die Höhe der Felder (Feldhöhe) zu deren Rändern, also zu den Feldflanken, hin in der beanspruchten Weise abnimmt. Mit den beiden Frontflächen und den Flanken ähneln die Felder einer Bastion. Durch das so bezeichnete Bastionsprofil wird eine wesentlich günstigere Kontaktdruckverteilung als bei den bekannten Innenprofilen bzw. Feld-Zug-Profilen erreicht. Neben dem Kontaktdruck werden auch die Reibleistung und die dadurch erzeugte Aufheizung des Waffenrohres verringert. Anders als bei Polygonprofilen bleiben dabei die Feldflanken, wenn auch in etwas reduzierter Form, erhalten, die ihrerseits gut geeignet sind, das Drallmoment zu übertragen. Diese Konstruktion erlaubt die Wirkung des Drallmoments auf die Feldflanken von der Wirkung des Einpressvorgangs auf die Oberfläche der Felder räumlich zu trennen.

[0016] Das derart gestaltete Bastionsprofil verbessert das Verschleißverhalten bei Verwendung von Hartkerngeschossen für Waffenrohre bei hoher Schusskadenz, wie beispielsweise bei Maschinengewehren. Dennoch bleibt die präzise Geschossführung eines normalen Feld-Zug-Profils erhalten. Geschaffen wird ein hochbelastbares Waffenrohr.

[0017] Anhand eines Ausführungsbeispiels mit Zeichnung soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 eine skizzenartige Darstellung eines 90° Segments eines nicht maßstabgetreuen, vierzügigen Feld-Zug Profils,

Fig. 2 eine Ableitung eines Bastionsprofils gemäß der Erfindung,

Fig. 3 eine skizzenhafte Darstellung eines vierzügigen Bastionsprofils.

[0018] Fig. 1 zeigt eine Darstellung eines 90° Segments 11 eines vierzügigen Feld-Zug-Profils 10 eines nicht näher dargestellten Waffenrohres nach dem Stand der Technik. Dieses Segment 11 besteht aus einem Zugradius 2 und einem kleineren Feldradius 1. Die Kontur des Profils 10 läuft im Feld 5 bzw. im Zug 6 auf den jeweiligen Durchmesser (Radius). Die Übergänge werden durch gerade Seiten 3, die sogenannten Feldflanken, gebildet. Das Profil 10 ist spiegelsymmetrisch zur Winkelhalbierenden 4.

[0019] Fig. 2 stellt die Ableitung eines sogenannten Bastionsprofils 20 aus dem Feld-Zug-Profil 10 nach dem Stand der Technik zum besseren Verständnis dar.

[0020] Es zeigt ein 90° Segment 21. Dieses stellt ein Feld 25 und teilweise einen Zug 26 dar. Das Feld 25 weist Flanken 25.3 sowie 25.4 auf. Die Höhe h der Felder 25 nimmt zu den Flanken 25.3 und 25.4 hin um einen Betrag 29 hin ab.

[0021] Die Bestimmung dieses Betrages erfolgt wie folgt:

Ein Kreis wird so konstruiert, dass sich ein Schnittpunkt 22 auf der Winkelhalbierenden mit einem Feldradius ergibt. Der Mittelpunkt M liegt ebenfalls auf der Winkelhalbierenden 23. Der Radius 27 des Kreises wird größer als der Feldradius gewählt. Diese Kontur wird für jedes Feld 25 geschaffen (konstruiert), da die jeweiligen Kreismittelpunkte nicht deckungsgleich sind. Das Material 28 wird vom Feld 25 entfernt, das innerhalb des Bastionsradius 27 liegt, d.h., zwischen dem Feldradius 1 und dem Bastionsradius 27. Als Ergebnis hat das Feld 25 nur in der Mitte seine nominale Höhe h , die sich nach außen hin um einen Betrag 29 verringert. Maximal kann der Bastionsradius 27 so groß gewählt werden, dass an den Feldrändern eine Resthöhe verbleibt, also die Feldflanken 3 nicht eliminiert werden.

[0022] Fig. 3 zeigt ein vier Feld/ Züge aufweisendes Bastionsprofil 20 eines Waffenrohres 30 in einer Vorderansicht. Die Oberfläche O der Felder 25 besteht, absolut

gesehen, aus einem einzigen Radius. Relativ zum nominalen Feldradius ist die Oberfläche O' aber zurückeilend (zurückgefeilt), wodurch sich zwei Flächen 25.1, 25.2 in einem stumpfen Winkel zueinander ergeben (gedanklich). Mit 26 sind Züge gekennzeichnet.

[0023] Für die Wahl des Bastionsradius 27 existieren folgende Grenzfälle:

1. Wenn der Bastionsradius gleich dem Feldradius ist, wird kein Material entfernt. Man erhält ein klassisches Feld-Zug-Profil.

2. Wenn der Bastionsradius so groß gewählt wird, dass die Feldflanken vollständig entfernt werden, erhält man eine Art Polygonprofil.

[0024] Bei einem großen Verhältnis von Zug- zu Feldradius und / oder kleinen Feldbreiten infolge einer großen Anzahl von Zügen kann der Fall auftreten, dass auch bei einem unendlich großen Bastionsradius (einer Geraden) die Feldflanken teilweise erhalten bleiben und damit die Definitionsgrenze des Bastionsprofils nicht erreicht wird. In diesem Fall kann der Mittelpunkt M auch auf der anderen Seite des Profils liegen, wie in Fig. 2a dargestellt.

[0025] Ein derartiges Bastionsprofil 20 eignet sich für bzw. als Innenprofil in einem hoch beanspruchten Waffenrohr, insbesondere einer schnell-schießenden Maschinenwaffe (Maschinenkanone). Hiervon sind bevorzugt Waffensysteme im klein- und mittleren Kaliberbereich betroffen. Das Rohrprofil ist aber auch bei anderen Rohrtypen einsetzbar.

Patentansprüche

1. Waffenrohr (30) mit einem spiegelsymmetrischen vierzügigen Feld-Zug-Profil (10) für hoch beanspruchte Waffen, wobei jedes Feld (25) gerade Feldflanken (25.3,25.4) aufweist, wobei die Kontur aller Züge (26) auf einem Kreis mit einem Zugradius (2) läuft, dessen Kreismittelpunkt auf einer das jeweilige Feld mittig schneidenden Winkelhalbierenden (23) liegt, wobei die Kontur der Felder (25) jeweils auf einem Kreis läuft, dessen Mittelpunkt (M) auf der Winkelhalbierenden (23) liegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius (27) des Kreises, worauf die Kontur der Felder jeweils läuft, größer ist als der Zugradius (2) und kleiner ist als unendlich.
2. Waffe mit einem Waffenrohr (30) nach Anspruch 1.
3. Waffe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Waffe eine Waffe im Klein- und Mittelkaliberbereich ist.

Claims

1. Weapon barrel (30) having a mirror-symmetrical

four-grooved land-groove profile (10) for highly stressed weapons, each land (25) having straight land flanks (25.3, 25.4), the contour of all grooves (26) running on a circle which has a groove radius (2) and of which the circle center point is on an angle bisector (23) which intersects the relevant land centrally, the contour of each of the lands (25) running on a circle of which the center point (M) is on the angle bisector (23), **characterized in that** the radius (27) of the circle on which the contour of each of the lands runs is greater than the groove radius (2) and smaller than infinity.

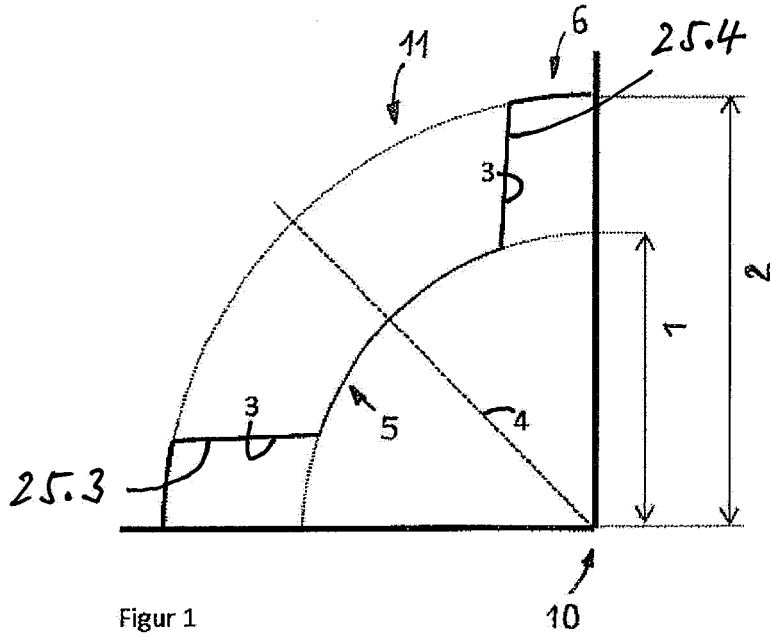
2. Weapon comprising a weapon barrel (30) according to claim 1. 15
3. Weapon according to claim 2, **characterized in that** the weapon is a weapon in the small and medium caliber range. 20

Revendications

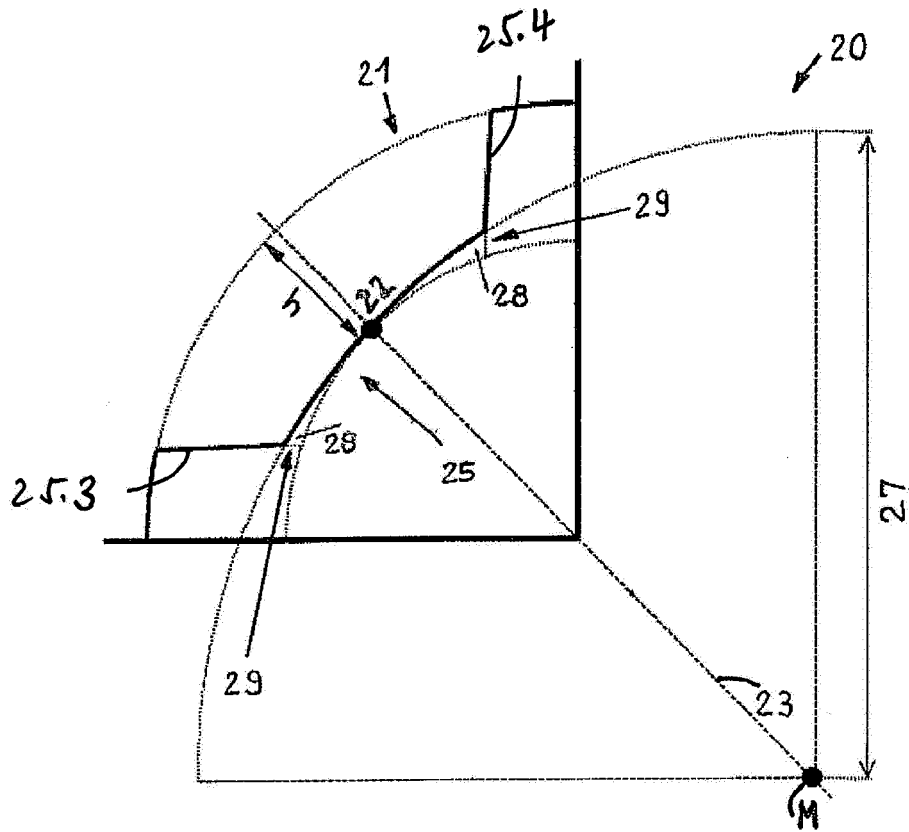
1. Tube d'arme (30) ayant un profil rayé à quatre rainures à symétrie spéculaire (10) pour des armes fortement sollicitées, dans lequel chaque crête (25) présente des flancs de crête droits (25.3, 25.4), dans lequel le contour de toutes les rainures (26) s'étend sur un cercle avec un rayon de rainure (2), dont le centre de cercle se situe sur une bissectrice (23) qui coupe au milieu la crête respective, dans lequel le contour des crêtes (25) s'étend chacun sur un cercle dont le centre (M) se situe sur la bissectrice (23), **caractérisé par le fait que** le rayon (27) du cercle sur lequel s'étend respectivement le contour des crêtes est supérieur au rayon de rainure (2) et inférieur à l'infini. 25 30 35
2. Arme ayant un tube d'arme (30) selon la revendication 1. 40
3. Arme selon la revendication 2, **caractérisée par le fait que** l'arme est une arme dans la gamme de petit et de moyen calibre. 45

50

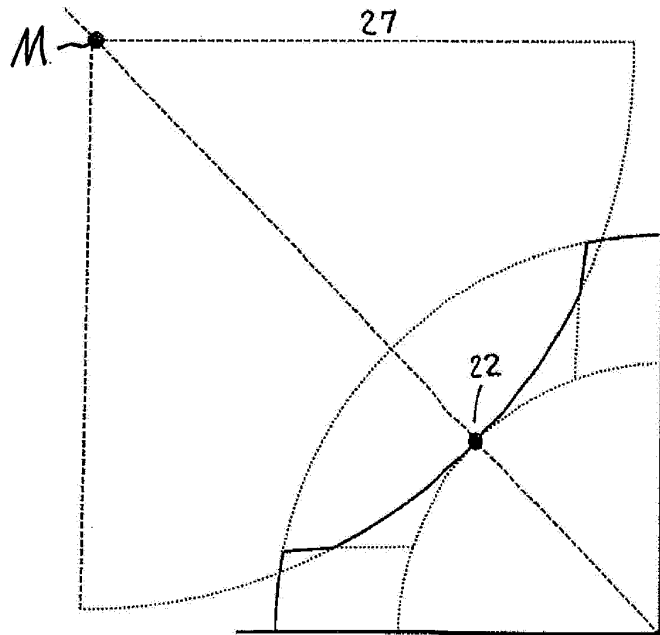
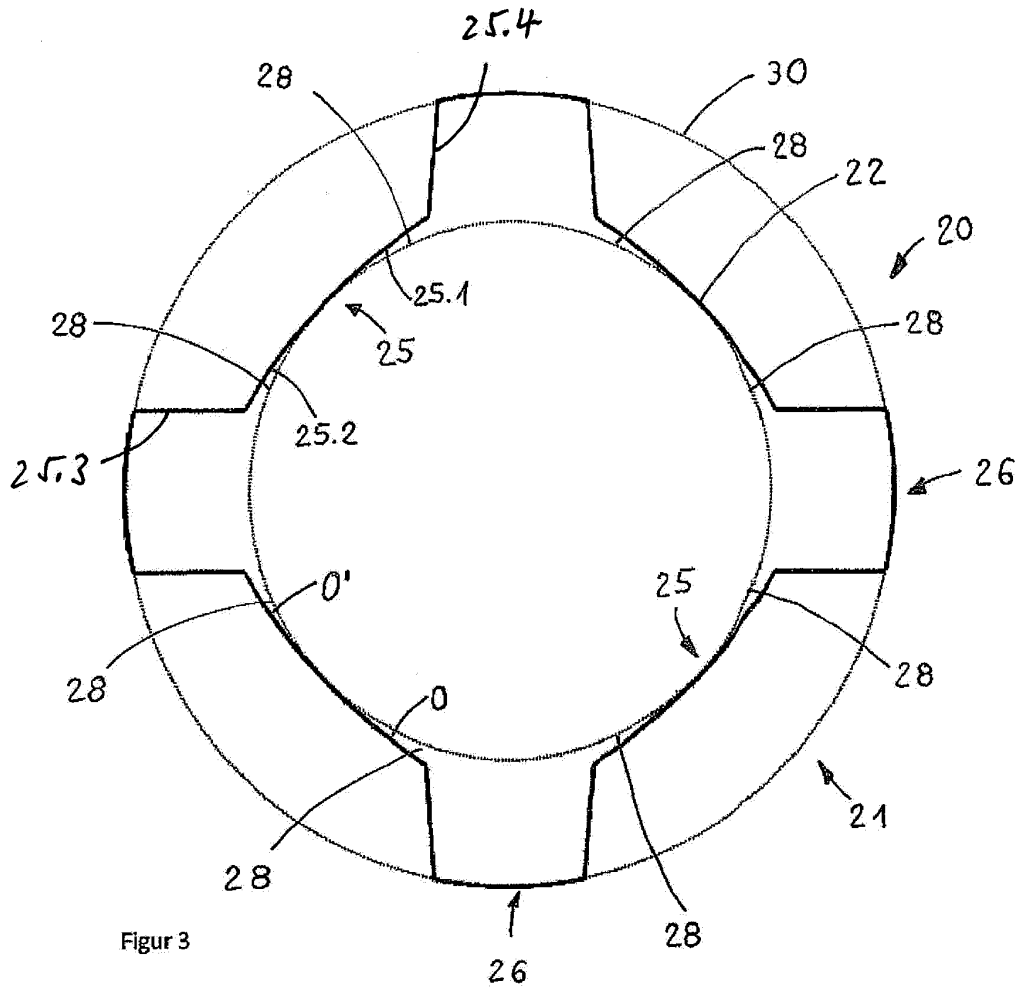
55



Figur 1



Figur 2



EP 3 475 643 B1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1703012 C3 [0003]
- DE 1044675 B [0004]
- DE 20002365 U1 [0005]
- US 835482 A [0006]
- US 329303 A [0006]
- WO 9745690 A1 [0006]
- US 4437251 A [0006]
- US 4308681 A [0006]
- US 1335444 A [0007]
- EP 0892238 A2 [0008]
- US 20080120889 A1 [0009]
- DE 102012000686 A1 [0012]