

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **89730016.6**

51 Int. Cl.4: **B 21 D 15/04**

22 Anmeldetag: **24.01.89**

30 Priorität: **01.03.88 DE 3807002**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.09.89 Patentblatt 89/36

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE FR GB IT NL SE

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

72 Erfinder: **Schultz, Eberhard**
Berliner Strasse 29
D-5909 Burbach-Holzhausen (DE)

Pinkernell, Hubert, Dipl.-Ing.
Emmaweg 6
D-5900 Siegen (DE)

Wittenberg, Dieter
Am Stoss 18
D-5901 Wilnsdorf 5 (DE)

74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner Patentanwälte Herbertstrasse 22
D-1000 Berlin 33 Grunewald (DE)

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 2.2).

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines wellenförmig profilierten Rohres.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines schraubenlinienförmig profilierten Hohlkörpers aus einem metallischen Werkstoff, bei dem ein drehbar gelagertes, schräg geschnittene Nuten aufweisendes Ziehwerkzeug auf einen kalten Hohlkörper mit glatter Zylinderwand zur Einwirkung gebracht und der Querschnitt des Hohlkörpers dabei verringert wird. Um ein solches Verfahren und auch eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der ein eine über die gesamte Wanddicke verdrehte Profilierung aufweisendes, dünnwandiges Rohr beliebiger Länge einfach und kostengünstig hergestellt werden kann, wird vorgeschlagen, daß zur Herstellung eines im Querschnitt wellenförmig über die gesamte Wanddicke profilierten Rohres ein Glattrohr mit einem s/D-Verhältnis im Bereich von 0,015 bis 0,080 durch den drehbar gelagerten, schräg geschnittene Nuten aufweisenden Ziehring auf einen kleineren Durchmesser gezogen wird, wobei bei nahezu unveränderter Wanddicke die Länge der Hüllkurve des Außenprofils des profilierten Rohres annähernd gleich dem Umfang des Glattrohres ist.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines wellenförmig profilierten Rohres

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines im Querschnitt über die gesamte Wanddicke wellen- und schraubenlinienförmig profilierten Rohres gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Gattungsbegriff des Anspruchs 3.

Aus der DE-OS 16 52 599 ist die Erzeugung von Innenrippen mittels eines drehbar gelagerten Stopfens bekannt und es ist ebenfalls bekannt, diese Rippen auf der Innenwand eines zylindrischen Hohlkörpers durch die Einwirkung eines drehbar angeordneten, mit schräg geschnittenen Nuten versehenen Stempels auf dem Hohlkörper zu erzeugen (DE-Anmeldung K 5353 Ib/7b). In der letztgenannten Schrift ist auch die Umkehrung des Verfahrens, d.h. die Erzeugung von Rippen auf der Außenwand eines zylindrischen Hohlkörpers durch die Einwirkung eines drehbar gelagerten, schräg geschnittene Nuten aufweisenden Ziehringes, dargestellt. Mit den in beiden Schriften dargestellten Verfahren können keine profilierten Rohre erzeugt werden, der Profilierung die gesamte Wanddicke erfaßt, dessen Wandung also wellenförmig geformt ist. Es können wahlweise nur Außen- oder Innenrippen bis zu einer bestimmten Tiefe erzeugt werden, wobei entweder die Außen- oder die Innenfläche glatt bleibt. Mit dem in der letztgenannten Schrift dargestellten Verfahren können nur kurze dickwandige, mit einem Boden versehene, Hohlkörper profiliert werden mit dem großen Nachteil, daß zum einen die Länge des zu profilierenden Hohlkörpers so begrenzt ist und zum anderen der profilierte Hohlkörper vom Innenwerkzeug abgezogen bzw. das profilierte Innenwerkzeug aus dem Hohlkörper herausgedreht werden muß.

Die Herstellung eines profilierten Rohres ist auch aus der US 4,305,460 bekannt. Ausgangsprodukt dafür ist ein profiliertes Band oder Blech mit in parallel zur Längsrichtung verlaufenden Erhebungen bzw. Vertiefungen, das mit Hilfe einer entsprechenden Vorrichtung in eine schraubenlinienförmig gewinkelte Rohrkongfiguration geformt wird und anschließend die durchlaufende Stoßkante durch Schweißen miteinander verbunden wird. Nachteilig bei diesem Verfahren ist die Abhängigkeit der Wanddicke des profilierten Rohres von der Ausgangswanddicke des profilierten Bandes oder Bleches. Dies bedeutet, daß für jede Wanddicke ein entsprechend profiliertes Band oder Blech hergestellt werden muß. Die Schweißverbindung ist sehr kompliziert und erfordert eine dementsprechende aufwendige Apparatur. Ebenso ist die Überprüfung der Dichtheit der Rohre kostenintensiv, da die üblichen leistungsfähigen zerstörungsfreien Prüfungen nicht angewendet werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der ein eine die gesamte Wanddicke erfassende verdrehte Profilierung aufweisendes, dünnwandiges Rohr beliebiger Länge einfach und kostengünstig hergestellt

werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit dem Kennzeichen des Anspruchs 3 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen erfaßt.

Es ist zwar bekannt (US-PS 19 85 833, Fig. 2 und 5), bei Hohlkörpern eine gewellte Wandung dadurch zu erzeugen, daß das Rohr auf einem glatten axial frei drehbaren Dorn durch einen feststehenden Ziehring gezogen wird, der aufgrund seiner Profilierung längsverlaufende Nuten und Rippen in die Wand eindrückt, und zwar nur auf der Außenseite. Der Durchmesser des Rohres ändert sich dabei nicht. Für eine Ausgestaltung des gattungsgemäßen Verfahrens mit drehbarem Ziehring und Stopfen ist dieser Stand der Technik keine Anregung zu entnehmen.

Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich besonders zur Herstellung von Wärmetauscherrohren, bei denen durch die angeformte verdrehte Profilierung eine gute Verwirbelung des innen und außen vorbeiströmenden Mediums erreicht und damit die zu übertragende Wärmemenge erhöht wird. Des weiteren wird die für die Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Oberfläche bezogen auf das Bauvolumen vergrößert.

Ausgangsprodukt ist ein aus einem metallischen Werkstoff hergestelltes nahtloses oder längsnahtgeschweißtes Glattrohr, das je nach Werkstoff im geglühten oder ungeglühten Zustand über die gesamte Wanddicke profiliert wird, indem es durch einen drehbar gelagerten, schräg geschnittene Nuten aufweisenden Ziehring gezogen wird. Vorzugsweise werden dafür die bekannten Kesselbaustähle beginnend beim unlegierten Kohlenstoffstahl bis zum mittellegierten Stahl mit max. 12 % Crom eingesetzt.

Geeignet ist dieses Verfahren aber auch für alle anderen metallischen Werkstoffe, wie zum Beispiel austenitische Edelstähle, Aluminium usw. Die ertigabmessungen liegen vorzugsweise im Bereich zwischen 20 bis 35 mm für den äußeren Durchmesser mit Wanddicken zwischen 0,5 bis 1 mm, in Sonderfällen bis 2 mm. Dessen ungeachtet kann dieses Verfahren unbegrenzt auch für größere Abmessungen und begrenzt auch für kleinere Abmessungen angewandt werden.

Die Stärke der Profilierung, d.h. die Anzahl der über den Umfang verteilt angeordneten Erhebungen und Vertiefungen und der Grad der Verdrehung, stehen in direktem Zusammenhang mit der Wirksamkeit der Wärmeübertragung eines solchen profilierten Rohres. Dies bedeutet, daß mit steigender Profilierung und steigendem Grad der Verdrehung der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung gesteigert wird. Weiterhin ist die Gestalt der Profilierung, d.h. die Steilheit der Wände der Erhebungen bzw. Vertiefungen und die Größe der Erstreckung der Nut in radialer und in Umfangsrichtung von Bedeutung.

Je mehr sich das Querschnittsprofil von einer abgerundeten Wellenform einem scharfkantigen Profil nähert, um so größer ist die Effizienz.

Für den Abmessungsbereich zwischen 20 bis 30 mm äußerer Durchmesser wird deshalb vorgeschlagen, mindestens vier Vertiefungen bzw. vier Erhebungen anzuformen mit einer 360-Grad-Verdrallung von 250 mm. Beispielfhaft werden bei einem Wärmetauscherrohr mit einem äußeren Durchmesser von 26 mm acht Vertiefungen bzw. Erhebungen angeformt mit einer 360-Grad-Verdrallung von 150 mm. Es ist einleuchtend, daß mit zunehmendem äußeren Durchmesser auch die Anzahl der möglichen anzuformenden Erhebungen bzw. Vertiefungen erhöht werden kann.

Zur Vergleichmäßigung der Profilierung und zur Anformung möglichst steiler Flanken am Übergang vom Außen- zum Innenprofil bzw. vom Innen- zum Außenprofil wird vorgeschlagen, daß das Glattrohr durch einen durch den Ziehtring und einen drehbar gelagerten, schräg geschnittene Nuten aufweisenden Stopfen gebildeten ringförmigen Ziehspalt gezogen wird. Die besondere Gestaltung der schräg geschnittenen Stege auf dem Stopfen wirkt in der Weise, daß zu Beginn des Ziehens der Stopfen in die richtige Umfangsstellung zum Ziehtring gedrückt wird und während des Ziehens der Stopfen synchron mit dem Ziehtring umläuft. Durch die Innenabstützung des Stopfens wird erreicht, daß die Wände der Innen- bzw. der Außennut steiler angeformt werden können. Vorzugsweise liegt dieser Winkel im Bereich zwischen 0 und 30 Grad. Die radiale Tiefe der Nuten ist so bemessen, daß der Fußkreisdurchmesser der angeformten Nuten in einem Bereich zwischen 0 -15 % kleiner ist als der Außendurchmesser des profilierten Rohres.

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren mit oder ohne genuteten Stopfen wird beim Ziehen nur der Durchmesser reduziert, während die Wanddicke an jeder Querschnittsstelle nahezu unverändert bleibt. Die Durchmesserreduktion liegt in dem Rahmen, wie er auch für Standard-Hohlzüge üblich ist, wobei beim profilierten Rohr die Länge der Hüllkurve des Außenprofils annähernd dem Umfang des Glattrohres entspricht.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, die aus einem drehbar gelagerten, schräg geschnittene Nuten aufweisenden Ziehtring und für erhöhte Ansprüche zusätzlich aus einem drehbar gelagerten, ebenfalls schräg geschnittene Nuten aufweisenden Stopfen besteht. Beim Ziehtring erstrecken sich die Nuten bzw. die Stege mit gleichem Querschnitt über den zylindrischen Teil des Ziehtringes und gehen auslaufend in den unprofilerten konischen Einlaufteil des Ziehtringes über.

Beim Stopfen ist der Querschnitt des Steges bzw. der Nut nicht gleichmäßig, sondern verändert sich in Ziehrichtung. Die Stege laufen in Ziehrichtung gesehen spitz zu, wobei die Höhe der Stege im Bereich des letzten Drittels bis letzten Fünftels bezogen auf die Gesamtlänge der Stege etwas abnimmt. Diese Abnahme beträgt vorzugsweise 1 mm, sie kann aber auch darunter oder darüber liegen. Für das Zusammenwirken der beiden Werk-

zeuge ist dies von entscheidender Bedeutung, da ohne die wie als Einfädelung wirkende Ausbildung der Stege auf dem Stopfen die Gefahr besteht, daß das zu ziehende Rohr im Ziehspalt abreißt. Das Verfahren ohne genuteten Stopfen kann auch für Durchmesser kleiner 20 mm angewandt werden, während bei dem Verfahren mit Innenabstützung die zunehmende Schwierigkeit der Herstellung eines solchen genuteten Stopfens die Grenze nach unten hin festlegt.

Die Breite des Steges von Ziehtring und Stopfen in der Querschnittsebene des Ziehspaltes kann gleich oder unterschiedlich sein. Dies ist zum einen in Auswirkung auf das profilierte Rohr für den Grad der Verwirbelung des durchströmenden Mediums von Bedeutung und zum anderen für die Werkzeuggestaltung. Wählt man z. B. die Breite des Steges des Stopfens größer als die des Ziehtringes, dann kann auf diese Weise die Grenzabmessung für die Herstellung eines solchen Stopfens weiter nach unten verlegt werden, da der tragende Querschnitt des Steges auf diese Weise vergrößert wird.

Der Ziehtring wird mittels eines Wälzlagers in Form eines Drucklagers in der Ziehmatrize drehbar gelagert und der Stopfen kann sich entweder mit der ihm fest verbundenen Haltestange oder direkt auf der Haltestange drehen. Auch dafür sind Wälzlager in Form von Drucklagern vorgesehen. Beide Werkzeuge, sowohl der Ziehtring bzw. der Ziehkern des Ziehtringes als auch der Stopfen werden vorzugsweise aus Hartmetall oder alternativ aus Metallkeramik gefertigt.

In der Zeichnung wird an einem Ausführungsbeispiel das Verfahren und die Vorrichtung dazu näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch ein nach dem erfinderischen Verfahren hergestelltes profiliertes Rohr

Figur 2 einen Teilbereich der Profilierung im vergrößerten Maßstab

Figur 3 einen Längsschnitt durch den drehbar gelagerten Ziehtring

Figur 4 einen Längsschnitt durch die Lagerung der Dornstange

Figur 5 eine Draufsicht des genuteten Ziehstopfens

Figur 6 einen Schnitt entlang der Linie A-A in Figur 5

In Figur 1 ist im Querschnitt ein nach dem erfinderischen Verfahren hergestelltes profiliertes Rohr 1 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel sind über den Umfang verteilt sechs radial nach innen gerichtete Nuten 2 angeformt, die hier beispielsweise eine geringere umfangmäßige Erstreckung aufweisen, als die jeweils benachbart liegenden radial nach außen gerichteten Nuten 4. Es können aber ebenso mit diesem Verfahren Innen 2- und Außennuten 4 angeformt werden, deren Erstreckung in Umfangsrichtung gleich lang ist. Die Innen 2- und Außennuten 4 sind in Längsrichtung des Rohres 1 in einem Bereich von 80 bis 250 mm um 360° verdrallt (hier nicht dargestellt). Der Außendurchmesser 3 des profilierten Rohres 1 ist geringer als der Ausgangsdurchmesser 23 des

Glattrohr 21, wobei die Länge der Hüllkurve des Außenprofils annähernd gleich dem Umfang des Glattrohrs 21 ist, während die Wanddicke 14 (siehe Figur 2) unabhängig von der Profilierung an jeder Querschnittsstelle nahezu gleich ist.

In Figur 2 sind in einem vergrößerten Maßstab die Einzelheiten der Gestalt der Innennut 2 dargestellt. Diese Innennut 2 ist durch die nachfolgend genannten Maße im wesentlichen gekennzeichnet.

- Nuttiefe 5
- Nutbreite 6 am Grund auf der Rohraußenseite 7
- Neigungswinkel 9 der Wand 15
- Abrundungsradien 10, 11, 12 an den Übergängen
- Wanddicke 14

Für eine Beurteilung der Wirksamkeit eines solchen profilierten Rohres 1 im Hinblick auf die Wärmeübertragungsleistung ist neben der Steilheit 9 der Nutenwand 15 und der Größe der Abrundungsradien 10, 11, 12 auch die Anzahl der am Umfang angeformten Nuten 2 und deren Verdralungsgrad zu berücksichtigen.

Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch die Vorrichtung mit dem drehbar gelagerten Ziehring 25. Der vorzugsweise aus Hartmetall oder Metallkeramik hergestellte Ziehkern 15 weist über den Umfang verteilt schräg geschnittene Nuten (hier nicht dargestellt) auf. Zur Innenabstützung ist im Ziehspalt 22 ein beispielsweise zweiteiliger Stopfen angeordnet, der aus einem in die Dornstange 16 eingeschraubten zylindrischen Aufnahmestück 17 und einem schräg geschnittene Nuten bzw. Stege 40 (siehe Fig. 5) aufweisenden zylindrischen Ziehstopfen 18 besteht. Dieser ebenfalls vorzugsweise aus Hartmetall oder Metallkeramik gefertigte Ziehstopfen 18 ist mit einer Schraube 19 am Aufnahmestück 17 befestigt, wobei das Aufnahmestück 17 aus Gründen der Reibung einen kleineren Durchmesser hat als der Ziehstopfen 18. Mit dem Pfeil 20 ist die Richtung des Ziehvorganges angegeben, bei der als Ausgangsrohr ein Glattrohr 21 durch den durch den Ziehkern 15 und den Ziehstopfen 18 gebildeten Ziehspalt 22 gezogen wird. Dabei wird der Außendurchmesser des Glattrohrs 23 auf einen kleineren Wert 24 reduziert, während die Wanddicke nahezu unverändert bleibt. Der Ziehkern 15 stützt sich im des Glattrohrs 23 auf einen kleineren Wert 24 reduziert, während die Ziehring 25 ab, der axial verschiebbar und drehbar in einem Matrizenaufnahme 26 gelagert ist. Die in Ziehrichtung 20 wirkenden Kräfte werden durch die als Drucklager wirkenden Axialkugellager 27, 28 aufgefangen. Ein am Matrizenaufnahme 26 anschraubbarer Deckel 29 sorgt für den Zusammenhalt der beweglichen Teile. Der Matrizenaufnahme 26 ist im Matrizenhalter 30 angeordnet und ein in den Matrizenhalter 30 einsteckbares Sicherungsblech 31 verhindert das Herausfallen. Der Matrizenhalter 30 wiederum stützt sich auf dem an der Ziehbank befestigten Ziehschild 37 ab.

Figur 4 zeigt im Längsschnitt die Lagerung der Dornstange 16. Die mit dem Ziehstopfen 18 fest verbundene und drehbare Dornstange 16 ist in einem drehbaren Widerlager 33 befestigt. Auch hier werden die Ziehkräfte durch die als Drucklager wirkenden Axialkugellager 34, 35 aufgefangen. Der Zapfen 36 des Widerlagers 33 ist der Anschluß für

die Einstellung der Dornstange 16. Das Widerlager 33 ist in einem Gehäuse 37 angeordnet, das in einer hier nicht dargestellten Aufnahmevorrichtung eingesteckt wird. Um ein Mitdrehen des Gehäuses 37 zu verhindern, ist am Außenumfang eine radial nach innen sich erstreckende Gewindebohrung 38 angeordnet, in die ein Sicherungsstift eingeschraubt werden kann.

In den Figuren 5 und 6 sind die Einzelheiten des genuteten Ziehstopfens 18 dargestellt. Die schräg geschnittenen Stege 40 sind gleichmäßig über dem Umfang verteilt auf dem Grundkörper 41 angeordnet. Dieser Grundkörper weist eine Bohrung 42 auf, durch die die Befestigungsschraube 19 (Fig. 3) hindurchgesteckt wird. Mit dem Pfeil 20 ist die Ziehrichtung angedeutet, in die die Stege 40 sich im Querschnitt verjüngend spitz zulaufen. Die Höhe 43 des Steges 40 flacht sich im Bereich des letzten Drittels 44 bis letzten Fünftels etwas ab, um den Einfädelleffekt zu Beginn des Ziehens zu verstärken. Auf der Einlaufseite sind die Kanten 45 der Stege 40 leicht abgeschrägt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines im Querschnitt über die gesamte Wanddicke wellen- und schraubenlinienförmig profilierten Rohres, aus einem kalten metallischen Rohr mit glatter Zylinderwand,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Glattrohr mit einem s/D-Verhältnis im Bereich von 0,015 bis 0,080 durch ein drehbar gelagertes, schräg geschnittene Nuten aufweisendes Ziehwerkzeug auf einen kleineren Durchmesser gezogen wird bei nahezu gleichbleibender Wanddicke.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Vergleichmäßigung der Profilierung und zur Anformung möglichst steiler Flanken an Übergang vom Außen- zum Innenprofil bzw. vom Innen- zum Außenprofil das Glattrohr durch einen ringförmigen Ziehspalt gezogen wird, wobei ein drehbar gelagerter, schräg geschnittene Nuten aufweisender Stopfen zu Beginn des Ziehens in die richtige Umfangsstellung zum Ziehring gedrückt wird und während des Ziehens synchron mit dem Ziehring umläuft.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem drehbaren gelagerten, mobilen Stopfen und einem eine Profilierung aufweisenden Ziehring,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei Ziehring (25) die schräg geschnittenen Nuten bzw. Stege mit gleichem Querschnitt sich über die Länge des zylindrischen Teiles erstrecken und auslaufend in den unprofilierten konischen Einlaufteil des Ziehringes (25) übergehen, wobei die Übergänge in Umfangsrichtung von der Nut zum Steg bzw. vom Steg zur Nut leicht abgerundet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß beim Stopfen (18) die schräg geschnittenen Stege (40) in Ziehrichtung gesehen sich im Querschnitt verjüngend spitz zulaufen und im Bereich des letzten Drittels bis letzten Fünftels bezogen auf die Gesamtlänge die Höhe (43) der Stege (40) abnimmt, wobei die Übergänge in Umfangsrichtung von der Nut zum Steg (40)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

bzw. vom Steg (40) zur Nut leicht abgerundet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abrundungsradien (10, 11, 12) in einem Bereich zwischen 0,3 - 1,5 mm liegen.

Fig.1

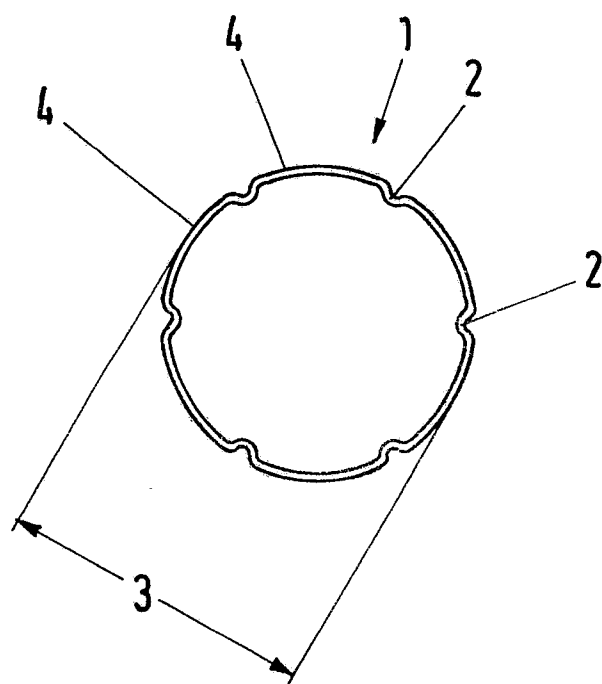


Fig.2

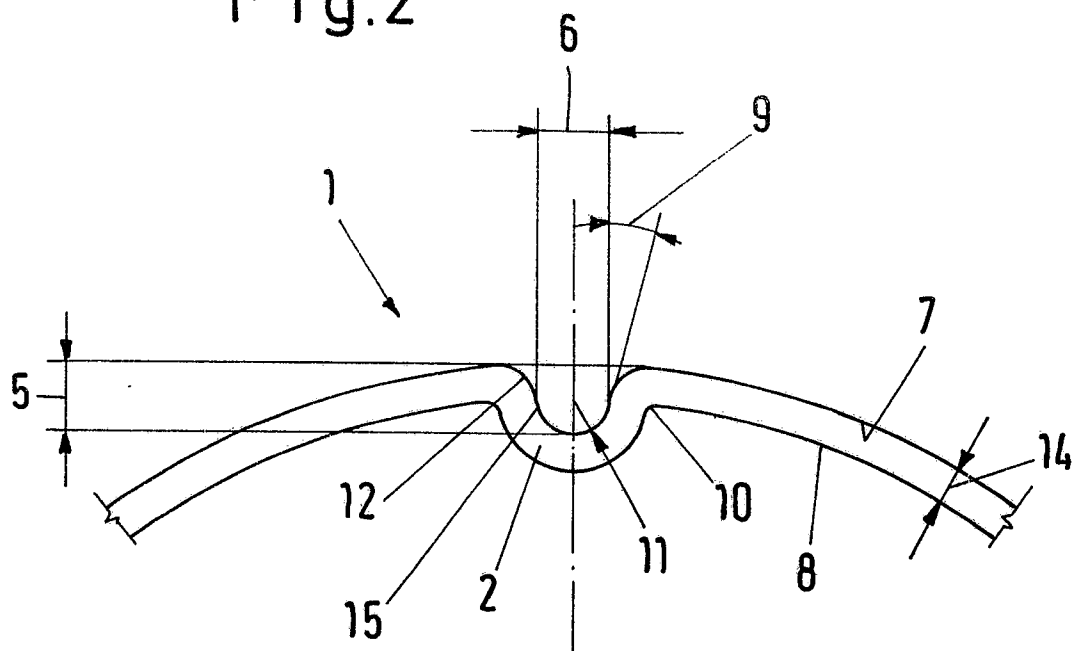


Fig.3

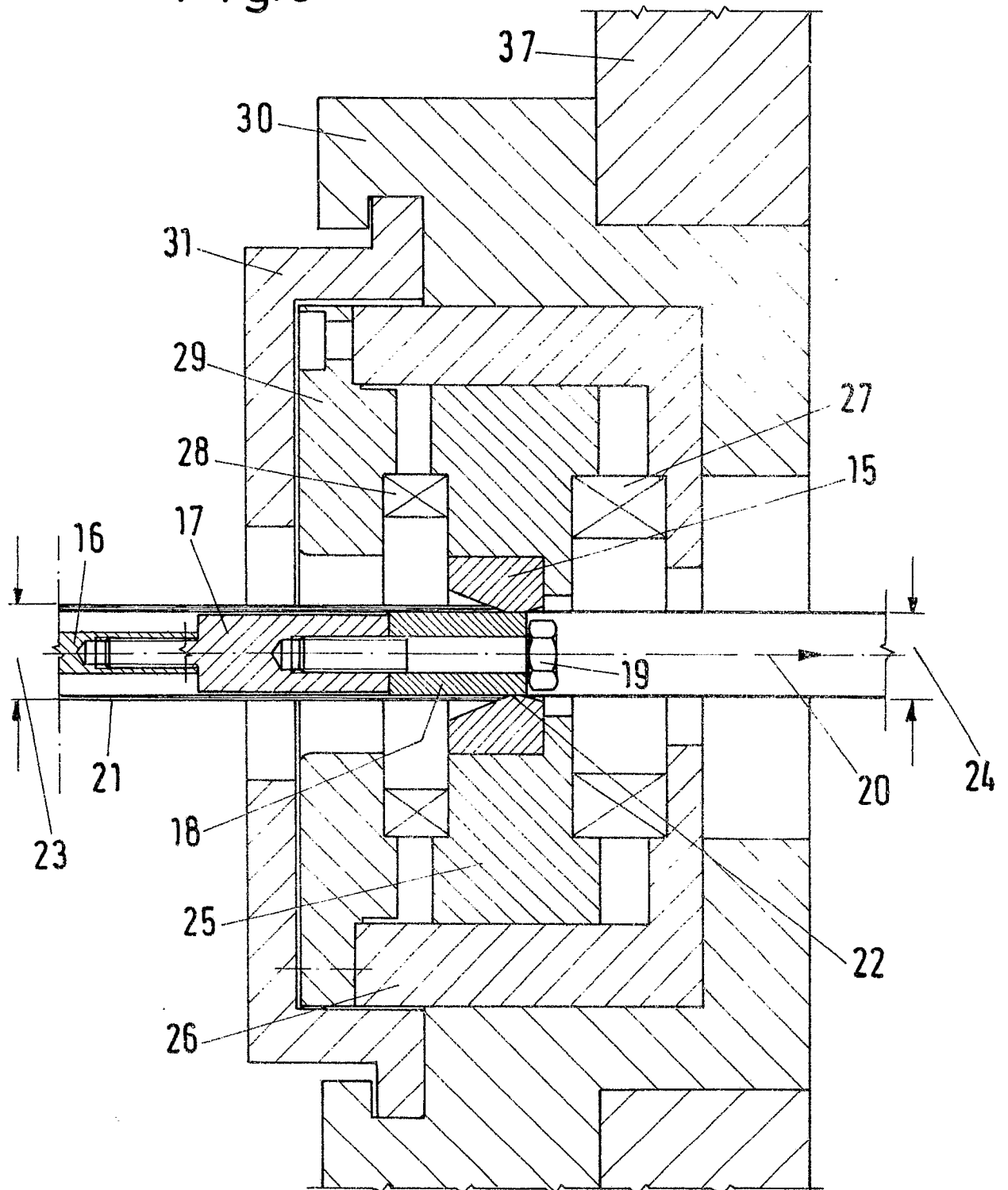


Fig.4

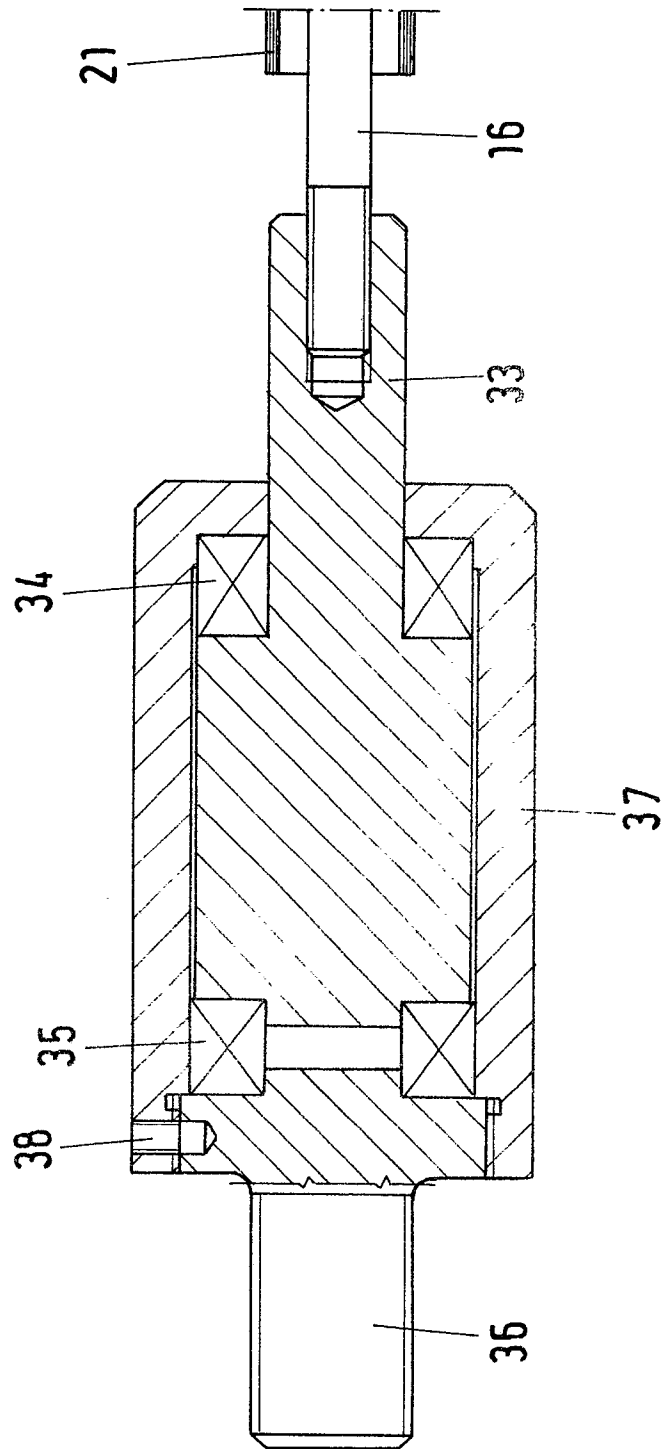


Fig.5

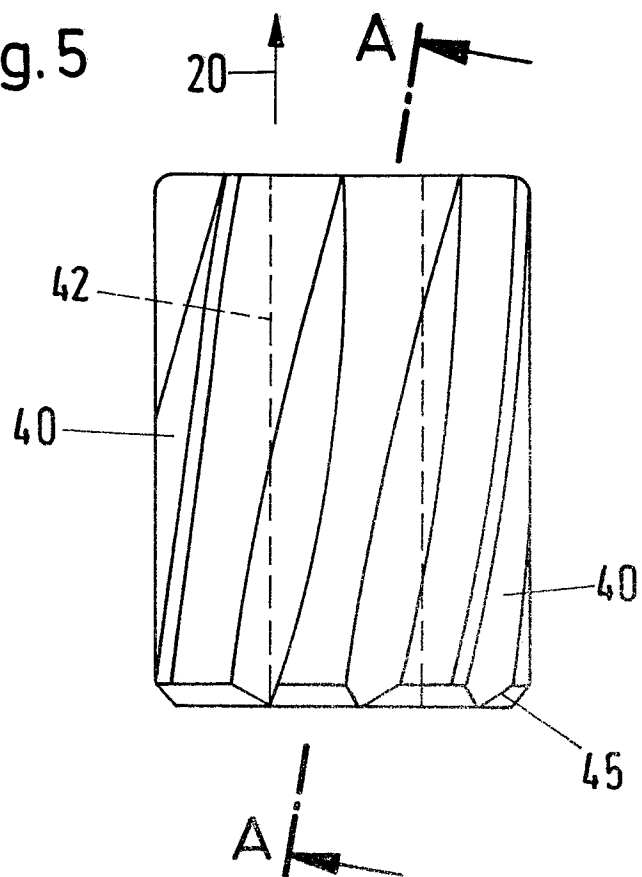


Fig.6

