(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 882 532 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.1998 Patentblatt 1998/50

(51) Int. Cl.[6]: **B21H 5/00**, B21D 22/16, B21D 53/28

(21) Anmeldenummer: **98109295.0**

(22) Anmeldetag: **22.05.1998**

(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: **03.06.1997 DE 19723198**

(71) Anmelder:
Dynamit Nobel GmbH Explosivstoff- und Systemtechnik
53840 Troisdorf (DE)

(72) Erfinder:
- **Pütz, Karl-Heinz**
  50859 Köln (DE)
- **Zimmermann, Willi**
  53757 St. Augustin (DE)
- **Steinhauer, Heinz**
  53844 Troisdorf (DE)
- **Stein, Bernd**
  53119 Bonn (DE)

(74) Vertreter:
Scherzberg, Andreas, Dr.
c/o DYNAMIT NOBEL AKTIENGESELLSCHAFT, Patentabteilung
53839 Troisdorf (DE)

(54) Drückwalzvorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines planverzahnten Werkstückes

(57) Verfahren und Drückwalzvorrichtung (100) zur Herstellung eines planverzahnten Werkstückes (106), mit einem zylindrischen Formwerkzeug (101), das an seiner Planenseitenfläche (102) eine Zahnstruktur (103) aufweist und mit mindestens zwei rotierenden Drückrollen (107), die das Werkstück (106) gegen die Seitenfläche (102) des Formwerkzeuges (101) und in die Zahnstruktur (103) pressen.

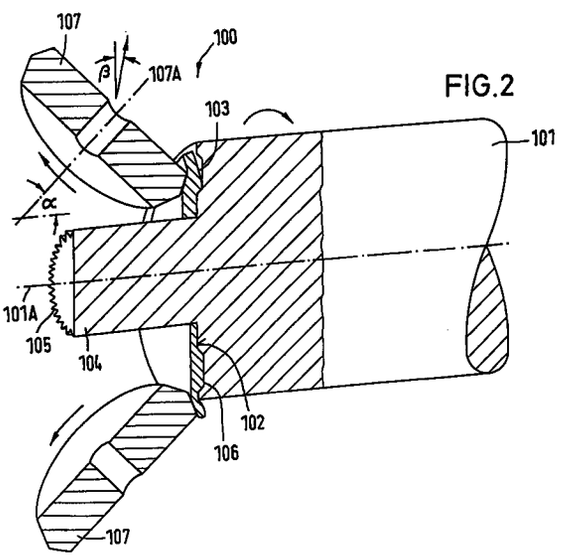


FIG.2

EP 0 882 532 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Drückwalzvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines stirnverzahnten Werkstückes, wie z.B. einem Metallring, auf dessen Stirnseite Verzahnungen oder ähnliche Erhebungen bzw. Vertiefungen aufgebracht sind.

Stirnseitig verzahnte Werkstücke werden zum Beispiel im Fahrzeugbau benötigt, insbesondere für Sensorsysteme zur Erfassung von Rotationsbewegungen oder Rotationsgeschwindigkeiten, wie sie auch in ABS-Anlagen verwendet werden.

Üblicherweise werden die Stirnverzahnungen bei derartigen Werkstücken mechanisch oder durch funkeninduktive Bearbeitung hergestellt. Die Werkstücke können aber auch als Sinterteile hergestellt werden, so daß eine mechanische Bearbeitung nicht notwendig ist. Diese bekannten Herstellungsverfahren sind jedoch kostenintensiv und belasten durch die entstehenden Abfallprodukte wie Öle, Kühlschmierstoffe, ölige Späne bei der Fertigung Arbeitspersonal und Umwelt.

In der WO 96/20050 ist die Herstellung von innenverzahnten rohrförmigen Teilen mit dem Drückwalzverfahren beschrieben. Die Herstellung von stirnverzahnten Teilen ist mit diesem Verfahren jedoch nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung von stirnverzahnten Werkstücken dahingehend zu verbessern, daß der Herstellungsprozeß vereinfacht wird und die Umweltbelastung reduziert wird.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 8 gelöst.

Die Erfindung schlägt vor, die Stirnverzahnung in dem Werkstück mit der Drückwalztechnik auszuformen. Mittels Drückrollen wird das auf einem Formwerkzeug befindliche Werkstück plastisch kaltverformt. Dabei wird die Dicke des Werkstückes verringert und die Fläche durch Ausziehen des Materials vergrößert, wobei das unter dem Druck der Drückrollen flüssig werdende Material in eine Zahnstruktur des Formwerkzeuges gepreßt wird. Auf diese Weise lassen sich stirnverzahnte Werkstücke einfach herstellen und zwar unter Vermeidung von umweltschädlichen Abfallprodukten wie z.B. Ölen oder Kühlschmiermitteln. Ein Vorteil des Drückwalzens ist es, daß, bedingt durch die kalte Umformung, das fertiggestellte Werkstück ein gleichmäßiges Gefüge aufweist.

Vorteilhafterweise weist das Formwerkzeug einen Zentrierzapfen für das Werkstück auf, der auch als Verdrehsicherung für das Werkstück dienen kann. So wird sichergestellt, daß das Werkstück während des unter einer Rotation verlaufenden Drückwalzens exakt positioniert bleibt. Dies erhöht die Genauigkeit der Stirnverzahnung des Werkstückes.

Die Drückrollen laufen während des Drückwalzvorganges relativ zu dem Formwerkzeug mit dem daran befindlichen Werkstück um. Entweder rotiert das Formwerkzeug um seine Längsachse und die Drückrollen bewegen sich nur in radialer Richtung über die Zahnstruktur des Formwerkzeuges oder das Formwerkzeug ist stationär und die Drückrollen werden sowohl radial als auch umlaufend über die Zahnstruktur bewegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Formwerkzeug von einer verschiebbaren Hülse umgeben, mit der die Auflagefläche des Formwerkzeuges für das Werkstück vergrößert werden kann. Nach Beendigung des Ausformens der Stirnverzahnung auf dem Werkstück wird die Hülse von dem Werkstück zurückgezogen, so daß ein Rand des Werkstücks über das Formwerkzeug übersteht. Dieser Rand kann nun mit Hilfe der Drückrollen auf das Formwerkzeug umgelegt werden, so daß eine Hülse mit radial verlaufender verzahnter Stirnfläche entsteht, wobei die Verzahnung im Inneren der Hülse liegt. Um den überstehenden Rand des verzahnten Werkstückes auch zu der anderen, dem Formwerkzeug abgewandten Seite umzulegen, kann ein Hohldorn an das verzahnte Werkstück angesetzt werden, der als Auflage für den umzulegenden Rand dient. So entsteht eine Hülse mit radialer Stirnfläche, wobei die Verzahnung auf der Stirnfläche außerhalb der Hülse liegt.

Es ist auch möglich, die äußeren Mantelflächen des Formwerkzeuges bzw. des Hohldornes mit einer formgebenden Struktur, wie z.B. einer Verzahnung oder einem Gewinde zu versehen, so daß die Hülse des fertiggestellten Werkstückes in ihrem Inneren eine entsprechende Verzahnung oder ein Gewinde aufweist.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Formwerkzeug gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine Drückwalzvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 ein mit dem zweiten Ausführungsbeispiel hergestelltes Werkstück,

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel der Drückwalzvorrichtung,

Fig. 5 ein mit dem dritten Ausführungsbeispiel hergestelltes Werkstück,

Fig. 6 ein viertes Ausführungsbeispiel der Drückwalzvorrichtung,

Fig. 7 ein mit dem vierten Ausführungsbeispiel hergestelltes Werkstück,

Fig. 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel der Drückwalzvorrichtung, und

Fig. 9 ein mit dem fünften Ausführungsbeispiel her-

gestelltes Werkstück.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Formwerkzeuges gezeigt. Das Formwerkzeug 1 ist zylinderförmig und um seine Längsachse 1A drehend antreibbar an einer nicht dargestellten Werkzeugmaschine befestigt. An der der Werkzeugmaschine abgewandten Stirnseite 2 weist das Formwerkzeug 1 eine negative Stirnverzahnung 3 auf. Die Stirnverzahnung 3 kann auch erhaben auf der Stirnseite 2 ausgebildet sein. Die Stirnverzahnung 3 ist die formgebende Struktur für das Werkstück. Ein Zentrierzapfen 4 ist mittig auf der Stirnseite 2 angeordnet. Er dient zur Führung und Zentrierung des Rohlings 6 bzw. des Werkstückes auf dem Formwerkzeug 1. Die Stirnfläche 2 weist eine zahnähnliche Kontur 5 oder Aufrauhung auf, die den Zentrierzapfen 4 umgibt und innerhalb der Stirnverzahnung 3 liegt. Diese Kontur 5 dient zur Verdrehsicherung des Rohlings 6 bzw. des Werkstückes, so daß dieses drehfest mit dem Formwerkzeug 1 verbunden werden kann.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Die Drückwalzvorrichtung 100 weist ebenfalls ein drehbares Formwerkzeug 101 mit einer Stirnfläche 102, auf der eine Zahnstruktur 103 sowie ein Zentrierzapfen 104 angebracht sind, auf. Auf seiner Umfangsfläche hat der Zentrierzapfen 104 Längsrillen 105 oder ähnliche Aufrauhungen. Ein Rohling wird über den Zentrierzapfen 104 auf die Stirnfläche 102 des Formwerkzeuges 101 geschoben. Der Rand der zentralen Öffnung des Rohlings bzw. des Werkstückes 106 ist komplementär zu den Längsrillen 105 des Zentrierzapfens 104 ausgebildet, so daß die beiden Teile als Verdrehsicherung ineinandergreifen. Die Zahnstruktur 103 des Formwerkzeuges 101 kann sich daher radial vom Umfang bis zu dem Zentrierzapfen 104 erstrecken. Die dargestellte Zahnstruktur 103 ist in radialer Richtung nur abschnittsweise ausgebildet.

Nachdem das Werkstück 106 an der Stirnfläche 102 anliegt, werden mindestens zwei Drückrollen 107 an das Werkstück 106 herangefahren. Die Drehachse 107A der Drückrolle 107 verläuft unter einem Winkel α zu der Drehachse 101A des Formwerkzeuges 101. Der Winkel α und die Umfangsflächen der Drückrolle 107 sind so gewählt, daß die Drückrollen 107 vor dem Start des Umformens bis an den Zentrierzapfen 104 herangebewegt werden können und daß die Drückrollen 107 eine axiale Kraft auf das an der Stirnseite 102 befindliche Werkstück 106 aufbringen können. Der Winkel α beträgt mindestens 10°, vorzugsweise 45°.

Während der Drückwalzoperation rotiert das Formwerkzeug 101 und die Drückrollen 107 um ihre jeweiligen Drehachsen 101A bzw. 107A. Das Drückwalzen findet von innen nach außen statt, d.h. daß die Drückrollen 107, die bei Beginn des Umformens an dem Zentrierzapfen 104 stehen, nach außen bewegt werden. Die Drückrollen 107 werden nicht exakt radial nach außen bewegt, sondern unter einem Winkel β, so daß die Vorschubrichtung der Drückrollen 107 zu der Stirnfläche 102 hin geneigt ist. Mit zunehmendem radialen Abstand zu der Drehachse 101A des Formwerkzeuges werden die Drückrollen 107 also näher an die Stirnfläche 102 herangeführt. So wird sichergestellt, daß die Drückrollen 107 das Material des Werkstückes 106 vollkommen in die Zahnstruktur 103 hineinpressen. In der oberen Hälfte von Fig. 2 ist eine Drückrolle 107 etwa in der Mitte des Umformprozesses dargestellt. In der unteren Hälfte der Figur ist eine Drückrolle 107 in Endstellung gezeigt. Nach Erreichen dieser Endstellung werden die Drückrollen von dem Werkstück 106 wegbewegt, so daß dieses von dem Formwerkzeug 101 abgenommen werden kann.

In Figur 3 ist ein Ausschnitt des Werkstückes 106 gezeigt, welches mit der in Fig. 2 dargestellten Drückwalzvorrichtung 101 hergestellt wurde. Das Werkstück 106 ist ringförmig, wobei eine Stirnverzahnung 108 auf einer Stirnfläche 109 des Werkstückes 106 aufgebracht ist.

In Figur 4 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Drückwalzvorrichtung dargestellt. Die Drückwalzvorrichtung 200 weist ebenfalls ein Formwerkzeug 201 mit einer stirnseitigen Zahnstruktur 203 und einem Zentrierzapfen 204 auf. Der Zentrierzapfen 204 hat jedoch eine glatte Mantelfläche.

Das Werkstück 206 hat die Form einer Hülse mit einem stirnseitigen äußeren Flansch. Der Durchmesser der Hülse ist derart bemessen, daß sie auf den Zentrierzapfen 4 aufgeschoben werden kann, so daß der Flansch an der Stirnfläche 202 des Formwerkzeuges 201 anliegt. Ein reitstockseitiger Haltedorn 205 wird auf den Zentrierzapfen 204 aufgeschoben, bis er auf das Werkstück 206 trifft und dieses gegen das Formwerkzeug 201 drückt, so daß Formwerkzeug 201 und Werkstück 206 eine drehfeste Verbindung eingehen. Daher sind Längsrillen in dem Zentrierzapfen 204 oder eine weitere Verzahnung in der Stirnfläche 202 des Formwerkzeuges 201 nicht erforderlich. Das Umformen des Werkstückes 206 erfolgt ebenso wie bei dem in Figur 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel.

In Figur 5 ist das Werkstück 206 gezeigt, das mit der in Figur 4 gezeigten Drückwalzvorrichtung 200 gefertigt wurde. Das Werkstück 206 hat die Form einer Hülse 210, an deren einer Stirnseite ein radial verlaufender Flansch 209 angeordnet ist. Auf der der Hülse 210 abgewandten Stirnfläche des Flansches 209 befindet sich eine Stirnverzahnung 208.

Ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Figur 6 dargestellt. Das Formwerkzeug 101 entspricht dem Formwerkzeug des zweiten Ausführungsbeispieles wie es in Figur 2 gezeigt ist. Das Formwerkzeug 101 ist von einem verschiebbaren Rohr 312 umgeben. Vor Beginn des Umformvorganges wird das Rohr 312 derart positioniert, daß seine Stirnfläche 313 bündig mit der Stirnfläche 102 des Formwerkzeuges 101 abschließt, so daß die Auflagefläche für das Werkstück 306 vergrößert wird. Der Drückwalzvorgang wird also nicht am

Umfang des Formwerkzeuges 101 abgebrochen, sondern erst an dem äußeren Umfang des Rohres 312. Da das Material des Werkstückes 306 auf einer größeren Fläche verteilt wird, fällt die Wandstärke des fertiggestellten Werkstückes 306 entsprechend dünner aus. Daher wird eine größere Ausgangswandstärke für das Werkstück 102 gewählt.

Nach Abschluß des Drückwalzens wird das Rohr 312 zurückgezogen, so daß ein Rand 311 (siehe obere Hälfte von Fig. 8) über den Umfang des Formwerkzeuges 101 übersteht. Mit Hilfe der Drückrollen 107 wird der überstehende Rand 311 auf die Umfangsfläche des Formwerkzeuges 101 umgelegt. Zum Lösen des Werkstückes 306 von dem Formwerkzeug 101 kann auch das Rohr 312 verwendet werden, das dann das Werkstück 306 von dem Formwerkzeug 101 abstreift.

In Figur 7 ist das fertiggestellte Werkstück 306 gezeigt. Der umgelegte überstehende Rand 311 bildet nun eine Hülse 310, an deren einer Stirnseite sich eine radial verlaufende Fläche 309 befindet. Auf der der Hülse 310 zugewandten Seite weist die Stirnfläche 309 eine durch das Drückwalzen aufgebrachte Verzahnung 308 auf.

In Figur 8 ist ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Drückwalzvorrichtung 400 entspricht im wesentlichen der Drückwalzvorrichtung 300, wie sie in Figur 6 dargestellt ist. Bis auf das Umlegen des überstehenden Randes 411 des Werkstückes 406 (untere Hälfte von Fig. 8) sind die zu durchlaufenden Fertigungsschritte identisch.

Nach Zurückziehen des Rohres 312 wird ein reitstockseitiger Dorn 412 gegen das Werkstück 406 gefahren. Mit den Drückrollen 107 wird der überstehende Rand 411 des Werkstückes 406 erfaßt und auf die Umfangsfläche des reitstockseitigen Dorns 412 umgelegt. Auf diese Weise wird das in Figur 9 dargestellte Werkstück 406 hergestellt. Der umgelegte Rand 411 bildet eine Hülse 410, an deren Stirnseite sich eine radial verlaufende kreisringförmige Stirnfläche 409 anschließt. Auf der der Hülse 410 abgewandten Seite weist die Stirnfläche 409 eine durch das Drückwalzen geformte Stirnverzahnung 408 auf.

Patentansprüche

1. Drückwalzvorrichtung (100;200;300) zur Herstellung eines stirnverzahnten Werkstückes (106;206;306; 406), mit einem eine stirnseitige Zahnstruktur (3;103) aufweisenden Formwerkzeug (1;101;201) und mindestens zwei ein Werkstück (106;206;306;406) in die Zahnstruktur (3;103) pressenden Drückrollen (107), welche relativ zu dem Formwerkzeug (1;101;201) umlaufen.

2. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug (1;101;201) zylinderförmig ist und an der Stirnseite (2;102; 202) einen mittig angeordneten Zentrierzapfen (4;104;204) aufweist, auf den ein Rohling (6) aufsteckbar ist.

3. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentrierzapfen (104) und der Rohling (6) bzw. das Werkstück (106;306;406) zur Verdrehsicherung ineinandergreifende Konturen (105) aufweisen.

4. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug (1) im Ansetzbereich der Drückrollen (107) eine das Werkstück gegen Verdrehen sichernde Haltestruktur (5) aufweist.

5. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (107A) der Drückrollen (107) unter einem Winkel $\alpha \geq 10°$ zu der Achse (1A;101A;201A) des Formwerkzeuges (1;101;201) verlaufen.

6. Drückwalzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug (101) zur Vergrößerung der Auflagefläche für das Werkstück (306;406) von einem verschiebbaren Rohr (312) umfaßt ist, das nach Beendigung des Ausformens der Verzahnung (308;408) zurückziehbar ist, so daß der überstehende Rand (311;411) des Werkstückes (306;406) umlegbar ist.

7. Drückwalzvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen Hohldorn (412), der nach Beendigung des Ausformens der Verzahnung (408) auf das an dem Formwerkzeug (101) befindliche Werkstück (406) aufsetzbar ist, so daß der Rand (411) des Werkstückes (406) zu dem Hohldorn (412) hin umlegbar ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines stirnverzahnten Werkstückes (106;206;306,406) mit einem Formwerkzeug (1;101;201), das an seiner Stirnseite (2;102;202) eine Zahnstruktur (3;103;203) aufweist, und mindestens zwei relativ zu dem Formwerkzeug (1;101;201) umlaufenden Drückrollen (107), mit den folgenden Schritten:

   - Anpressen der Drückrollen (107) an den radial innenliegenden Bereich der Stirnfläche des an der Zahnstruktur (3;103;203) anliegenden Werkstücks (106;206;306;406),
   - Bewegen der Drückrollen (107) über die Zahnstruktur (3;103;203), wobei das Werkstück (106;206;306;406) in die Zahnstruktur (3;103;203) gewalzt wird, so daß auf der Stirnfläche des Werkstückes (106;206;306;406) eine entsprechende Verzahnung (108;208;308;408) entsteht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, mit den weiteren Schritten:

- Verwenden eines das Formwerkzeug (101) umgebenden Rohres (312), das die Auflagefläche für das Werkstück (306;406) vergrößert,
- Zurückziehen des Rohres (312) nach Beendigung des Ausformens der Verzahnung (308;408)
- Umlegen des überstehenden Randes (311;411) des Werkstückes (306;406) auf die Mantelfläche des Formwerkzeuges (101).

10. Verfahren nach Anspruch 8, mit den weiteren Schritten:

- Verwenden eines das Formwerkzeug (101) umgebenen Rohres (312), das die Auflagefläche für das Werkstück (406) vergrößert,
- Zurückziehen des Rohres (312) nach Beendigung des Ausformens der Verzahnung (408),
- Ansetzen eines Hohldornes (412) an das Werkstück (406),
- Umlegen des überstehenden Randes (411) des Werkstückes (406) auf die Mantelfläche des Hohldornes (412).

FIG.1

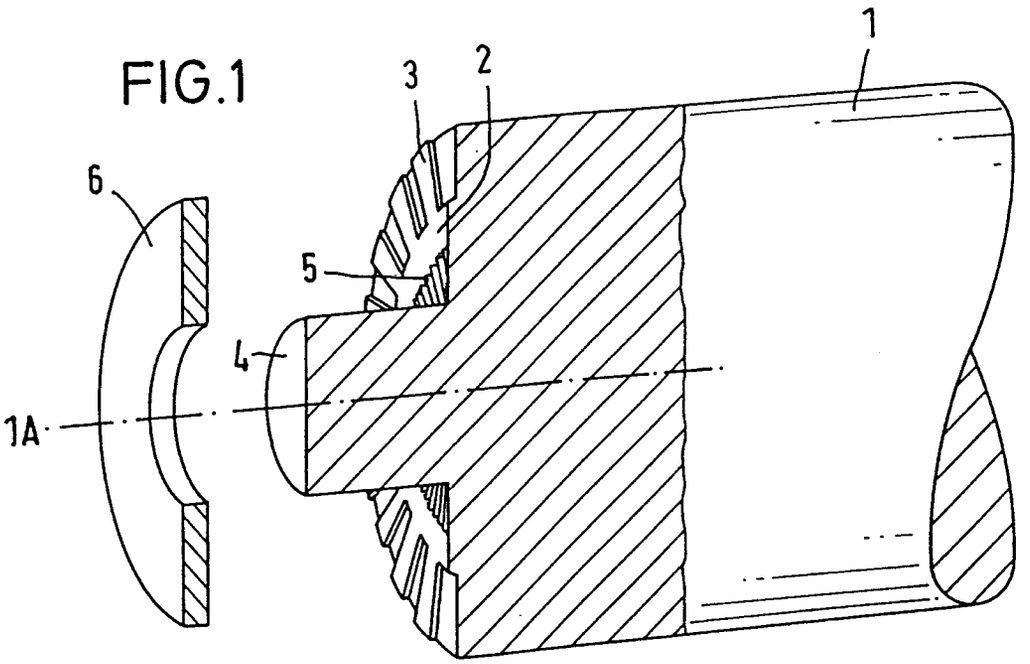


FIG.2

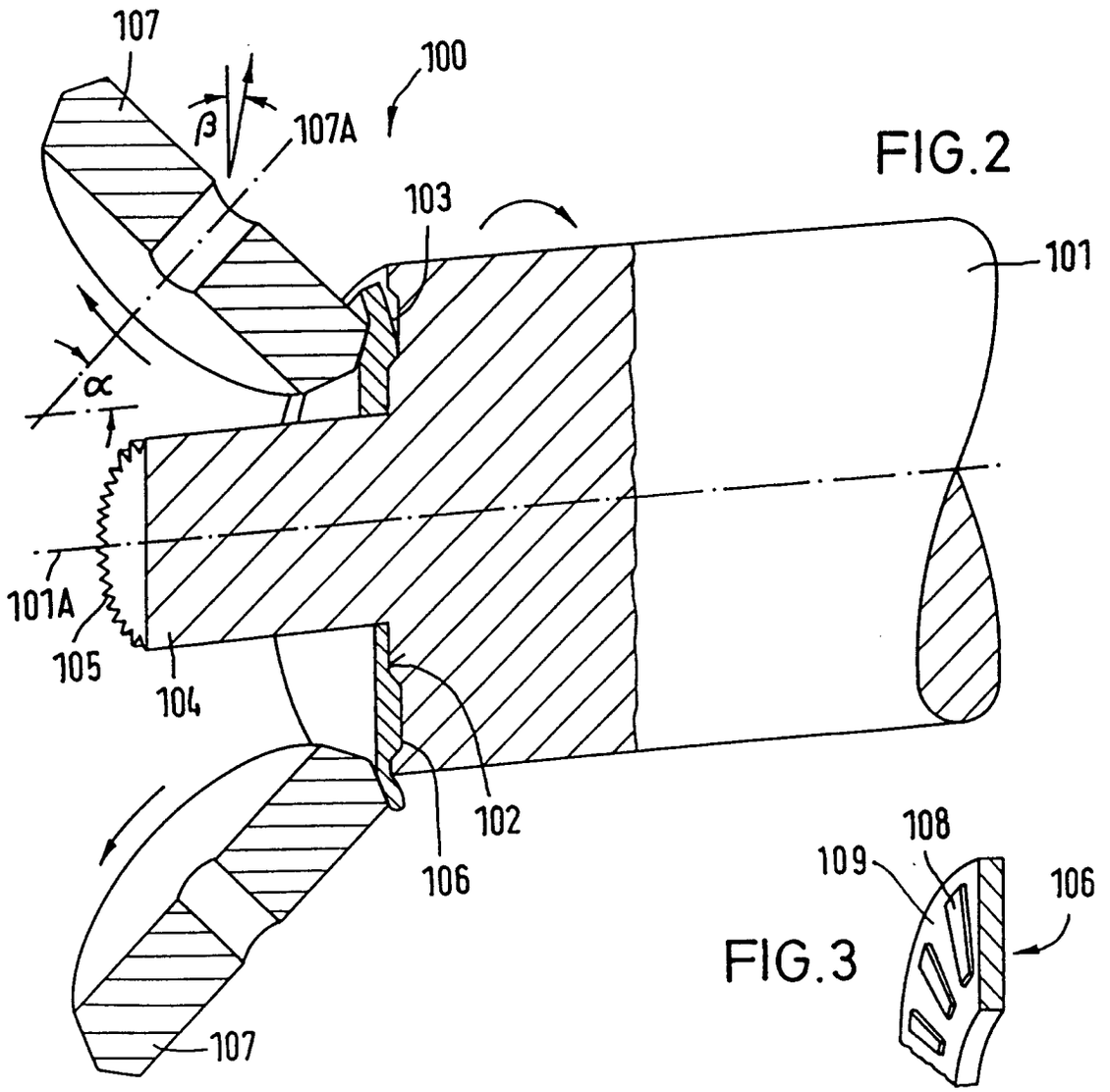


FIG.3

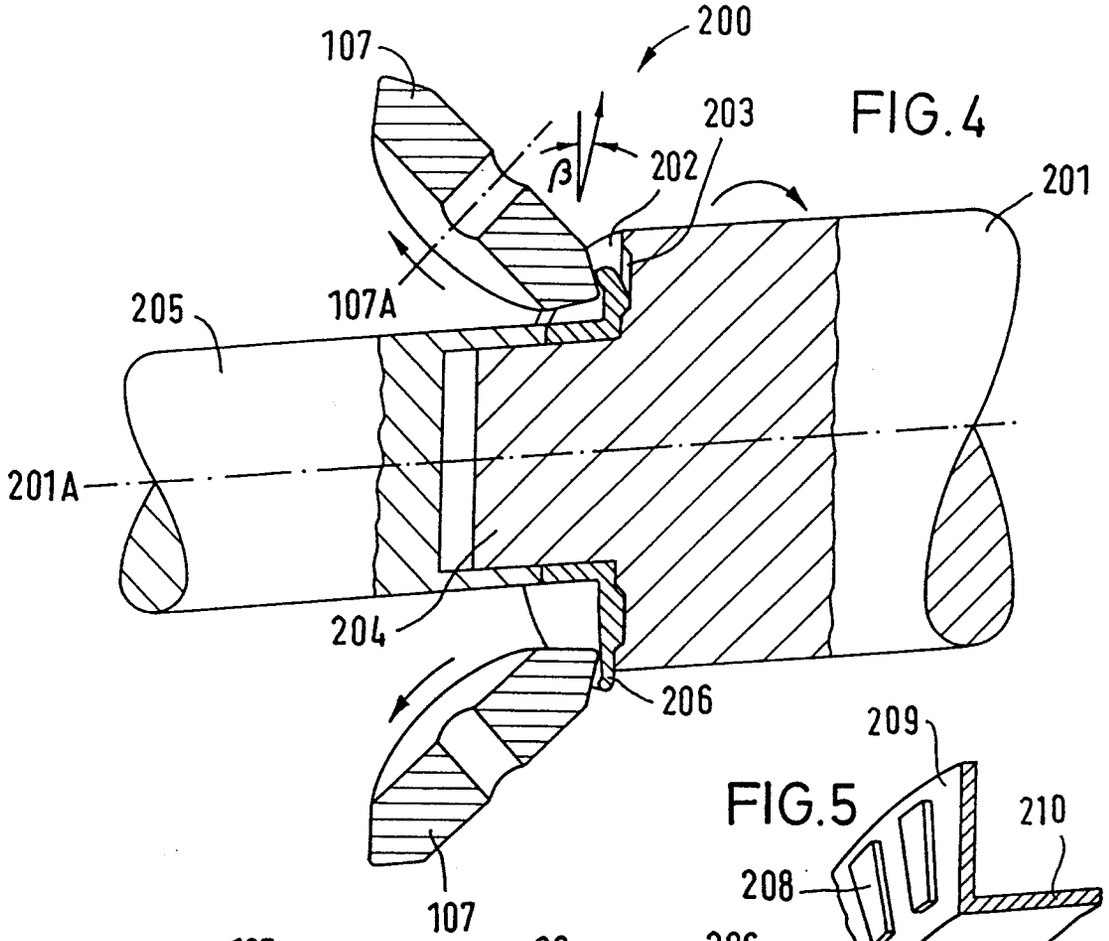


FIG.4

FIG.5

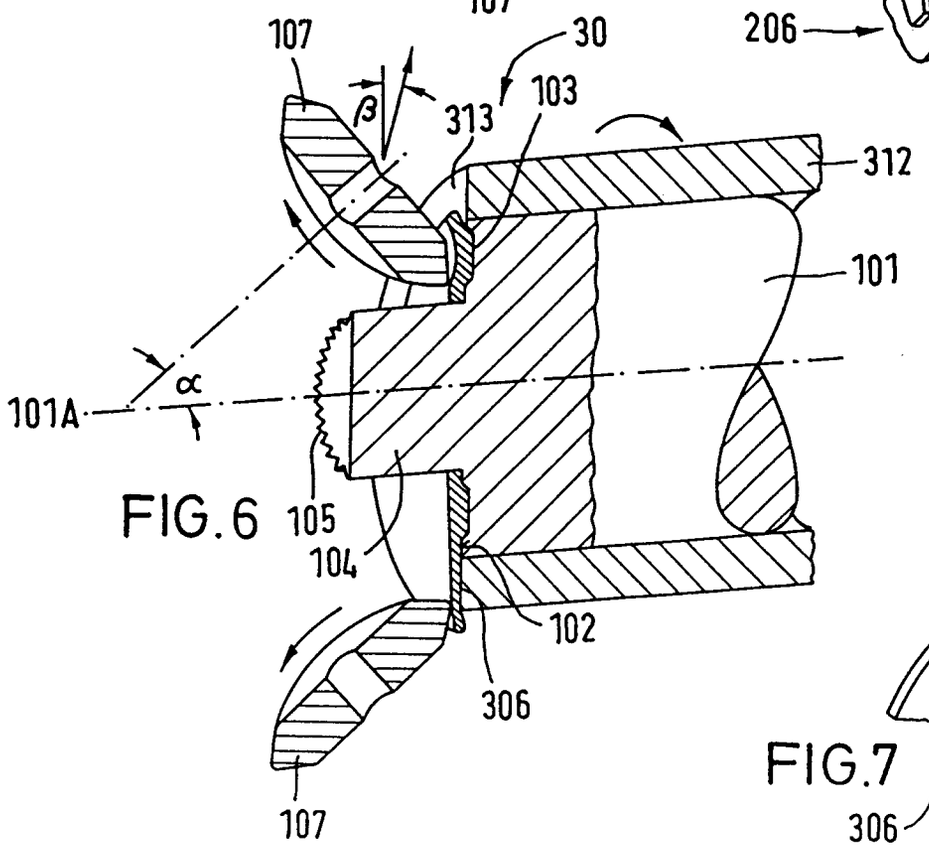


FIG.6

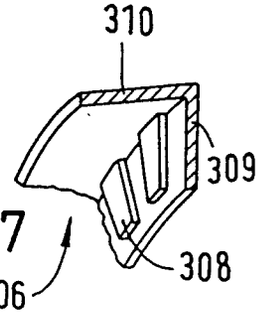


FIG.7

FIG.8

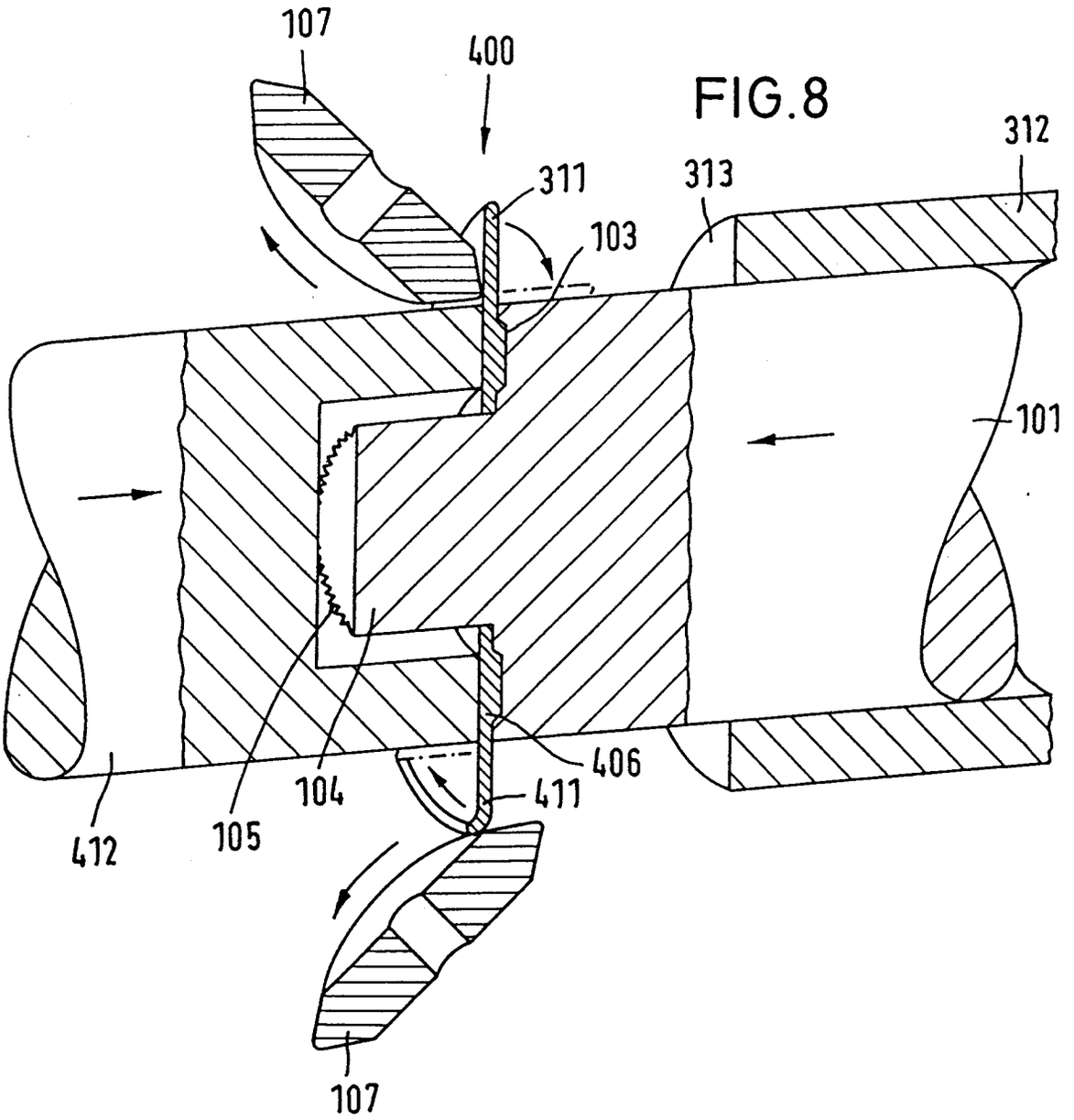
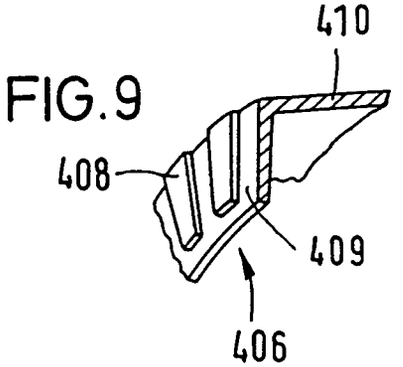

107
400
311
313
312
103
101
406
411
104
105
412
107

FIG.9


410
408
409
406