

 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

 Anmeldenummer: **88810171.4**

 Int. Cl.4: **B 21 D 53/30**  
**B 21 H 1/10**

 Anmeldetag: **17.03.88**

 **Priorität: 07.04.87 CH 1326/87**  
**30.04.87 CH 1655/87**

 **Veröffentlichungstag der Anmeldung:**  
**12.10.88 Patentblatt 88/41**

 **Benannte Vertragsstaaten:**  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

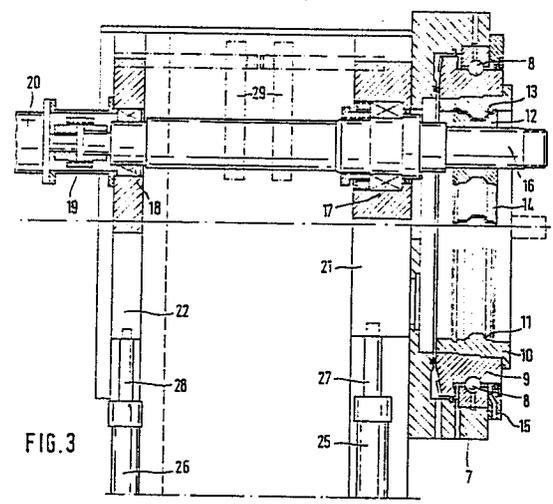
 **Anmelder: CHRISTIAN RAGETTLI AG**  
**Altstetterstrasse 149**  
**CH-8048 Zürich (CH)**

 **Erfinder: Ragetli, Christian**  
**Altstetterstrasse 149**  
**CH-8048 Zürich (CH)**

 **Vertreter: Rottmann, Maximilian R.**  
**c/o Rottmann, Maspoli + Zimmermann AG**  
**Glattalstrasse 37**  
**CH-8052 Zürich (CH)**

 **Verfahren zum Profilformen von als Ringkörper ausgebildeten Werkstücken und Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens.**

 Es wird ein rohrförmiger Rohling nahtlos geformt und in einzelne ringförmige Teile zerlegt, welche dann mittels zwei rotationskörperförmigen Werkzeugen (10, 12) profiliert werden. Die Bearbeitung der ringförmigen Teile (14) erfolgt so, dass der spezifische Druck auf der Aussenseite und auf der Innenseite gleich ist. Das Profilformen erfolgt mit Hilfe von zwei zusammenwirkenden, rotationskörperförmigen Werkzeugen (10, 12), deren gegenseitiger Abstand veränderbar ist. Das Innenwerkzeug (12) wirkt mit seiner Konvexen Aussenseite (13) auf das Werkstück (14), während das Aussenwerkzeug (10) mit seiner konkaven Innenseite (11) zum Einsatz kommt. In dieser Weise wird erreicht, dass die Flächenpressungen während der Bearbeitung sowohl auf der Innenseite des Fahrzeugfelgens als auch auf der Aussenseite der Felge gleich sind. Die Einrichtung eignet sich sowohl zur Herstellung von Fahrzeugfelgen aus Stahl als auch aus Leichtmetall, wie z.B. Aluminium.



**EP 0 286 587 A2**

## Beschreibung

### Verfahren zum Profilformen von als Ringkörper ausgebildeten Werkstücken und Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens

Die vorliegende Einrichtung bezieht sich auf ein Verfahren sowie auf eine Einrichtung zum Profilformen von als Ringkörper ausgebildeten Werkstücken, insbesondere zur Herstellung von Fahrzeugfelgen, nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 4.

Zum Profilformen von als Ringkörper ausgebildeten Werkstücken, insbesondere zur Herstellung von Fahrzeugfelgen, sind Einrichtungen bekannt, welche zwei rotationskörperförmige Werkzeuge aufweisen, die von entgegengesetzten Seiten aus auf ein Werkstück einwirken, indem deren gegenseitiger Abstand veränderbar ist. Zum Formen z.B. einer Fahrzeugfelge wird diese mit ihrem Rand zwischen dem oberen und unteren Werkzeugen eingespannt, wobei der Formdruck durch die Verringerung des gegenseitigen Abstandes der beiden Werkzeuge erfolgt, zwischen welchen der Felgenrand eingespannt ist. Das als Felge ausgebildete Werkstück rotiert zwischen den beiden angepressten Rollen, wobei die eine Rolle an der äusseren Seite und die andere Rolle an der inneren Seite der Felge angreift. Der Nachteil dieser Einrichtung besteht darin, dass die Flächenpressung auf der äusseren Seite annähernd dreimal grösser ist als die entsprechende Flächenpressung auf der inneren Seite der Felge. Dies geht aus der Betrachtung der Fig. 1 hervor, welche die prinzipielle Anordnung einer solchen Einrichtung rein schematisch darstellt. Mit 1 ist das rollenförmige, obere Werkzeug, mit 2 das ebenfalls rollenförmige untere Werkzeug und mit 3 das Werkstück bezeichnet. Die Werkzeuge 1 und 2 werden mit einer Kraft P gegen das Werkstück 3 gepresst. Der spezifische Druck auf der Aussenseite des Werkstückes 3 wird mit  $P_a$  und der spezifische Druck auf der Innenseite des Werkstückes 3 mit  $P_i$  bezeichnet. Die entsprechenden Radien der Rollen und des Werkstückes sind mit  $r_a$ ,  $r_i$  und  $r_w$  bezeichnet.

Zur Berechnung des spezifischen Druckes auf der Aussen- und auf der Innenseite wird die Herzsche Formel:

$$p = 0,42 \cdot \sqrt{\frac{p \cdot E}{r_m \cdot L}}$$

verwendet. Dabei bedeutet  $r_m$  den mittleren Radius der beiden Rollkörper mit den Radien  $r_1$  und  $r_2$ ; L die Rollkörperlänge und E den Elastizitätsmodul. Dabei wäre noch zu berücksichtigen, dass:

$$5 \quad \frac{1}{r_m} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$

10

15

Mit Hilfe dieser Beziehungen kann der Fachmann ohne weiteres ausrechnen, dass folgende Beziehung gilt:

$$p_a = p_i \cdot 2,77.$$

20

Dies bedeutet, dass der spezifische Druck auf der Aussenseite des Werkstückes 2,77-mal grösser ist als der spezifische Druck auf der Innenseite des Werkstückes.

25

Dieser Nachteil wird bei der Fabrikation von Stahlfelgen in Kauf genommen, so dass diese in drei Rolloperationen geformt werden können. Anders verhält es sich bei der Herstellung von Ringkörpern aus Leichtmetall, wie z.B. aus Aluminium. Hier kann dieser Nachteil nicht in Kauf genommen werden, da das weiche Aluminium zu stark auf die ungleichen Flächenpressungen reagiert.

30

Aus diesem Grunde ist die Herstellung von Fahrzeugfelgen aus Aluminium besonders schwierig und kostspielig. Die Herstellung erfolgt in der Weise, dass entsprechend bemessene Aluminiumplatten zu Rohren gebogen und die freien Kanten durch Schweißen miteinander verbunden werden, worauf die Bearbeitung durch rotationskörperförmige Werkzeuge in zahlreichen Arbeitsgängen erfolgt.

35

40

Dieses Herstellungsverfahren weist entscheidende Nachteile auf. Zunächst wird das Gefüge des Aluminiumringkörpers an der Schweißstelle geändert, indem es dort eine gussähnliche Struktur erhält, wodurch die Festigkeit an der Schweißstelle wesentlich herabgesetzt wird. Die durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass insbesondere die Ermüdungsfestigkeit auf einen Bruchteil der ursprünglichen Festigkeit vermindert wird, so dass eine so ausgebildete Felge an den Nahtstellen bruchanfällig wird, was fatale Folgen haben kann.

45

50

Darüber hinaus bewirkt die ungleiche Flächenpressung weitere grosse Nachteile. Das, gegenüber Stahl, weiche Aluminium reagiert stark auf ungleiche Flächenpressungen, so dass äussere Einflüsse, wie Schläge, leicht zu Deformationen der Felge führen.

55

Zweck der Erfindung ist es nunmehr, die obenerwähnten Nachteile zu beheben und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von als Ringkörper ausgebildeten, profilierten Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugfelgen aus Aluminium, vorzuschlagen, so dass die eingangs geschilderten Nachteile vermieden werden. Dieser Zweck wird mittels des vorgeschlagenen Verfahrens mit der vorgeschlagenen Einrichtung erreicht. Das erfin-

60

dungsgemässe Verfahren besteht darin, dass der zu bearbeitende, ringförmige Körper am Umfang frei hängend abgestützt in Rotation versetzt und an der Stützstelle sowohl an der Innen- als auch an der Aussenseite mit dem gleichen spezifischen Druck profiliert wird.

Zu Bildung des rohrförmigen Rohlings wird Aluminiumschmelze entweder in eine entsprechende metallische Dauerform vergossen oder unter hohem Druck der Form zugeführt.

Um den erwünschten gleichmässigen spezifischen Druck auf der Innen- und der Aussenseite des Ringkörpers zu erreichen, erfolgt das Profilformen desselben mit der konvexen Aussenseite des einen und mit der konkaven Innenseite des anderen Werkzeuges, welche Werkzeuge gemeinsam und jeweils an der gleichen Stelle des ringförmigen Teiles eingesetzt werden.

Die Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens weist ein Aussenwerkzeug mit innerer Profilierungsfläche und ein innerhalb des Aussenwerkzeuges angeordnetes Innenwerkzeug mit äusserer Profilierungsfläche auf.

Bei einer solchen Einrichtung wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass das Aussenwerkzeug als drehbarer, aus einem Stück bestehender Ringkörper ausgebildet ist, welcher das zu profilierende Werkstück locker umfasst, während das ebenfalls rotierende Innenwerkzeug als Rolle mit kleinerem Durchmesser als das Werkstück ausgebildet ist.

Es wird nachstehend gezeigt, dass bei der Einhaltung der vorangehend definierten Merkmale die gestellte Forderung erfüllt wird, indem der spezifische Druck auf der Innenseite und auf der Aussenseite des Werkstückes annähernd gleich bleibt. Dies bedeutet aber, dass mit der gleichen Einrichtung bei Bedarf sowohl Stahl- wie auch Leichtmetallfelgen problemlos hergestellt werden können. Dadurch wird eine wesentliche Vereinfachung und Verbesserung der Felgenproduktion erreicht.

Auf beiliegender Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes dargestellt und zwar zeigen:

Fig. 1 die rein schematische Anordnung einer bekannten Anlage;

Fig. 2 die rein schematische Anordnung einer Anlage wie vorgeschlagen;

Fig. 3 einen Vertikalschnitt durch eine Einrichtung gemäss der Erfindung;

Fig. 4 einen Horizontalschnitt durch die Einrichtung; und

Fig. 5 eine schaubildliche Darstellung derselben.

Zur Herstellung eines rohrförmigen Rohlings, welcher keine Naht aufweisen darf, wird ein Aluminiumrohr mit Hilfe einer Strangpresse hergestellt, mittels welcher unter allseitigem Druck in einer einzigen Umformstufe eine grosse Formänderung erreicht wird. Ein Rohr wird aus vorerst gegossenen, runden Strängen hergestellt, die auf Presstemperatur erhitzt in den Blockaufnehmer einer Strangpresse eingeführt und mittels Stempel durch eine Matrize gepresst werden. Es entsteht ein rohrförmiges Gebilde, welches keine Naht aufweist und

welches dann in einzelne ringförmige Teile zerlegt wird. Die ringförmigen Teile weisen eine Breite auf, welche annähernd der Breite des Ringkörpers entsprechen, der zu Felgen geformt werden soll. Bei diesem Vorgang erfolgt die Profilierung auf der Aussenseite mit dem gleichen spezifischen Druck wie auf der Innenseite.

Die Weiterbearbeitung erfolgt in der Anlage nach Fig. 2. Das Werkstück 4 ist als Ringkörper ausgebildet und wird mit Hilfe von zwei zusammenwirkenden, rotationskörperförmigen Werkzeugen profilgeformt. Zu diesem Zweck ist eine innere Rolle 5 vorgesehen, mittels welcher die innere Seite des Werkstückes 4 entlang der gemeinsamen Berührungslinie bei A bearbeitet wird. Die äussere Fläche des Werkstückes 4 wird mit Hilfe einer äusseren Rolle 6 geformt, welche das Werkstück entlang der gleichen Linie A, aber aussen berührt. Die innere Rolle 5 berührt das Werkstück 4 mit ihrer konvexen Aussenseite, während die äussere Rolle 6 das Werkstück 4 mit ihrer inneren, konkaven Innenseite berührt. Die Flächenpressung auf der Aussenseite wird mit  $P_a$  und die Flächenpressung auf der Innenseite mit  $P_i$  bezeichnet. Die innere Rolle 5 weist einen Radius  $r_i$ , das Werkstück einen Radius  $r_w$  und die äussere Rolle, welche zweckmässigerweise als Ring ausgebildet ist, einen Radius  $r_a$  auf.

Die Berechnung des spezifischen Innendruckes und Aussendruckes  $P_i$  und  $P_a$  erfolgt wiederum mit Hilfe der Herzschen Formel und ergibt als Resultat, dass:  $p_i = p_a$ .

Das Verhältnis des Radius  $r_w$  des Werkstückes 4 zum Radius  $r_i$  der inneren Rolle 5 kann z.B. 1,5 betragen.

Aufgrund der Fig. 3, 4 und 5 wird nun der praktische Aufbau der vorgeschlagenen Einrichtung näher erläutert:

Die Einrichtung weist ein Gehäuse 7 auf, in welchem mit Hilfe von Kugellagern 8 ein Aussenring 9 gelagert ist, der zur Aufnahme des Aussenwerkzeuges 10 dient. Dieses Aussenwerkzeug 10 ist ringförmig ausgebildet und weist eine innere Profilierungsfläche 11 auf. Mit dem Aussenwerkzeug 10 arbeitet ein Innenwerkzeug 12 zusammen, welches ebenfalls als Rotationskörper ausgebildet ist und eine äussere Profilierungsfläche 13 besitzt, welche dem Abdruck der Profilierungsfläche 11 entspricht. Der Durchmesser des inneren Werkzeuges 12 ist wesentlich kleiner als der Durchmesser des Aussenwerkzeuges 10, wobei die Anordnung so getroffen ist, dass die Aussenfläche des inneren Werkzeuges 12 die Innenfläche des äusseren Werkzeuges 10 berührt. An der Berührungsstelle erfolgt die Profilierung des Werkstückes 14 in der Weise, dass das Innenwerkzeug 12 gegen das Aussenwerkzeug 10 gepresst wird. Das Gehäuse 7 ist vorne durch einen ringförmigen Lagerdeckel 15 begrenzt.

Das Innenwerkzeug 12, welches in der Fig. 5 nicht dargestellt ist, ist auf einer Welle 16 gelagert, welche sich durch das Gehäuse 7 hindurch erstreckt und ausserhalb des Gehäuses mit Hilfe von zwei in vertikaler Richtung in der Höhe beweglichen Lagern 17 und 18 gelagert ist. Am andern, dem Innenwerkzeug 12 abgekehrten Ende der Welle 16 ist mittels einer flexiblen Kupplung 19 ein Hydraulikmotor 20

angeflanscht.

Zur vertikalen Höhenverschiebung der Welle 16 sind die Lager 17 und 18 in Gleitorganen 21 und 22 angeordnet, die ihrerseits in Lagerführungen 23 und 24 Aufnahme finden. Die Gleitorgane 21 und 22 stehen unter dem Einfluss von hydraulischen Pressen 25 und 26, deren Kolbenstangen 27, 28 mit den Gleitorganen 21 und 22 verbunden sind. Die hydraulische Presse 25 ist wesentlich grösser dimensioniert als die hydraulische Presse 26, da, durch die Hebelarmverhältnisse bedingt, mit der Presse 25 ein wesentlich grösserer Druck ausgeübt werden muss als mit der Presse 26, wobei die Bewegung der beiden Pressen gekoppelt ist und mit Hilfe von Glasmaßstäben 29 überwacht wird.

Mit 30 ist ein weiterer Hydraulikmotor bezeichnet, welcher zum Antrieb des Aussenwerkzeuges 10 dient. Vollständigkeitshalber sei noch erwähnt, dass eine weitere Welle 31 zur Aufnahme einer Seitenführung 32 dient, mittels welcher die Zentrierung des Werkstückes 14 in nicht näher beschriebener Weise erfolgt. Der Zu- und Abtransport des Werkstückes erfolgt mit Hilfe eines nicht dargestellten Lade-Entladekorbes, welcher auf einer axial verschiebbaren Welle 33 Aufnahme findet. Schliesslich sei noch erwähnt, dass zur Schwenkung der Seitenführung 32 ein Pneumatikzylinder 34 mit Übersetzung vorhanden und an der Seitenplatte 35 befestigt ist.

Die zu bearbeitenden Felgen werden automatisch zugeführt, wobei die dazu notwendige Felgentransporteinrichtung an den Flanschen 36 des Gehäuses 7 befestigbar ist. Das zu bearbeitende Werkstück 14 gelangt auf das Innenwerkzeug 12, welches im Durchmesser wesentlich kleiner ist als die kleinste zu bearbeitende Felge. Die Zentrierung erfolgt mittels der Seitenführung 32. Bei all diesen Operationen nimmt die Welle 16 eine untere Lage ein, in welcher die Kolbenstangen 27 und 28 eingezogen sind. Zur Durchführung der Profilierung wird mittels der hydraulischen Pressen 25 und 26 Druck ausgeübt, so dass die Kolbenstangen 27 und 28 ausfahren und die Welle 16 nach oben verschieben, wobei diese stets eine horizontale Lage einhält. Dies kann mittels der Glasmaßstäbe 29 kontrolliert werden. Die eigentliche Profilierung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Aussenwerkzeug 10 in der Weise, dass die entsprechenden Teile in Rotation versetzt werden, wobei gleichzeitig Druck ausgeübt wird. Nach Fertigstellung des Werkstückes, d.h. nachdem dieses die gewünschte Profilform angenommen hat, werden die Kolbenstangen 27 und 28 wieder eingefahren, so dass das fertige Werkstück am Innenwerkzeug 12 durchhängend aufliegt und vom Aussenwerkzeug 10 nicht mehr gehalten wird. Mit Hilfe der Lade-Entladekörbe wird das fertige Werkstück vom Innenwerkzeug 12 abgehoben und zur Weiterförderung einem Transporter übergeben.

Mit der beschriebenen Einrichtung können als Ringkörper ausgebildete Werkstücke, insbesondere Fahrzeugfelgen, sowohl aus Stahl als auch aus Leichtmetall, wie z.B. Aluminium, bearbeitet werden. Wie eingangs erwähnt, sind die auftretenden Flächenpressungen beim Profilvorgang auf der Innenseite und auf der Aussenseite des Werkstückes gleich, so dass bei der Bearbeitung von Aluminium-

felgen keine Probleme entstehen. In dieser Weise kann die Fahrzeugfelgenproduktion vereinfacht, verbilligt und beschleunigt werden.

5

## Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Profilformen von als Ringkörper ausgebildeten Werkstücken, insbesondere zur Herstellung von Fahrzeugfelgen aus Aluminium, aus einem nahtlos geformten, rohrförmigen Rohling, welcher in einzelne ringförmige Teile zerlegt wird, deren Breite der Ringkörperbreite entspricht, dadurch gekennzeichnet, dass der zu bearbeitende ringförmige Teil am Umfang frei hängend abgestützt, in Rotation versetzt und an der Stützstelle sowohl an der Innen- als auch an der Aussenseite mit dem gleichen spezifischen Druck profiliert wird.

15

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass das Profilieren mit Hilfe der konvexen Aussenseite eines ersten, rotationskörperförmigen Innenwerkzeuges sowie mit der konkaven Innenseite eines zweiten, rotationskörperförmigen Aussenwerkzeuges erfolgt, die beide an der Stützstelle gleichzeitig eingesetzt werden.

30

35

40

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Radien des Aussen- und Innenwerkzeuges sowie des Werkstückes nach der Herzschens Formel:

$$p = 0,42 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot E}{r_m \cdot L}}$$

45

50

55

60

65

mit der Bedingung einer identischen Flächenpressung auf der Innen- und Aussenseite des Werkstückes bestimmt wird, wobei  $r_m$  den mittleren Radius der beiden Werkzeuge,  $L$  die Werkzeugkörperlänge,  $E$  den Elastizitätsmodul und  $P$  die Kraft bedeutet, mit welcher das Aussen- und das Innenwerkzeug gegen das Werkstück gedrückt wird.

4. Einrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, welche ein Aussenwerkzeug (10) mit innerer Profilierungsfläche (11) und ein innerhalb des Aussenwerkzeuges angeordnetes Innenwerkzeug (12) mit äusserer Profilierungsfläche (13) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussenwerkzeug (10) als drehbarer, aus einem Stück bestehender Ringkörper ausgebildet ist, welcher das zu profilierende Werkstück (14) locker umfasst, während das ebenfalls rotierende Innenwerkzeug (12) als Rolle mit kleinerem

Durchmesser als das Werkstück ausgebildet ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenwerkzeug (12) am einen Ende einer andernends angetriebenen Welle angeordnet ist, die in zwei in der vertikalen Richtung beweglichen Lagern (17, 18) Aufnahme findet.

5

6. Einrichtung nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass das einstückig ausgebildete Aussenwerkzeug (10) mit Hilfe eines Hydraulikmotors (30) angetrieben ist.

10

7. Einrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Höhenverstellung der Welle (16) die Lager (17, 18) in Gleitorganen (21, 22) vertikal verschiebbar geführt sind und unter Einfluss von hydraulischen Pressen (25, 26) stehen.

15

8. Einrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Pressen (25, 26) verschieden gross sind und miteinander in Wirkverbindung stehen.

20

9. Einrichtung nach den Ansprüchen 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überwachung der Bewegungen der beiden miteinander gekoppelten Pressen und der horizontalen Lage der Welle (16) Glasmeßstäbe (29) vorhanden sind.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG. 2

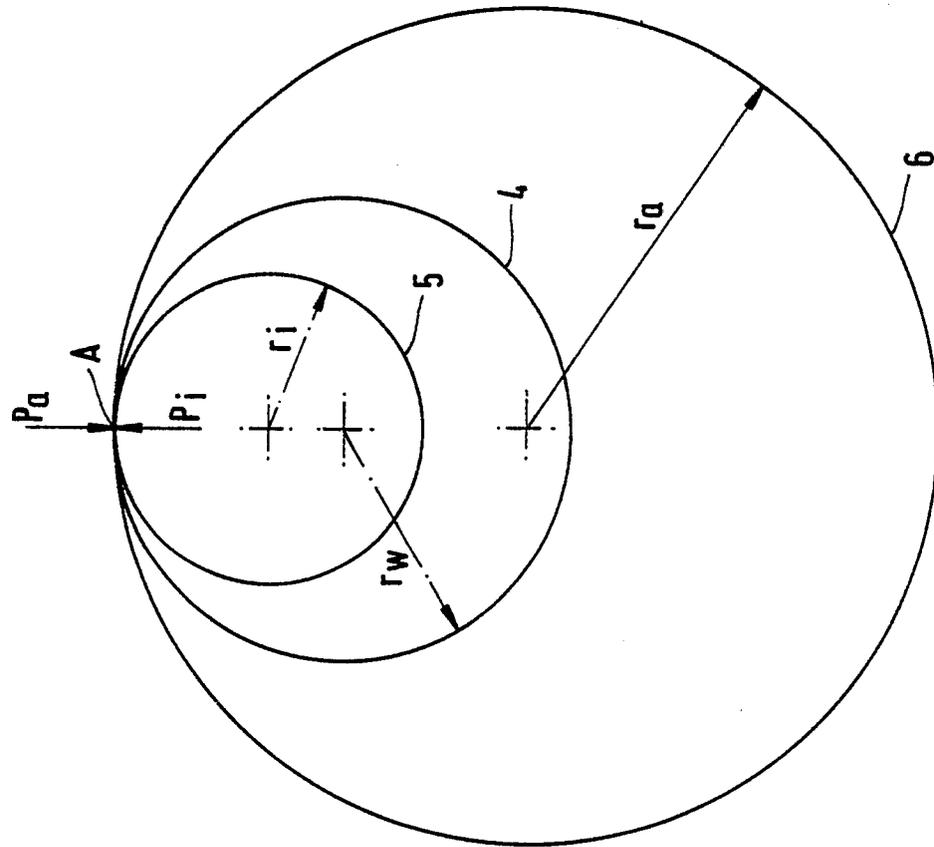
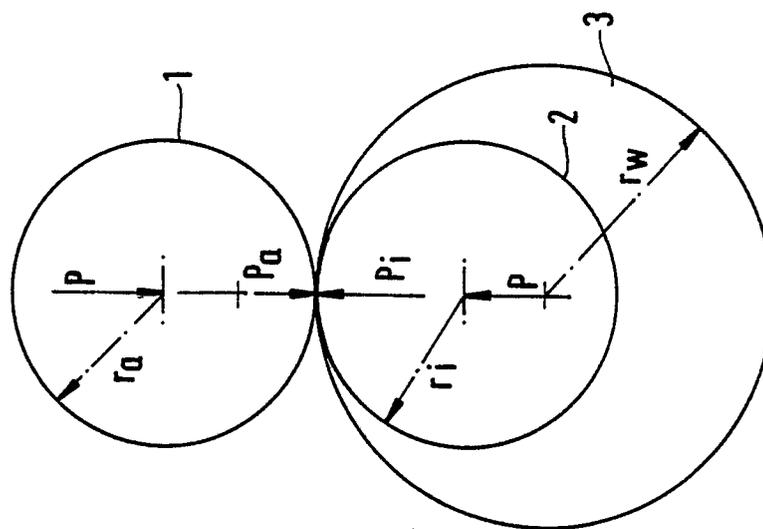


FIG. 1



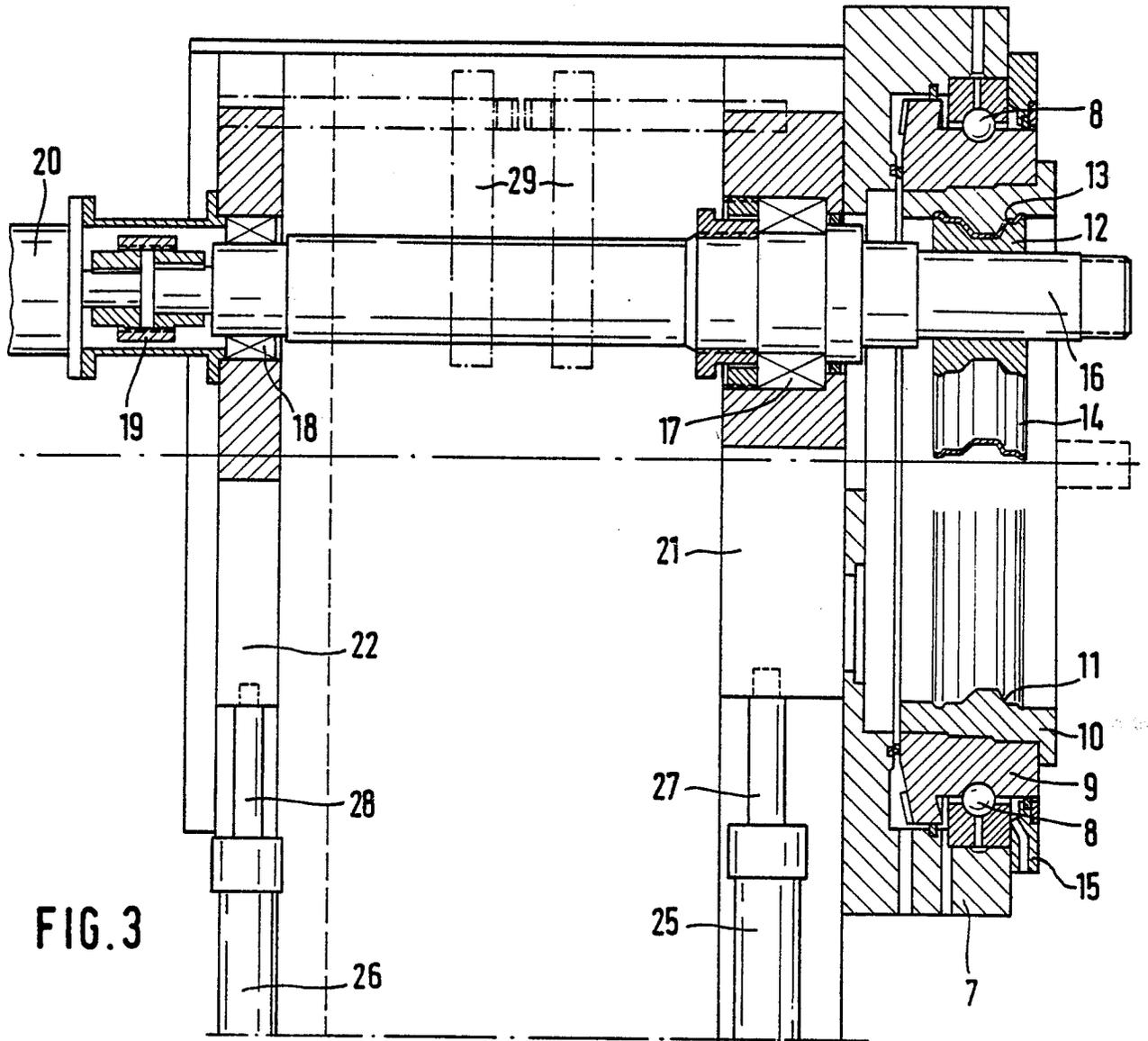


FIG. 3

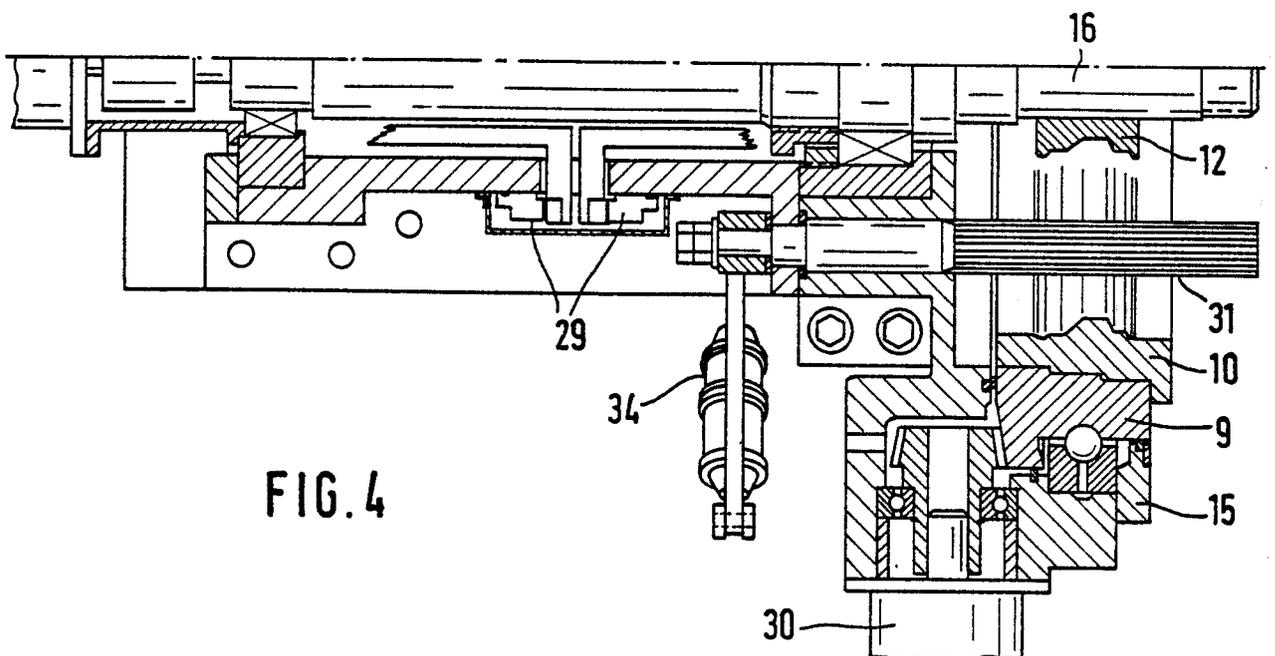


FIG. 4

FIG. 5

