



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer : **91710004.2**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup> : **F04C 2/16, F04C 15/00**

⑳ Anmeldetag : **07.03.91**

③① Priorität : **08.03.90 DE 4007273**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**09.10.91 Patentblatt 91/41**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

⑦① Anmelder : **Allweiler AG**  
**Postfach 1140**  
**W-7760 Radolfzell (DE)**

⑦② Erfinder : **Quast, Rolf, Dipl.-Ing.**  
**Homburgstrasse 12**  
**W-7700 Singen 15 (DE)**  
Erfinder : **Willibald, Klaus, Dipl.-Ing.**  
**Oberhof 38**  
**W-7762 Bodman-Ludwigshafen (DE)**

⑦④ Vertreter : **Hiebsch, Gerhard F., Dipl.-Ing. et al**  
**Hiebsch & Peege Patentanwälte Postfach464**  
**Erzbergerstrasse 5a**  
**W-7700 Singen 1 (DE)**

⑤④ **Schraubenspindelpumpe.**

⑤⑦ Bei einer Schraubenspindelpumpe mit einer Antriebsspindel und wenigstens einer Laufspindel, die in einer Ausnehmung eines sie umgebenden Gehäuses zwischen einem Saugraum und einem Druckraum gelagert sind, ist der druckseitige Profilauslauf der Spindel (14) am Außendurchmesser (d) konisch angedreht, und der Neigungswinkel ( $w$ ) der Konusfläche (43) liegt unter  $10^\circ$ , gegebenenfalls unter  $5^\circ$  bzw.  $3^\circ$ . Zudem kann die Spindel (14) an ihrem saugseitigen Ende eine Konusfläche (43<sub>s</sub>) mit einem entsprechenden Neigungswinkel ( $w_1$ ) aufweisen.

**EP 0 451 085 A2**

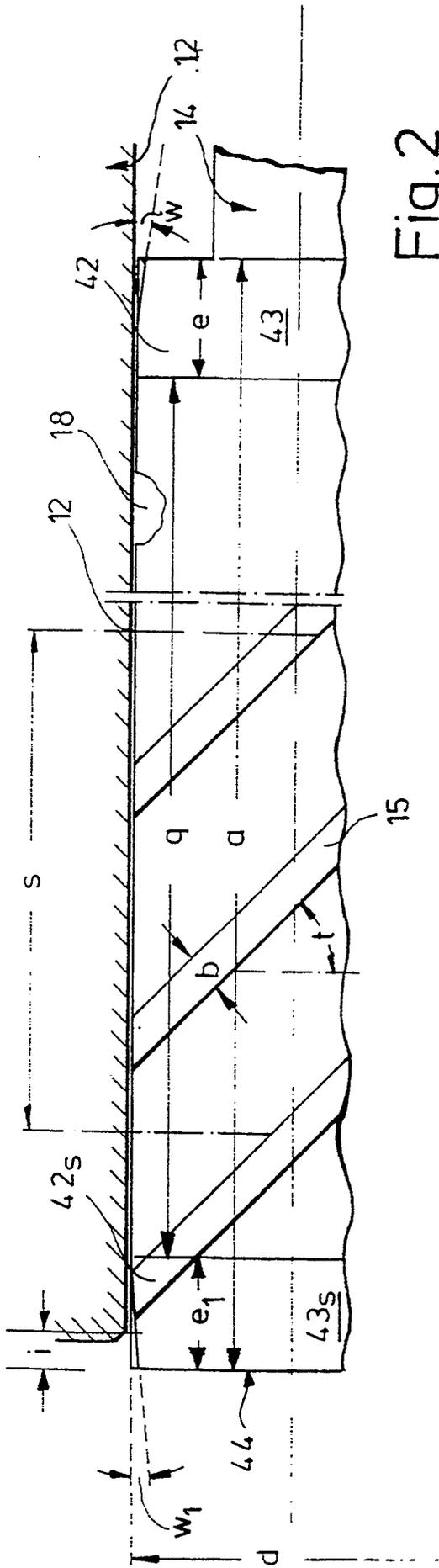


Fig. 2

## SCHRAUBENSPINDELPUMPE

Die Erfindung betrifft eine Schraubenspindelpumpe mit einer Antriebsspindel und wenigstens einer Laufspindel, die in einer Ausnehmung eines sie umgebenden Gehäuses zwischen einem Saugraum und einem Druckraum gelagert sind.

5 Eine solche Schraubenspindelpumpe wird beispielhaft in der DE-OS 38 15 158 beschrieben. Bei einem dort offenbarten Verfahren zur Verringerung der Druckpulsation wird die arttypische Druckpulsation mit einer erzwungenen inversen Druckpulsation überlagert, welche durch periodisches Absteuern eines Teiles des Förderstromes auf der Druckseite der Förderschrauben erzielbar ist. Dieses Verfahren wird durch eine druckseitige Blende ermöglicht, die mit einem Abfluß zur Saugseite hin ausgebildet ist, welche periodisch abhängig von der Drehstellung der Antriebsspindel mittels eines Verschlußorgans abgedeckt wird. In dieser Druckschrift wird auch erörtert, daß in die Aufnahmebohrungen am druckseitigen Ende des Gehäuses sich zum Saugraum hin verjüngende Keilschrägen eingearbeitet sind.

Der EP-OS 209 984 kann eine eingangs erwähnte Schraubenspindelpumpe entnommen werden, deren Antriebsspindel mit ihrem auskragendem Gewinde in Gewindeeinfommungen einiger Laufspindeln eingreift und dabei mehrere dichte Kammern bilden soll. Außerdem ist zumindest ein in Umfangsrichtung verlaufender Kanal um die Peripherie der Laufspindeln vorgesehen, so daß die letzte der dichten Kammern an einem Auslaß mit diesem – kurz vor dessen Freigabe durch die Kammer – teilweise über den Kanal kommuniziert.

In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, eine Schraubenspindelpumpe der gattungsgemäßen Art dahingehend zu verbessern, daß die Druckpulsation ohne zusätzliche Maschinenteile weitergehend wirksam gedämpft wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt eine Schraubenspindelpumpe nach der Lehre des Patentanspruchs 1; der druckseitige Profilauslauf der Spindel ist am Außendurchmesser konisch angedreht und der Neigungswinkel der Konusfläche liegt unter  $10^\circ$ . Von besonderer Bedeutung für die Verminderung der Pulsation ist eine äußerst flache Konusfläche mit einem Neigungswinkel unter  $5^\circ$ , bevorzugt sogar unter  $3^\circ$ .

25 Diese druckseitige Anchrägung bewirkt, daß zum geeigneten Zeitpunkt ein allmähliches und definiertes Öffnen der druckseitigen Kammer erfolgt; damit kann der durch das Schließen der Saugseite entstehende Volumenstrom- bzw. Druckanstieg größtenteils ausgeglichen werden. Die Ausgangspulsation wird deutlich verringert.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann auch das saugseitige Profilende mit einer derartigen flachen Konusfläche versehen sein, wobei allerdings die axiale Länge der letztgenannten Konusfläche geringer sein soll als die axiale Länge der druckseitigen Konusfläche.

Somit wird erreicht, daß durch ein gezieltes Abstimmen von Systemwirklänge und druckseitigem – gegebenenfalls zusätzlich saugseitigem – Konus die Pulsation verringert wird.

Im Rahmen der Erfindung liegt eine weitere Lösung der vom Erfinder vorgegebenen Aufgabe; die Zahndicke der Antriebsspindel soll zum Profilauslauf hin verringert bzw. die mit dieser Zahndicke korrespondierende Zahnücke der Laufspindel in gleicher Richtung verbreitert sein.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

- 40 Fig. 1: einen Längsschnitt durch eine Schraubenspindelpumpe;
- Fig. 2: einen vergrößerten Teilschnitt durch die Schraubenspindelpumpe;
- Fig. 3: ein Diagramm zur Druckpulsation bzw. Volumenstrompulsation der Schraubenspindelpumpe;
- Fig. 4: eine Schnittskizze zur Zahndickendimensionierung.

Eine Schraubenspindelpumpe 10 weist in einem Gehäuse 12 eine Antriebsspindel 14 des Außendurchmessers  $d$  sowie zwei seitlich angeordnete Laufspindeln 16 auf. Die Spindeln 14, 16 sind in sich überschneidenden Aufnahmebohrungen 18 des Gehäuses 12 gelagert.

Das Gehäuse 12 ist sowohl druckseitig als auch saugseitig unter Bildung eines Druckraums 20 und eines Saugraums 22 jeweils mit einem Pumpendeckel 25 bzw. 24 verschlossen. Die durch den druckseitigen Pumpendeckel 25 geführte Antriebsspindel 14 ist im Bereich einer Durchführungsbohrung 26 mit einem Axialschaubausgleichkolben 28 versehen sowie mit einem Lager 30 in einem Deckelaufsatz 32 zusätzlich abgestützt. In letzterem findet sich auch eine Wellenabdichtung 34.

Der Innenraum 36 des Deckelaufsatzes 32 ist vom Förderdruck entlastet; die vom Druckraum 20 eintretende Flüssigkeit wird über einen Entlastungskanal 38 abgeführt, der über eine Verbindungsbohrung 40 des Gehäuses 12 in den Saugraum 22 einmündet.

Fig. 2 macht deutlich, daß die Antriebsspindel 14 – der Profillänge – an ihren Enden konisch abgedreht ist, wobei die Länge des druckseitigen Konus 42 mit  $e$ , die Länge des mit jener Stirnfläche 44 um ein Maß  $i$  überstehenden saugseitigen Konus 42<sub>s</sub> mit  $e_1$ , die zwischen den Konusflächen 43, 43<sub>s</sub> verbleibende Zylinder-

länge der Antriebsspindel 14 mit  $q$ , der Steigungswinkel des in Fig. 2 nur teilweise angedeuteten Gewindeganges 15 der Antriebsspindel 14 – oder der Laufspindel 16 – mit  $t$  sowie die Steigung mit  $s$  bezeichnet sind. Der druckseitige Konuswinkel  $w$  bzw. der saugseitige Konuswinkel  $w_1$  liegt bevorzugt bei  $2^\circ$ .

In Fig. 3 ist graphisch die Längsoptimierung durch eine erfindungsgemäße Vorkompression dargestellt, wobei die dort verwendeten Buchstaben die folgenden Bedeutungen haben:

- A: Ausgangspulsation;
- B: Pulsation bei Nutzung des Vorkompressionseffektes;
- Qv: Verlustvolumenstrom;
- 10 Q<sub>kom</sub>: Kompressionsvolumenstrom.

Die Längenabstimmung des gesamten Systems wird so gewählt, daß während eines Teils der Förderperiode ein in Fig. 3 wiedergegebenes Mehr an Dichtlinien erzeugt wird; dies bedeutet, einen Anstieg von Q<sub>vmax</sub> auf Q<sub>vmin</sub>. Durch gezieltes Verändern der Dichtgüte über den beschriebenen Konus 42 wird insbesondere auf der Druckseite das "harte" Öffnen aufgrund der Spindelgeometrie vermieden.

15 Ausgehend von der Ausgangspulsation wird somit durch das Anbringen der beschriebenen Konusfläche 43 am druckseitigen Spindelende das Pulsationsbild geändert, was zu einem Kleinerwerden von Q<sub>v</sub> und Q<sub>kom</sub> führt. Die Verlängerung der querschnittlich schrägen Konusfläche 43 bewirkt, daß einerseits die Druckseite früher öffnet, andererseits die Querschnitte während des Öffnens kontinuierlich größer werden. So kann es ausreichen, die Druckseite mit dem Konus 42 zu versehen und das saugseitige Spindelende zylindrisch zu belassen.

20 Für die dargestellte dreispindelige Schraubenspindelpumpe 10 kann das Wirksystem folgendermaßen beschrieben werden:

Unter Zugrundelegung einer bestimmten Kammerzahl  $n$ , welche ein Maß für den pumpeninternen Druckaufbau ist, stellt das Verhältnis von Länge zu Steigung  $a/s$ , d.h. also  $a/s$  – eine analoge Größe für die geometrische Realisierung dar; je größer dieses Verhältnis ist, umso kleiner wird der Druckanstieg je Längeneinheit.

25 Für die Anwendung des Vorkompressionsverfahrens sind bei der Längenabstimmung folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

$$\underline{a} = 1 + (2 \cdot n - 1) \cdot x \quad \text{mit } n \in \mathbb{N}, \text{ d.h. } 1, 2, \dots$$

wobei

- x ein Vorfaktor mit  $0,15 < x < 0,4$  ist, und
- 30 n die Anzahl der im Mittel wirkenden Kammern beschreibt.

Der Vorfaktor  $x$  ist ein Maß für die Vorkompression, die im übrigen profilabhängig erst für Werte oberhalb von  $0,1 - 0,15$  auftritt.

Zu beachten ist, daß sich die nachstehenden Angaben auf das besonders vorteilhafte erfindungsgemäße Anschrägen der Antriebsspindel 14 beziehen.

35 Bei konstantem Winkel  $w$  ( $0 < w < 3^\circ$ ) muß der druckseitige Konus 42 auf jenes Maß  $x$  – also auf die erzielte Vorkompression – abgestimmt werden. So wird beispielsweise für einen Winkel  $w$  von etwa  $2^\circ$  die Länge  $e$  derart gewählt, daß für den Normalfall

$e \leq x \cdot s$  gilt; hier tritt etwa bei  $x = 0,25$ ;  $n = 3$ ;  $s = 80$  mm, d.h. einem  $\underline{a} = 2,25$  und einem druckseitigen Konus 42 einer Länge  $e$  von 20 mm eine nur sehr kleine Restpulsation auf.

40 Der Konus 42<sub>s</sub> auf der Saugseite erlaubt ganz allgemein die Anpassung der Schließcharakteristik, wie es bei A' in Fig. 2 dargestellt ist. Dieser Konus 42<sub>s</sub> muß unter Zugrundelegung eines definierten Längenverhältnisses  $a/s$  auf den druckseitigen Konus 42 genau abgestimmt sein. So ist zweckmäßigerweise die Länge  $e_1$  des Konus 42<sub>s</sub> kleiner zu wählen als die Länge  $e$  des anderen Konus 42. Ferner ist bei unverändertem Maß des Spindelpakets 14, 16 die Länge  $e$  des druckseitigen Konus 42 insgesamt kleiner zu gestalten.

45 Eine sorgfältige Abstimmung der Gesamtgeometrie führt zu einer wirksamen Pulsationsverringering in einem weiten Druckbereich von 10 bis 80 bar sowie im und Viskositätsbereich von 20 bis 200 mm<sup>2</sup>/s.

In jedem Falle wird ohne zusätzliche Maschinenteile eine deutlich verringerte Pulsation erreicht.

Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Zahndicke  $b$  des Gewindeganges 15 der Antriebsspindel 14 an deren Profilauslauf vermindert. Auch kann die Zahnücke der Laufspindel 16 verbreitert werden.

Die konstruktive Linderung der Zahndicke  $b$  bzw. der Zahnücken zum Profilauslauf hin ist so vorzunehmen, daß die Voröffnung früh genug stattfinden kann; die Länge der Änderung  $x_1$  gemäß Fig. 4 im Profil muß im Verhältnis zur Spindelsteigung  $s$  deutlich sein. Zum anderen muß die Verminderung der Zahndicke bzw. die Verbreiterung der Zahnücke einen geringen Gradienten  $y: x_1$  aufweisen.

55

**Patentansprüche**

- 5
1. Schraubenspindelpumpe mit einer Antriebsspindel und wenigstens einer Laufspindel, die in einer Ausnehmung eines sie umgebenden Gehäuses zwischen einem Saugraum und einem Druckraum gelagert sind, dadurch gekennzeichnet,
- 10 daß der druckseitige Profilauslauf der Spindel (14, 16) am Außendurchmesser (d) konisch angedreht ist und der Neigungswinkel ( $w$ ) der Konusfläche (43) unter  $10^\circ$  liegt.
2. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (14, 16) an ihrem saugseitigen Ende eine Konusfläche (43<sub>s</sub>) mit einem Neigungswinkel ( $w_1$ ) aufweist.
- 15 3. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel ( $w, w_1$ ) unter  $5^\circ$  liegt.
4. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel ( $w, w_1$ ) unter  $3^\circ$  liegt.
- 20 5. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge (e) der druckseitigen Konusfläche (43) größer ist als die axiale Länge (e<sub>1</sub>) der saugseitigen Konusfläche (43<sub>s</sub>).
6. Schraubenspindelpumpe mit einer Antriebsspindel und wenigstens einer Laufspindel, die in einer Ausnehmung eines sie umgebenden Gehäuses zwischen einem Saugraum und einem Druckraum gelagert sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahndicke (b) der Antriebsspindel (14) zu ihrem Profilauslauf hin vermindert ist.
- 25 7. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der Zahndicke (b) der Antriebsspindel (14) korrespondierende Zahnücke der Laufspindel (16) zu ihrem Profilauslauf hin verbreitert ist.
- 30

35

40

45

50

55

Fig. 1

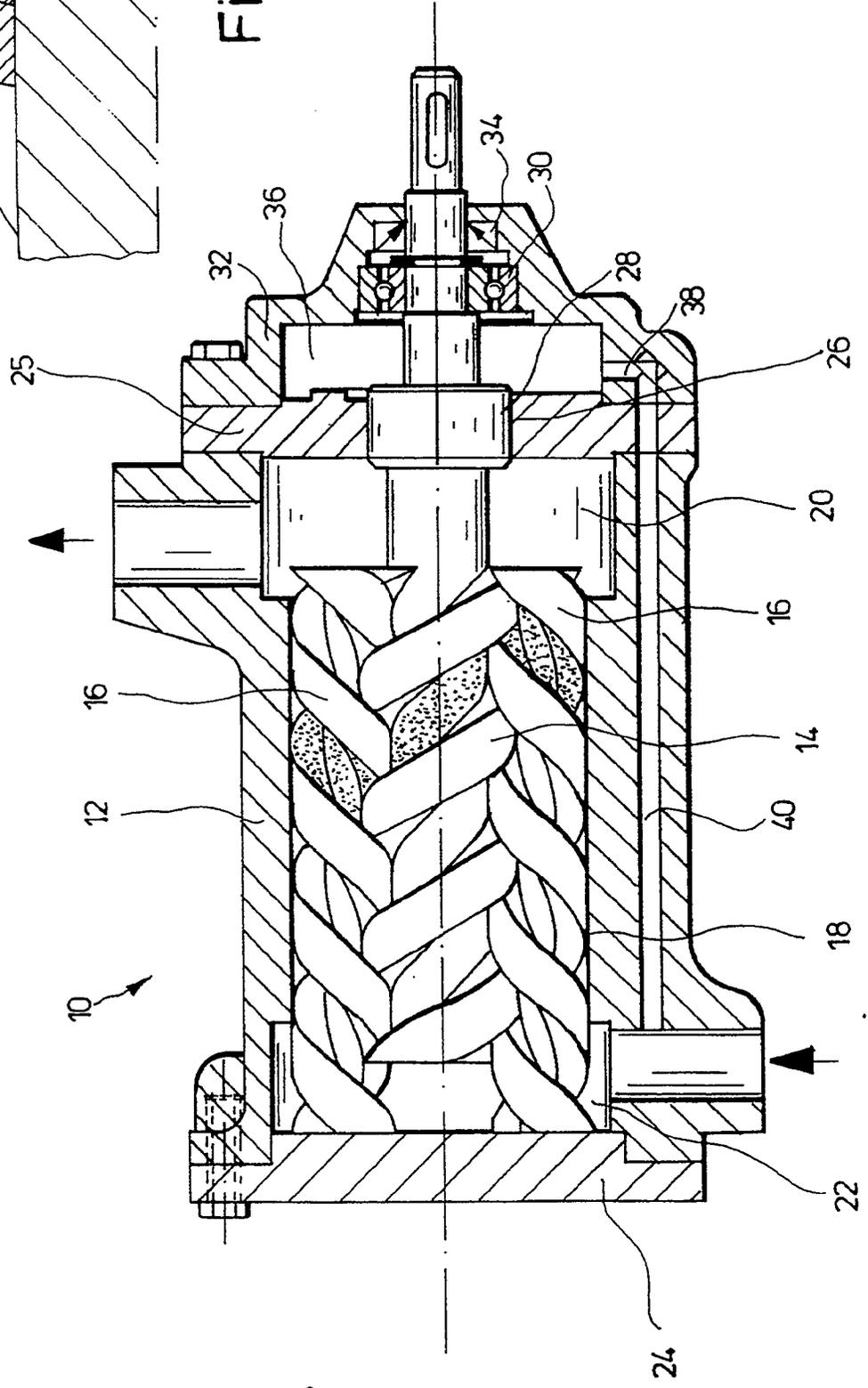
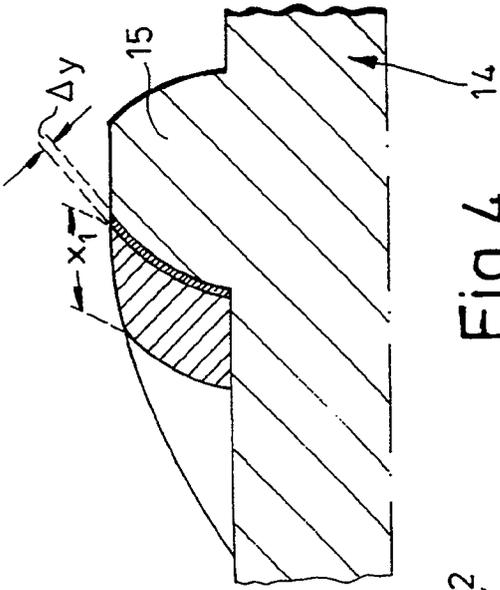


Fig. 4



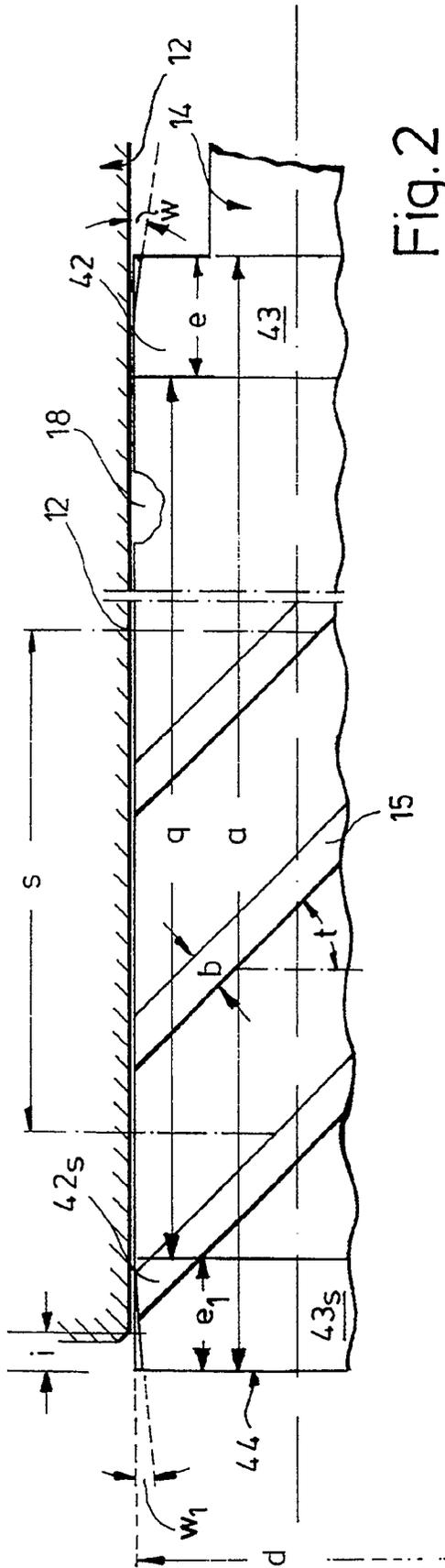


Fig. 2

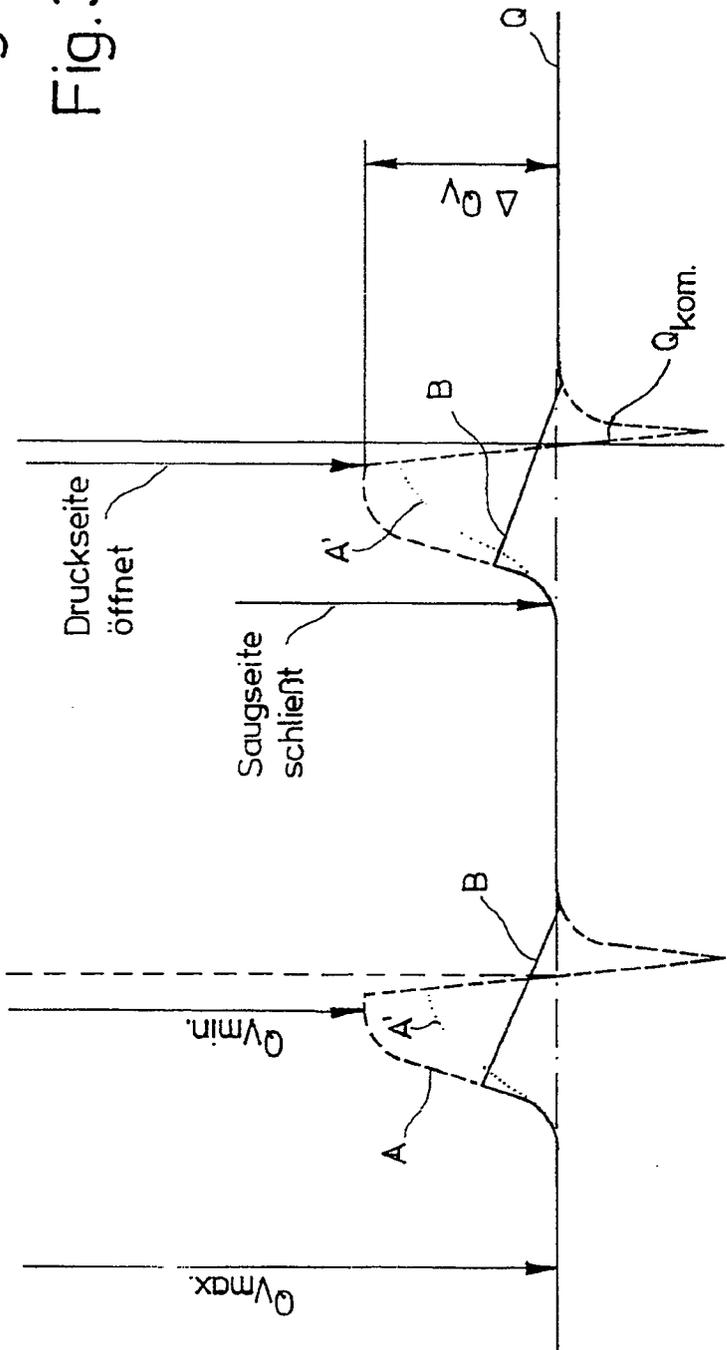


Fig. 3