



Europäisches Patentamt

⑯ European Patent Office

Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 042 027

A1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑯ Anmeldenummer: 81100882.0

⑮ Int. Cl.³: **F 01 C 21/16**

⑯ Anmeldetag: 07.02.81

⑯ Priorität: 13.06.80 DE 3022202

⑦ Anmelder: **M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG Aktiengesellschaft, Bahnhofstrasse 66, D-4200 Oberhausen 11 (DE)**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 23.12.81
Patentblatt 81/51

⑦ Erfinder: **Sandstede, Helko, Dr.-Ing., Köhlerstrasse 22, D-4272 Kirchhellen (DE)**
Erfinder: **Vinz, Peter, Dr.-Ing., Wendl-Dietrich-Strasse 16, D-8000 München 19 (DE)**
Erfinder: **Kauder, Knut, Prof. Dr.-Ing., Stuchteystrasse 25, D-4600 Dortmund 50 (DE)**

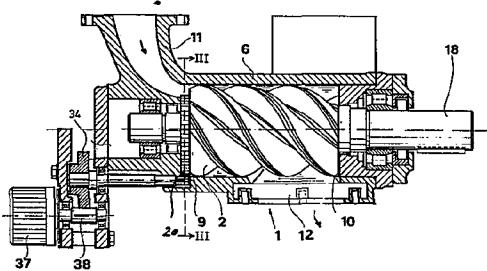
⑯ Benannte Vertragsstaaten: **BE CH DE FR GB IT LI**

④ **Schraubenexpansionsmaschine.**

⑤ Schraubenexpansionsmaschine mit zwei achsenparallelen Schraubenrotoren (25), deren ineinandergreifende Kämme und Nuten der Schraubengänge bei der Drehung sich im Volumen stetig ändernde Expansionszellen bilden, welche abwechselnd und intermittierend mit den in je einer der beiden die Rotorstirnseiten sonst fast berührenden inneren Gehäuse- bzw. Förderraumstirnwänden (9, 10) angeordneten Anschlußöffnungen eines Druck- und Ausstoßkanals, also der Ein- und der Auslaßöffnung (11, 12) für das Antriebsmedium in Verbindung kommen. An einer der Stirnwände des Förderraums ist eine bewegliche Schließvorrichtung (20, 22) vorgesehen, mit der der Querschnitt der betreffenden Anschlußöffnung bzw. der Winkelbereich, in dem einer der Kanäle mit den durch die Kämme und Nuten gebildeten Expansionszelle in Verbindung steht, in seiner Lage und/oder Erstreckung in Umfangsrichtung der Rotation veränderbar ist.

In der niederdrukseitigen Stirnwand ist die Einlaßöffnung durch zwei gegenüberliegender bewegliche Steuerplatten (20, 22), die je einem Rotor zugeordnet sind, verschließbar. Die Schließbewegung der Steuerplatten läuft in einem abgestuften Verhältnis der Schließwinkel.

Die Steuerplatten sind über ein Zahngtriebe (34, 37, 38) verstellbar.



EP 0 042 027 A1

EP

COMPLETE DOCUMENT

1 Die Erfindung betrifft eine Schraubenexpansionsmaschine mit zwei achsparallelen Läufern, deren ineinander greifende Zähne und Zahnlücken der Schraubengänge bei der Drehung sich im Volumen stetig vergrößernde Expansionsräume bilden. Die Räume werden durch Einlaßöffnungen, die in dem Gehäusewandteil angeordnet sind, das die Läufertirnseiten sonst fast berührt, nacheinander bis zu einem bestimmten Volumen mit einem Arbeitsmedium gefüllt. Dieses Medium expandiert, und nach Überfahren der am Gehäuseumfang angeordneten Steuerkanten öffnet sich der Expansionsraum zum Auslaßkanal.

Schraubenexpansionsmaschinen der gekennzeichneten Art arbeiten mit dem gleichen funktionellen Aufbau wie Schraubenverdichter, jedoch mit dem Unterschied, daß ein Medium mit erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur in den Druckkanal eintritt, bei der Expansion in den Zahnlückenräumen einen Teil seiner Energie als technische Arbeit abgibt und anschließend austritt.

20

Derartige Schraubenexpansionsmaschinen haben den Nachteil, daß die Veränderung von Betriebsdaten, wie z. B. Drehmoment, Drehzahl, Druck und Temperatur des Arbeitsmediums am Ein- und Austritt den Wirkungsgrad verschlechtert, da durch das in der Maschine festgelegte, nicht veränderbare innere Volumenverhältnis zwischen dem Volumen am Beginn und dem Volumen am Ende der Expansion eine Anpassung an veränderliche Betriebsdaten nicht möglich ist.

30 Für die Erfindung stellt sich die Aufgabe, Schraubenexpansionsmaschinen anzugeben, die auch im Teillastbereich einen möglichst konstanten Wirkungsgrad zeigen, leicht zu steuern sind und trotzdem keine übermäßig großen Kosten für den Bau erfordern. Es soll möglich sein, mit 35 einer einstufigen Maschinenanordnung einen möglichst großen Bereich für veränderte Betriebsbedingungen über-

1 decken zu können, wobei die eingangs genannten Abläufe
5 für die Energieumwandlung gegeben sein sollen.

Diese Aufgaben werden gemäß Erfindung dadurch gelöst,
5 daß bei einer Schraubenexpansionsmaschine der eingangs
genannten Art an der druckseitigen Stirnwand des Läufer-
gehäuses eine bewegliche Verstellvorrichtung vorgesehen
ist, mit der die Lage der steuernden Kanten der Eintritts-
öffnung bzw. der Winkelbereich, in dem der Druckkanal mit
10 dem durch die Zähne und Zahnlücken gebildeten Expansions-
raum in Verbindung steht, in seiner Lage und/oder Er-
streckung in Umfangsrichtung der Rotoren veränderbar ist.

Diese relativ allgemeine Formulierung der Erfindungsge-
15 kens beinhaltet, daß verschiedene Steuerungs- und Schließ-
vorrichtungen, wie sie für Schraubenverdichter bekannt
sind, für Schraubenexpansionsmaschinen in technisch abge-
wandelter Form zu übernehmen sind. Aus der Literatur sind
- soweit ersichtlich - keine Schraubenexpansionsmaschinen
20 bekannt, die mit einer derartigen, für Schraubenverdichter
bekannten Steuerung arbeiten. Es hat sich herausgestellt,
daß die Verstellvorrichtungen teilweise übernommen werden
können und damit eine Veränderung des Volumens des Expan-
sionsraumes beim Füllungsende bzw. Expansionsbeginn ermög-
25 lichen. Daraus folgt, daß die Veränderung der Eintritts-
öffnung es erlaubt, den Auslegungspunkt der Schraubenex-
pansionsmaschine zu verändern, wobei der Wirkungsgradab-
fall klein gehalten werden kann.

30 Insbesondere bieten sich für die Stellvorrichtung zwei ge-
geneinander bewegliche Steuerschieber an, die je einem
Läufer zugeordnet sind, durch die in der druckseitigen
Stirnwand die Kontur der Einlaßöffnung veränderbar ist.

35 In Abweichung von Bauarten, die bei Schraubenverdichtern
bekannt sind, wird für die Schraubenexpansionsmaschine

1 insbesondere eine Stellvorrichtung der Steuerschieber ge-
wählt, bei der die Verstellbewegung der Steuerschieber
der Kinematik der Läufer angepaßt ist, die sich durch das
Verhältnis der Zähnezahlen der beiden Läufer ergibt. Bei-
5 spielsweise wird das Verhältnis der Stellwinkel 2 : 8 ge-
wählt, d. h. der vor dem Hauptläufer liegende Schieber
öffnet in einem Winkelverhältnis zu dem Schieber des Ne-
benläufers, das einem Verhältnis 2 : 8 entspricht.

10 Die Steuerschieber werden durch ein entsprechend dem Zäh-
nezahlverhältnis der Läufer gewähltes Stirnradpaar ge-
koppelt, so daß die das Füllungsende des Expansionsraumes
bestimmenden Ränder/Kanten der Schieber diesem Verhältnis
entsprechende Verstellwege bzw. -winkel ausführen.

15

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeich-
nung dargestellt, deren Figuren zeigen:

20 Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Schraubenexpan-
sionsmaschine, von der Seite gesehen;

Figur 2 einen Längsschnitt, jedoch von oben gesehen;

25 Figuren 3 und 4 in vergrößerter Darstellung einen
Schnitt gemäß der Linie III ... III der Fi-
gur 1;

30 Figur 5 eine Darstellung des Verstelltriebes der Schie-
ber.

35 In den Figuren 1 und 2 ist eine Schraubenexpansionsma-
schine 1 dargestellt, bei der der Hauptläufer ("männ-
licher Rotor") 2 mit im wesentlichen konvexen, schrauben-
förmig angeordneten Rippen 3 versehen ist, die mit den
Nuten 4 eines Nebenläufers ("weiblicher Rotor") 5 zusam-
menwirken, der mit im wesentlichen konkaven, ebenfalls

1 schraubenförmig angeordneten Rippen ausgestattet ist. Die Läufer 2, 5 befinden sich in einem Gehäuse 6, das einen Arbeitsraum umschließt, der durch die einander schneidenden, in Achsenrichtung liegenden Bohrungen für 5 die Läufer gebildet wird. Begrenzt wird der Arbeitsraum durch die Gehäuse-Stirnwände 9, 10, die ihn gleichzeitig gegen die Enden der Läufer 2, 5 unter Zuhilfenahme eines fluiden Dichtmittels abdichten. Ferner ist je ein Einlaß- und ein Auslaßkanal 11, 12 vorgesehen, die mit 10 einem Hochdruck- bzw. Niederdruckkanal in Verbindung stehen.

Haupt- und Nebenläufer sind derartig gelagert, daß sie sich im Wälzkreis berühren und praktisch wie zwei schräg 15 verzahnte Zahnräder kämmen. Der Hauptläufer 2 ist außerdem mit einem Wellenzapfen 18 versehen, der eine außerhalb der Expansionsmaschine angeordnete, nicht dargestellte Vorrichtung antreibt. Die Lagerung, Schmierung und Kühlung der Maschine geschieht in der bei Schrauben- 20 verdichtern bekannten Weise, die dem Fachmann auf diesem Gebiet geläufig ist.

Um die Abmessungen und Lage der Einlaßöffnungen 11 zu ändern und auf diese Weise das in den Arbeitsraum ein- 25 tretende Volumen an Arbeitsmedium einstellen zu können, sind in der hochdruckseitigen Gehäusestirnwand 10 einstellbare Schließorgane vorgesehen (Figuren 3 und 4).

Die Figuren 3 und 4 zeigen einen Schnitt gemäß der Linie 30 III ... III in der Figur 1, wobei die Teile des Gehäuses vereinfacht dargestellt sind. Die Gehäusewand hat etwa die Form einer "8". In der rechten Hälfte ist der mit NL bezeichnete Nebenläufer 5 und in der linken Hälfte der mit HL bezeichnete Hauptläufer 2 eingepaßt. In 35 den Figuren 3 und 4 blickt man vor die Läufer-Stirnseite, wobei die Stirnkontur der Rippen, je nach ihrer Überdeckung durch die Schließorgane teils gestrichelt, teils durchgezogen dargestellt ist.

1 Vor die Stirnseiten der Läufer, jeweils mit ihnen koaxial,
sind als Schließorgane zwei miteinander gekoppelt drehba-
re Steuerschieber 20, 22 in das Gehäuse 6 eingepaßt. Die
Steuerschieber haben die Gestalt von Kreisscheiben mit
5 einem Achsenausschnitt und einem weiteren randseitigen
Ausschnitt, dessen Kontur sich nach der Zahnflankenkontur
richtet, wobei im wesentlichen der größtmögliche und der
kleinstmögliche Eingangsquerschnitt in bezug auf die
Stirnwand der Läufer begrenzt sind.

10

Die Schließorgane nehmen aber nicht nur eine Anfangs- und
Endstellung ein, sondern verändern kontinuierlich von
Stellung zu Stellung die Kanalsteuerkanten des Einlasses,
der sich in der Figur im oberen Teil der Einschnürung
15 der "8" befindet.

Die Steuerschieber 20, 22 sind in der dargestellten Aus-
führungsform zwei gleichzeitig, aber gegenseitig zu dreh-
hende, unvollständige Kreisringscheiben. Der in die
20 Kreisringe geschnittene Ausschnitt liegt im Bereich eines
zwischen die Achsen ragenden Leitklotzes 30. In ihren
Extremstellungen berühren die Ausschnittskanten der Steu-
erschieber die äußeren Flanken des Leitklotzes.

25 Betrachtet man zunächst in den Figuren 3 und 4 den dem
Hauptläufer zugeordneten Steuerschieber 20, so ist zu
bemerken, daß die Ausschnittskante 21 oben mit einer Kon-
turm beginnt, die der Flanke der dahinterliegenden Läufer-
zähne 3 entspricht und etwa in Normalenrichtung bis zur
30 Kreisbogen-Kontur 21' verläuft. Nach einem Winkel von
120° verläuft die Kante wieder nach außen, wobei sie
einen Winkelausschnitt beschreibt und anschließend einen
Kreisbogenteil 21'', der wiederum in Anpassung an die
äußere Kreisbogen-Kontur des in der gleichen Ebene dreh-
35 baren Steuerschiebers 22 gewählt ist.

1 Beim Steuerschieber 22, der dem Nebenläufer zugeordnet
ist, wird im "geöffneten" Zustand (Figur 3) ebenfalls
die Kontur der Ausschnittskante 23 sichtbar. Im oberen
Bereich 23' ist die Kante so geformt, daß sie der Kon-
5 tur der dahinter liegenden Flanke des Zahns 5 folgt,
wobei sich eine nach außen von der Normalenrichtung ab-
weichende Krümmung ergibt. Nach einem bestimmten Sektor-
winkel - im vorliegenden Ausführungsbeispiel von etwa
160° - ist eine zweite Kante 23' vorgesehen, die eben-
10 falls gekrümmmt ist und in Anpassung an den Leitklotz 30
einen kleinen spitzen Vorsprung 24 ausgeformt hat.

Die Öffnung des Ausschnitts bei beiden Drehschiebern er-
gibt sich gemäß der Wahl der kleinsten Volumenverhältnis-
15 se zwischen Eingang und Ausgang der Expansionsmaschine,
d. h. durch die Wahl der weitesten Öffnung des Schiebers.
Zu beachten ist auch, daß als Eingangsöffnung nur der
sich oberhalb der Achsen ergebende freie Querschnitt ent-
sprechend der Anordnung der Zugangsleitung 11 dient.

20 Die Steuerschieber 20, 22 sind an ihrer unteren Außenkan-
te, ausgehend vom Beginn der Ausschnittskante 21 bzw. 23,
mit einer, über einen Teil des Umfanges reichenden Verzah-
nung 25, 26 versehen, die mit im unteren Scheitelpunkt an-
25 geordneten Ritzeln 27, 28 kämmen. Diese Ritzel wiederum
liegen koaxial fest verbunden mit zwei Zahnrädern 34, 35,
die, wie Figur 5 zeigt, in einer anderen Ebene angeord-
net sind. Über einen Drehknopf 37, der über eine Welle
mit einem Ritzel 38 verbunden ist, wird das Zahnrad 34
30 verstellt, das wiederum mit dem größer dimensionierten
Zahnrad 35 kämmt. Dabei wird der Stellschieber 20 des
Hauptläufers langsamer verdreht als der Stellschieber 22
des Nebenläufers. Dabei sind die mit den Winkeln und
bezeichneten Bereiche der Steuerschieber in einem bestim-
35 mten Verhältnis zueinander, je nach dem Umfang der Zahn-
räder 34, 35 zueinander festgelegt. Diese willkürlich zu

1 wählende Verstellmöglichkeit mit Hilfe von Zahnrädern oder anderen Maschinenelementen, wobei sich ein festgelegtes Verhältnis der Öffnungswinkel der beiden Steuerschieber ergibt, stellt ein wesentliches Merkmal der Erfindung dar.

5 Die Steuerschieber 20, 22 können, wie durch Pfeile ange- deutet wird, in beiden Drehrichtungen bewegt werden, wo- bei Figur 4 die minimale und Figur 3 die maximale Öff- nung darstellt. Die Schieberplatten sind als dünne, um die Läuferachsen gelagerte Scheiben gefertigt, denen die 10 in den Figuren bezeichneten Ausschnitte sehr sorgfältig eingefräst sind.

Versuchsläufe haben ergeben, daß mit Hilfe der Verstell- barkeit der Steuerschieber die Leistungsaufnahme und 15 -abgabe der Expansionsmaschine lastunabhängig gesteuert werden kann. Damit eignet sich die Expansionsmaschine für die Gewinnung von mechanischer Energie aus kompri- mierten Gasvorräten.

20

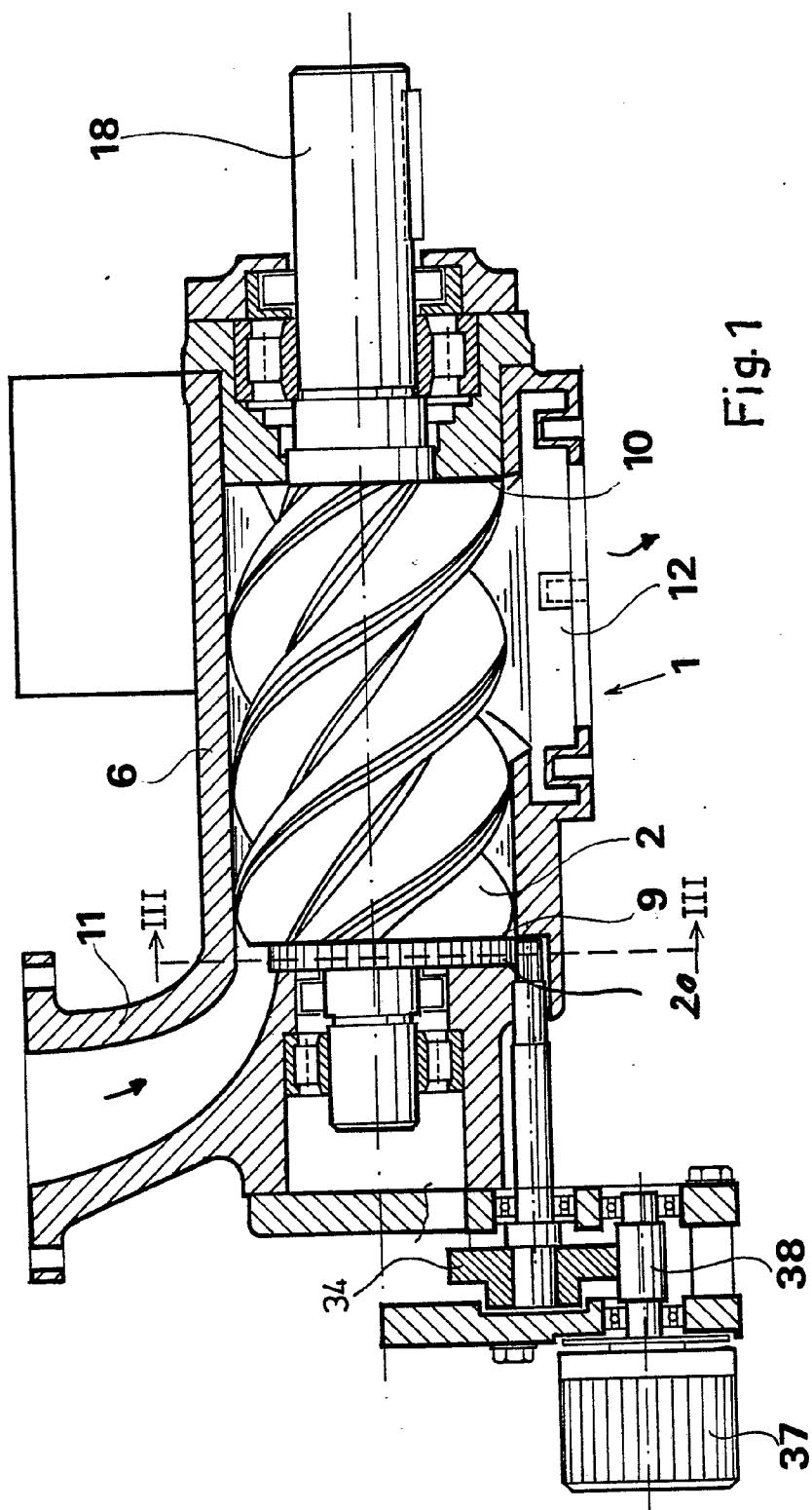
25

30

35

1 Patentansprüche:

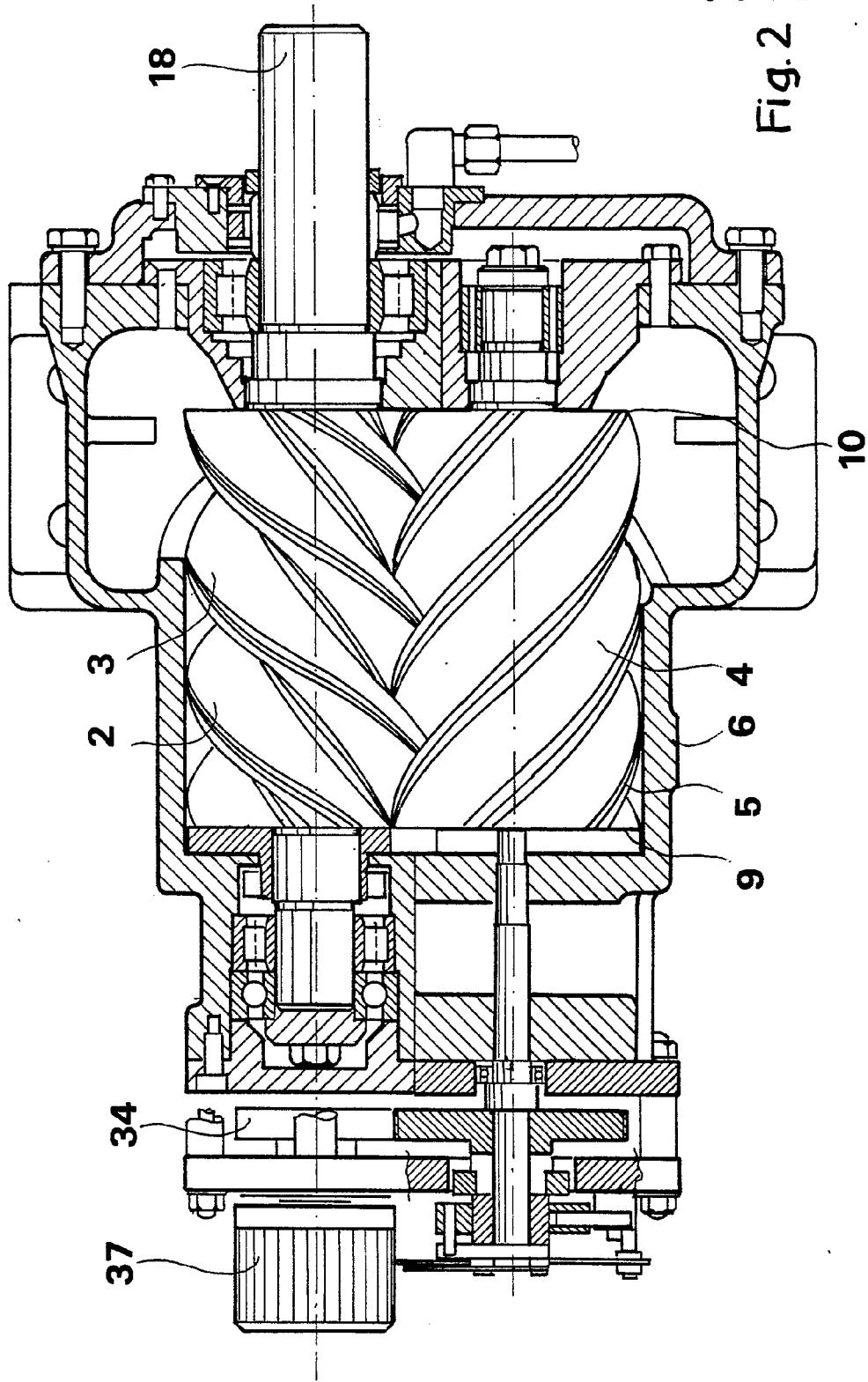
1. Schraubenexpansionsmaschine mit zwei achsenparallelen Schraubenrotoren, deren ineinandergreifende Kämme und Nuten der Schraubengänge bei der Drehung sich im Volumen stetig ändernde Expansionszellen bilden, welche abwechselnd und intermittierend mit den in je einer der beiden die Rotorstirnseiten sonst fast berührenden inneren Gehäuse- bzw. Förderraumstirnwänden angeordneten Anschlußöffnungen eines Druck- und Ausstoßkanals, also der Ein- und der Auslaßöffnung, für das Antriebsmedium in Verbindung kommen, dadurch gekennzeichnet, daß an einer der Stirnwände (9; 10) des Förderraums eine bewegliche Schließvorrichtung (20, 22) vorgesehen ist, mit der der Querschnitt der betreffenden Anschlußöffnung bzw. der Winkelbereich, in dem einer der Kanäle mit den durch die Kämme und Nuten gebildeten Expansionszelle in Verbindung steht, in seiner Lage und/oder Erstreckung in Umfangsrichtung der Rotation veränderbar ist.
2. Schraubenexpansionsmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei gegeneinander bewegliche Steuerplatten (20, 22) die je einem Rotor zugeordnet sind, durch die in der niederdruckseitigen Stirnwand die Einlaßöffnung verschließbar ist.
3. Schraubenexpansionsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließbewegung der Steuerplatten in einem abgestuften Verhältnis der Schließwinkel abläuft.
4. Schraubenexpansionsmaschine nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerplatten über ein Zahngtriebe verstellbar sind.



2/5

0042027

Fig. 2



3/5

0042027

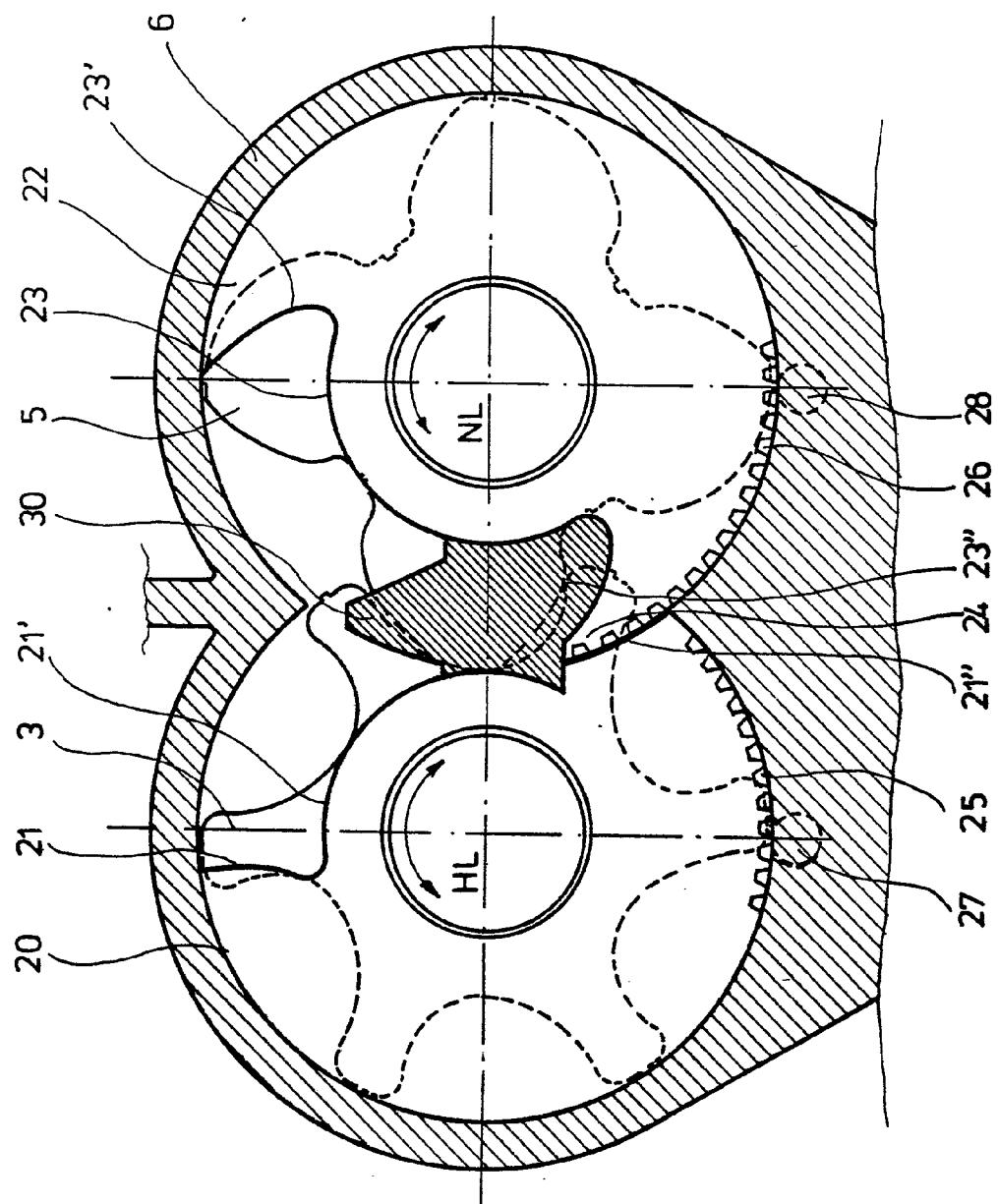
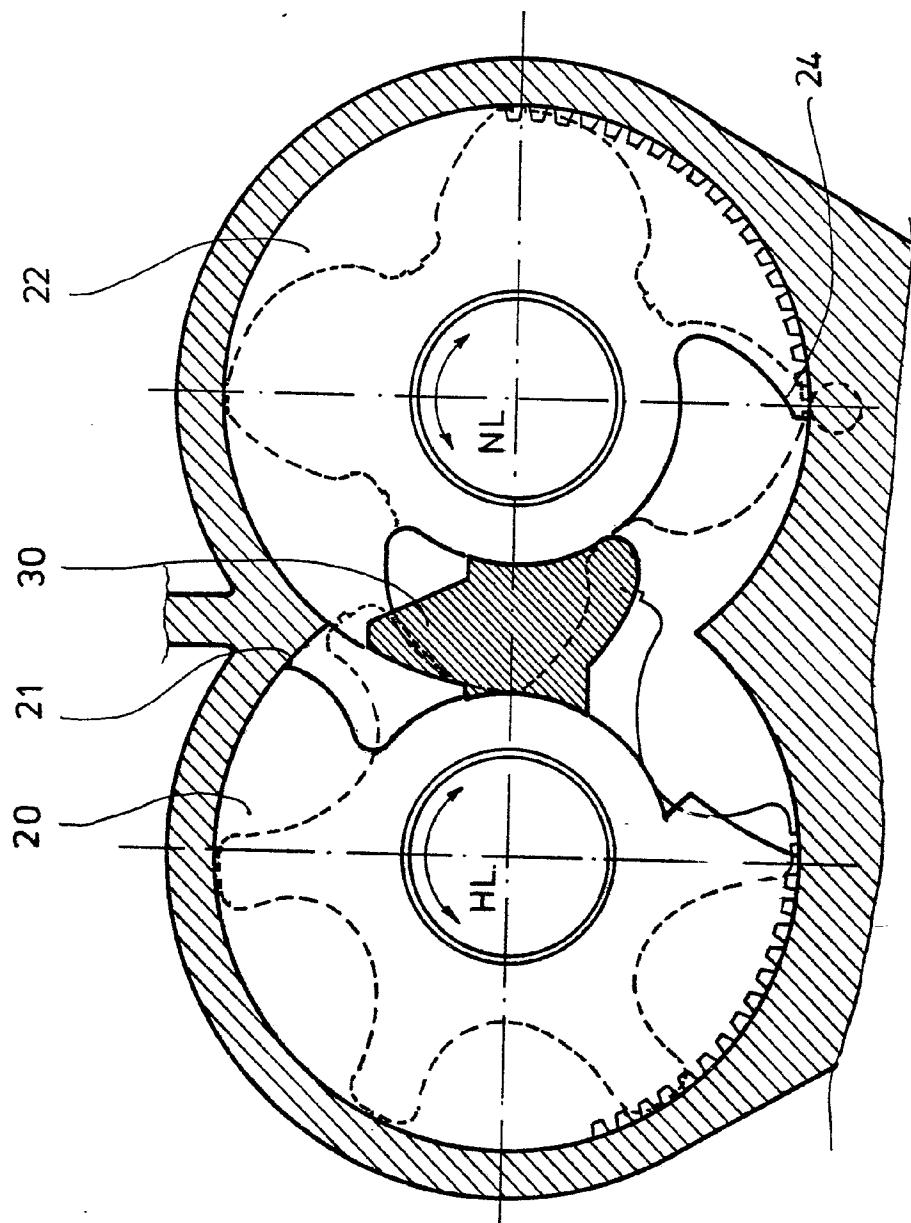


Fig. 3

0042027

1/5

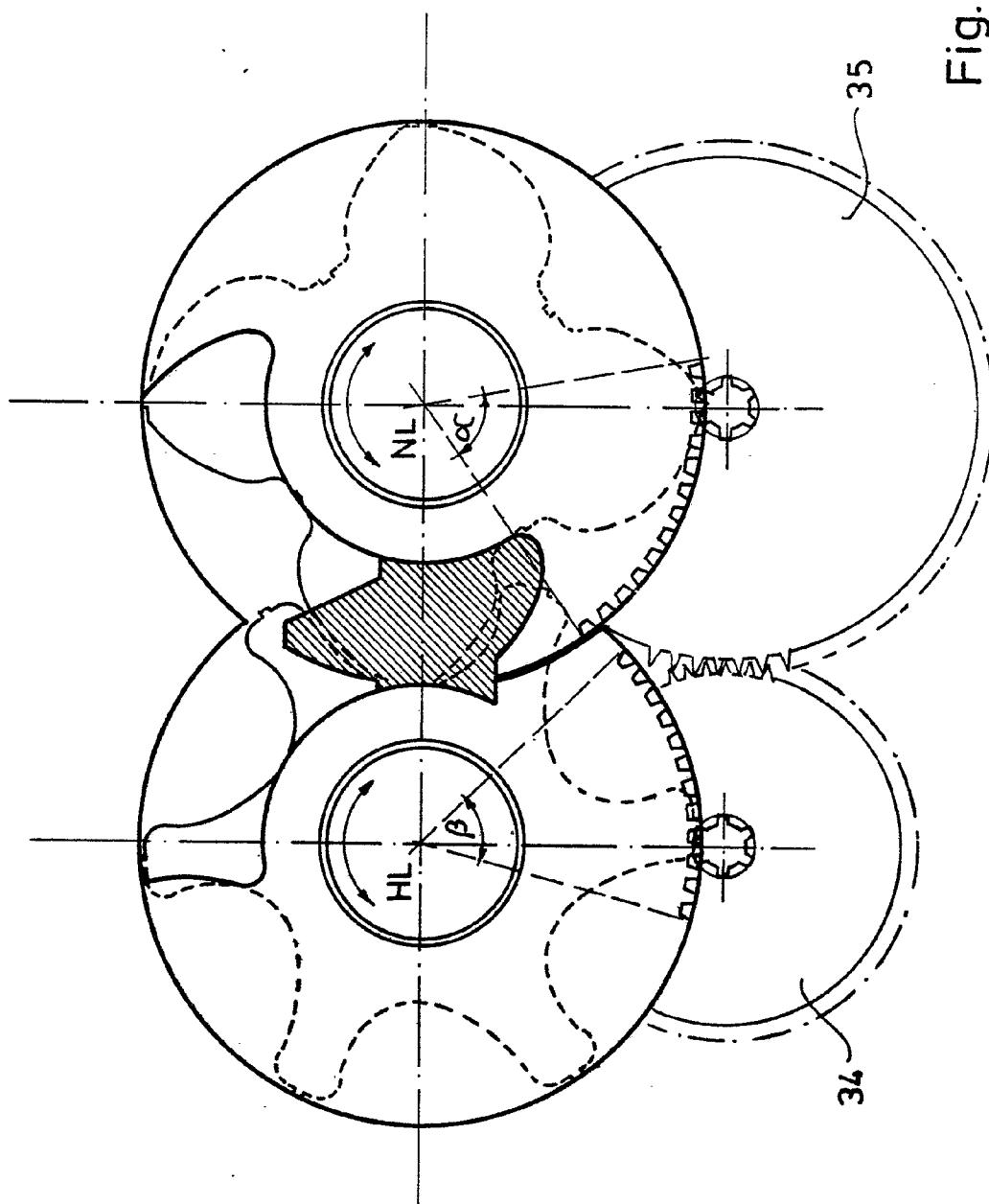
Fig. 4



0042027

5/

Fig. 5





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<u>US - A - 2 266 820 (SMITH)</u> * Seite 6, linke Spalte, zweiter Abschnitt; Figuren 28 bis 31 *	1,2,4	F 01 C 21/16

	<u>FR - A - 1 258 653 (SVENSKA ROTOR)</u> * Seite 1, letzter Abschnitt; Seite 3, linke Spalte, vorletzter Abschnitt; Seite 4, rechte Spalte; Figuren 7,8 *	1,2	

	<u>GB - A - 316 670 (PATIAG)</u> * Seite 1, rechte Spalte, erster Abschnitt; Figuren; Seite 2, zweiter Abschnitt *	1,2,4	F 01 C F 04 C

	<u>US - A - 3 723 031 (BROWN)</u> * Spalten 3,4; Figuren I bis IV; Spalte 6, Zeilen 43 bis 46 *	1,2,4	

	<u>CH - A - 326 295 (DRESSER IND.)</u> * Seite 2, letzter Abschnitt; Seite 3, linke Spalte; Figuren 1,2,3 *	1,4	

			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Haag	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
		21-09-1981	KAPOULAS