

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81100882.0

51 Int. Cl.³: **F 01 C 21/16**

22 Anmeldetag: 07.02.81

30 Priorität: 13.06.80 DE 3022202

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

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 23.12.81
 Patentblatt 81/51

72 Erfinder: **Sandstede, Helko, Dr.-Ing., Köhlerstrasse 22,**
D-4272 Kirchellen (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)

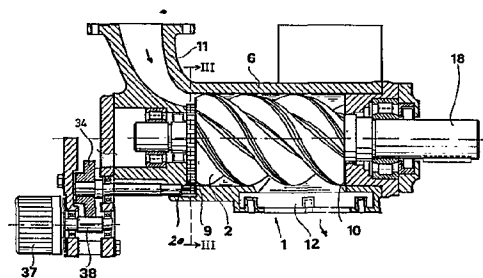
84 Benannte Vertragsstaaten: **BE CH DE FR GB IT LI**

54 Schraubenexpansionsmaschine.

57 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 Arbeitsmedium 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 niederdruckseitigen Stirnwand ist die Einlaßöffnung durch zwei gegeneinander 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 Zahngetriebe (34, 37, 38) verstellbar.



EP 0 042 027 A1

COMPLETE DOCUMENT



1 Die Erfindung betrifft eine Schraubenexpansionsmaschine
mit zwei achsparallelen Läufern, deren ineinander grei-
fende Zähne und Zahnücken der Schraubengänge bei der
Drehung sich im Volumen stetig vergrößernde Expansions-
5 räume bilden. Die Räume werden durch Einlaßöffnungen,
die in dem Gehäusewandteil angeordnet sind, das die Läu-
ferstirnseiten sonst fast berührt, nacheinander bis zu
einem bestimmten Volumen mit einem Arbeitsmedium gefüllt.
Dieses Medium expandiert, und nach Überfahren der am Ge-
10 häuseumfang angeordneten Steuerkanten öffnet sich der
Expansionsraum zum Auslaßkanal.

Schraubenexpansionsmaschinen der gekennzeichneten Art ar-
beiten mit dem gleichen funktionellen Aufbau wie Schrau-
15 benverdichter, jedoch mit dem Unterschied, daß ein Medium
mit erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur in den Druck-
kanal eintritt, bei der Expansion in den Zahnückenräu-
men einen Teil seiner Energie als technische Arbeit ab-
gibt und anschließend austritt.

20

Derartige Schraubenexpansionsmaschinen haben den Nachteil,
daß die Veränderung von Betriebsdaten, wie z. B. Drehmo-
ment, Drehzahl, Druck und Temperatur des Arbeitsmediums
am Ein- und Austritt den Wirkungsgrad verschlechtert, da
25 durch das in der Maschine festgelegte, nicht veränderba-
re innere Volumenverhältnis zwischen dem Volumen am Be-
ginn und dem Volumen am Ende der Expansion eine Anpas-
sung an veränderliche Betriebsdaten nicht möglich ist.

30 Für die Erfindung stellt sich die Aufgabe, Schraubenex-
pansionsmaschinen anzugeben, die auch im Teillastbereich
einen möglichst konstanten Wirkungsgrad zeigen, leicht
zu steuern sind und trotzdem keine übermäßig großen Ko-
sten 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 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 Läufergehäuses eine bewegliche Verstellvorrichtung vorgesehen ist, mit der die Lage der steuernden Kanten der Eintrittsöffnung bzw. der Winkelbereich, in dem der Druckkanal mit
10 dem durch die Zähne und Zahnücken gebildeten Expansionsraum in Verbindung steht, in seiner Lage und/oder Erstreckung in Umfangsrichtung der Rotoren veränderbar ist.

Diese relativ allgemeine Formulierung der Erfindungsgedanken beinhaltet, daß verschiedene Steuerungs- und Schließvorrichtungen, wie sie für Schraubenverdichter bekannt sind, für Schraubenexpansionsmaschinen in technisch abgewandelter 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 Expansionsraumes beim Füllungsende bzw. Expansionsbeginn ermöglichen. Daraus folgt, daß die Veränderung der Eintrittsöffnung es erlaubt, den Auslegungspunkt der Schraubenexpansionsmaschine zu verändern, wobei der Wirkungsgradabfall klein gehalten werden kann.

30 Insbesondere bieten sich für die Stellvorrichtung zwei gegeneinander 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:

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

Figur 2 einen Längsschnitt, jedoch von oben gesehen;

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

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

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
35 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 gleichzei-
tig 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 ste-
hen.

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 außer-
dem mit einem Wellenzapfen 18 versehen, der eine außer-
halb der Expansionsmaschine angeordnete, nicht darge-
stellte 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 ein-
stellbare 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 Gehäu-
ses 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 Häl-
fte 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 Überdek-
kung durch die Schließorgane teils gestrichelt, teils
durchgezogen dargestellt ist.

1 Vor die Stirnseiten der Läufer, jeweils mit ihnen coaxial,
sind als Schließorgane zwei miteinander gekoppelt drehba-
re Steuerschieber 20, 22 in das Gehäuse 6 eingepaßt. Die
Schieber 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 dre-
hende, unvollständige Kreistringscheiben. Der in die
20 Kreisringe geschnittene Ausschnitt liegt im Bereich eines
zwischen die Achsen ragenden Leitklotzes 30. In ihren
Extremstellungen berühren die Ausschnittkanten 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 Ausschnittkante 21 oben mit einer Kon-
tur 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 Ausschnittkante 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 gekrümmt 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 Verzäh-
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 bestimm-
35 ten 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
5 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
10 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 Quer-
15 schnitt 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
20 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,
25 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.
30
4. Schraubenexpansionsmaschine nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerplatten über
35 ein Zahngetriebe verstellbar sind.

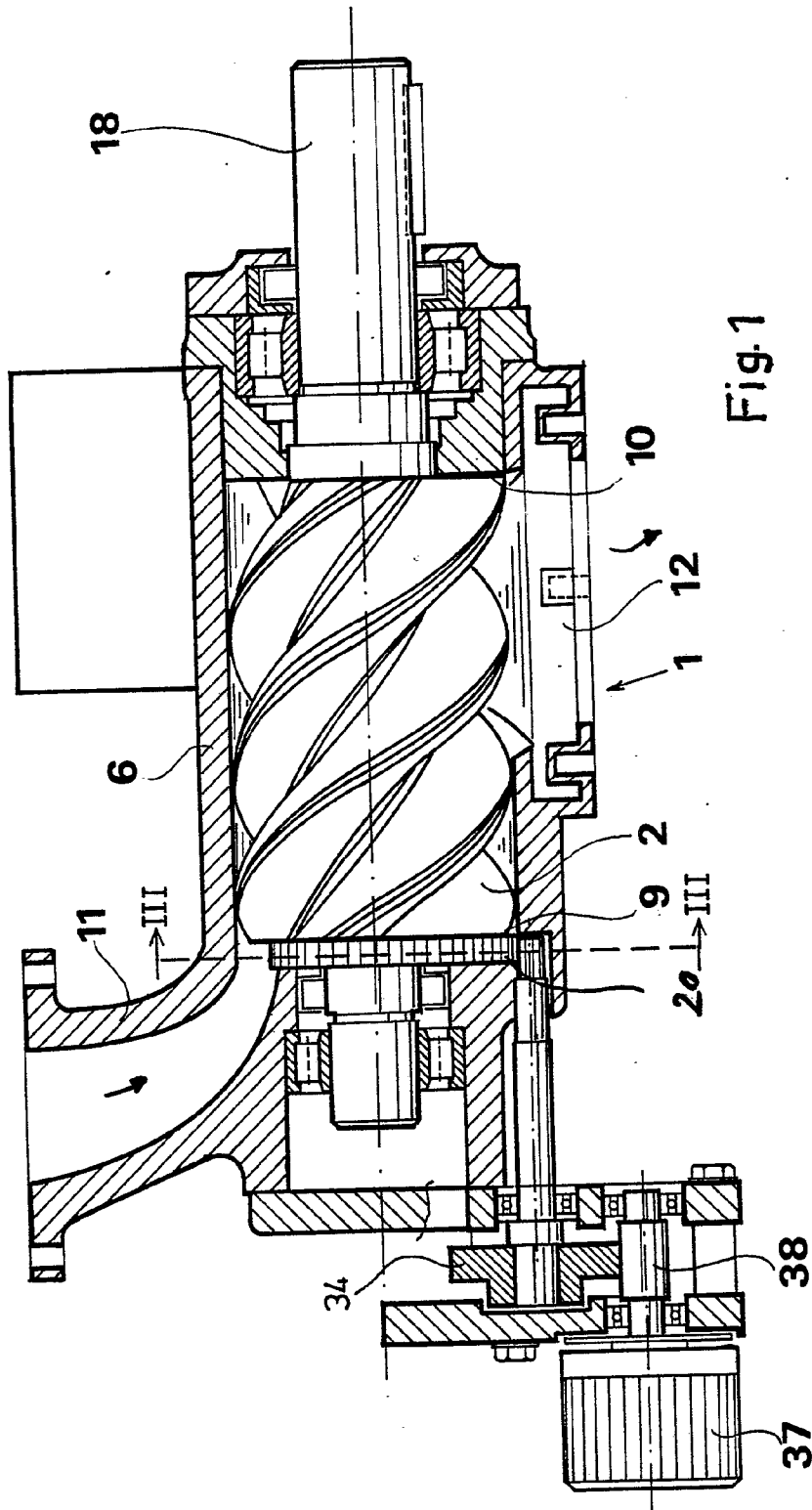
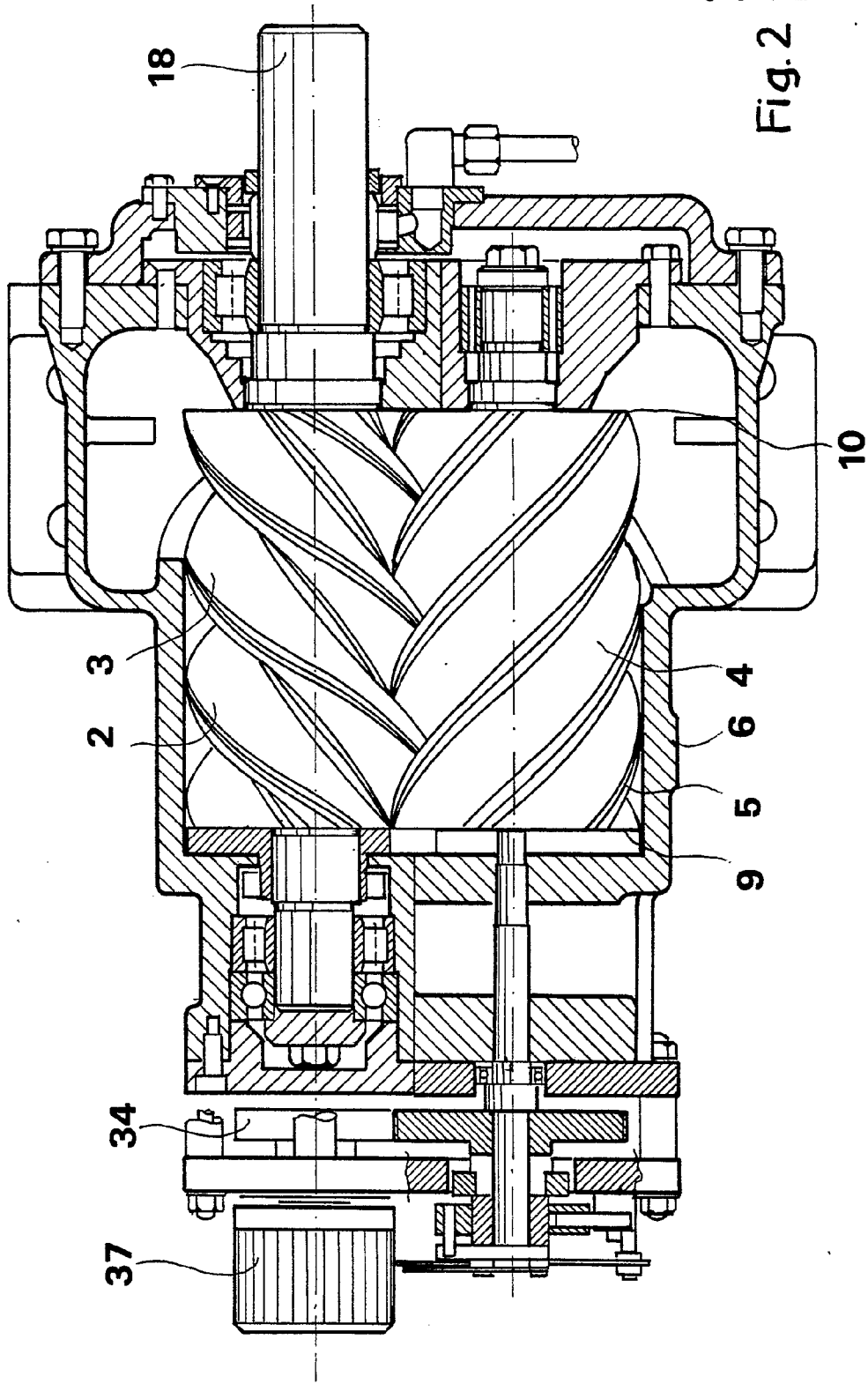


Fig. 2



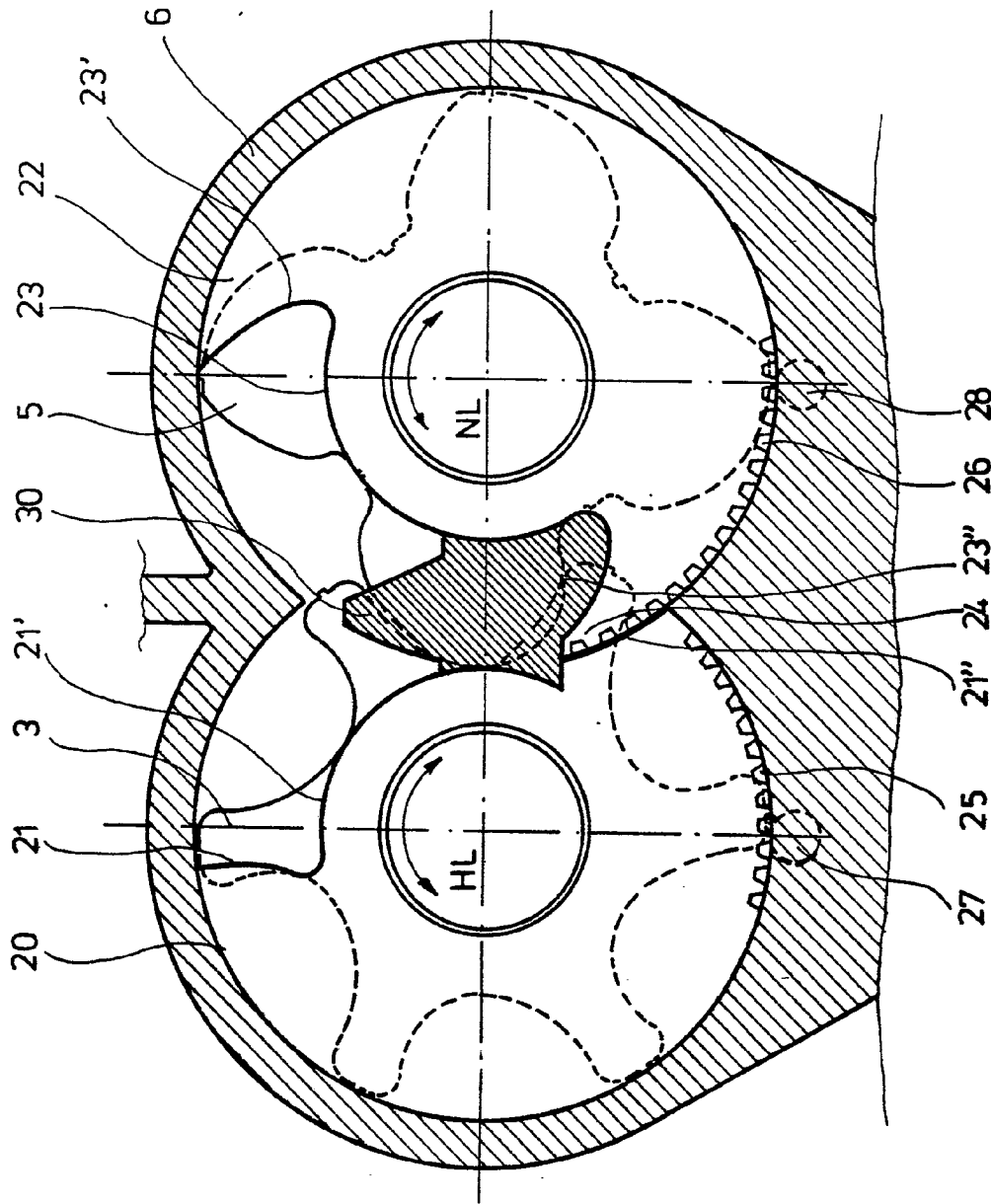


Fig. 3

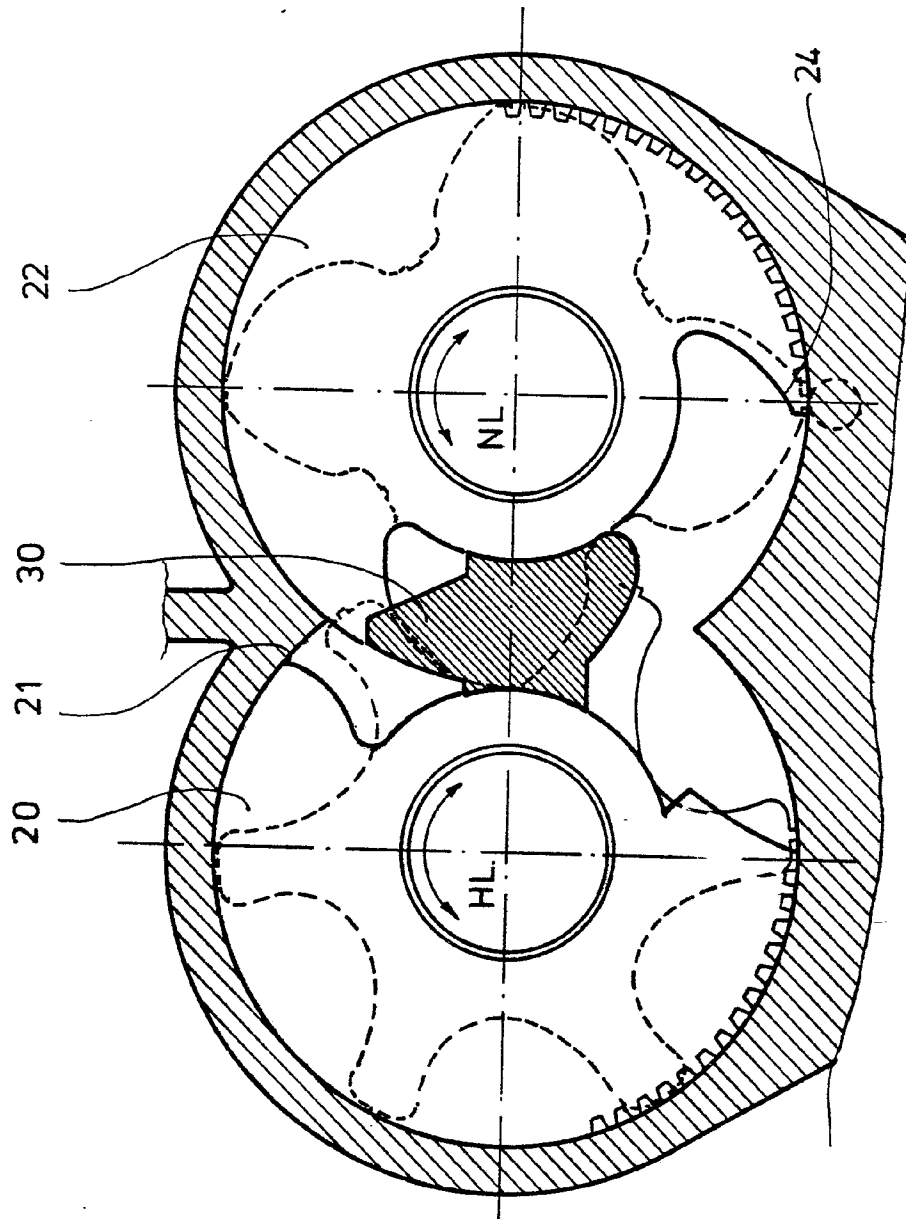
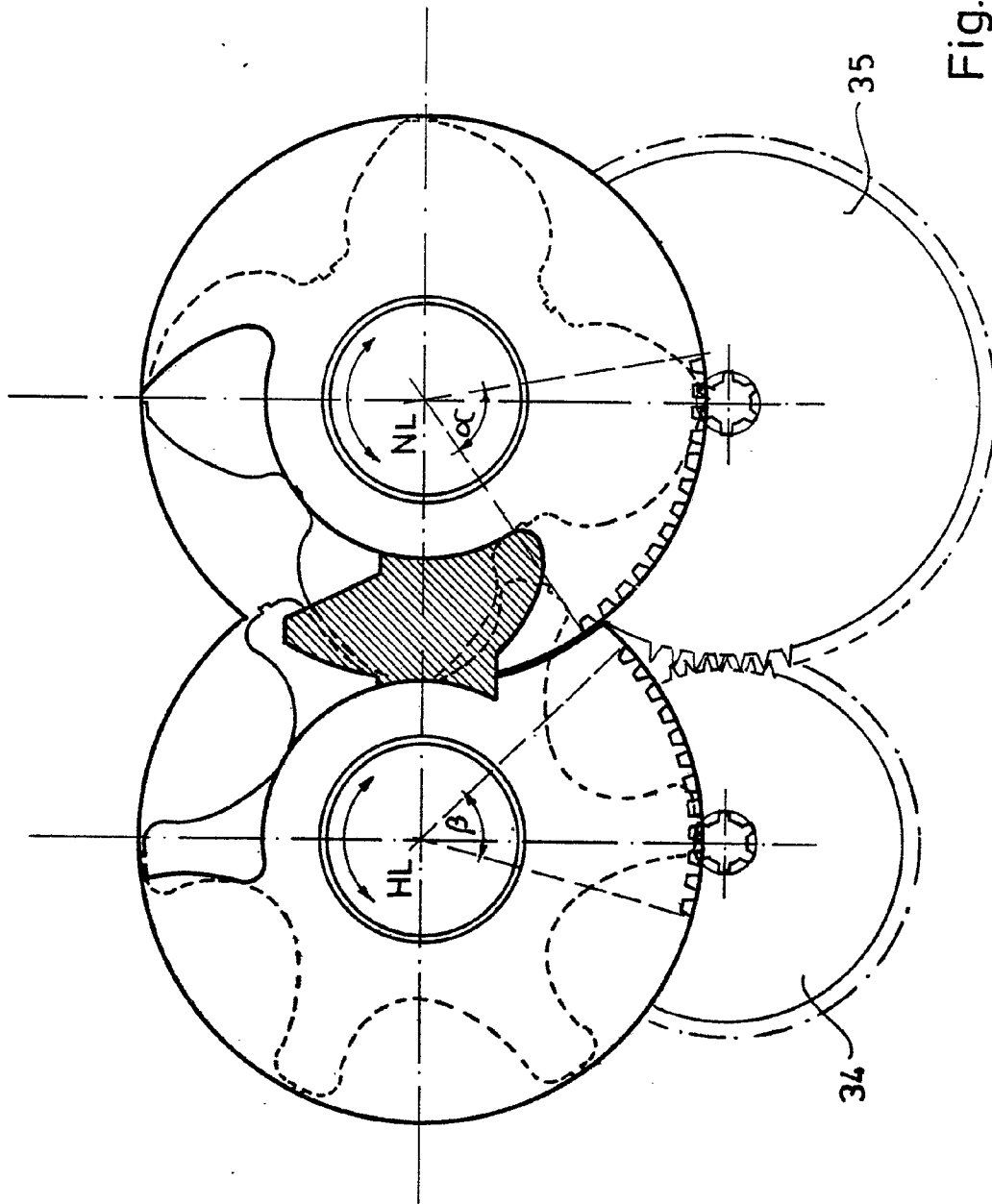


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0042027

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 0882

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
I	<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	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
	--		
	<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
7	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Haag	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
		21-09-1981	KAPOULAS