

Verfahren und Vorrichtung zum Komprimieren von gasförmigem Fördermedium

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Komprimieren von gasförmigem Fördermedium mit mindestens einem einen Voreinlaß aufweisenden Roots-Kompressor.

In Luftversorgungseinrichtungen und in Verdichter- bzw. Kompressoranlagen zur Förderung technischer Gase müssen die Verdichter bzw. Kompressoren bei schwankendem Bedarf den wechselnden Forderungen der Anlage angepaßt werden.

Diese Forderung wird in der Praxis bisher auf verschiedenste Weise realisiert. Auf dem Gebiet der Roots-Kompressoren werden zu diesem Zweck beispielsweise hinsichtlich der Drehzahl regelbare Antriebe eingesetzt. Verbreitet sind mechanische Drehzahlregelungen, wie Verstellgetriebe oder dergleichen, oder elektrische Drehzahlregelungen, beispielsweise mit Gleichstrom- oder Schleifringläufermotoren oder Käfigläufermotoren mit Frequenzumrichter. Für die drehzahlmäßige Grobabstufung werden auch sogenannte polumschaltbare Motore eingesetzt.

Gemeinsam ist allen diesen bekannten Konstruktionen und Vorgehensweisen, daß zur Anpassung an den eingangs genannten Bedarf jeweils die Drehzahl des Roots-Kompressors geändert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein vollkommen neuartiges, den wechselnden Anforderungen einer Anlage anpaßbares Roots-Kompressor-Konzept zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit der Verfahrensmaßnahme gelöst, daß von zumindest einem weiteren Roots-Kompressor komprimiertes Fördermedium in den Voreinlaß des ersten Roots-Kompressors eingespeist wird.

Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens steht zur Lösung der gestellten Aufgabe der Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren mit der Druckseite zumindest eines weiteren Roots-Kompressors in Verbindung.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, neben dem ersten Roots-Kompressor, dem sogenannten Trägergebläse, zumindest einen weiteren Roots-Kompressor, das sogenannte Füllgebläse vorzusehen und von dem Füllgebläse gefördertes Fördermedium in den Voreinlaß des Trägergebläses gezielt einzuspeisen.

Werden beispielsweise gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung alle Roots-Kompressoren mit konstanter Drehzahl angetrieben, die von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermenge zumindest teilweise in den Voreinlaß des ersten Roots-Kom-

pressors eingespeist und die jeweils verbleibende Fördermenge abgeblasen, wobei die Aufteilung zwischen eingespeister und abgeblasener Fördermenge über einen eingestellten Abblasdruck gesteuert wird, so ist eine aufwendige und teure Regelung für den Antrieb nicht erforderlich. Vielmehr können für den Antrieb sowohl des oder der ersten Roots-Kompressoren (Trägergebläse) als auch des oder der weiteren Roots-Kompressoren (Füllgebläse) jeweils lediglich mit konstanter Drehzahl laufende Elektromotoren eingesetzt werden. Die für die eingangs erwähnte Anpassung erforderliche Steuerung der Gesamtfördermenge (sogenannte Mengenregelung) erfolgt nach dem erfindungsgemäßen Konzept somit ausschließlich durch die gezielte Einspeisung von über das Füllgebläse gefördertes Fördermedium in den Voreinlaß des Trägergebläses.

Diese gezielte Einspeisung wird dadurch realisiert, daß von der Fördermenge, die von dem Füllgebläse geliefert wird, entsprechend der geforderten Gesamtfördermenge, entweder nichts oder der jeweils nicht benötigte Teil dieser Fördermenge abgeblasen wird.

Das Abblasen bedingt einen Abfall des Druckes in der Verbindungsleitung zum Voreinlaß des Trägergebläses, woraus eine Reduzierung der Antriebsleistung des Füllgebläses resultiert. Aufgrund der verminderten Antriebsleistung kann der lineare Zusammenhang zwischen der Gesamtantriebsleistung und der Gesamtfördermenge bei konstantem Systemdruck gemäß der Gleichung

$$P_{\text{ges.}} \sim \dot{V}_{\text{ges.}} \cdot \Delta p$$

realisiert werden, wobei $P_{\text{ges.}}$ die Gesamtantriebsleistung, $\dot{V}_{\text{ges.}}$ das Gesamtansaugvolumen und Δp die Druckdifferenz zwischen Systemdruck und Ansaugdruck bezeichnen.

Bedingung hierfür ist, daß x als Verhältnis von der über den Voreinlaß geförderten Menge zur maximal möglichen Voreinlaßmenge gleich dem Verhältnis der eingestellten Druckdifferenz am Füllgebläse zur maximalen Druckdifferenz Δp ist.

Es zeigt sich nun, daß die in den Voreinlaß eingespeiste Fördermenge, bezogen auf den Ansaugzustand, tatsächlich unter normalen Gebläsebetriebsbedingungen ein Volumen darstellt, wie es für die Einhaltung des oben erwähnten linearen Zusammenhanges zwischen Leistung und Fördermenge erforderlich ist. Mit diesem neuen Roots-Kompressor-Konzept ist es also möglich im Teilbereich die Fördermenge, die vom Füllgebläse geliefert wird, nur gegen einen Teil der Druckdifferenz Δp zu fördern, weil nämlich die weitere Förderung auf den Systemdruck ohne zusätzliche Energie durch den Voreinlaß des Trägergebläses

möglich ist.

Darüberhinaus kann durch Anordnung eines Kühlers in der Verbindungsleitung zum Voreinlaß des Trägergebläses erreicht werden, daß unter Beibehaltung der geforderten Gesamtfördermenge eine geringere Antriebsleistung erforderlich ist.

Durch die Anordnung von polumschaltbaren Elektromotoren für die Antriebe mit fester Drehzahl kann bei einem Ausführungsbeispiel der oben beschriebenen Art der Regelbereich mit geringem zusätzlichem Aufwand erheblich erweitert werden.

Für ein Ausführungsbeispiel der oben beschriebenen Art ist es vorteilhaft, die grundsätzliche Anordnung derart zu treffen, daß zwei erste Roots-Kompressoren (d.h. zwei Trägergebläse) mit einem weiteren Roots-Kompressor (d.h. einem Füllgebläse) kombiniert werden. Zur Erweiterung des Regelbereiches ist es bei einer derartigen Kombination notwendig, je nach den Betriebsbedingungen, ein Trägergebläse oder beide Trägergebläse mit polumschaltbaren Elektromotoren auszustatten.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden der bzw. die ersten Roots-Kompressoren mit konstanter Drehzahl angetrieben, das von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermedium vollständig in den Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren eingespeist und der bzw. die weiteren Roots-Kompressoren mit einstellbarer Drehzahl angetrieben.

Die Steuerung der Gesamtfördermenge erfolgt bei einem derartigen Ausführungsbeispiel nicht durch Abblasen, sondern durch eine Veränderung der Drehzahl des Füllgebläses. Hierfür ist zwar mehr Aufwand für die Drehzahlregelung des Füllgebläses erforderlich. Eine derartige Verfahrensweise hat jedoch den Vorteil, daß aufgrund des erfindungsgemäßen Systems die Gesamtantriebsleistung kleiner ist als bei bisher bekannten Anlagen mit gleicher Gesamtfördermenge und gleichem Systemdruck, bei denen die Antriebsleistung nach obiger Formel berechnet ist.

Untersuchungen haben ergeben, daß die durch das erfindungsgemäße System erzielbare Reduzierung der Antriebsleistung im Regelbereich ein Optimum aufweist. Dieses Optimum kann über die Drehzahlregelung des Füllgebläses angefahren werden.

Durch das Vorsehen eines Kühlers in der Verbindungsleitung zum Voreinlaß des Trägergebläses kann auch bei diesem Ausführungsbeispiel eine weitere Reduzierung der Antriebsleistung erreicht werden.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem mit einem oder mehreren Roots-Kompressoren (Füllgebläsen) mit einstellbarem Volumenstrom gearbeitet wird, werden alle Roots-Kompressoren mit konstanter

Drehzahl angetrieben und das von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermedium vollständig in den Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren eingespeist. Die Steuerung der Gesamtfördermenge erfolgt bei einem derartigen Ausführungsbeispiel nicht durch Abblasen oder Verändern der Drehzahl des Füllgebläses, sondern durch andere, gebläseseitige Mittel, wie beispielsweise eine Veränderung der Abmessungen der Förderkammern. Dadurch können alle Roots-Kompressoren eines solchen Ausführungsbeispieles mit Elektromotoren mit konstanter Drehzahl angetrieben werden, was einen geringeren Aufwand für die Antriebe erbringt.

Hinsichtlich der Reduzierung der Antriebsleistung ergeben sich beim vorliegenden dritten Ausführungsbeispiel mit den hierzu bereits zum zweiten Ausführungsbeispiel beschriebenen Mitteln vergleichbare Vorteile wie beim zweiten Ausführungsbeispiel.

Im folgenden sind zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der Erfindung ein Schaltschema eines Ausführungsbeispieles einer Vorrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, sowie zwei Gestaltungsmöglichkeiten für den Voreinlaß eines Trägergebläses unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher beschrieben.

Figur 1 zeigt das Schaltschema des ersten Ausführungsbeispieles der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitenden Vorrichtung zum Komprimieren von gasförmigem Fördermedium, und

Fig.2 u. 3 zeigen in einem Querschnitt durch einen Roots-Kompressor (Trägergebläse) Ausführungsbeispiele von Voreinlaßgestaltungen.

Wie aus Figur 1 hervorgeht, besteht die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens aus einem ersten Roots-Kompressor, dem sogenannten Trägergebläse T und einem weiteren Roots-Kompressor, dem sogenannten Füllgebläse F.

Das Trägergebläse T kann drei- oder mehrflügelig ausgebildet sind. Für das Füllgebläse F eignen sich zwei oder mehrflügelige Roots-Kompressoren.

Das Trägergebläse T ist in herkömmlicher Weise mit einer Einlaßleitung 1 und einer Auslaßleitung 2 und das Füllgebläse F mit einer Einlaßleitung 3 und einer Auslaßleitung 4 ausgestattet.

Das Trägergebläse T ist mit sogenannten Voreinlässen ausgestattet, welche über Leitungen 5 gespeist werden.

Diese Leitungen 5 münden in eine Verbindungsleitung 6 ein, die über ein T-Stück 7 mit der Auslaßleitung 4 des Füllgebläses F verbunden ist. An das T-Stück 7 ist eine Leitung 8 angeschlossen, die einen regulierbaren Absperrschieber 9 trägt.

In der Verbindungsleitung 6 kann ein Dreiw-

geventil 10 angeordnet sein, welches mit einer Umgehungsleitung 11 verbunden ist, die in die Druckleitung 2 des Trägergebläses T einmündet.

In die Verbindungsleitung 6 ist ein Kühler 12 eingeschaltet, der mit einem nicht dargestellten Kühlkreislauf gekoppelt ist.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist sowohl für den Antrieb des Trägergebläses T als auch für den Antrieb des Füllgebläses F jeweils ein mit konstanter Drehzahl laufender Elektromotor vorgesehen, der in Figur 1 der Einfachheit halber nicht dargestellt ist.

Aufgrund des beschriebenen Antriebes arbeiten das Trägergebläse T und das Füllgebläse F im Betrieb jeweils mit konstanter Drehzahl. Soll nun über die Druckleitung 2 des Trägergebläses T die maximal mögliche Gesamtfördermenge gefördert werden, so ist der Absperrschieber geschlossen, so daß das Füllgebläse F die gesamte Fördermenge über die Verbindungsleitung 6 und die Voreinlaßleitungen 5 in den Voreinlaß des Trägergebläses T einspeist.

Soll der Voreinlaß in einem solchen Betriebsfall umgangen werden, kann die vom Füllgebläse F geförderte Fördermenge über das Dreiwegeventil 10 und die Umgehungsleitung 11 auch direkt in die Druckleitung des Trägergebläses T eingespeist werden.

Soll nun über die Druckleitung 2 des Trägergebläses T auf Grund eines geringeren Bedarfes eine kleinere als die maximal mögliche Gesamtfördermenge gefördert werden, so ist der Druck in der Leitung 4 hinter dem Füllgebläse durch Abblasen über den Absperrschieber derart abzusenken, daß die dann am Füllgebläse anliegende Druckdifferenz im gleichen Verhältnis reduziert worden ist wie die Fördermenge, die nun über den Voreinlaß geht, zur maximal möglichen Fördermenge.

Wird der in der Verbindungsleitung 6 angeordnete Kühler 12 in Betrieb gesetzt, so wird das zum Trägergebläse T geförderte Fördermedium vor dem Einspeisen in den Voreinlaß abgekühlt. Wie eingangs bereits beschrieben, ergibt sich dadurch eine weitere Reduzierung der Antriebsleistung.

Figur 2 zeigt ein erstes Beispiel für die Gestaltung des Voreinlasses bei dem Trägergebläse T. Bei diesem Beispiel sind Voreinlaßöffnungen 13 stirnseitig in den Seitenplatten angeordnet und derart bemessen, daß ein Kurzschluß von den Voreinlaßleitungen 5 weder zur Saugseite noch zur Druckseite des Trägergebläses auftritt.

Bei dem in Figur 3 dargestellten zweiten Beispiel für die Voreinlaßgestaltung ist eine seitlich in der Gehäusewandung angeordnete Steuerwalze 14 vorgesehen, über deren drei Schlitze 15 im Verlaufe des jeweiligen Einlaßvorganges eine Verbindung vom Füllgebläse zur Öffnung 16 in der Gehäusewandung hergestellt wird.

Die Steuerwalze 14 ist mit einem nicht dargestellten Antrieb versehen, der z.B. über die Roots-Kolben oder über einen externen Antrieb erfolgen kann. Das von dem Füllgebläse über die Voreinlaßleitungen 5 angelieferte Fördermedium wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch die zentrale Bohrung der Steuerwalze 14 zugeführt und von dort über die Schlitze 15 und die Öffnungen 16 in der Gehäusewand in den jeweiligen Förderraum des Trägergebläses T eingespeist.

Ansprüche

1. Verfahren zum Komprimieren von gasförmigem Fördermedium mit mindestens einem Voreinlaß aufweisenden ersten Roots-Kompressor, dadurch gekennzeichnet, daß von zumindest einem weiteren Roots-Kompressor komprimiertes Fördermedium in den Voreinlaß des ersten Roots-Kompressors eingespeist wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Roots-Kompressoren mit konstanter Drehzahl angetrieben werden, daß die von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermenge zumindest teilweise in den Voreinlaß des ersten Roots-Kompressors eingespeist und die jeweils verbleibende Fördermenge abgeblasen wird, wobei die Aufteilung zwischen eingespeister und abgeblasener Fördermenge über einen eingestellten Abblasdruck gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die ersten Roots-Kompressoren mit konstanter Drehzahl angetrieben werden, daß das von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermedium vollständig in den Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren eingespeist wird und daß der bzw. die weiteren Roots-Kompressoren mit einstellbarer Drehzahl angetrieben werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, mit einem oder mehreren weiteren Roots-Kompressoren mit einstellbarem Volumenstrom, dadurch gekennzeichnet, daß alle Roots-Kompressoren mit konstanter Drehzahl angetrieben werden und daß das von dem bzw. den weiteren Roots-Kompressoren geförderte Fördermedium vollständig in den Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren eingespeist wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der in den Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren eingespeiste Teil der Fördermenge gekühlt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Voreinlaß des bzw. der ersten Roots-Kompressoren (T) mit der

Druckseite zumindest eines weiteren Roots-Kompressors (F) in Verbindung steht.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, mit mindestens einem drei- oder mehrflügeligen ersten Roots-Kompressor(T),
dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der bzw. die ersten Roots-Kompressoren (T) als auch der bzw. die weiteren Roots-Kompressoren (F) mit einem Antrieb mit fester Drehzahl gekoppelt sind und daß in der Verbindungsleitung (6) zum Voreinlaß des oder der ersten Roots-Kompressoren (T) ein regulierbarer Absperrschieber (9) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß von der Verbindungsleitung (6) über ein Dreiwegeventil (10) eine Umgehungsleitung (11) abzweigt, welche mit der Druckseite des bzw. der ersten Roots-Kompressoren (T) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3, mit mindestens einem drei- oder mehrflügeligen ersten Roots-Kompressor (T),
dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die ersten Roots-Kompressoren (T) mit einem Antrieb mit fester Drehzahl und der bzw. die weiteren Roots-Kompressoren (F) mit einem Antrieb mit variabler einstellbarer Drehzahl gekoppelt sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, mit mindestens einem drei- oder mehrflügeligen ersten Roots-Kompressor (T),
dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der bzw. die ersten Roots-Kompressoren (T) als auch der bzw. die weiteren Roots-Kompressoren (F) mit einem Antrieb mit fester Drehzahl gekoppelt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindungsleitung ein Kühler (12) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 7, 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, daß für die Antriebe mit fester Drehzahl polumschaltbare Elektromotoren vorgesehen sind.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche 6 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zwei erste Roots-Kompressoren (T) und einen weiteren Roots-Kompressor (F) umfaßt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

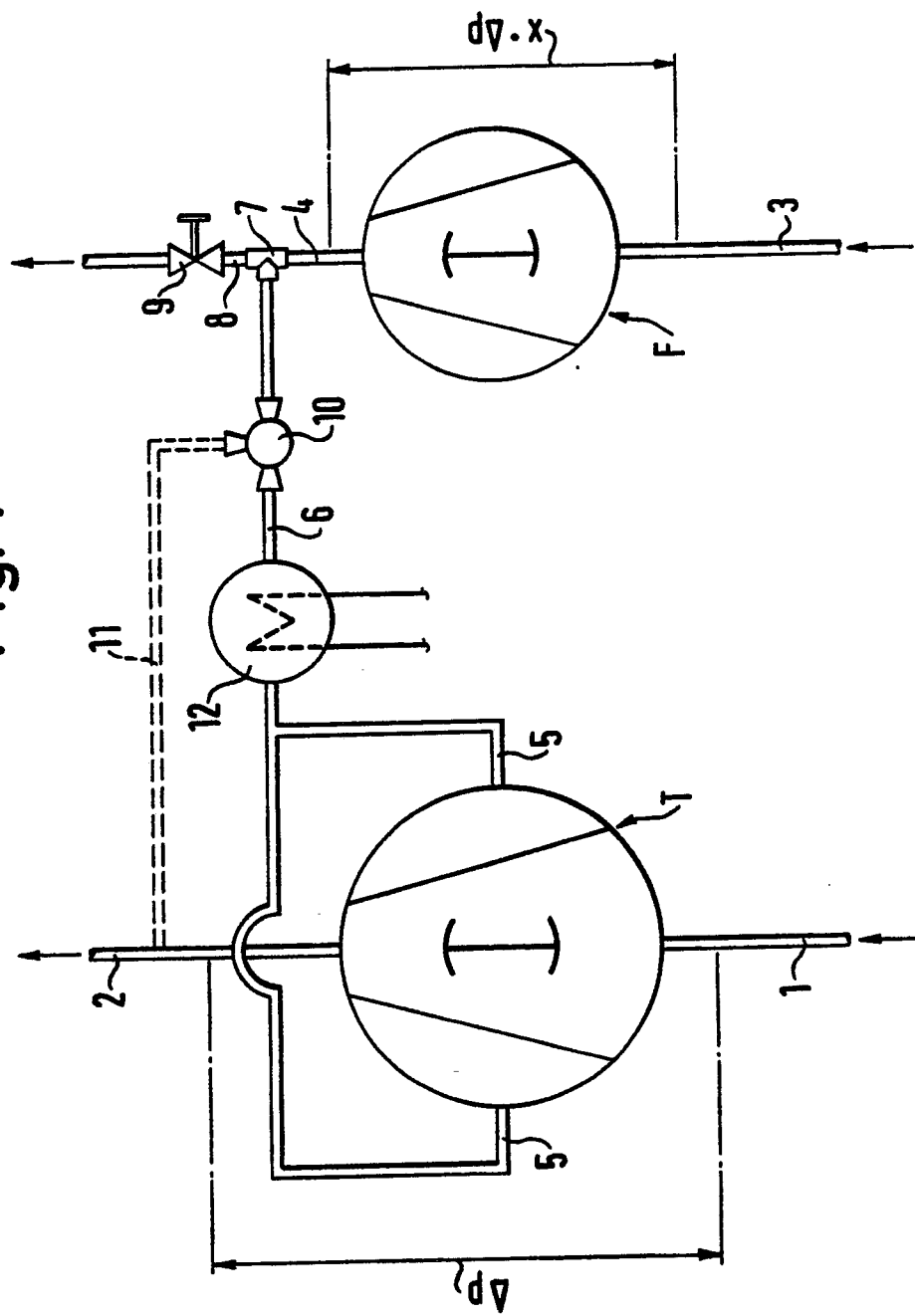


Fig. 2

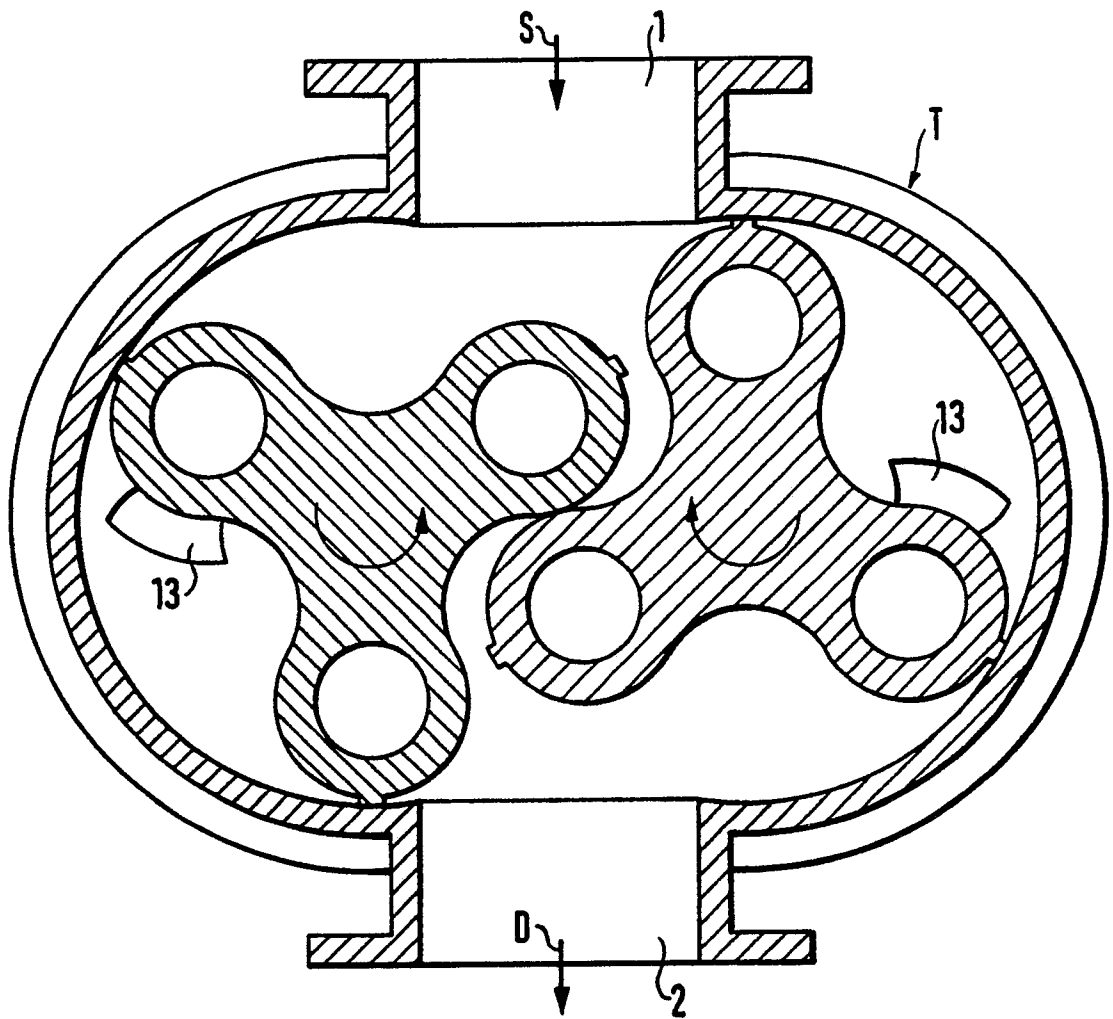
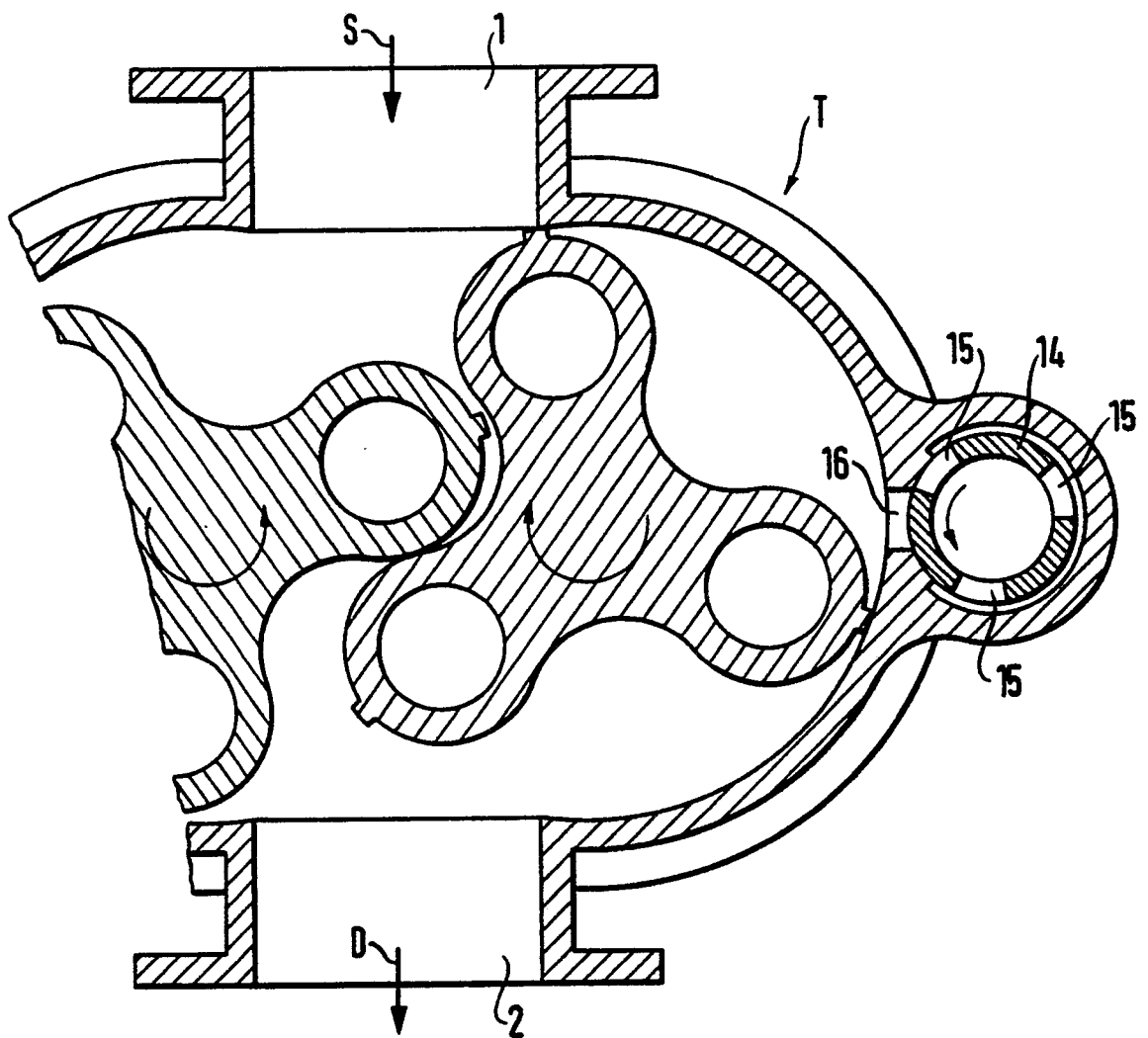


Fig. 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-1501474 (UNISCREW LTD) * Seite 3, Zeilen 53 - 86; Figur 1 * * Seite 4, Zeilen 38 - 85; Figur 2 * ---	1, 4, 6, 8	F04C29/10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 495 (M-780)(3342) 23 Dezember 1988, & JP-A-63 212797 (TOSHIBA) 05 September 1988, * das ganze Dokument * ---	1, 6	
A	GB-A-1417559 (HYDROVANE COMPRESSOR) * Seite 2, Zeile 82 - Seite 3, Zeile 79; Figur * -----	1, 6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 06 OKTOBER 1989	Prüfer KAPOULAS T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	