



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.02.2003 Patentblatt 2003/09

(51) Int Cl.7: **F04C 18/16**, F04C 29/00,
F04C 29/08, F04C 18/12

(21) Anmeldenummer: **01120052.4**

(22) Anmeldetag: **21.08.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Heumann, Volker**
53919 Weilerswist (DE)
• **Vorwerk, Christoph**
50739 Köln (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,**
A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, Michigan 48126 (US)

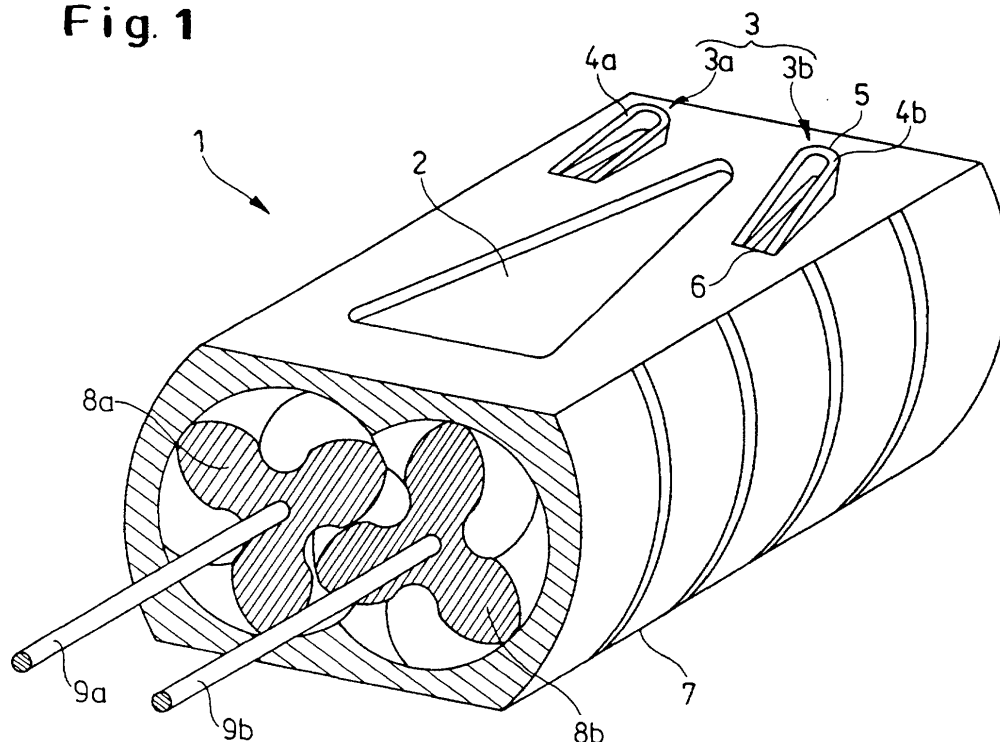
(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Ing. et al**
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(54) **Rotationspumpe mit Rückströmung**

(57) Die Erfindung betrifft die Ausgestaltung der Rückströmöffnungen (3a,3b) einer als Turbolader dienenden Rotationspumpe mit Rückströmung (1). Das durch zwei gegenläufig rotierende Rotoren (8a,8b) von einem Einlass (7) zum Auslass (2) der Pumpe (1) geförderte Fluid strömt über die Rückströmöffnungen (3a,3b) teilweise zurück. Die Ränder (4a,4b) der Rückströmöff-

nungen weisen einen variierenden Abstand zu der Fläche auf, die von der inneren Pumpengehäusekontur zusätzlich der konstruktiv erforderlichen wandstärke gebildet wird. Insbesondere können die Ränder (4a,4b) rampenförmig verlaufen. Die Abstandsvariation trägt zu einer Verminderung der geräuscentwicklung der Pumpe (1) bei.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotationsrückströmpumpe, enthaltend

- einen Einlass für ein zu pumpendes Fluid;
- einen Auslass für das zu pumpende Fluid;
- zwei achsparallele, ineinandergreifende Rotoren zur Förderung eines zwischen den Flügeln der Rotoren und dem Pumpengehäuse eingeschlossenen Transfervolumens vom Einlass zum Auslass;
- eine Rückströmöffnungsanordnung, durch welche Fluid mit dem Transfervolumen ausgetauscht werden kann und welche vorzugsweise im Bereich des Auslasses angeordnet ist.

[0002] Eine Rotationsrückströmpumpe der eingangs genannten Art ist zum Beispiel aus der EP 0 174 171 B1 bekannt. Derartige Rotationsrückströmpumpen werden insbesondere in Kraftfahrzeugen eingesetzt, um Luft zum Verbrennungsmotor zu fördern. Die Luft wird dabei an der Einlassseite der Pumpe zwischen den Flügeln der gegenläufig rotierenden, achsparallelen Rotoren und dem Pumpengehäuse eingeschlossen (Transfervolumen) und zur Auslassseite der Pumpe befördert. Während des Fördervorganges erfolgt keine Kompression des Transfervolumens und damit keine Druckerhöhung. Die Auslassseite steht jedoch in der Regel unter einem höheren Druck, so dass bei der Öffnung des Transfervolumens zur Auslassseite hin vorübergehend ein Rückfluss des geförderten Fluides von der Auslassseite zum Transfervolumen einsetzt.

[0003] Die Art und Menge dieses Rückflusses wird bei den bekannten Rotationsrückströmpumpen durch entsprechend ausgelegte Anordnungen von Rückströmöffnungen beeinflusst beziehungsweise gesteuert. Die Rückströmöffnungen dienen insbesondere einer Verminderung der Erzeugung von Geräuschen und Vibrationen (NVH: noise, vibration, harshness), indem diese einen längeren Druckausgleich ermöglichen. Zur Optimierung dieses Zieles werden im Stand der Technik verschiedene Positionen, Längen und Breiten der in der Regel schlitzförmigen Rückströmöffnungen vorgeschlagen. In diesem Zusammenhang wird zum Beispiel in der EP 0 174 171 B1 eine etwa V-förmige Kontur der Rückströmöffnungen offenbart. Der Rand der bekannten Rückströmöffnungen befindet sich stets in einer Fläche parallel zu der innen abdichtenden Gehäusekontur.

[0004] Es zeigt sich jedoch, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Maßnahmen zur Geräuschminderung noch zu keinem befriedigenden Ergebnis führen. Messungen des dynamischen Druckes am Auslass von als Rootsblader vor Brennkraftmaschinen eingesetzten Rotationsrückströmpumpen zeigen verschiedene Resonanzen im Drehzahlbereich der Pumpe, welche

auch im Fahrzeug ohne messtechnische Hilfsmittel wahrnehmbar sind. Diese Resonanzen treten auf, wenn die Grundordnungen des Rootsbladers (z.B. 3., 6., 9., 12. und harmonische Ordnungen) einen bestimmten Eigenmodus innerhalb des Rootsbladers anregen. Dieser Eigenmodus wird durch die akustische Kopplung des Transfervolumens der Rotationsrückströmpumpe, welches sich auf Umgebungsdruck befindet, mit dem unter Druck stehenden Einlasssystem des Motors über die Rückströmöffnungen angeregt.

[0005] Vor diesem Hintergrund bestand eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Konstruktion einer Rotationsrückströmpumpe vorzuschlagen, welche zu einer geringeren Entwicklung von Betriebsgeräuschen führt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Rotationsrückströmpumpe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0008] Die Rotationsrückströmpumpe enthält einen Einlass für ein zu pumpendes Fluid, bei dem es sich insbesondere um ein Gas wie etwa Luft handeln kann, sowie einen Auslass für das gepumpte Fluid. Ferner enthält diese zwei achsparallele, ineinandergreifende Rotoren, welche derart zusammenwirken, dass diese ein zwischen den Flügeln der Rotoren und dem Pumpengehäuse eingeschlossenes Transfervolumen des zu pumpenden Fluides von der Einlassseite zur Auslassseite fördern, wenn sie drehend angetrieben werden. Schließlich weist die Rotationsrückströmpumpe eine Rückströmöffnungsanordnung auf, durch welche Fluid zwischen Einlass bzw. Auslass und Transfervolumen ausgetauscht werden kann. Diese Anordnung kann insbesondere bei dem Auslass angeordnet sein, so dass unter höherem Druck im Auslass befindliches Fluid zum Transfervolumen zurückströmen kann. Die Pumpe ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rand der genannten Rückströmöffnungsanordnung einen variierenden Abstand zu der Fläche hat, die von der innen abdichtenden Gehäusekontur gebildet wird.

[0009] Anders als bei bekannten Rotationsrückströmpumpen liegt somit der Rand der Rückströmöffnungsanordnung nicht in einer Fläche parallel zur inneren Gehäusekontur, sondern er steht zumindest teilweise über eine derartige Fläche hervor. Überraschenderweise zeigt es sich, dass eine derartige Abstandsvariation des Randes der Rückströmöffnungen einen dämpfenden Einfluss auf die Geräuschentwicklung der Pumpe hat. Die genaue Form des Randverlaufes kann dabei anhand von Versuchen optimiert werden.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Rotationsrückströmpumpe weist die Rückströmöffnungsanordnung mindestens eine Rückströmöffnung auf, deren Rand einen variierenden Abstand relativ zu der inneren Gehäusekontur aufweist. Das bedeutet, dass der Rand einer einzigen Öffnung bereits in sich eine Abstandsvariation enthält.

[0011] Die genannte Variation des Abstandes des Randes der mindestens einen Rückströmöffnung von der inneren Gehäusekontur erfolgt vorzugsweise kontinuierlich, also ohne Sprünge. Insbesondere kann der Rand linear beziehungsweise rampenförmig von einem minimalen Abstand zu einem maximalen Abstand (und zurück) verlaufen.

[0012] Gemäß einer anderen Ausgestaltung kann die Rückströmöffnungsanordnung auch zwei oder mehr Rückströmöffnungen enthalten, wobei die Ränder dieser Rückströmöffnungen verschiedenen Abstand zur inneren Gehäusekontur haben. Der Rand jeder einzelnen Öffnung kann indes in sich einen konstanten Abstand zu dieser Fläche aufweisen.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Perspektive einer erfindungsgemäßen Rotationsrückströmpumpe;

Fig. 2 eine alternative Ausgestaltung der Rückströmöffnungen einer Pumpe gemäß Figur 1; und

Fig. 3 Messungen des Schalldrucks in Abhängigkeit von der Pumpendrehzahl für eine erfindungsgemäße Rotationsrückströmpumpe und für den Stand der Technik.

[0014] In Figur 1 ist eine Rotationsrückströmpumpe 1 im Querschnitt angeschnitten dargestellt, wobei diese Pumpe insbesondere als Rootslander oder Schraubenlader für den Motor eines Kraftfahrzeuges dienen kann. Die Pumpe 1 besteht im Wesentlichen aus zwei achsparallelen Rotoren 8a, 8b, welche im dargestellten Beispiel jeweils drei Flügel mit einem entlang der Achse 9a bzw. 9b der Rotoren schraubenförmigen Verlauf aufweisen. Die Erfindung ist auch für Rotoren geeignet, deren Flügel achsparallel verlaufen bzw. die zwei oder mehr Flügel aufweisen. Die beiden Rotoren 8a, 8b stehen derart in Kontakt, dass diese bei einer gegenläufigen Rotation zwischen ihren Flügeln und dem Gehäuse ein Transfervolumen einschließen und dieses bei entsprechender Drehrichtung der Rotoren von der Unterseite der Pumpe 1 zur Oberseite befördern. Die Rotoren 8a, 8b befinden sich in zylindrischen, sich teilweise überlappenden Röhren, welche durch die Wände der Pumpe 1 gebildet werden.

[0015] An der Unterseite oder Rückseite der Pumpe 1 befindet sich eine Einlassöffnung 7 (in der Figur verdeckt), an der Oberseite eine zugehörige, dreieckige Auslassöffnung 2. Auf der Seite des Einlasses 7 zwischen den sich drehenden Rotoren 8a, 8b in einem Transfervolumen eingeschlossene Luft wird im Wesentlichen bei konstantem Volumen zur Seite des Auslasses 2 transportiert und dort abgegeben. Da die Auslassseite in der Regel unter einem höheren Druck steht, kommt es bei ihrer Verbindung mit dem Transfervolumen zu einem Rückstrom des Fluides, bis ein Druckausgleich

hergestellt ist. Zur Beeinflussung der Geräuschentwicklung des Rückstroms ist es bekannt, eine Rückströmöffnungsanordnung 3 aus schlitzförmigen oder andersartig geformten Rückströmöffnungen 3a, 3b neben dem Auslass 2 vorzusehen.

[0016] Während im Stand der Technik bisher lediglich die Länge, Breite und Position der Rückströmöffnungen variiert wurde, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, auch die Höhe des Randes 4a, 4b der Rückströmöffnungen 3a, 3b zu variieren. Der Rand 4a, 4b verläuft daher nicht in der Fläche, die sich durch die Pumpengehäusekontur zuzüglich der konstruktiv erforderlichen Gehäusewandstärke ergibt.

[0017] So sind bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform die beiden Rückströmöffnungen 3a, 3b grundsätzlich schlitzförmig, wobei die Längserstreckung der Schlitzes in etwa parallel zur abdichtenden Kante der Rotorenflügel 8a, 8b ist. Der Rand 4a, 4b der Öffnungen 3a, 3b hat einen rampenförmigen Verlauf, wobei der minimale Abstand des Randes zur Ebene der Rotorenachsen 9a, 9b an dem dem Auslass 2 zugewandten Ende 6 des Schlitzes der Rückströmöffnung liegt, während der größte Abstand des Randes zur Ebene der Rotorenachsen am gegenüberliegenden Ende 5 des Schlitzes zu finden ist.

[0018] Es hat sich gezeigt, dass die dargestellte Höhenvariation des Randes 4a, 4b der Rückströmöffnungen 3a, 3b einen positiven Einfluss auf die Geräuschentwicklung der Pumpe 1 ausübt. Die Entstehung der Geräusche an der Pumpe 1 kann im Modell ansatzweise dadurch erklärt werden, dass das Transfervolumen zwischen den Rotoren 8a, 8b und dem Pumpengehäuse sowie die Verengung der Rückströmöffnungen 3a, 3b wie ein Helmholtzresonator wirkt. Die Resonanzfrequenz dieses Resonators kann berechnet werden (vgl. William C. Elmore, Mark A. Heald: "Physics of Waves", Dover Publications, New York, ISBN 0-486-64926-1, Seite 148ff). Für einen Rotor und die zugeordnete Rückströmöffnung liegt sie im gewählten Beispiel bei etwa 650 Hz. Da der vollständige Rootslander aus zwei ineinandergreifenden Rotoren 8a, 8b mit jeweils einer eigenen Rückströmöffnung besteht und die beiden hierdurch gebildeten Resonatoren in Anti-Phase erregt werden, verdoppelt sich insgesamt die Geräuschfrequenz. Für die dargestellte Ladeinheit beträgt sie somit etwa 1300 Hz.

[0019] Wie erwähnt können die akustischen Effekte durch den in Figur 1 dargestellten rampenförmigen Verlauf des Randes 4a, 4b der Öffnungen positiv beeinflusst werden. Eine alternative Ausgestaltung einer Rückströmöffnungsanordnung 13 ist in Figur 2 dargestellt. Anstelle der schlitzförmigen Öffnungen mit einem rampenförmigen Rand gemäß Figur 1 wird gemäß Figur 2 die Rückströmöffnungsanordnung 13 durch eine oder mehrere Öffnungen gebildet, die jeweils einen schornsteinartigen Aufsatz mit einem Rand 14a, 14b und 14c aufweisen.

[0020] Figur 3 zeigt die positive Auswirkung der erfin-

dungsgemäßen Höhenvariation des Randes der Rückströmöffnungen anhand einer Geräuschmessung. Auf der vertikalen Achse des dargestellten Diagramms ist der Schalldruck in dB aufgetragen, während auf der horizontalen Achse die Drehzahl der Rotoren 8a, 8b des Rootsaders in U/min aufgetragen ist. Kurve A zeigt dabei den Schalldruck, wie er sich bei einem herkömmlichen Rootsader ohne eine Höhenvariation des Randes der Rückströmöffnungen ergibt. Kurve B zeigt dagegen den Schalldruck für einen erfindungsgemäßen Rootsader, der entsprechend der Ausgestaltung von Figur 1 einen rampenförmigen Randverlauf der Rückströmöffnungen aufweist.

[0021] Bei der Resonanzdrehzahl von 6500 U/min bei der 12. Ordnung des Rootsaders (für beide Rotoren) wird die Druckfluktuation am Auslass des Rootsaders signifikant reduziert. Die geringere Rootsader-Anregung im Drehzahlbereich zwischen 8500 U/min und 12000 U/min stellt einen zusätzlichen Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung dar.

[0022] Die Höhenvariation des Randes der Rückströmöffnungen am Rootsadereinlass oder -auslass stellt somit einen wichtigen Konstruktionsparameter des Laders vom Rootstyp dar, welcher zur Optimierung des akustischen Verhaltens abgestimmt werden kann.

die von der inneren Pumpengehäusekontur zuzüglich der konstruktiv erforderlichen Wandstärke gebildet wird.

- 5 3. Rotationsrückströmpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand des Randes (4a, 4b) der genannten Rückströmöffnung (3a, 3b) kontinuierlich variiert.
- 10 4. Rotationsrückstrompumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückstromöffnungsanordnung (13) mindestens zwei Rückstromöffnungen aufweist, deren Ränder (14a - c) verschiedenen Abstand zu der Ebene haben, in der die Achsen (9a, 9b) der Rotoren (8a, 8b) liegen.

Patentansprüche

1. Rotationsrückströmpumpe (1), enthaltend
 - a) einen Einlass (7) für ein zu pumpendes Fluid;
 - b) einen Auslass (2) für das zu pumpende Fluid;
 - c) zwei achsparallele, ineinandergreifende Rotoren (8a, 8b) zur Förderung eines zwischen den Flügeln der Rotoren und dem Pumpengehäuse eingeschlossenen Transfervolumens vom Einlass (7) zum Auslass (2) ;
 - d) eine Rückströmöffnungsanordnung (3, 13), durch welche Fluid mit dem genannten Transfervolumen ausgetauscht werden kann und welche vorzugsweise im Bereich des Auslasses angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass der Rand (4a, 4b; 14a-c) der Rückströmöffnungsanordnung einen variierenden Abstand relativ zu der Fläche aufweist, die von der inneren Pumpengehäusekontur zuzüglich der konstruktiv erforderlichen Wandstärke gebildet wird.
2. Rotationsrückströmpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückströmöffnungsanordnung (3) mindestens eine Rückströmöffnung (3a, 3b) aufweist, deren Rand (4a, 4b) einen variierenden Abstand relativ zu der Fläche hat,

Fig. 1

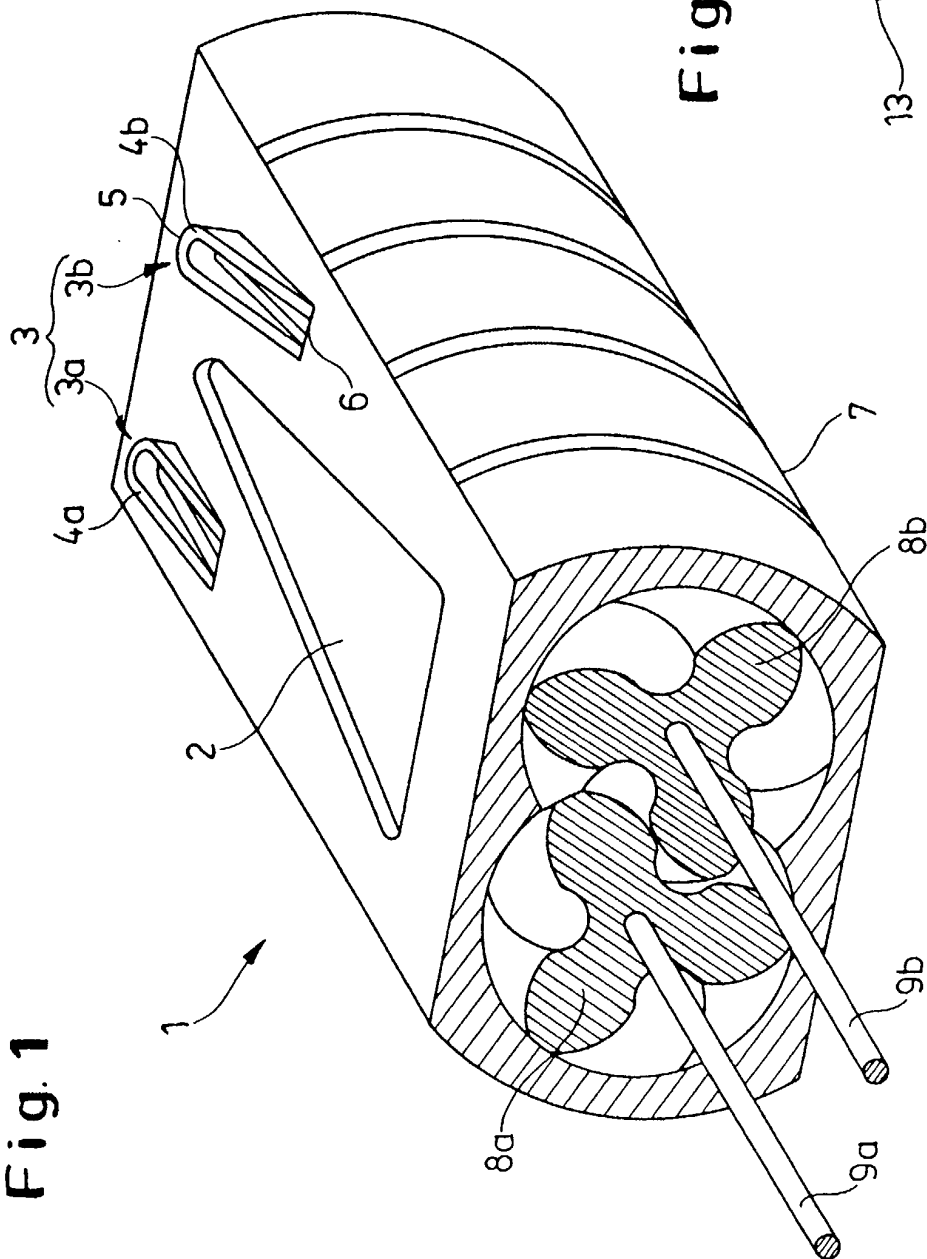
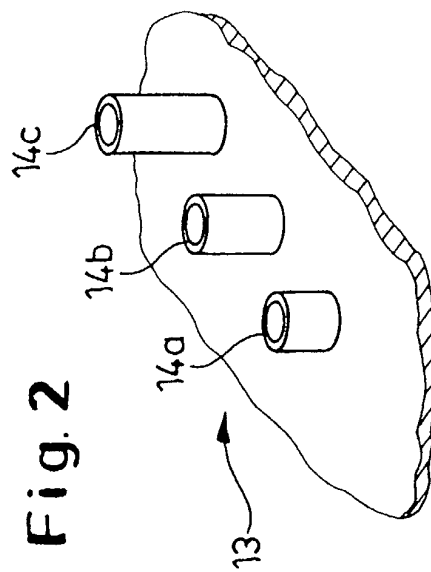


Fig. 2



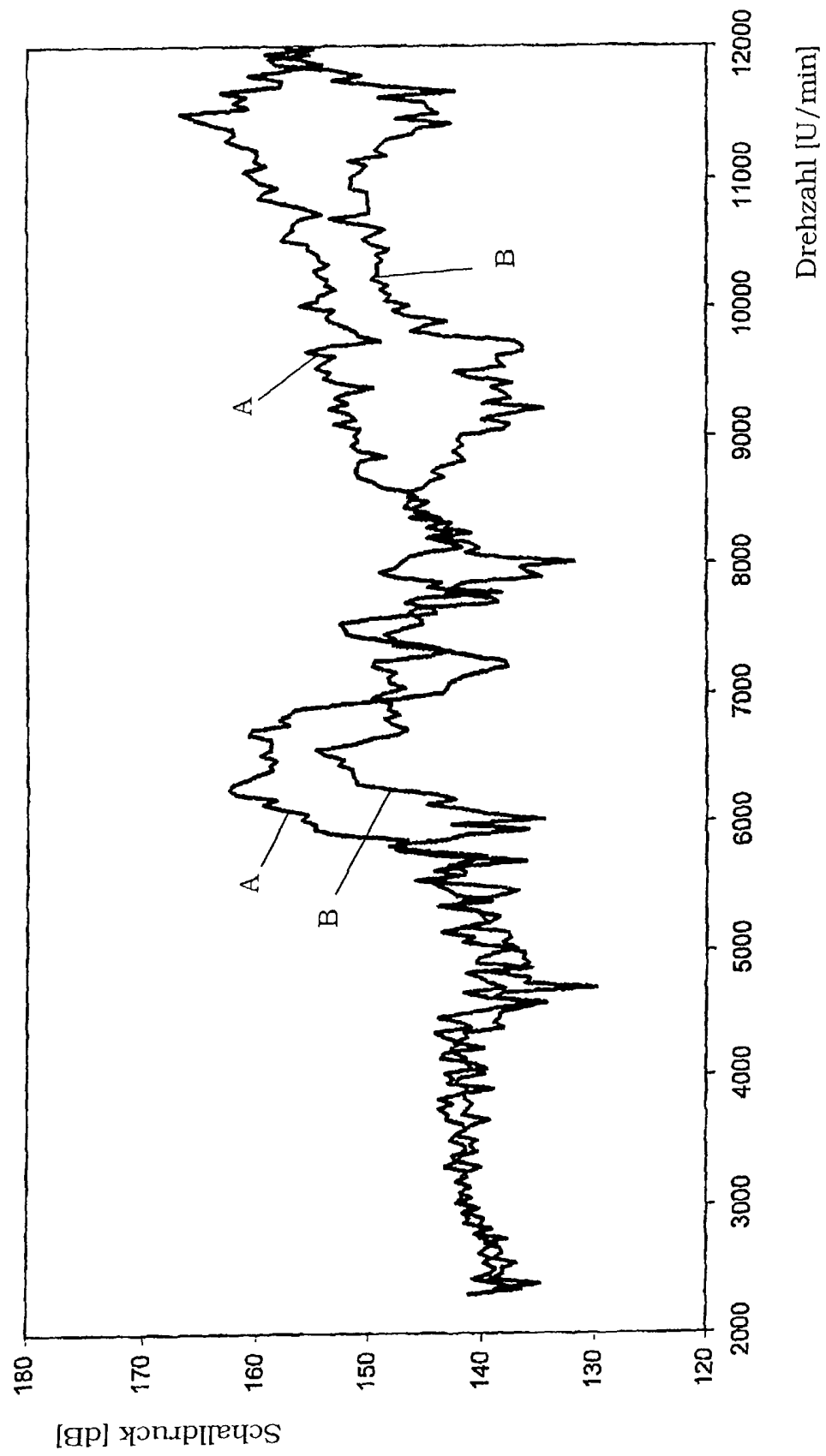


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 0052

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 099 277 A (PATEL AJITKUMAR G ET AL) 8. August 2000 (2000-08-08) * Abbildung 2 * * Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 50 *	1-4	F04C18/16 F04C29/00 F04C29/08 F04C18/12
A	US 5 702 240 A (O'NEAL ALAN D ET AL) 30. Dezember 1997 (1997-12-30) * Abbildungen 3,6 * * Spalte 5, Zeile 3-63 *	1-4	
D,A	EP 0 174 171 A (EATON CORP) 12. März 1986 (1986-03-12) * Seite 6, Zeile 24 - Seite 7, Zeile 1 *	4	
A	US 5 312 235 A (MCHUGH PAUL) 17. Mai 1994 (1994-05-17) * Abbildungen 2,3 * * Spalte 2, Zeile 46-50 *	4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F04C F01C F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Januar 2002	Prüfer Lequeux, F
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 92 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 0052

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-01-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6099277	A	08-08-2000	KEINE		
US 5702240	A	30-12-1997	KEINE		
EP 0174171	A	12-03-1986	US	4564346 A	14-01-1986
			US	4564345 A	14-01-1986
			DE	3576390 D1	12-04-1990
			EP	0174171 A2	12-03-1986
			JP	61081594 A	25-04-1986
US 5312235	A	17-05-1994	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82