



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 156 214 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.11.2001 Patentblatt 2001/47

(51) Int Cl.7: **F04B 43/00**

(21) Anmeldenummer: **01111814.8**

(22) Anmeldetag: **16.05.2001**

(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

(71) Anmelder: **Firma Carl Freudenberg
69469 Weinheim (DE)**

(72) Erfinder: **Röhner, Gerhard
69502 Hemsbach (DE)**

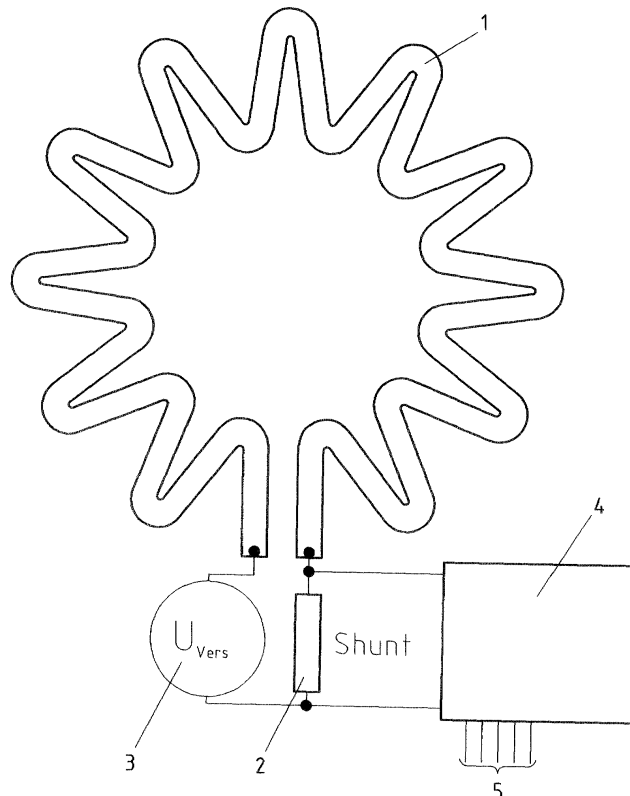
(30) Priorität: **18.05.2000 DE 10024116**

(54) **Einrichtung zur Erfassung von Pumpenbetriebsparametern einer Membranfördereinheit**

(57) Verfahren zur Erfassung von Pumpenbetriebsparametern einer Membranfördereinheit, wobei die Leitfähigkeit einer an einer Membran befestigten Wider-

standseinrichtung zumindest über eine Pumpperiode als zeitabhängige Größe gemessen und diese Größe bei der Erfassung herangezogen wird.

Fig.1



EP 1 156 214 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erfassung von Pumpenbetriebsparametern einer Membranfördereinheit.

Stand der Technik

[0002] Bei vielen Einsatzgebieten von Membranpumpen ist es erforderlich, Pumpenbetriebsparameter messtechnisch erfassen zu können. Wenn die Fördereinheit für toxische oder feuergefährliche Flüssigkeiten verwendet wird, sind hohe sicherheitstechnische Anforderungen zu erfüllen. Die Funktionsfähigkeit dieser Anlagen wird in der Regel von einem Prozessleitungssystem überwacht. Dieses schaltet im Störfall auf einen redundanten Förderkreis um. Man ist bestrebt, ein Versagen der Pumpe möglichst vorausschauend ermitteln zu können. Die Membran einer Membranfördereinheit ist jenes Bauteil mit der höchsten Ausfallrate. Sie unterliegt während der gesamten Betriebsdauer einer periodischen Wechselbeanspruchung.

[0003] Zur Voraussage einer Störung einer Pumpenmembran wird in WO 95/06205 vorgeschlagen, eine elektrisch leitende Faser aus Polytetrafluorethylen zu verwenden. Sie ist in eine Membranschicht aus gleichem Werkstoff eingebettet und arbeitet als Messumformer. Die Faser ist auf der Membran so ausgelegt, dass sie im wesentlichen die gesamte Verformungsfläche der Membran in Form einer Spirale oder einer Doppelspirale abdeckt. Die Enden der Faser sind am Rand heraus geführt und mit einer elektrischen Messvorrichtung verschaltet. Die Messvorrichtung ermittelt den Ohmschen Widerstand der Faser. Sobald die Membranschicht Ermüdungserscheinungen oder Risse aufweist, übertragen sich diese auf die Faser. Es kommt zu einem Anreißen der Faser und als Folge davon ändert sich die Leitfähigkeit der Faser, was durch die Messeinrichtung detektiert wird. Durch diesen in eine Membranschicht eingebetteten Messumformer ist also ein Riss oder ein beginnender Bruch der Membran messtechnisch erfassbar. Von Nachteil ist die sehr aufwendige Fertigung der leitfähigen Kunststofffaser, sowie deren Einbettung in die Membranschicht. Von Nachteil ist auch, dass sich die elektrische Leitfähigkeit nur geringfügig durch Dehnung ändert. Die praktische Auswertung des Messsignals beschränkt sich daher auf Schadensaussage. Es kann nur festgestellt werden, ob die Membran unversehrt ist.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe Pumpenbetriebsparameter einer Membranfördereinheit erfasst werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zur Erfassung von Pumpenbetriebsparametern einer Membranfördereinheit durch die technischen Merkmale des Patentanspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung nehmen die Unteransprüche Bezug. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Leitfähigkeit einer an einer Membran befestigten Widerstandseinrichtung zumindest über eine Pumpperiode als zeitabhängige Größe gemessen und diese Größe bei der Erfassung herangezogen. Bei einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird das zugrundeliegende technische Problem erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Elastomerleiterschlinge an einer Membran einer Membranfördereinheit befestigt und in einen Brückenweig einer Wheatstonschen Brücke und/oder in Reihe mit einem Shunt geschaltet wird und eine Änderung des Betriebszustands der Membran eine zeitliche Änderung der Messspannung im Brückenweig oder am Shunt bewirkt.

[0006] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, einen resistiven Messumformer an einer Membran so anzuordnen, dass der augenblickliche Betriebszustand der Membran durch den zeitlichen Verlauf der Leitfähigkeit gemessen werden kann. Das so gewonnene Messsignal gibt dann den momentanen, an der Membran tatsächlich vorherrschenden Betriebszustand wieder. In Abhängigkeit von Last und Hub ändert sich die Leitfähigkeit dieser Widerstandseinrichtung in charakteristischer Weise über jeden Pumpzyklus. Bei Dehnung der Membran wird die Widerstandseinrichtung gedehnt. Durch diese Dehnung erfährt sie eine Längenänderung bei gleichzeitiger Querschnittsverringering. Diese geometrische Änderung der Widerstandseinrichtung ist dem elektrischen Widerstand des Messumformers proportional, d. h. bei einer Dehnung steigt der Widerstand an. Durch eine Auswerteelektronik ist es möglich, aus dieser zeitabhängigen Größe Pumpenbetriebsparameter zu ermitteln, wie Pumpfrequenz, Anzahl der Pumpzyklen, dynamischer Druckverlauf in der Förderkammer, sowie Lage der neutralen Phasen der Pumpenmembran. Die Auswertung des Messsignals ermöglicht in Verbindung mit einem Prozessleitsystem eine sichere Überwachung der Funktion der Membranfördereinheit und damit von sicherheitskritischen Teilen eines Prozesses. Wird beispielsweise die Membran mechanisch durch einen Antriebsflansch betrieben, so ist auch jener Störfall erfassbar, bei dem der Antrieb zwar aktiv ist, die Verbindung zwischen Membran und Antriebsflansch sich aber längst gelöst hat. Durch eine geeignete Messdatenverarbeitung sind auch zurückliegende Betriebszustände registrierbar.

[0007] Es ist von Vorteil, wenn die Widerstandseinrichtung durch eine Flächenleiterschlinge gebildet wird, die aus einem leitfähigen Kunststoff besteht. Derartige Materialien lassen sich einfach mittels Siebdruck flächig auf eine Membranschicht aufdrucken. Bei einem elektrisch leitfähigen Elastomer kann dessen Leitfähigkeit durch die Menge von elektrisch leitfähigen Füllstoffen

vorgegeben werden. Besonders geeignet für eine Widerstandseinrichtung ist eine aus einem elektrisch leitfähigen Elastomer gebildete Flächenleiterschlinge. Das Material dieser Elastomerleiterschlinge hat einem spezifischen elektrischen Widerstand von kleiner als 300 Ohm/cm. Die Elastomerleiterschlinge kann einfach hergestellt werden, indem man dem Elastomer Leitruß beziehungsweise Leitgraphit als Füllstoff zugibt. So lässt sich ein Messumformer herstellen, der ähnliche mechanische Eigenschaften aufweist, wie der gummielastische Membranteller selbst. Dadurch wirkt der Sensor bei Bewegung des gummielastischen Membrantellers nicht störend. Der Messumformer kann so ausgeführt werden, dass seine Zugfestigkeit zwischen 8 und 25 N/mm² und seine Bruchdehnung zwischen 50 bis 400 % liegt und der spezifische Widerstand dabei kleiner als 300 Ohm/cm ist. Verglichen mit anderen leitfähigen Kunststoffen, wie sie beispielsweise für elektrisch leitende Fußböden verwendet werden, ist der elektrische Widerstand der Elastomerleiterschlinge niedrig. In diesem Widerstandsbereich ist eine Änderung der Leitfähigkeit einfach zu messen.

[0008] Mit Vorteil wird die Flächenleiterschlinge in zumindest einem Brückenast einer Wheatstonschen Brücke geschaltet und die zeitabhängige Größe im Diagonalast der Brücke gewonnen. Dadurch können die Pumpenbetriebsparameter mit hoher Empfindlichkeit erfasst werden.

[0009] Eine sehr einfache Messanordnung erhält man, wenn man die Flächenleiterschlinge in Reihe mit einer Spannungsquelle und einem Shunt schaltet und die zeitabhängige Größe dadurch gewinnt, indem man den Spannungsabfall am Shunt mißt.

[0010] Bei Betrieb der Pumpe ist die zeitabhängige Größe eine Mischgröße mit periodischem Verlauf. Die Messgröße besteht aus einem Gleichanteil dem ein Wechselanteil überlagert ist. Die Pumpfrequenz kann auf einfache Weise dadurch ermittelt werden, indem man aus dem Wechselanteil des Messsignals, beispielsweise durch eine bistabile Kippstufe, die Pumpfrequenz ermittelt.

[0011] Aus dem Wechselanteil der zeitabhängigen Größe lässt sich auch der Förderdruck ermitteln. Die Elastomerleiterschleife liegt an der Membran an und ist mit dieser verbunden. Beide sind gummielastisch und besitzen ähnlich mechanische Eigenschaften. Eine Dehnung der Membran bewirkt folglich in gleichem Maße eine Dehnung der Elastomerleiterschlinge. Damit entspricht der Augenblickswert der Dehnung der Membran dem augenblicklich herrschenden Förderdruck in der Arbeitskammer der Pumpe. Ein Prozessleitsystem kann aus diesem Signal in Verbindung mit der Pumpfrequenz die Förderleistung, also eine quantitative Belastung der Membran in der Vergangenheit errechnen. Dadurch ist es möglich einen günstigen Zeitpunkt für einen Membranwechsel zu ermitteln. Fernern stehen natürlich die Betriebsparameter, wie dynamischer Druckverlauf, Pumpfrequenz, Zahl der Zyklen während einer

Betriebszeit einer Langzeitregistrierung zur Verfügung.
[0012] Die Schadensüberwachung der Membran kann auf einfache Weise dadurch erfolgen, indem man eine Mittelwertbildung der zeitabhängigen Größe durchführt. Durch Vergleich mit einem vorgegebenen Schwellwert kann ein Membranbruch signalisiert werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand einiger in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigt:

- 5
10
15
20
25
- Figur 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Erfassung der Pumpenbetriebsparameter einer Membranfördereinheit ;
- Figur 2 eine Teilschnittdarstellung einer mechanisch betätigten Membran mit einer Widerstandseinrichtung;
- Figur 3 ein Messprotokoll über den Verlauf der Leitfähigkeit einer an einer Membran befestigten Widerstandseinrichtung, dargestellt als Stromverlauf in Abhängigkeit der Zeit.

Ausführung der Erfindung

30
35
40

[0014] In Figur 1 ist eine bevorzugte Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung gezeigt. Eine Elastomerleiterschlinge 1 ist in Reihe mit einer Spannungsversorgung 3 und einem Messwiderstand, einem Shunt 2, geschaltet. Die Elastomerleiterschlinge ist schematisch als Mäander gezeichnet. Der Mäander ist so ausgeführt, daß er den Verformungsbereich der Membran abdeckt. Die zeitabhängige Größe wird als Spannungsabfall am Shunt 2 gemessen. Zur Messdatenverarbeitung ist eine Auswerteelektronik 4 einerseits mit dem Shunt 2 verbunden, andererseits über Verbindungsleitungen 5 mit einem nicht dargestellten Prozessleitsystem.

45
50

[0015] In Figur 2 ist eine Teilschnittdarstellung einer mechanisch betätigten Membran gezeigt. Der gummielastische Membranteller 6 wird durch einen Metallflansch 7 periodisch ausgelenkt. Es bezeichnet OT einen oberen Totpunkt, UT einen unteren Totpunkt und N die neutrale Lage der Membran. Wie die Schnittdarstellung zeigt, ist die Widerstandseinrichtung 1 mit der gummielastischen Membran befestigt. Eine Schutzschicht 8 schützt Membran und Widerstandseinrichtung 1 gegenüber dem Förderfluid.

55

[0016] In Figur 3 ist die zeitabhängige Größe die, am Shunt 2 gemessen wird, dargestellt. Die Messung zeigt den elektrischen Strom durch den Shunt 2 als eine Mischgröße. Der periodischen Auslenkung der Membran entsprechen dabei Maxima beziehungsweise Minima in der Mischgröße. Mit UT ist der untere Totpunkt

der Membran, mit OT der obere Todpunkt der Membran und mit N die neutrale Phase der Membran dargestellt.

Patentansprüche

- | | |
|---|----------|
| | 5 |
| 1. Verfahren zur Erfassung von Pumpenbetriebsparametern einer Membranfördereinheit, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfähigkeit einer an einer Membran befestigten Widerstandseinrichtung zumindest über eine Pumpperiode als zeitabhängige Größe gemessen und diese Größe bei der Erfassung herangezogen wird. | 10 |
| 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerstandseinrichtung durch eine Elastomerleiterschlinge gebildet wird. | 15 |
| 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastomerleiterschlinge in zumindest einen Brückenweig einer Wheatstonschen Brücke geschaltet wird und die zeitabhängige Größe durch eine Messspannung im Diagonalzweig der Wheatstonschen Brücke gewonnen wird. | 20
25 |
| 4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastomerleiterschlinge in Reihe mit einem Shunt geschaltet wird und die zeitabhängige Größe durch die Messspannung am Shunt gewonnen wird. | 30 |
| 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass aus einem Wechselanteil des Messsignals die Pumpfrequenz ermittelt wird. | 35 |
| 6. Verfahren Nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Amplitude des Wechselanteils der Förderdruck ermittelt wird. | |
| 7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitabhängige Größe durch eine Mittelwertbildung gewonnen und zur Schandensüberwachung der Membran herangezogen wird. | 40
45 |
| 8. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, dadurch gekennzeichnet, dass eine Elastomerleiterschlinge an einer Membran einer Membranfördereinheit befestigt und in einen Brückenweig einer Whetastonschen Brücke oder in Reihe mit einem Shunt geschaltet wird und eine Änderung des Betriebszustands der Membran eine zeitliche Änderung der Messspannung im Brückenweig oder am Shunt bewirkt. | 50
55 |

Fig.1

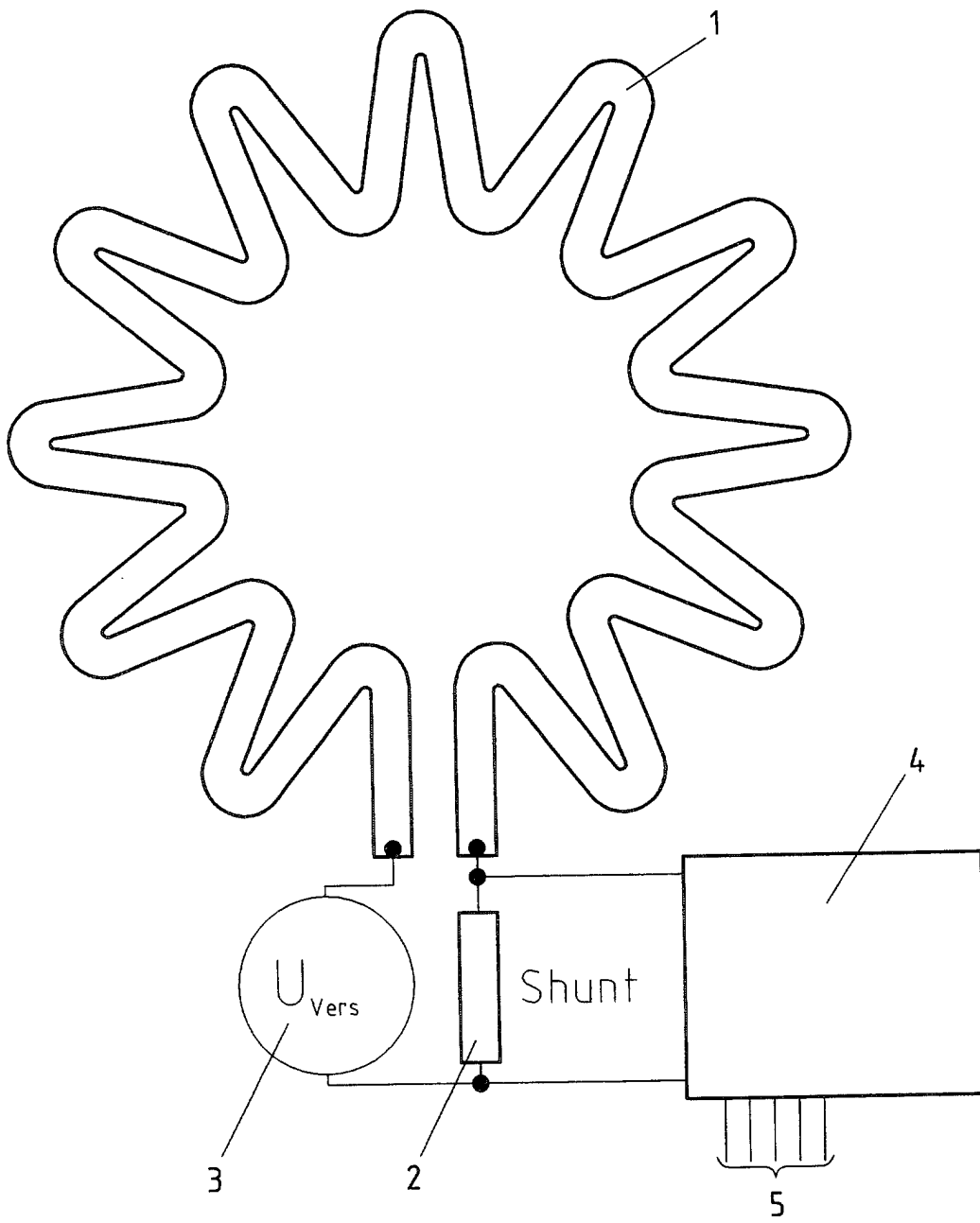


Fig.2

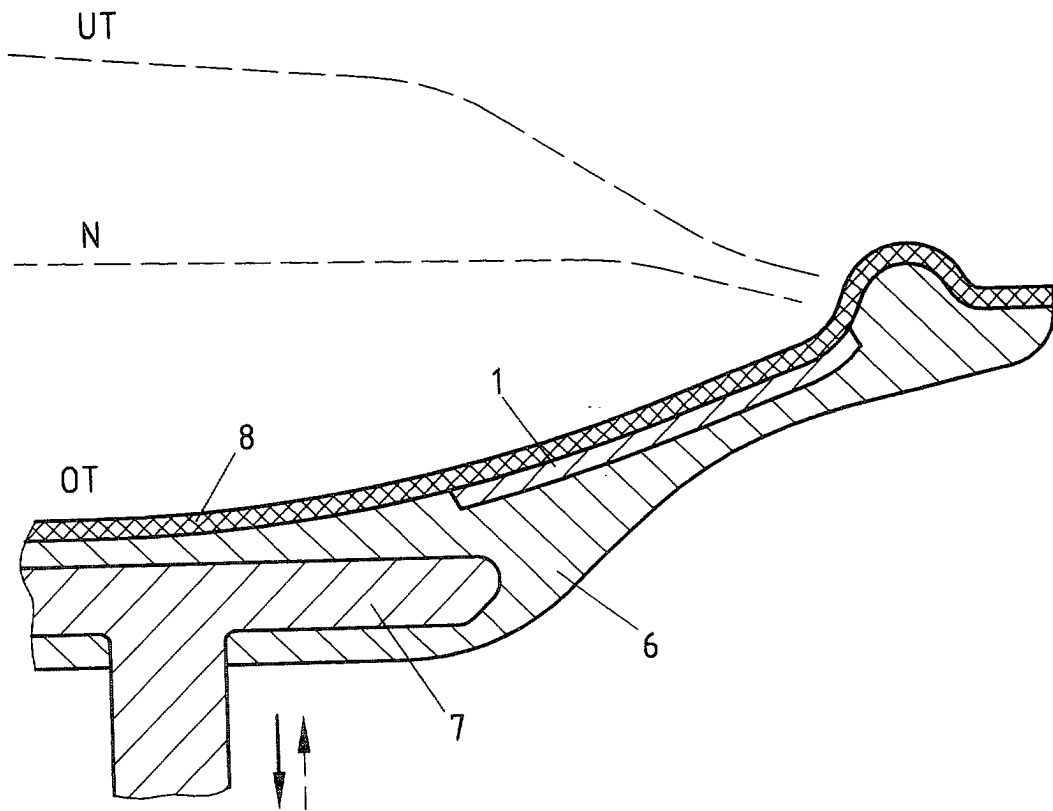
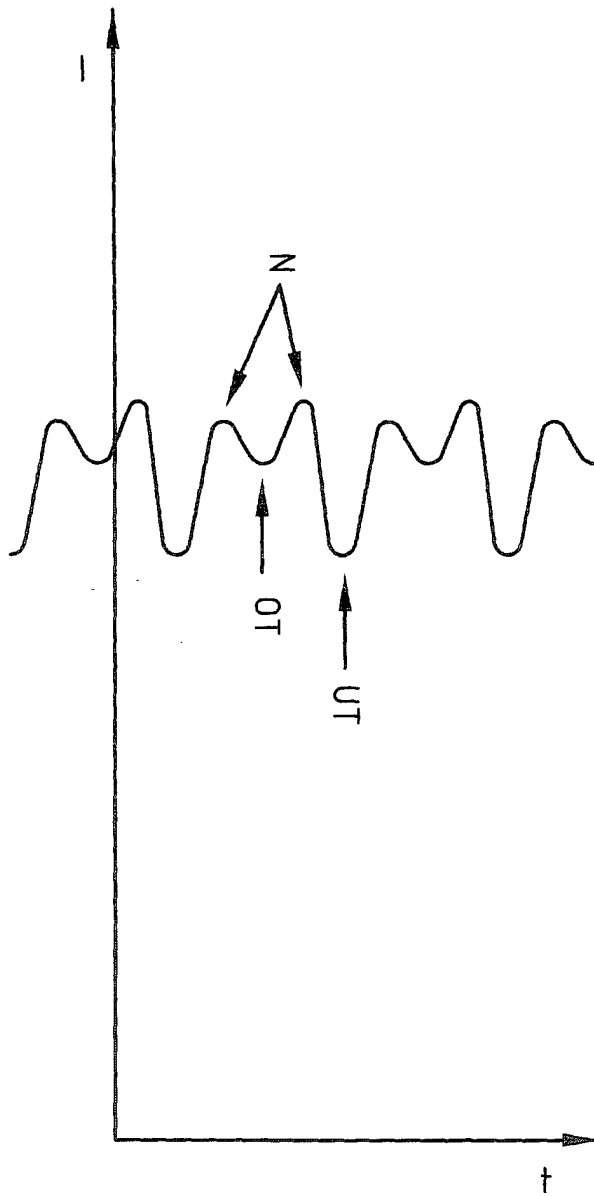


Fig.3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 1814

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
A	DE 43 36 823 A (BRUNKE ULF DR ING) 4. Mai 1995 (1995-05-04) * Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 22; Ansprüche 1,7 * * das ganze Dokument * ---	1,8	F04B43/00
D,A	WO 95 06205 A (GORE & ASS) 2. März 1995 (1995-03-02) * das ganze Dokument * ---	1,8	
A	WO 91 17701 A (MEDEX INC) 28. November 1991 (1991-11-28) * Seite 6, Zeile 11 - Seite 7, Zeile 15; Abbildung 1 * ---	1,8	
A	FR 2 736 689 A (SAMES SA) 17. Januar 1997 (1997-01-17) * das ganze Dokument * * Seite 7, Zeile 13 - Zeile 25 * -----	1,8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.CI.7)
			F04B
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	11. September 2001	Ingelbrecht, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/82 (P04CC03)

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

EP 01 11 1814

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.

11-09-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4336823	A	04-05-1995	DE 4336823 A1	04-05-1995
WO 9506205	A	02-03-1995	AU 5352594 A	21-03-1995
			CA 2167067 A1	02-03-1995
			DE 69313670 D1	09-10-1997
			DE 69313670 T2	08-01-1998
			EP 0715690 A1	12-06-1996
			JP 9502245 T	04-03-1997
			WO 9506205 A1	02-03-1995
WO 9117701	A	28-11-1991	CA 2080025 A1	12-11-1991
			WO 9117701 A1	28-11-1991
FR 2736689	A	17-01-1997	FR 2736689 A1	17-01-1997

EPO FORM P0461

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