

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 317 687 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **29.01.92**

51 Int. Cl.⁵: **F04D 29/22**

21 Anmeldenummer: **87810695.4**

22 Anmeldetag: **26.11.87**

54 **Zentrifugalpumpe für cryogene Fluida.**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.05.89 Patentblatt 89/22

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
29.01.92 Patentblatt 92/05

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

56 Entgegenhaltungen:
DE-C- 480 863 FR-A- 924 306
US-A- 2 736 266 US-A- 2 857 081
US-A- 2 984 189 US-A- 3 217 654
US-A- 3 323 465

73 Patentinhaber: **Cryomec AG**
Binningerstrasse 85
CH-4123 Allschwil 1(CH)

72 Erfinder: **Tornare, Jean Elie**
Hauptstrasse 49
CH-4422 Arisdorf(CH)
Erfinder: **Bofinger, Klaus**
Fuchsmattstrasse 13
CH-4107 Ettingen(CH)

74 Vertreter: **Feldmann, Clarence Paul et al**
c/o Patentanwaltsbüro FELDMANN AG Post-
fach Kanalstrasse 17
CH-8152 Glattbrugg(CH)

EP 0 317 687 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zentrifugalpumpe für cryogene Fluida. Bei jeder Flüssigkeit, die gepumpt werden soll, muss sichergestellt werden, dass der Druck in ihr auf der Pumpeneinlaufseite nicht soweit abfällt, dass ihr Dampfdruck erreicht wird. Geschieht das nämlich, so bilden sich sofort Gasblasen. Man spricht von sogenannten Kavitäten in der zu pumpenden Flüssigkeit. Treten solche Kavitäten im Bereich des Pumpenlaufrades einer Pumpe auf, so fällt die Pumpleistung drastisch ab. Man sagt, die Pumpe steigt aus. Um diese Effekte zu vermeiden, muss eine zu pumpende Flüssigkeit bei jeder Temperatur auf einem Druck gehalten werden, der genügend weit über ihrer Dampfdruckkurve liegt. Bei vielen Flüssigkeiten ist das wegen deren charakteristischen Dampfdruckkurven und aufgrund der üblichen Ansaugdrücke bei atmosphärischem Druck weitgehend sichergestellt. Bei flüchtigeren Flüssigkeiten, besonders sogenannten cryogenen Fluida, wie dies zum Beispiel Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff usw. in flüssiger Form sind, kommt man beim Pumpen sehr bald in jene Druckbereiche, wo unweigerlich Gasblasen entstehen, weil der Dampfdruck unterschritten wird. Es muss daher sichergestellt werden, dass immer eine genügende Druckdifferenz zwischen dem aktuellen Druck des zu pumpenden Fluides und dessen Dampfdruck vorhanden ist. Man spricht in der Fachsprache von "Net Positiv Suction Head (NPSH)", eben dieser Druckdifferenz auf der Eingangsseite der Pumpe. Die erforderliche Grösse des "Net Positiv Suction Head (NPSH)" ist abhängig von der Grösse, des Typs und der Bauart der Pumpe und ist in der Regel an jener angegeben. Soll ein cryogenes Fluid aus einem atmosphärischen Tank gepumpt werden, so bestimmt diese Grösse des NPSH, wie hoch der Tank gegenüber der Pumpe angeordnet sein muss, um Kavitäten innerhalb des gepumpten Fluids zu vermeiden.

Im Anlagenbau ist die Erfüllung dieser Forderung natürlich mit zusätzlichem Aufwand verbunden, kann doch damit ein Tank nicht beliebig am Boden plziert werden, sondern muss in der Regel auf spezielle Stahlkonstruktionen hinauf gebaut werden. Gerade bei Tanks von Volumen mit einigen Tausend Litern ist das natürlich mit beträchtlichen zusätzlichen Kosten verbunden. Aus Platzgründen muss ein solchermaßen gelagerter Tank oft auch relativ weit entfernt von der Förderpumpe aufgestellt werden. Das wiederum bedingt eine äusserst gute und entsprechend kostspielige Isolation der Zufuhrleitung, da sonst durch Wärmeabsorption grosse Kälteverluste eintreten. Die Flüssigkeit im Tank absorbiert ohnehin ein gewisses Mass an Wärme während ihrer Lagerung, was zur Folge

hat, dass Flüssigkeit verdampft und der Druck im Tank ansteigen würde, wäre er nicht atmosphärisch, also über ein Ventil mit der Atmosphäre verbunden. Andererseits aber wäre es viel zu teuer, Tanks von solchen Grössenordnungen als Drucktanks zu bauen. Für Transportzwecke werden cryogene Fluida aber in Drucktanks gefüllt, um die oben bereits erwähnten Verluste möglichst zu vermeiden. Das Abpumpen von atmosphärischen Tanks mit cryogenem Flüssigkeitsinhalt ist deshalb unumgänglich, will man einen Drucktank auffüllen. Zum Beispiel werden die Tanks auf einem Lastwagen zum Transport von solchen cryogenen Fluida auf einem Druck von etwa 3 bar gehalten. Das Auffüllen eines solchen Tanks geschieht natürlich ebenfalls unter Druck, sodass also das Fluid grundsätzlich von einem Ort geringeren Drucks zu einem Ort höheren Drucks gepumpt werden muss. Die Druckdifferenz ist umso grösser, je tiefer der Flüssigkeitspegel im atmosphärischen Tank steht.

Pumpen für solche Zwecke weisen ein Laufrad auf, dem üblicherweise ein Pumpeneinlaufkranz, in der internationalen Fachsprache Inducer genannt, vorgeschaltet ist. Dieser Pumpeneinlaufkranz soll das Fluid unmittelbar vor dem Laufrad der Pumpe etwas verdichten, also den NPSH erhöhen. Herkömmliche Pumpeneinlaufkränze oder Inducer sind in der Regel ähnlich einer Archimedeschraube gebaut. Sie weisen ein zentrales Rohrstück als Drehachse auf, an dessen Peripherie sich schlangelinienförmig ein oder mehrere Schraubenblätter um das Rohrstück herum winden. Auf der Einlaufseite ist das Rohrstück mit einer strömungsgünstigen Kappe versehen.

Die Praxis zeigt, dass sich an solcherart gebauten Pumpeneinlaufkränzen schon bei relativ geringen Umdrehungszahlen Gasblasen bilden. Diese Tatsache hat mit der durch den Pumpeneinlaufkranz erzwungenen Strömung des Fluids zu tun. Zum ersten wird das Fluid beim Eintritt in den Pumpeneinlaufkranz zu beträchtlichen Richtungsänderungen gezwungen, welche entsprechende Turbulenzen im Fluid verursachen. Auch an den Rändern der Schaufelblätter entsteht turbulente Strömung, welche lokale Druckabfälle unter den Dampfdruck des Fluids nach sich ziehen. Im Grenzbereich der zulässigen Umdrehungszahlen bilden sich sofort Gasblasen, die im weiteren Verlauf des Fluids in einem solchen herkömmlichen Pumpeneinlaufkranz nicht wieder eliminiert werden können. Es ist auch vorgeschlagen worden, als Inducer im Ansaugstutzen einer Zentrifugalpumpe einfach mitdrehende Scheiben oder mitdrehende Einlaufrichter anzubringen, wie dies zum Beispiel aus der DE-C-480'863 bekannt ist. Es dürfte klar sein, dass ein solcher Inducer den Druck der angesaugten Flüssigkeit nur wenig erhöhen kann, bevor diese in den Rotor der Zentrifugalpumpe eintritt.

Aus der US-A-2'857'081 ist eine Zentrifugalpumpe mit einem Inducer bekannt geworden, der die Form einer Schraubenpumpe hat, mit einem an das Gehäuse nahe der Einsaugöffnung anschliessenden Dichtungsring. Die Ansaugöffnung selber hat aber eine verringerte Einlassbohrung, an die ein Venturi-Einlassrohr angeschlossen ist.

Auch mit einem solchen Inducer lässt sich der Druck der von ihm geförderten Flüssigkeit nur relativ geringfügig erhöhen.

Es ist daher die Aufgabe, der vorliegenden Erfindung einen Pumpeneinlaufkranz, insbesondere für Pumpen von cryogenen Fluida zu schaffen, der im Stande ist, den Druck der von ihm geförderten Flüssigkeit soweit zu erhöhen, dass die an der Ansaugseite der Pumpe noch vorhandenen Gasbläschen abgebaut werden, bevor sie zur Ansaugseite des Zentrifugalpumpenrotors gelangen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einer Zentrifugalpumpe, welche die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

In den Zeichnungen sind beispielsweise Ausführungen der erfindungsgemässen Pumpe dargestellt und anhand der nachfolgenden Beschreibung im einzelnen erläutert.

Es zeigt:

- Figur 1 Einen Pumpeneinlaufkranz in perspektivischer Ansicht;
- Figur 2 den Pumpeneinlaufkranz von Figur 1 mehr von der Einlaufseite her gesehen;
- Figur 3 eine Zentrifugalpumpe mit einem Pumpenlaufrad dem vorgeschalteten Pumpeneinlaufkranz im Querschnitt in vereinfachter Darstellung;
- Figur 4 einen Pumpeneinlaufkranz in Seitenansicht mit konkav geformten Lamellen-Förderflächen und
- Figur 5 einen Pumpeneinlaufkranz andeutungsweise mit einer verwundenen Lamellen-Förderfläche.

Die wesentlichen Merkmale des Pumpeneinlaufkranzes sind in der Figur 1 ersichtlich. Im wesentlichen ist er aus einem hohlzylindrischen Formstück 1 gebildet. Die Wandung des Hohlzylinders macht hier etwa einen Viertel des Aussendurchmessers aus. Dieses Grössenverhältnis kann jedoch in beiden Richtungen variieren. In diesem Hohlzylinder 1 sind Ausnehmungen vorhanden, so dass schraubenlinienförmig verlaufende Lamellen 2 gebildet sind, die eine entsprechende Steigung aufweisen. Die optimale Steigung und Betriebs-Drehzahl wird vom zu pumpenden Fluid beeinflusst und variiert entsprechend. Die einzelnen Lamellen 2 sind zueinander identisch und wurzeln alle in der Wandung des Hohlzylinders 1. Ihre Enden 6 laufen in scharfe Kanten 3 aus, die dazu bestimmt sind, die ankommende Flüssigkeit gewissermassen

"abzuschneiden". Es versteht sich, dass die einzelnen Lamellen 2 in Laufrichtung des Pumpeneinlaufkranzes gesehen eine gewisse Dicke aufweisen müssen, um deren Stabilität im Betrieb zu gewährleisten. Pumpenseitig 7 ist das hohlzylindrische Formstück 1 verjüngt und läuft in eine Nabe 12 aus, mittels welcher der Pumpeneinlaufkranz 1 auf einer Welle befestigbar ist. Die Nabe 12 des Pumpeneinlaufkranzes ist konisch ausgebildet und ihre Aussenkontur ist gerundet, so dass sie einen strömungsgünstigen Uebergang zur Ansaugöffnung des Laufrades der Zentrifugalpumpe bildet. Die Verjüngung an der Aussenseite des Hohlzylinders 1 beginnt noch vom Bereich der Lamellen 2 an, sodass jene in die Verjüngung hineinreichen und in dieser wurzeln. Die Lamellenwurzeln 14 werden dadurch etwas weniger breit als die eigentlichen Lamellen, dafür werden durch die Ausnehmungen zwischen den Lamellen 2 Durchgänge geschaffen, durch welche die Flüssigkeit axial aus dem Pumpeneinlaufkranz 1 austreten kann. Zur Aufnahme der Flieh- und Reaktionskräfte beim Pumpbetrieb, wenn der Pumpeneinlaufkranz 1 rotiert, sowie zu Dichtungszwecken, sind die Lamellen 2 im Bereich ihrer Enden 6 in ihrer Gesamtheit an ihrer Peripherie von einem Ringkranz 8 umfasst. Die Aussenseite 9 des Ringkranzes 8 ist bündig mit der Aussenseite 10 des Hohlzylinders 1. Durch die Rillen 11 in der Aussenseite 9 des Ringkranzes 8 ist eine Labyrinthdichtung gebildet, deren Bedeutung später klar wird. Der einlaufseitige Rand 15 des Ringkranzes 8 kann in der gleichen Ebene liegen wie die Enden 6 der Lamellen 2, beziehungsweise deren Randkanten 3.

In Figur 2 ist der gleiche Pumpeneinlaufkranz 1 im wesentlichen von der Einlaufseite her gesehen gezeigt. Hier ist der Verlauf der einzelnen Lamellen 2 erkennbar, die je schraubenlinienförmig mit einer gewissen Steigung gegen ihre Wurzeln 14 hin verlaufen. Die Enden 6 der Lamellen 2 sind derart gestaltet, dass sie je in eine scharfe Kante 3 auslaufen. Die Richtungen, in der diese Kanten 3 verlaufen, können ebenfalls variieren. Wenn diese nicht radial verlaufen, wird ein besserer "Schneideffekt" erzielt. Zu diesem Zweck können die Kanten 3 von der Radialen aus in beiden Richtungen verdreht sein. In natürlicher Weise werden diese Richtungen mitbestimmt von der Steigung der Lamellen-Förderflächen 13 in der radialen Richtung im Bereich der Lamellenenden 6. Der Ringkranz 8, welcher hier als Labyrinthdichtung ausgebildet ist, weist ein Innengewinde 16 auf, mittels dessen er über die Enden 6 der Lamellen 2 aufschraubbar und somit auswechselbar ist. In der Nabe 12 sind in axialer Richtung Nuten 17 aufgenommen, die dazu bestimmt sind, die Drehmomente von der Pumpenwelle auf den Pumpeneinlaufkranz 1 zu übertragen.

Wie der Pumpeneinlaufkranz 1 eingebaut wird, zeigt Figur 3 anhand eines Querschnittes einer jedoch nur teilweise dargestellten entsprechenden Pumpe für cryogene Fluida. Der Pumpeneinlaufkranz 1 ist mit seiner Nabe 12 auf die Pumpenwelle 18 aufgesteckt und dreht daher mit gleicher Drehzahl wie das eigentliche Pumpenlaufrad 19. Es ist jedoch auch denkbar, den Pumpeneinlaufkranz 1 mit einer separaten Welle anzutreiben, so dass auch andere Betriebsdrehzahlen als jene des Pumpenlaufrades 19 möglich sind. Mit seinem Ringkranz 8 ist der Pumpeneinlaufkranz 1 in einem vergrößerten Ansaugstutzen 20, in der internationalen Fachsprache Diffuser genannt, dichtend gelagert. Die Abdichtung des Raumes im Bereich des Einlaufes des Pumpeneinlaufkranzes 1 vom Raum zwischen dem Bereich, wo das Fluid aus dem Pumpeneinlaufkranz 1 austritt, ist erforderlich, damit das verdichtete Fluid nicht aussen um den Pumpeneinlaufkranz 1 herum wieder zurück vor jenen rinnt. Der Ansaugstutzen 20 selbst ist auf seiner Innenseite 21 als ringförmiger Umlenkanal gestaltet. Infolge der Rotation des Pumpeneinlaufkranzes 1 wird dem Fluid unweigerlich eine Zirkulation um die Pumpenachse mitgegeben. Der Umlenkanal sorgt dafür, dass die Bewegungsrichtung des Fluids in die bezüglich der Pumpenachse axiale Richtung umgelenkt wird. Das vor dem Pumpeneinlaufkranz 1 ankommende Fluid wird also von den wie Schaufeln ausgebildeten Enden 6 der Lamellen 2 gewissermassen schneidend erfasst. Die von den Lamellenenden 6 erfasste Flüssigkeit wird dann längs der Lamellen-Förderflächen 13 in axialer Richtung nach hinten und zusätzlich wegen der Rotation und der daraus resultierenden Zentrifugalkraft radial nach aussen hin gefördert. Es ist die Zentrifugalkraft, welche das Fluid nach aussen zur Innenwand des ringförmigen Umlenkanals 21 hin beschleunigt, so dass bei entsprechender Wahl der Drehzahl das Fluid nicht nur gefördert, sondern vor allem auch verdichtet wird. Der Vorteil des erfindungsgemässen Pumpeneinlaufkranzes 1 ist zum grössten Teil darin zu sehen, dass die Drehachse beim Einlauf frei ist. Nichts stellt sich hier dem ankommenden Fluid in den Weg und dieses wird demnach auch nicht zu abrupten Richtungsänderungen gezwungen, was turbulente Strömungen verursachen würde. Zusätzlich werden auch gewisse Gefahrenmomente eliminiert. Bei herkömmlichen Pumpeneinlaufkränzen können grössere mechanische Partikel, welche möglicherweise im Fluid mitgeschwemmt werden, voll zwischen die fördernden Schaufeln gelangen und dort verklemmen. In einem solchen Fall wird sofort viel Reibungswärme erzeugt. Es entsteht Gas und eine erhebliche Explosionsgefahr ist unvermeidlich. Bei Fluida wie zum Beispiel Sauerstoff oder Wasserstoff fällt dabei ein beträchtliches Gefahrenpotential an. Durch

die Wucht einer allfälligen Explosion kann die Pumpe Zerrissen werden. Beim erfindungsgemässen Pumpeneinlaufkranz 1 bilden die Lamellen 2 einen Schwingkorb, der gewissermassen ein Sieb für allfällig angeschwemmte Partikel darstellt. Bei besonders gefährlichen Fluida kann ausserdem ins Innere des Pumpeneinlaufkranzes 1 ein eigentliches becherartiges Sieb aus einem Drahtgitter eingesetzt sein. Dieses Sieb kann direkt mit der Schraube, welche den Pumpeneinlaufkranz 1 auf der Pumpenwelle festhält, verklemmt sein. Der Rand des becherförmigen Siebes kann über die Enden 6 der Lamellen 2, das heisst über ihre Kanten 3 gezogen sein und bündig an den Ringkranz 8 anschliessen.

In einer anderen Ausführung kann der Rand aber auch nur bis zum Beginn der Lamellenenden 6 gezogen sein, sodass deren Kanten 3 frei bleiben, um den "Schneideffekt" nicht zu beeinträchtigen. Das Partikel bleibt somit stets im Innern des Pumpeneinlaufkranzes 1 gefangen und kann keine mechanische Reibungswärme erzeugen. Durch die Rotation wird beim erfindungsgemässen Pumpeneinlaufkranz 1 eine stetige Verdichtung des Fluids während der Förderung erzielt, sodass die Gasblasenbildung im Vergleich zu herkömmlichen Inducern bis zu höheren Dichtedifferenzen zwischen dem Einlauf- und Austrittsbereich vermieden wird. Allfällig sich trotzdem bildende Kavitäten werden zuerst im Bereich der Drehachse im Innern des Pumpeneinlaufkranzes 1 anfallen, wo sie die Wirkung des Inducers 1 nicht negativ beeinflussen. Nach dem Austritt aus dem Inducer 1 gelangt das Fluid verdichtet in den Umlenkanal oder Diffuser 21 und wird von dort direkt ins Innere des Pumpenlaufrades 19 weitergefördert. Der Wirkungsgrad des vorliegenden Pumpeneinlaufkranzes 1 kann durch die spezielle Ausgestaltung der Lamellen 2 entscheidend beeinflusst werden.

Neben der Grösse, den Grössenverhältnissen der Innen- und Aussendurchmesser des Hohlzylinders 1 des Pumpeneinlaufkranzes 1 sind dessen Länge, die Anzahl der Lamellen 2 sowie deren Dicke und Steigung für die Verdichtungsleistung von Bedeutung. Im besonderen aber hat auch die Ausgestaltung der einzelnen Lamellen 2, vorallem deren Lamellen-Förderflächen 13, Einfluss auf die Verdichtungsleistung. Auch die Gestaltung der Lamellenenden 6 und der Verlauf von deren Randkanten 3 bestimmt, wieviel Flüssigkeit pro Umdrehung bei einem gegebenen Druck erfasst werden kann.

Um eine stetige Beschleunigung der von den Lamellenenden 6 ergriffenen Flüssigkeit zu gewährleisten, können die Lamellen-Förderflächen 13 konkav gekrümmt sein, wie dies in Figur 4 in einer Seitenansicht eines erfindungsgemässen Pumpeneinlaufkranzes 1 gezeigt ist. Die Krümmung ist

hierbei mit Vorteil so gestaltet, dass der Krümmungsradius nach hinten gegen die Lamellenwurzeln 14 hin stetig abnimmt. Der Pumpeneinlaufkranz 1 hat durch diese Formgebung der Lamellen-Förderflächen 6 noch vermehrt den Charakter eines Schleuderkorbes 4. Die Flüssigkeit wird nicht nur mit einer gleichförmigen Beschleunigung gefördert, sondern einerseits durch die Zentrifugalkraft infolge der Rotation des Pumpeneinlaufkranzes 1 gegen aussen hin beschleunigt und gleichzeitig bewirkt die konkave, parabelförmige Krümmung der Lamellen-Förderflächen 13 aufgrund der Massenträgheit der Flüssigkeit eine etwa gleichförmige Beschleunigung der Flüssigkeit axial nach hinten. Beide Wirkungen tragen zur Verdichtung des Fluides gegen den Austritt aus dem Pumpeneinlaufkranz hin zu.

Figur 5 schliesslich zeigt in einem Teilschnitt andeutungsweise eine Lamelle 2, welche nicht nur parabelförmig gekrümmt ist, sondern deren Lamellen-Förderfläche 13 zusätzlich auch eine Verwindung aufweist. Die Fläche 13 ist in Richtung gegen die Lamellenwurzel 14 hin allmählich gegen die Peripherie des Pumpeneinlaufkranzes 1 hin verdreht. Dadurch wird ein Ausleeren beziehungsweise Auswerfen der geförderten Flüssigkeit in radialer Richtung begünstigt, was natürlich ebenfalls geeignet ist, den Verdichtungseffekt gegen aussen hin zu steigern.

In der Praxis wird der erfindungsgemässe Pumpeneinlaufkranz 1 vorteilhaft gegossen. In Messversuchen wurde ein solcher Pumpeneinlaufkranz 1 vor das Pumpenlaufrad einer cryogenen Pumpe vorgeschaltet, mit welcher dann flüssiger Stickstoff aus einem atmosphärischen Tank bei einer Temperatur von -195,8 Grad C abgepumpt wurde. Unmittelbar beim Pumpeneinlauf wurde eine Temperatur von -186,7 Grad C gemessen, was einem NPSH von Null entspricht. Der korrespondierende Dampfdruck beträgt dort 2,55 bar. Die Pumpe konnte ohne Probleme gestartet werden und kam sofort auf Druck, das heisst, zwischen dem Pumpeneinlaufkranz 1 und dem Pumpenlaufrad 19 wurde dank dem Pumpeneinlaufkranz 1 genügend Druck aufgebaut, dass die Flüssigkeit vor dem Pumpenlaufrad 19 einen Druck aufwies, der über der Dampfdruckkurve lag. Kavitation wurde keine festgestellt.

Durch die Verwendung von erfindungsgemässen Inducern können cryogene Flüssigkeiten jetzt aus atmosphärischen Tanks abgepumpt werden, wobei ein ausreichender "Net Positiv Suction Head NPSH" gewährleistet ist. Entsprechende Lagertanks können deshalb kostengünstiger auf Bodenhöhe stehen und daher in vielen Fällen auch viel näher bei der Pumpe, beziehungsweise dort, wo das cryogene Fluid abzunehmen gewünscht wird. Das aber bringt auch eine Reduktion der Wärme-

absorption, da die cryogenen Leitungen kürzer werden und teure Isolationen werden weniger umfangreich.

Selbstverständlich können erfindungsgemässe Pumpeneinlaufkränze für linksdrehende oder rechtsdrehende Pumpen hergestellt und eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Zentrifugalpumpe für cryogene Fluida, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen nach dem Einlauf sich vergrössernden Ansaugstutzen (20) aufweist, in welchem ein mitdrehender Pumpeneinlaufkranz (1) angebracht ist, der im wesentlichen die Form eines Hohlzylinders (10) hat, welcher in eine konische Nabe (12) übergeht, dass im Hohlzylinder gekrümmt, zur Nabe hin führende Schlitze angebracht sind, zwischen denen schraubenlinienförmig gekrümmte Lamellen (2) verbleiben, dass der hohlzylindrische Teil des Einlaufkranzes mit seiner Öffnung anschliessend an die Einlauföffnung des Ansaugstutzens eingebaut ist, und dass im vergrösserten Ansaugstutzen im Bereich der gekrümmten Schlitze ein ringförmiger Umlenkanal (21) vorgesehen ist, der auf die Einlauföffnung der Zentrifugalpumpe ausgerichtet ist.
2. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpeneinlaufkranz dieselbe Drehrichtung, wie das Laufrad der Zentrifugalpumpe aufweist, und dass die Krümmung der Schlitze des Einlaufkranzes so gerichtet ist, dass sie den Druck des angesaugten Fluids vor dem Eintritt in das Laufrad der Zentrifugalpumpe erhöht und zugleich dem Fluid einen Drall in Laufrichtung des Zentrifugalpumpenrades erteilt.
3. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpeneinlaufkranz (1) an seiner Einlaufseite mit einem Ringkranz (8) versehen ist, der an seinem Aussenumfang (9) mit Ringnuten (11) versehen ist, die eine Labyrinthdichtung an der Bohrung der Einlauföffnung des Ansaugstutzens bilden.
4. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamellen (2) des Pumpeneinlaufkranzes (1) ansaugseitige Enden (6) aufweisen, die als Schaufeln geformt sind, deren Ränder in scharfe Kanten (3) auslaufen.
5. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die laufrichtungsseitigen Lamellen-Förderflächen (13) des Pumpeneinlaufkranzes je von der Lamellenwurzel (14)

zum Lamellenende (6) hin konkav geformt sind.

6. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamellenenden (6) des Pumpeneinlaufkranzes als Schaufeln ausgeformt sind, deren Ränder in scharfe Kanten (3) auslaufen.
7. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die den Rand der Lamellenenden (6) bildenden Kanten (3) des Pumpeneinlaufkranzes in einer radialen Ebene zum Pumpeneinlaufkranz (1) liegen.
8. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die laufrichtungsseitigen Lamellen-Förderflächen (13) des Pumpeneinlaufkranzes im Querschnitt quer zu den Lamellen (2) konkav gekrümmt sind.
9. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenkontur der konischen Nabe (12) des Pumpeneinlaufkranzes gerundet ist und einen strömungsgünstigen Uebergang zur Ansaugöffnung des Laufrades der Zentrifugalpumpe bildet.

Claims

1. Centrifugal pump for cryogenic fluids, characterised in that it comprises a suction connection (20) enlarging after the inlet, in which a co-rotating pump inlet rim (1) is located, which has substantially the shape of a hollow cylinder (10), which passes into a conical hub (12), that curved slots leading to the hub are located in the hollow cylinder, between which vanes (2) curved in a helical manner remain, that the hollow cylindrical part of the inlet rim is installed with its opening adjoining the inlet opening of the suction connection and that provided in the enlarged suction connection, in the region of the curved slots, is an annular guide channel (21), which is aligned with the inlet opening of the centrifugal pump.
2. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the pump inlet rim has the same direction of rotation as the impeller or the centrifugal pump and that the curvature of the slots of the inlet rim is directed so that it increases the pressure of the fluid sucked-in before entering the impeller of the centrifugal pump and at the same time imparts a spin in the direction of travel of the centrifugal pump impeller to the fluid.

3. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that on its inlet side the pump inlet rim (1) is provided with an annular rim (8), which is provided on its outer periphery (9) with annular grooves (11), which form a labyrinth seal on the bore of the inlet opening of the suction connection.
4. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the vanes (2) or the pump inlet rim (1) comprise ends (6) at the suction side, which are shaped as blades, whereof the rims taper into pointed edges (3).
5. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the conveying surfaces (13) of the vanes of the pump inlet rim in the direction of travel are concave from the root of the vane (14) to the end of the vane (6).
6. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the ends (6) of the vanes of the pump inlet rim are formed as blades, whereof the edges taper into pointed edges (3).
7. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the edges (3) of the pump inlet rim forming the border of the ends (6) of the vanes lie in a radial plane with respect to the pump inlet rim (1).
8. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the conveying surfaces (13) of the vanes of the pump inlet rim in the direction of travel are curved in a concave manner in cross-section transversely to the vanes (2).
9. Centrifugal pump according to Claim 1, characterised in that the outer contour of the conical hub (12) of the pump inlet rim is rounded and forms a transition to the suction opening of the impeller of the centrifugal pump, which promotes flow.

Revendications

1. Pompe centrifuge destinée à des fluides cryogéniques, caractérisée en ce qu'elle comporte un piquage d'aspiration (20) s'évasant après l'admission dans lequel est disposée une couronne d'entrée (1) de pompe, entraînée à rotation, qui présente sensiblement la forme d'un cylindre creux (10) et qui se raccorde dans un moyeu conique (12), en ce que sont ménagées, dans le cylindre creux, des fentes allant vers le moyeu de façon incurvée, entre lesquelles subsistent des lamelles (2) incurvées

- en forme d'hélice, en ce que l'élément cylindrique creux de la couronne d'entrée est réalisé d'une manière telle que son orifice se raccorde à l'orifice d'entrée du piquage d'admission et en ce qu'un canal de dérivation annulaire (21), orienté vers l'orifice d'entrée de la pompe centrifuge est prévu dans le piquage d'admission évasé, dans la zone des fentes incurvées. 5
2. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couronne d'entrée de pompe présente la même direction de rotation que le rotor de la pompe centrifuge et en ce que la courbure des fentes de la couronne d'entrée est orientée de telle manière qu'elle augmente la pression du fluide aspiré avant l'entrée dans le rotor de la pompe et communique en même temps au fluide un mouvement de rotation dans le sens de déplacement du rotor de la pompe. 10 15 20
3. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couronne d'entrée (1) de la pompe est pourvue, sur son côté d'admission d'une couronne annulaire (8) munie, sur sa périphérie extérieure (9) de rainures annulaires (11) qui constituent un joint en labyrinthe sur l'alésage de l'orifice du piquage d'admission. 25 30
4. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que les lamelles (2) de la couronne d'entrée (1) de la pompe présentent des extrémités (6) sur le côté d'aspiration, en forme d'ailettes et dont les bords se terminent en arêtes aiguës (3). 35
5. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces d'action (13) des lamelles sur le côté de la direction de rotation de la couronne d'entrée de la pompe sont respectivement formées de façon concave à partir de la racine (14) de la lamelle, vers l'extrémité (6) de celle-ci. 40 45
6. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que les extrémités (6) des lamelles de la couronne d'entrée de la pompe sont réalisées sous forme d'ailettes, dont les bords se terminent en arêtes aiguës (3). 50
7. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que les arêtes (3) de la couronne d'entrée de la pompe, qui constituent le bord des extrémités (6) des lamelles, sont situées dans un plan radial par rapport à la couronne d'entrée (1) de la pompe. 55
8. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces d'action (13) des lamelles de la couronne d'entrée de la pompe, dans la direction de la rotation, sont incurvées vers les lamelles, de façon concave en coupe transversale (2).
9. Pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce que le contour extérieur du moyeu conique (13) de la couronne d'entrée de la pompe est arrondi et constitue un raccordement favorable à l'écoulement vers l'orifice d'aspiration du rotor de la pompe.

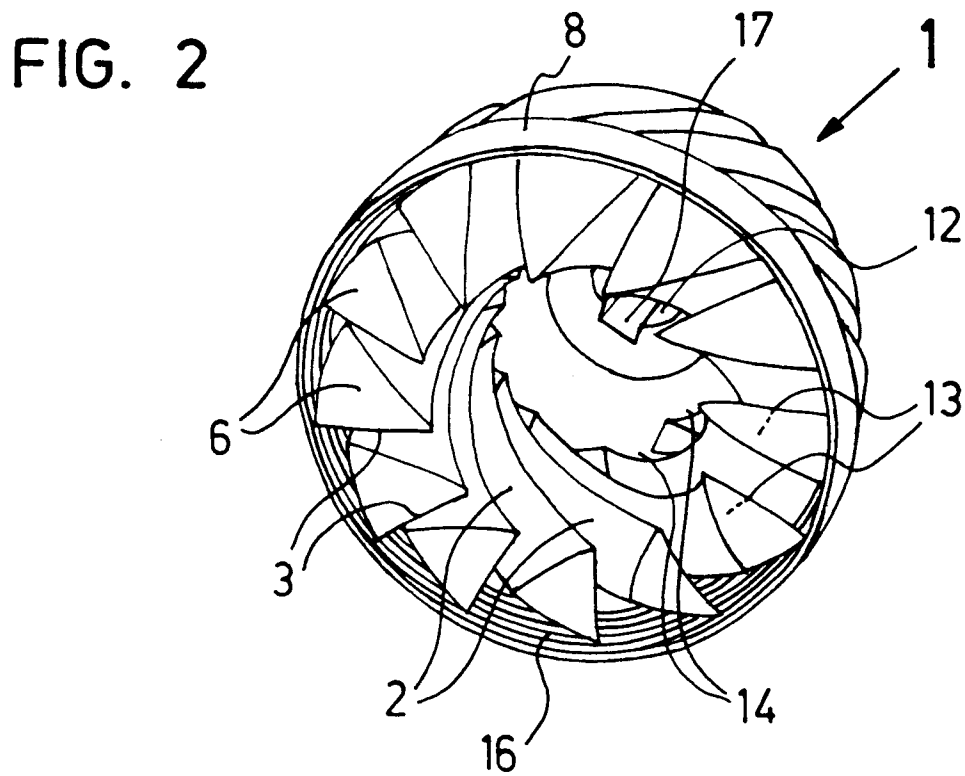
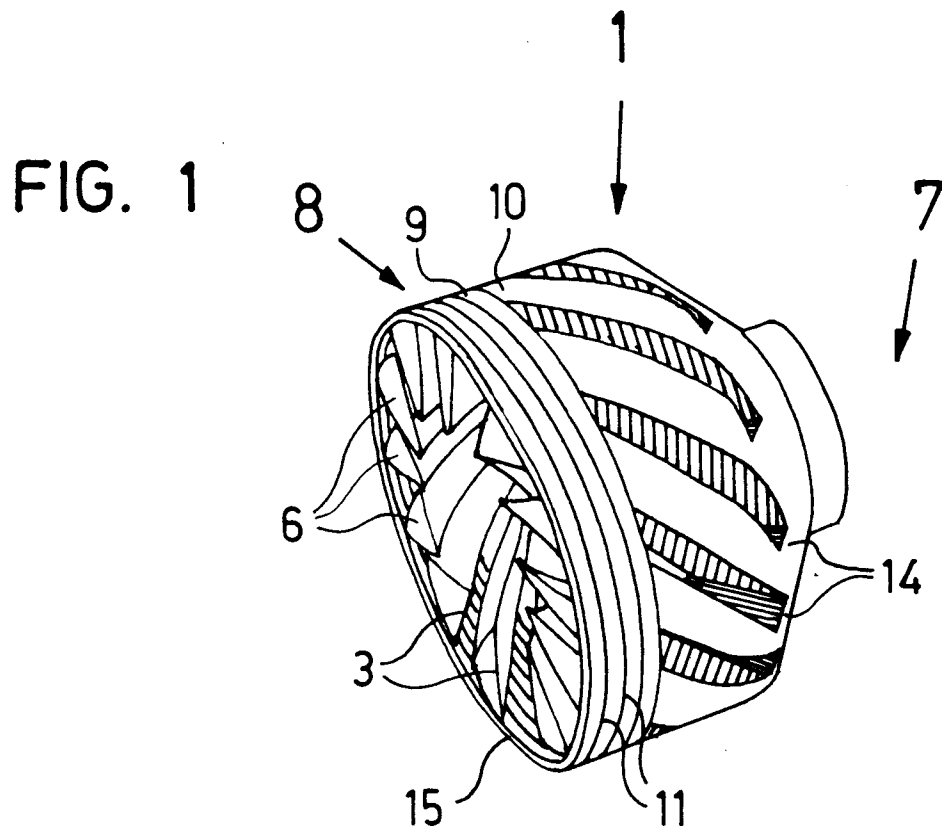


FIG. 3

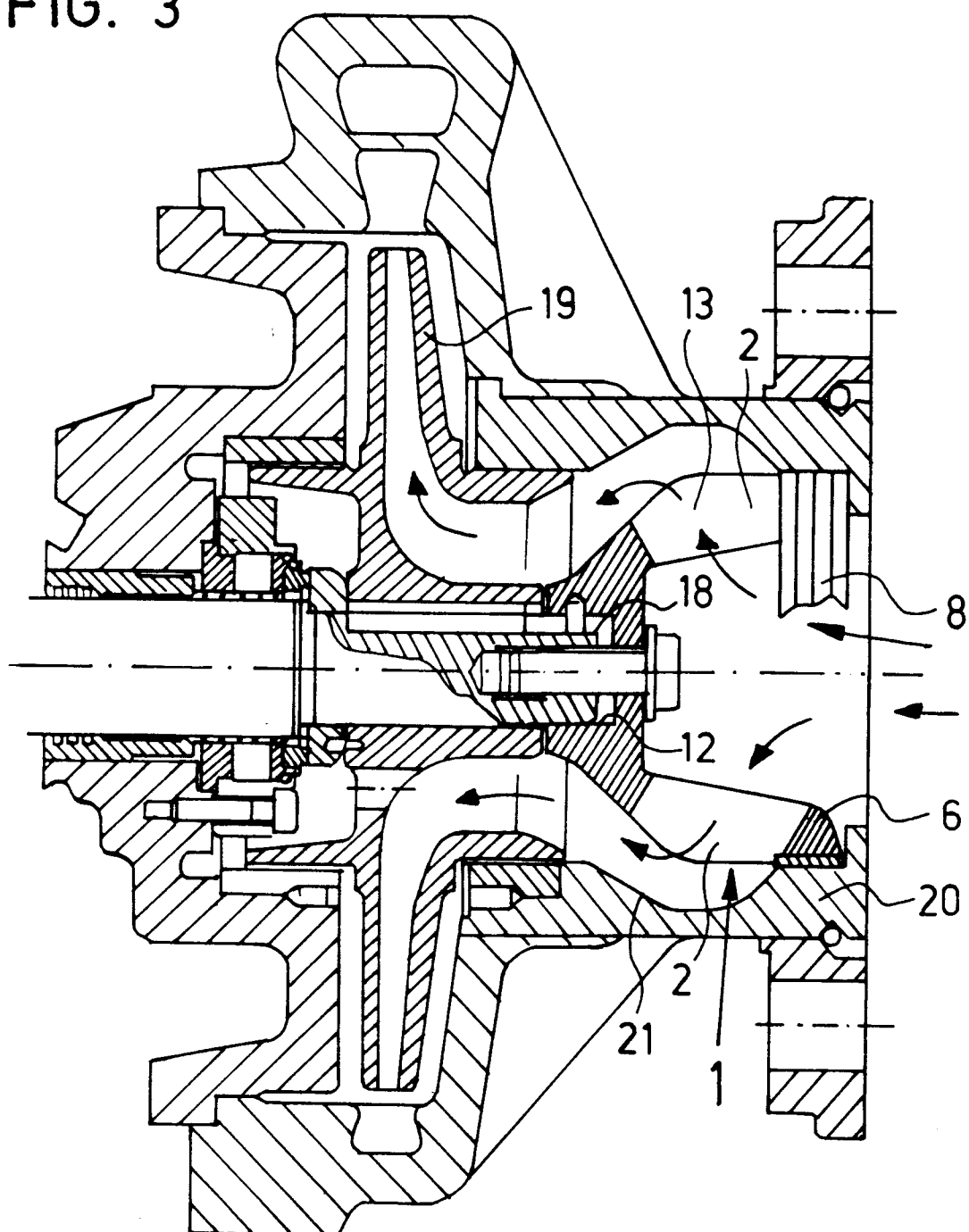


FIG. 4

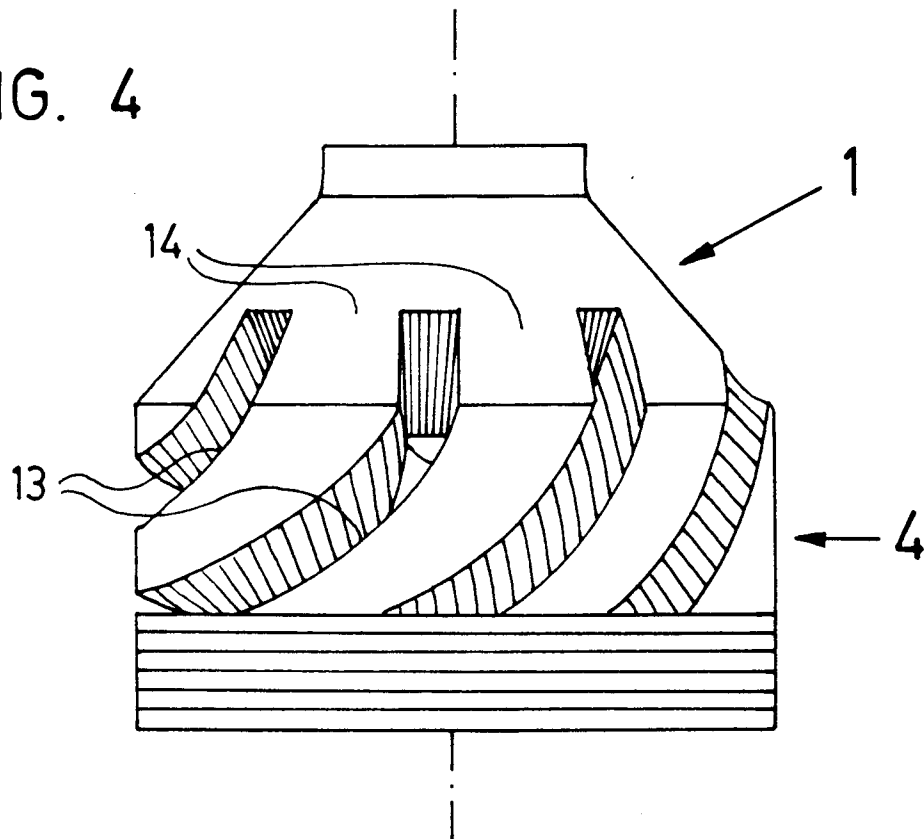


FIG. 5

