



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 16 243 T2 2008.06.05**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 429 032 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 16 243.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 011 358.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **12.09.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.06.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04D 27/02 (2006.01)**  
**F04D 29/42 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2002358832 11.12.2002 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Hitachi Plant Technologies, Ltd., Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**Tanaka, Kenji, Tsuchiura-chi, Tokyo, JP; Ito, Toshio, Chiyoda-machi, Tokyo, JP; Konno, Toyoo, Tomobe-machi, Tokyo, JP; Orikasa, Hideaki, Chiyoda-machi, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**v. Füner Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **Zentrifugalverdichter mit Einlassleitschaufeln**

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 eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Zentrifugalverdichter, und insbesondere auf einen Zentrifugalverdichter, der Einlassleitschaufeln zur Ausführung einer Durchsatzsteuerung verwendet.

**[0002]** Die JP-A-56-115897 beschreibt ein Beispiel eines herkömmlichen Zentrifugalverdichters, der Einlassleitschaufeln hat. Der in der JP-A-56-115897 beschriebene Zentrifugalverdichter hat einen Detektor zum Erfassen eines Förderluftdrucks, eine Steuerung zum Finden eines erforderlichen Neigungswinkels der Einlassleitschaufeln sowie eine von einem Signal der Steuerung angetriebene Betätigungsseinrichtung, damit ein Betrieb mit hohem Wirkungsgrad durch Ändern des Neigungswinkels der Einlassleitschaufeln als Reaktion auf eine Druckänderung des Förderluftdrucks erreicht wird, um eine Pumpkurve des Verdichters zu ändern.

**[0003]** Die JP-A-57-65898 beschreibt ein weiteres Beispiel eines herkömmlichen Zentrifugalverdichters, der Einlassleitschaufeln hat. Der in der JP-A-57-65898 beschriebene Zentrifugalverdichter hat Einrichtungen zum Erfassen der Drehzahl des Verdichters und Einrichtungen zum Erfassen einer Lufttemperatur, wobei die Einlassleitschaufeln auf der Basis von Signalen aus diesen Einrichtungen betätigt werden, um der in den Verdichter strömenden Luft zur Änderung der Strömungscharakteristika des Kompressors eine Vorverwirbelung zu geben.

**[0004]** Weiterhin beschreibt die JP-A-11-62894 ein weiteres Beispiel eines herkömmlichen Zentrifugalverdichters. Der in der JP-A-11-62894 beschriebene Zentrifugalverdichter hat ein oder mehrere freie Rotor, die zwischen Einlassleitschaufeln und einem Zentrifugallaufrad angeordnet sind, wobei die freien Rotor in sich Strömungsenergie speichern, um den Betrieb des Kompressors stabiler zu machen.

**[0005]** Bei den Zentrifugalverdichtern, die in der JP-A-56-115897 und der JP-A-57-65898 beschrieben sind, ermöglicht die Durchsatzsteuerung mit Hilfe der Einlassleitschaufeln, eine hohe Leistung der Zentrifugalverdichter zu erreichen, jedoch wird der Fall nicht ausreichend berücksichtigt, in welchem der Ansauggasdruck der Zentrifugalverdichter erhöht wird. D.h., dass bei Verdichtern, die für chemische Anlagen oder dergleichen verwendet werden, bei denen der saugseitige Druck ein Mehrfaches bis Zehnfaches oder noch mehr des Atmosphärendrucks beträgt, ein Anlaufen in einigen Fällen nicht erfolgen kann, bis eine Druckdifferenz zwischen der Stromaufseite und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln groß ist. In einem solchen Fall ist zu befürchten,

dass eine Druckdifferenz zwischen der Stromaufseite und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln zunimmt und eine an Schaufeln der Einlassleitschaufeln angelegte Last so erhöht wird, dass die Einlassleitschaufeln beschädigt werden. Die vorstehend beschriebenen Patentveröffentlichungen berücksichtigen jedoch eine solche Belastungssteigerung nicht.

**[0006]** Bei dem in der JP-A-11-62894 beschriebenen Zentrifugalverdichter speichern die freien Rotor in sich kinetische Energie, um ein Pumpen verhindern zu können. Die Veröffentlichung sagt jedoch nichts über eine Befürchtung, dass eine Situation entsteht, in der sich eine große Druckdifferenz zwischen der Stromaufseite und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln ausbildet, wodurch möglicherweise die Einlassleitschaufeln beim Anlaufen beschädigt werden, wenn ein Ansaugdruck des Verdichters groß ist, und bietet keinerlei Beschreibung bezüglich einer Be seitigung solcher Nachteile.

**[0007]** Die DE-A-1 013 033 offenbart einen Zentrifugalverdichter mit einem äußeren Zylinder, der einen Innendurchmesser hat, der in dem Bereich am größten ist, wo Einlassleitschaufeln angeordnet sind. In dem Ansaugströmungskanal ist kein innerer Zylinder angeordnet.

**[0008]** Die DE-A 821 879 beschreibt einen Zentrifugalverdichter mit einem größeren Zylinder, der einen Innendurchmesser hat, der in Richtung des Einlasses des Laufrads abnimmt. An dem äußeren Zylinder ist koaxial ein innerer Zylinder angeordnet. An dem Ende eines Zapfens zwischen der Innenzylinderstirnfläche sind Leitschaufeln befestigt, wobei der Zapfen in dem Innenzylinder verschiebbar gehalten ist.

**[0009]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, einen Zentrifugalverdichter bereitzustellen, bei dem eine Beschädigung der Einlassschaufeln auch dann vermieden wird, wenn der Ansaugdruck und somit eine Belastung an den Einlassleitschaufeln gesteigert wird.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch einen Zentrifugalverdichter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Ansprüchen 2 und 3 beansprucht.

**[0011]** Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung in Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

**KURZBESCHREIBUNG DER ANSICHTEN DER  
ZEICHNUNG**

**[0012]** [Fig. 1](#) zeigt in einem Längsschnitt eine Ausführungsform eines Zentrifugalverdichters nach der

Erfindung.

[0013] [Fig. 2](#) ist eine Ansicht in Richtung des Pfeils A von [Fig. 1](#).

[0014] [Fig. 3](#) zeigt im Längsschnitt einen Zentrifugalverdichter, der nicht nach der Erfindung gebaut ist.

[0015] [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind Schnittansichten gesehen in Richtung des Pfeils B von [Fig. 3](#).

#### NÄHERE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0016] Nachstehend werden unter Bezug auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsformen eines Zentrifugalverdichters nach der Erfindung beschrieben. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sind Ansichten, die eine Ausführungsform eines Zentrifugalverdichters zeigen, wobei [Fig. 1](#) die Ansicht eines Längsschnitts und [Fig. 2](#) die Ansicht gesehen in Richtung des Pfeils A ist. Mit einer Welle einer Antriebsmaschine (nicht gezeigt) ist direkt oder über ein die Drehzahl steigerndes Getriebe eine Hauptwelle **100a** des Zentrifugalverdichters verbunden. An einem Ende der Hauptwelle **100a** ist ein Zentrifugallaufrad **11a** angebracht. Stromab von dem Zentrifugallaufrad **11a** ist ein Diffusor **101** vorgesehen, der von einer Seite eines Gehäuses **42** und einer Seite eines Außenzyinders gebildet wird, der nachstehend näher beschrieben wird. Das Gehäuse **42** nimmt in sich die Hauptwelle **100a** haltende Lager und Wellendichtungseinrichtungen auf. Der Diffusor **101** kann ein gerippter Diffusor, an welchem Schaufeln mit einer geringen Höhe in Breitenrichtung eines Strömungskanals in Abständen in Umfangsrichtung, wie in der Zeichnung gezeigt, angeordnet sind, oder ein beschaukelter Diffusor oder ein schaufelloser Diffusor sein. Stromab von dem Diffusor **101** ist eine spiralförmige Schnecke **102** angeordnet.

[0017] Die Schnecke **102** wird von einem Teil eines Außenzyinders **14a** und dem Gehäuse **42** gebildet. Eine innere Umfangsfläche des Außenzyinders **14a** bildet einen zylinderförmigen Ansaugströmungskanal auf der Ansaugseite des Laufrads **11a**. Ein von Streben **15a** gehaltener Innenzyylinder **13a** ist zentral zu dem Ansaugströmungskanal angeordnet. Das vordere Ende des Innenzyinders **13a** hat eine Stromlinienform, um den Strömungswiderstand zu verringern. Die äußeren Umfangsseiten der Streben **15a** sind an dem Außenzyinder **14a** befestigt. Die Streben **15a** sind in einer Vielzahl von Positionen mit in Umfangsrichtung im Wesentlichen gleichen Abstand angeordnet.

[0018] In dem Ansaugströmungskanal sind zwischen den Streben **15a** und dem Laufrad **11a** Einlassleitschaufeln **12a** an einer Position angeordnet, die einem Zwischenabschnitt des Innenzyinders **13a** entspricht. Bei der Ausführungsform sind elf Einlass-

leitschaufeln vorgesehen, die mit gleichem Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind. An den Fußseiten der Einlassleitschaufeln **12a** sind Drehschäfte **31** vorgesehen. Die Drehschäfte **31** sind in Lager **16a** drehbar gelagert, die an dem Außenzyinder **14a** gehalten werden. Ein verlängerter Drehschaft **17a**, der sich aus dem Gehäuse **42** heraus erstreckt und drehbar von einem in dem Gehäuse **42** gehaltenen Lager **16c** gelagert wird, ist mit dem Drehschaft **31** für eine Einlassleitschaufel der Vielzahl von Einlassleitschaufeln **12a** verbunden.

[0019] An einem Ende des verlängerten Drehschafts **17a**, der sich aus dem Gehäuse **42** heraus erstreckt, ist ein sich radial erstreckender Arm **19a** befestigt. An Zwischenabschnitten der Drehschäfte **31** sind in Axialrichtung Arme **20a** befestigt, die sich senkrecht zu den Drehschäften **31** erstrecken. Die Enden der Arme **20a** sind mit einem Ring **18a** über einen weiteren Arm **32** verbunden. Wenn eine Druckluft-Leistungsvorrichtung oder dergleichen (nicht gezeigt) verwendet wird, um den Arm **19a**, der außerhalb des Gehäuses **42** angeordnet ist, in Drehung zu versetzen, werden der verlängerte Drehschaft **17a** und der mit dem verlängerten Drehschaft **17a** verbundene Drehschaft **31** gedreht, während der Arm **20a**, der an dem mit dem verlängerten Drehschaft **17a** verbundenen Drehschaft **31** befestigt ist, den Ring **18a** um eine Drehachse des Laufrads **11a** dreht. Wenn sich der Ring **18a** um die Drehachse des Laufrads dreht, werden die Arme **32** an den jeweiligen Einlassleitschaufeln, die mit dem Ring **18a** verbunden sind, bewegt. Die an den Armen **32** jeweils befestigten Drehschäfte **31** werden alle zusammen im gleichen Winkel in der gleichen Richtung gedreht, in der sich der verlängerte Drehschaft **17a** dreht. Dadurch unterliegen alle Einlassleitschaufeln **12a** einer Änderung mit gleicher Größe ihrer Winkel.

[0020] Die auf diese Weise gestalteten Einlassleitschaufeln **12a** werden dazu verwendet, dass ein Arbeitsgas in das Laufrad **11a** mit einem vorgegebenen Strömungswinkel strömen kann. Das von dem Laufrad verdichtete Arbeitsgas strömt in die Schnecke **102** durch den Diffusor **101**. Zum Zeitpunkt eines stationären Betriebs, zu dem keine Durchsatzsteuerung bewirkt wird, sind die Einlassleitschaufeln **12a** voll geöffnet. Zu diesem Zeitpunkt sind die Einlassleitschaufeln **12a** in Strömungsrichtung ausgerichtet. Beim Anlauf des Verdichters werden die Einlassleitschaufeln **12a** so gedreht, dass das Arbeitsgas eine Wirbelkomponente erhält. Zu diesem Zeitpunkt ist der Ansaugströmungskanal verengt.

[0021] Die Einlassleitschaufeln **12a**, die zum Steuern des Durchsatzes des Zentrifugalverdichters verwendet werden, haben den Vorteil, dass normalerweise der Wirkungsgrad an anderen Punkten als an dem Arbeitspunkt günstig ist und das Drehmoment beim Anlauf vergleichsweise verringert werden kann.

Die Einlassleitschaufeln **12a** verursachen eine Verwirbelung des in den Zentrifugalverdichter angesaugten Gases zusätzlich zu der Durchsatzsteuerung. Wenn das angesaugte Gas eine Wirbelkomponente hat, ändert sich die Arbeitsgröße des Laufrads **11a**. Insbesondere ist die Druckhöhe  $\Delta h$ , die dem Arbeitsgas durch das Laufrad gegeben wird,

$$\Delta h = (1/g) \cdot (u_2 v_{u2} - u_1 v_{u1}),$$

wobei  $u_2$  eine Umfangsgeschwindigkeit am Auslass des Laufrads **11a**,  $u_1$  eine Umfangsgeschwindigkeit am Einlass des Laufrads **11a**,  $v_{u2}$  eine Umfangskomponente einer Absolutgeschwindigkeit des Arbeitsgases am Auslass des Laufrades,  $v_{u1}$  eine Umfangskomponente einer Absolutgeschwindigkeit des Arbeitsgases am Einlass des Laufrads und  $g$  die Erdbe schleunigung ist.

**[0022]** Wenn keine Einlassleitschaufeln **12a** vorgesehen sind, ist die Richtung der Absolutgeschwindigkeit des Arbeitsgases am Einlass des Laufrads **11a** radial. Dies hat zur Folge, dass  $v_{u1} = 0$ .

**[0023]** Wenn die Einlassleitschaufeln **12a** einem Gasstrom eine Verwirbelung aufprägen, führt  $v_{u1} \neq 0$  dazu, dass eine Steigerung oder Verringerung des Arbeitsbetrags des Laufrads **11a** möglich wird.

**[0024]** Außerdem wird es durch den Einsatz der Einlassleitschaufeln **12a** möglich, das Drehmoment beim Anlauf zu verringern. Wenn ein Zentrifugalverdichter durch einen Induktionsmotor angetrieben wird, der nur mit einer festgelegten Drehzahl laufen kann, gibt es einen Fall, der das Drehmoment beim Anlaufen des Zentrifugalverdichters infolge einer Beschränkung von Strom und Spannung verringern muss. Beispielsweise kann es bei für chemische Anlagen oder dergleichen verwendeten Verdichtern vorkommen, dass die Einlassgastemperatur, der Gasdruck und die Gasdichte beim Anlauf höher sind als im stationären Zustand. In diesem Fall ist es erforderlich, das Drehmoment beim Anlauf zu verringern. Da durch Verwendung der Einlassleitschaufeln dem Arbeitsgas eine Verwirbelung erteilt wird und die Querschnittsfläche um einen Einlassleitschaufelabschnitt herum verringert wird, nimmt der Massendurchsatz ab, wodurch die Belastung am Laufrad verringert wird. Dadurch kann der Verdichter anlaufen.

**[0025]** Das Vorsehen der Einlassleitschaufeln **12a** ermöglicht es, einen Verdichter auch dann anlaufen zu lassen, wenn die Temperatur und der Druck eines angesaugten Gases hoch sind, der Druck am Einlass des Laufrads jedoch kleiner als der Ansaugdruck wird. Dadurch wird zwischen der Stromaufseite und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12a** eine Druckdifferenz erzeugt, entsprechend der auf die Einlassleitschaufeln **12a** eine Belastung ausgeübt wird. Bei Luftverdichtern für Atmosphärendruckan-

saugung ist die Druckdifferenz zwischen der Stromauf- und der Stromabseite von Einlassleitschaufeln maximal 1 at, so dass die Belastung an den Einlassleitschaufeln vergleichsweise gering ist. Bei Zentrifugalverdichtern, bei denen ein Ansaugdruck das Mehrfache bis Zehnfache und mehr als der Atmosphärendruck beträgt, wird jedoch ein Einlassleitschaufelabschnitt zum Zwecke des Anlaufs mit der Folge verengt, dass die Druckdifferenz zwischen der Stromauf- und Stromabseite der Einlassleitschaufeln groß wird, so dass die Belastung auf die Einlassleitschaufeln stark erhöht wird.

**[0026]** Anstatt dass der Auslasszylinder **14a** und der Innenzylinder **13a** eine Zylinderform mit einem fixen Radius annehmen, werden bei der vorliegenden Ausführungsform sowohl der Außenzylinder **14a** als auch der Innenzylinder **13a** im Durchmesser um die Einlassleitschaufeln **12a** herum größer als in anderen Bereichen gemacht. Zusammen damit wird bei dem Außenzylinder **14a** und dem Innenzylinder **13a** der Außendurchmesser in einem Bereich leicht verringert, der von dem Bereich mit großem Durchmesser zum Einlass des Laufrads verläuft. Verglichen mit dem Fall, in welchem der Außenzylinder **14a** und der Innenzylinder **13a** einen fixen Radius in Strömungsrichtung haben, wird eine Querschnittsfläche des Strömungskanals bei der vorliegenden Ausführungsform vergrößert, bei welcher der Außenzylinder **14a** eine Querschnittsfläche des Strömungskanals vergrößert und der Innenzylinder **13a** die Querschnittsfläche des Strömungskanals verringert.

**[0027]** Wenn die Querschnittsform des Querschnittskanals mit der vorstehenden Technik geändert wird, kann außerdem die Zunahme des Durchmessers des Außenzyinders **14a** kleiner als die des Innenzyinders **13a** gemacht werden. Beispielsweise soll der Fall betrachtet werden, in welchem ein Innen durchmesser  $d$  und ein Außendurchmesser  $D$  des Strömungskanals ohne Veränderung der Querschnittsfläche  $S$  des Strömungskanals geändert werden. Wenn der Index 1 und der Index 2 die Zustände vor bzw. nach der Änderung bezeichnen, gilt

$$S = \pi(D_1^2 - d_1^2)/4 = \pi(D_2^2 - d_2^2)/4,$$

so dass eine Differenz  $\Delta$  zwischen dem Innen- und Außendurchmesser dazu führt, dass  $\Delta_2 < \Delta_1$ , wenn  $D_2 > D_1$  wird. Dementsprechend ist es möglich, eine radiale Länge  $L$  der Einlassleitschaufeln **12a** zu verkürzen, die sich durch Subtrahieren des Innendurchmessers des Innenzyinders **13a** vom Innendurchmesser des Außenzyinders **14a** ergibt. Wenn die radiale Länge  $L$  der Einlassleitschaufeln **12a** verkürzt wird, kann die Festigkeit der Einlassleitschaufeln **12a** in dem Bereich eingestellt werden, in welchem sie eine Druckdifferenz zwischen der Stromauf- und Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12a** aushalten können, die beim Anlauf des Verdichters erforderlich

ist. Dies hat folgenden Grund.

**[0028]** Diejenigen Abschnitte der Einlassleitschaufeln **12a**, an denen eine maximale Beanspruchung erzeugt wird, sind die Fußabschnitte der Einlassleitschaufeln **12a**. Die maximale Biegespannung in diesen Abschnitten ist proportional zu der radialen Länge  $L$  der Einlassleitschaufeln **12a** in der dritten Potenz und umgekehrt proportional zur Dicke der Einlassleitschaufeln in der dritten Potenz. Wenn die Dicke der Einlassleitschaufeln **12a** erhöht wird, wird eine in den Verdichter gesaugte Strömung turbulent, so dass ein in das Laufrad **11a** eintretender Strom ungleichförmig ist. Anstelle einer Erhöhung der Dicke der Einlassleitschaufeln **12a** wird hier die radiale Länge  $L$  der Einlassleitschaufeln **12a** verkürzt. Wenn die radiale Länge  $L$  der Einlassleitschaufeln **12a** verkürzt wird, wird auch ein Effekt erzeugt, dass die Eigenfrequenz der Einlassleitschaufeln **12a** zunimmt, da die Eigenfrequenz der Einlassleitschaufeln **12a** umgekehrt proportional zur radialen Länge  $L$  in der zweiten Potenz ist.

**[0029]** Ein weiteres Beispiel eines Zentrifugalverdichters wird unter Bezug auf den in [Fig. 3](#) gezeigten Längsschnitt beschrieben. Dieser Zentrifugalverdichter eignet sich für den Fall, dass die Druckdifferenz zwischen der Vorder- und Rückseite der Einlassleitschaufeln größer als bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform ist. Das bedeutet, dass die vorliegende Erfindung auf den Fall angewendet wird, in welchem bei nur einer Änderung des Verhältnisses von Innen- und Außendurchmesser eines Strömungskanals in einem Einlassleitschaufelabschnitt befürchtet werden muss, dass die auf die Einlassleitschaufeln wirkende Biegespannung so gesteigert wird, dass die Einlassleitschaufeln nicht in der Lage sind, die Druckdifferenz auszuhalten.

**[0030]** Statt einer Änderung der Form des Ansaugströmungskanals eines Laufrads werden in diesem Fall die Einlassleitschaufeln radial in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt. Ferner werden Abschnitte, die mit einer Stromabseite von einer Stromaufseite aus in Verbindung stehen, in Teilen eines Querschnitts senkrecht zur Achse des Ansaugströmungskanals und in der Nähe von durch die geteilten Einlassleitschaufeln ausgeschnittenen Punkten der Einlassleitschaufeln gebildet. Dadurch kann eine erforderliche Druckdifferenz zwischen der Vorderseite und Rückseite der Einlassleitschaufeln beim Anlauf erzeugt werden, und die Festigkeit der Einlassleitschaufeln kann die Druckdifferenz aushalten.

**[0031]** Die geteilten Leitschaufeln **12c** werden an der Innendurchmesserseite der Einlassleitschaufeln **12b** angeordnet. Wenn die Einlassleitschaufeln **12b** und die geteilten Leitschaufeln **12c** in Deckung zueinander angeordnet sind, wird ein Vorsprung in einer Richtung senkrecht zu einer Achse sektorförmig.

Zum Zeitpunkt des stationären Betriebs sind die Einlassleitschaufeln **12b** und die geteilten Leitschaufeln **12c** so angeordnet, dass sie sich längs der Strömungsrichtung  $F_{in}$ , wie in [Fig. 4](#) gezeigt, erstrecken. Beim Anlauf werden die Einlassleitschaufeln **12b** zu einem Winkel gedreht, in welchem der Ansaugströmungskanal geschlossen ist. Die geteilten Leitschaufeln **12c** werden jedoch zu einem anderen Winkel von dem Winkel aus gedreht, zu dem die Einlassleitschaufeln **12b** gedreht sind.

**[0032]** Die geteilten Leitschaufeln **12c** sind hier an dem inneren Zylinder **13b** angebracht. Um einen Kolben **23** in dem Innenzylinder **13b** sind Drehschäfte **26** angeordnet, die sich in eine Richtung senkrecht zum Drehschaft **100a** des Laufrads **11a** erstrecken. An den Drehschäften **26** sind Ritzel **27** angebracht. Die Mittenpositionen der Drehschäfte **26** in Strömungsrichtung entsprechen den Mittenpositionen der Einlassleitschaufeln **12b** in Strömungsrichtung. An dem Kolben **23** sind Zahnstangen **28** angebracht, die für ein Kämmen mit den Ritzeln **27** angepasst sind. In einer Hülse **25**, die in dem Innenzylinder **13b** angeordnet ist, ist ein Ende des Kolbens **23** zu dem Laufrad **11a** hin eingepasst. Ein Ende des Kolbens **23** auf der Ansaugseite wird an dem Innenzylinder durch eine Feder **24** gehalten. In einer Wand des Innenzylinders **13b** in einer Position jenseits der Hülse **25** zum Laufrad **11a** hin ist ein Loch **21** ausgebildet, das für eine Verbindung zwischen dem Ansaugströmungskanal und einem Innenraum des Innenzylinders **13b** sorgt. Gleichermaßen ist in der Wand des Innenzylinders **13b** an einer Position, die der Feder **24** entspricht, ein weiteres Loch **22** ausgebildet, das für eine Verbindung zwischen dem Ansaugströmungskanal und dem Innenraum des Innenzylinders sorgt. Diese Löcher **21, 22** sind auf der Stromauf- und Stromabseite in der Strömungsrichtung bezüglich der unterteilten Leitschaufeln **12c** ausgebildet. An den inneren Umfangsflächen der Einlassleitschaufeln **12b** sind Zentralschwenklager ausgebildet, während an den äußeren Umfangsflächen der geteilten Leitschaufeln **12c** Schwenkzapfen ausgebildet sind, die in die Schwenklager einpassbar sind.

**[0033]** Der Druck eines Gases in dem Ansaugströmungskanal stromauf von den Einlassleitschaufeln **12b** wird an den Kolben **23** durch das Loch **22** angelegt. Der Druck des Gases in dem Ansaugströmungskanal stromab von den Einlassleitschaufeln **12b** wird an den Kolben **23** durch das Loch **21** angelegt. Zwischen dem Kolben **23** und der Hülse **25** ist eine Dichtung vorgesehen, um ein Gehen und Kommen des Arbeitsgases zu verhindern. Wenn die Druckdifferenz zwischen den Gasdrücken auf der Stromauf- und Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12b** klein ist, wirkt die am Kolben **23** wirkende Kraft der Feder **24** auf die Zahnstangen **28** ein und bewegt die Zahnstangen **28** zum Laufrad **11a** hin. Wenn die Zahnstangen **28** bewegt werden, werden die damit käm-

menden Ritzel **27** so gedreht, dass sie die geteilten Leitschaufeln **12c** gegen die Einlassleitschaufeln **12b** drücken. D.h., dass zum Zeitpunkt des stationären Betriebs des Verdichters die Einlassleitschaufeln **12b** und die geteilten Leitschaufeln **12c** in einen zusammengefügten Zustand versetzt sind und die Einlassleitschaufeln **12b** und die geteilten Leitschaufeln **12c** in der gleichen Richtung gedreht werden.

**[0034]** Beim Anlauf des Verdichters werden die Einlassleitschaufeln **12b**, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, gedreht, um den Ansaugströmungskanal abzusperren. Wenn der Ansaugströmungskanal abgesperrt ist, wird eine Druckdifferenz zwischen der Stromauf- und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12b** erzeugt. Das in die Löcher **22** und **21** strömende Arbeitsgas erzeugt eine der Druckdifferenz entsprechende Kraft zum Bewegen des Kolbens **23** gegen die Kraft der Feder **24**. Die an dem Kolben **23** angebrachten Zahnstangen **28** werden so bewegt, dass sie die Ritzel **27** so drehen, dass die geteilten Leitschaufeln **12c** von den Einlassleitschaufeln **12b** getrennt werden. Als Folge wird der Ansaugströmungskanal von dem Absperrzustand in einen Zustand versetzt, in welchem geringe Öffnungen vorhanden sind. Wenn die Öffnungen in dem Ansaugströmungskanal gebildet werden, nimmt die Druckdifferenz zwischen den Drucken des Arbeitsgases auf der Stromauf- und Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12b** ab und die auf die Einlassleitschaufeln **12b** wirkende Biegespannung wird verringert. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist es erforderlich, die Federkraft der Feder **24**, die mit dem Kolben **23** verbunden ist, geeignet einzustellen. Die Einstellung erfolgt so, dass die Federkraft der Feder **24** den Kolben bewegt, wenn eine Druckdifferenz zwischen der Stromaufseite und der Stromabseite der Einlassleitschaufeln **12b** die Druckdifferenz überschreitet, bei der der Verdichter anlaufen gelassen werden kann.

**[0035]** Da die von dem Druck des auf die Einlassleitschaufeln wirkenden Arbeitsgases verursachte Biegespannung verringert ist, kann die Betriebssicherheit des Zentrifugalverdichters auch dann verbessert werden, wenn der Ansaugdruck hoch ist. Ferner ist es möglich, ein Pumpen des Zentrifugalverdichters zu vermeiden.

### Patentansprüche

#### 1. Zentrifugalverdichter

- mit einem Zentrifugallaufrad (**11a**) das auf einer Welle (**100a**) montiert ist, die mit einer Antriebsmaschine verbunden ist,
- mit einem Außenzyylinder (**14a**), der einen zylinderförmigen Ansaugströmungskanal auf einer Ansaugseite des Laufrades (**11a**) bildet,
- mit einem Innenzyylinder (**13a**), der radial zentral in dem Ansaugströmungskanal angeordnet ist, und
- mit einer Vielzahl von Einlassleitschaufeln (**12a**),

die in Umfangsrichtung zwischen dem Innenzyylinder (**13a**) und dem Außenzyylinder (**14a**) an einer Position angeordnet sind, die einem Zwischenabschnitt des Innenzyinders (**13a**) entspricht,

– wobei der Innendurchmesser des Außenzyinders (**14a**) und der Außendurchmesser des Innenzyinders (**13a**) um die Vielzahl von Einlassleitschaufeln (**12a**) herum größer als in anderen Bereichen sind und zum Einlass des Zentrifugallaufrads (**11a**) hin abnehmen, und

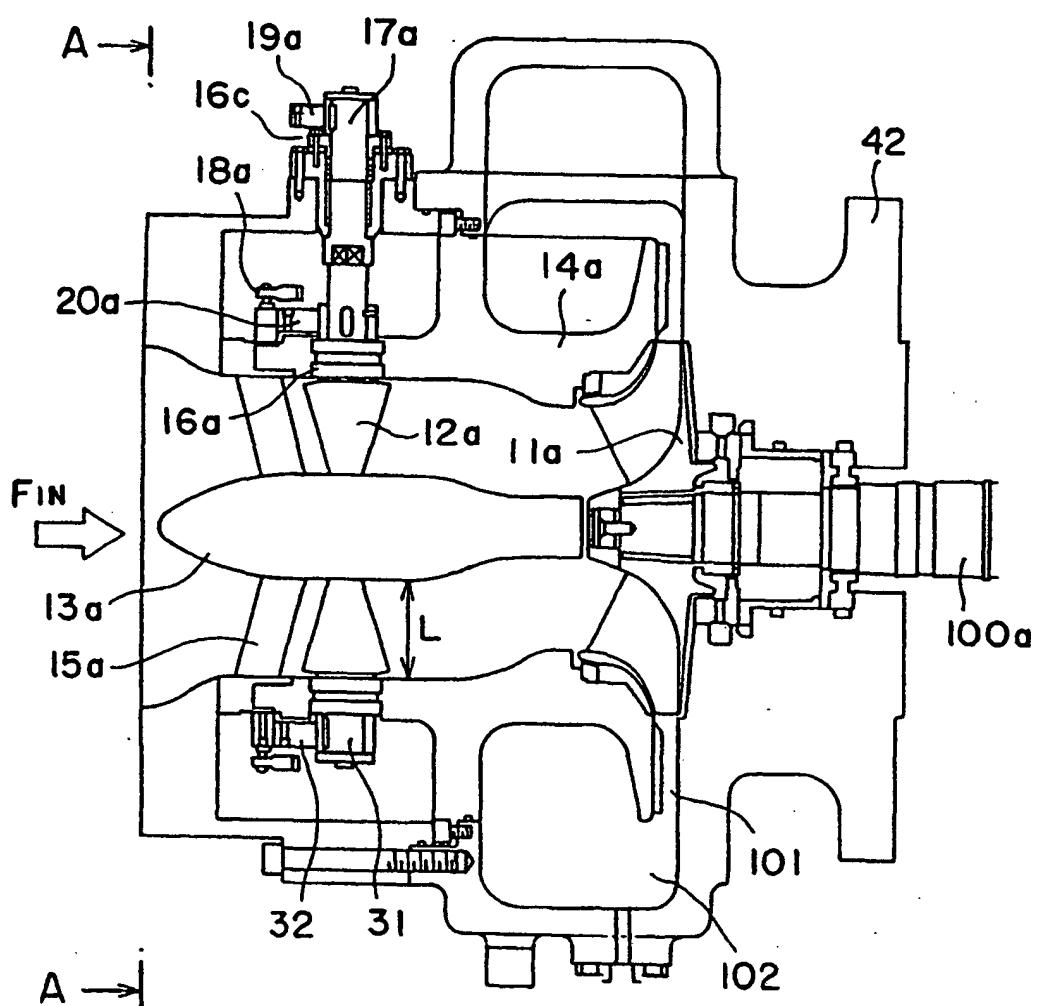
– wobei die Vielzahl von Einlassleitschaufeln (**12a**) Drehachsen (**31**) aufweist, die an ihren Fußseiten vorgesehen sind.

2. Zentrifugalverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Ansaugströmungskanals senkrecht zur Achse des Ansaugströmungskanals in dem Bereich, in welchem die Einlassleitschaufeln (**12a**) angeordnet sind, größer ist als die des Einlasses des Laufrads (**11a**).

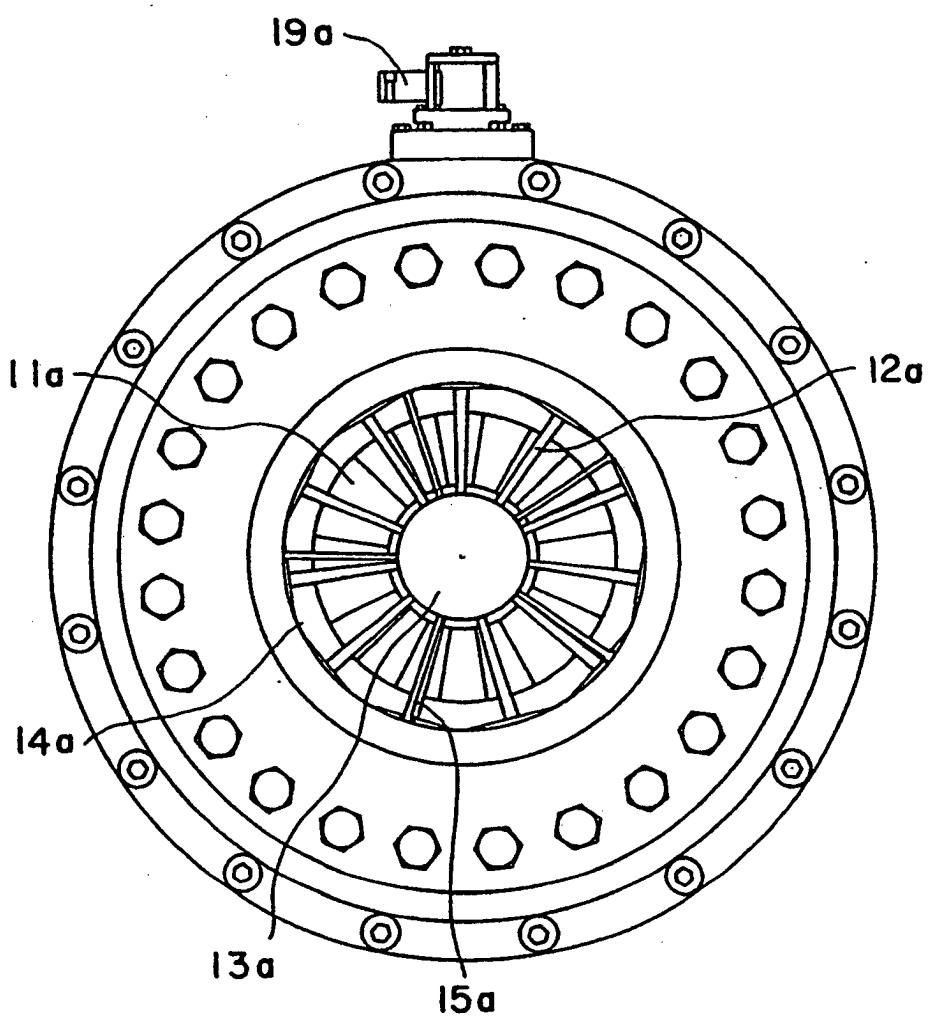
3. Zentrifugalverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des in den Zentrifugalverdichter gesaugten Arbeitsgases wenigstens 1 MPa beträgt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

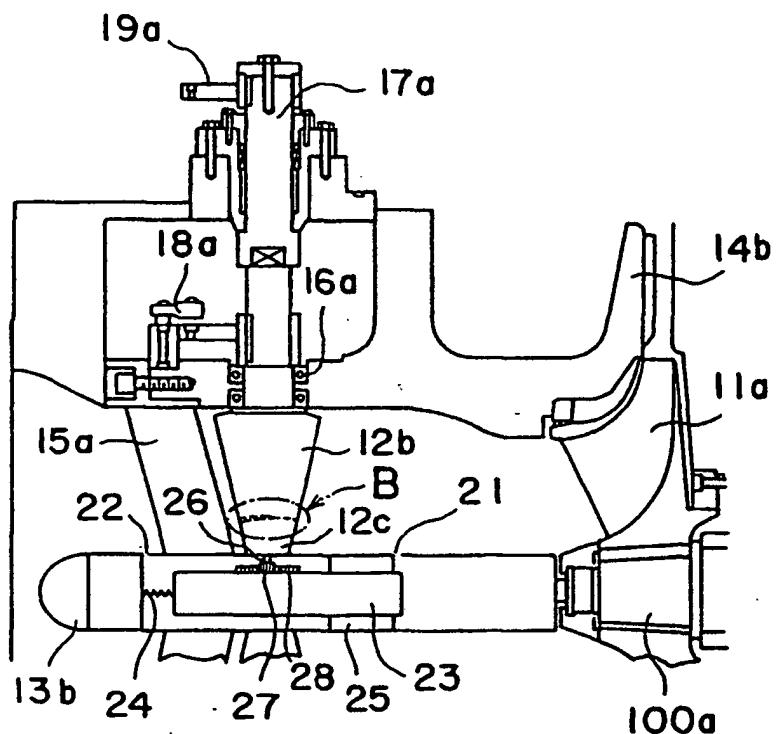
## FIG. I



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**

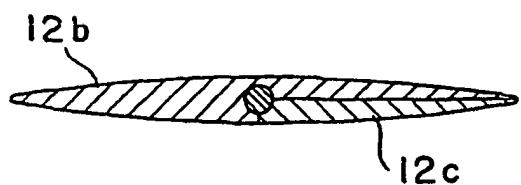


FIG. 5

