



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 13 205 T3** 2009.01.22

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 056 171 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 13 205.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 111 269.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.05.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.11.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**

(97) Veröffentlichungstag

des geänderten Patents beim EPA: **18.06.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01S 3/225** (2006.01)
H01S 3/03 (2006.01)

Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert

(30) Unionspriorität:

14516899 **25.05.1999** **JP**

20185199 **15.07.1999** **JP**

(73) Patentinhaber:

Ebara Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:

**Sekiguchi, Shinichi, Yokohama-shi, Kanagawa,
235-0022, JP; Shinozaki, Hiroyuki, Fujisawa-shi,
Kanagawa, 251-0862, JP; Barada, Toshimitsu,
Tokyo, JP; Nakazawa, Toshiharu, Chigasaki-shi,
Kanagawa, 253-0027, JP**

(54) Bezeichnung: **Entladungsgepumpter Excimer-Laser**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung mit einem Querströmungsgebläse dessen drehbare Welle drehbar durch Magnetlager gelagert ist und insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung mit einer verbesserten Anordnung für die Magnetlager und verbesserten Schutzlagern.

Beschreibung verwandter Technik

[0002] [Fig. 1](#) der beigegeführten Zeichnungen zeigt schematisch eine konventionelle Excimer-Laservorrichtung. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, besitzt die konventionelle Excimer-Laservorrichtung Folgendes: ein Gehäuse **101**, gefüllt mit einem Lasergas, eine vorläufig ionisierende Elektrode (nicht gezeigt), angeordnet in dem Gehäuse **101** zum vorläufigen Ionisieren des Lasergases, und ein Paar von Hauptentladeelektroden **102**, angeordnet in dem Gehäuse **101** zur Erzeugung einer elektrischen Entladung um es möglich zu machen, einen Laserstrahl zu oszillieren. Das Gehäuse **101** enthält auch ein Querströmungsgebläse **103** zur Erzeugung einer Hochgeschwindigkeitsgasströmung zwischen den Hauptentladeelektroden **102**.

[0003] Das Querströmungsgebläse **103** besitzt eine drehbare Welle **104**, die sich von entgegengesetzten Enden desselben außen erstreckt und zwar drehbar gelagert in einer nicht kontaktierenden Art und Weise, durch eine Vielzahl von radialen Magnetlagern **106**, **107**, angeordnet an den entgegengesetzten Seiten des Gehäuses und in einem Axialmagnetlager **108**, angeordnet nahe dem Radialmagnetlager **106**. Die drehbare Welle **104** kann durch einen Induktionsmotor **109**, verbunden mit einem Ende derselben nahe dem Radialmagnetlager **107** gedreht werden. Das Gehäuse **101** besitzt ein Paar von Fenstern **105** an entgegengesetzten Enden zu Emittieren des Laserstrahls aus dem Gehäuse **101** heraus.

[0004] Wenn die Radialmagnetlager **106**, **107** nicht in Betrieb sind, so wird die drehbare Welle (Drehwelle) **104** durch Schutzlager **110**, **111** getragen, die jeweils auf dem Wellenende nahe dem Motor **109** und auf dem Wellenende nahe dem Radialmagnetlager **106** angeordnet sind. Die Schutzlager **110**, **111** können kein übliches Schmiermittel sein, um zu verhindern, dass das Lasergas verunreinigt wird. Die Schutzlager **110**, **111** sind in der Form von Rollenlagern ausgebildet, wobei jedes spezielle selbstgeschmierte Kugeln aufweist, die außerordentlich beständig gegen Korrosion sind, und ferner sind innere

und äußere Laufringe aus rostfreiem Stahl vorgesehen.

[0005] Wenn eine Hochspannung zwischen den Hauptentladungselektroden **102** angelegt wird, so tritt eine elektrische Entladung dazwischen auf, um einen Laserstrahl zu erzeugen. Der erzeugte Laserstrahl wird durch die Fenster **105** aus dem Gehäuse **101** heraus emittiert. Wenn die elektrische Entladung auftritt, so wird das Lasergas zwischen der Hauptentladungselektrode **102** zerstört oder verschlechtert und dessen Entladeeigenschaften werden in einem Ausmaß verschlechtert, dass kein wiederholtes Entladungspumpen möglich sein wird. Um diesen Nachteil zu vermeiden, wird das Kreuzströmungsgebläse **103** betrieben, um das Lasergas in dem Gehäuse **101** zu zirkulieren, um eine Hochgeschwindigkeitslasergasströmung zwischen den Hauptentladeelektroden **102** zu erzeugen. Speziell wird das Lasergas zwischen den Hauptentladeelektroden **102** jedesmal dann ersetzt, wenn eine elektrische Entladung dazwischen auftritt, um dadurch ein stabiles wiederholtes oder repetitives Pumpen vorzusehen.

[0006] In der oben beschriebenen konventionellen Excimer-Laservorrichtung vibriert oder schwingt das Kreuzströmungsgebläse **103** jedoch während des Betriebs relativ stark, was die Tendenz hat, dass die (nicht gezeigten) optischen Komponenten der Excimer-Laservorrichtung versetzte optische Achsen erhalten, was nachteilige Effekte auf die Eigenschaften des Laserstrahls hat. Speziell dann, wenn die Excimer-Laservorrichtung in Betrieb ist, wird das Lasergas in dem Gehäuse **101** auf einen Druck im Bereich von 1 bis 3 kg/cm² unter Druck gesetzt, während das Kreuzströmungsgebläse **103** rotiert. Das Kreuzströmungsgebläse **103** braucht daher eine große Antriebsleistung und somit muss der Motor **109** eine große Abmessung besitzen. Der Motor **109** legt eine Drehantriebsleistung an das Kreuzströmungsgebläse an und erzeugt eine radiale magnetische Anziehungskraft, die Vibrationen erzeugt, weil ein exzentrischer Positionsfehler zwischen seinem Rotor und Stator auftritt, und zwar infolge von Zusammenbau- und Bearbeitungsfehlern. Da die radiale magnetische Anziehungskraft in Proportion oder im Verhältnis zur Oberfläche des Rotors des Motors **109** größer ist werden die durch die radiale magnetische Antriebskraft erzeugten Vibrationen größer, wenn der Motor **109** eine größere Größe besitzt.

[0007] In den letzten Jahren gab es eine Anforderung hinsichtlich der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtungen in der Gestalt, dass eine höhere Laserstrahlausgangsgröße zu erzeugen ist, und zwar durch hoch- oder stark wiederholtes Pumpen. Um dieses hoch- oder stark wiederholte Pumpen zu erreichen, muss das Lasergas zwischen den Hauptentladungselektroden **102** in einer kürzeren Zeitperiode ersetzt werden, und somit muss die Lasergas-

strömung, erzeugt durch das Kreuzströmungsgebläse **103** mit einer höheren Drehzahl arbeiten. Der Motor **109** muss größtmäßig groß sein, um das Kreuzströmungsgebläse **103** mit höherer Drehzahl zu drehen. Wenn der Motor **109** jedoch größer wird, so wird auch die durch den Motor **109** erzeugte radiale magnetische Anziehungskraft in einer größeren Größenordnung auftreten. Auf diese Weise erzeugt Motor **109** größere Schwingungen, die es für den Motor **109** schwierig machen, mit höherer Drehzahl zu rotieren. Infolgedessen ist die entladegepumpte Excimer-Laservorrichtung nicht in der Lage, einen stabilen hoch-repetitiven Pumpvorgang vorzusehen.

[0008] Die Schutzlager **110**, **111** sind an den Wellenenden positioniert, wo Staubteilchen, erzeugt im Gehäuse **101**, während des Betriebs schwer hinkommen, da solche Staubteilchen ansonsten die Roll- oder Walzoberflächen der Schutzlager **110**, **111** erreichen würden, um die Drehung zu behindern. Mit an den Wellenenden angeordneten Schutzlagern **110**, **111** wird jedoch der Zwischenlagerabstand zwischen den Schutzlagern **110**, **111** dann länger, wenn die Drehwelle **104** durch die radialen Magnetlager **106**, **107** getragen wird, und zwar dann, wenn die Drehwelle **104** des Kreuzströmungsgebläses **103** durch die Schutzlager **110**, **111** getragen, ist während die Radialmagnetlager **106**, **107** nicht in Betrieb sind, beispielsweise dann, wenn sich die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung nicht in Betrieb befindet oder beim Versand ist.

[0009] Infolgedessen steigt die statische Auslenkung der Drehwelle **104**, getragen durch die Schutzlager **110**, **111** an. Infolgedessen muss eine Luftspalt um die Drehwelle **104** herum vergrößert werden, um so zu verhindern, dass die Außenumfangsoberflächen der Drehwelle **104** an den radialen Magnetlagern **106**, **107** und Motor **109** körperlich die Innengehäuseoberflächen kontaktieren. Ein Problem des vergrößerten Luftspalts ist, dass die Betriebskräfte der radialen Magnetlager **106**, **107** vermindert werden. Speziell gilt Folgendes: wenn der Luftspalt größer wird, so sind größere Magnetlager erforderlich. Da die Betriebskräfte der Magnetlager im Allgemeinen proportional zum Quadrat des Luftspalts abgesenkt werden, wenn der Luftspalt zweimal vergrößert wird, dann werden Magnetlager, die größtmäßig viermal größer sind, erforderlich.

[0010] Wenn die Drehwelle **104** durch die Schutzlager **110**, **111** getragen wird, und zwar infolge des Ausfalls der radialen Magnetlager **106**, **107**, dann wird die kritische Drehzahl der Drehwelle **104** reduziert, da der Zwischenlagerabstand länger wird als dann, wenn die Drehwelle **104** durch die radialen Magnetlager **106**, **107** getragen wird. Wenn die Drehwelle **104** durch die Schutzlager **110**, **111** getragen wird, erleidet sie kräftige Schwingungen bei Rotation, was die optischen Achsen der optischen Komponenten der

entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung versetzt. Zum Wiederstarten der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung müssen daher die optische Achsen wiederum ausgerichtet werden. Demgemäß kann die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung nicht schnell wiedergestartet werden.

[0011] Die selbst geschmierten Kugeln der Schutzlager **110**, **111** besitzen eine relativ niedrige zulässige Drehzahl und zulässige Last, da sie ein Problem hinsichtlich ihrer mechanischen Festigkeit besitzen. Wenn ein Kreuzströmungsgebläse **103** mit höheren Drehzahlen arbeitet, und der Motor **109** größtmäßig größer wird, und somit die Drehwelle **104** in ihrer Größe größer wird, dann können die Schutzlager **110**, **111** nicht verwendet werden und zwar infolge unzureichender mechanischer Festigkeit derselben.

[0012] [Fig. 2](#) der beigefügten Zeichnungen zeigt das konventionelle Kreuz- oder Querströmungsgebläse **103**. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist das konventionelle Querströmungsgebläse **103** eine Vielzahl von parallelen Schaufeln **103a** auf, ferner ein Paar von Ringplatten **103b**, angebracht an entgegengesetzten Enden der Schaufeln **103a** und ferner ein Paar von Ringplatten **103c**, angeordnet zwischen den Ringplatten **103b** an beabstandeten Intervallen, in der Axialrichtung der Drehwelle **104**. Die Ringplatten **103c** besitzen Befestigungslöcher oder Ausnehmungen, definiert darinnen nahe deren Umfangskanten zur Anbringung der Schaufeln **103a**. Die Ringplatten **103b** auf entgegengesetzten Enden der Schaufeln **103a** besitzen auch Befestigungslöcher oder Ausnehmungen, definiert darinnen nahe ihren Außenumfangskanten, und zwar zur Befestigung der Schaufeln **103a**, wobei ferner Befestigungsvorsprünge an ihren inneren Umfangskanten vorgesehen sind zur Befestigung der drehbaren Welle **104**. Zum Zusammenbau des Querströmungsgebläses **103** werden die Schaufeln **103a** in die Befestigungslöcher oder Ausnehmungen eingesetzt und zwar axial entlang der Drehwelle **104**, und die Außenumfangskanten sämtlicher Ringplatten **103b**, **103c** werden an den Satz von Schaufeln **103a** an Ort und Stelle angekröpft.

[0013] Die Drehwelle **104** ist eingebaut zum Tragen des Querströmungsgebläses **103** in drehbarer Art und Weise und zum Aufprägen der Drehantriebskraft auf das Querströmungsgebläse **103**. Die Drehwelle **104** erstreckt sich axial durch das Querströmungsgebläse **103** und ragt von den Ringplatten **103b** an entgegengesetzten Enden weg. Versetzungssensortargets oder – ziele und Elektromagnettargets oder – ziele der Magnetlager und der Motorrotor sind an den vorstehenden Enden der Drehwelle **104** befestigt. Die Drehwelle **104** erstreckt sich axial durch das Querströmungsgebläse **103**, da die käfigförmige Struktur bestehend aus den Schaufeln **103a** und den Ringplatten **103b**, **103c** eine geringe mechanische

Festigkeit besitzt, wobei sich die Versetzungssensortargets, die Elektromagnettargets und der Motorrotor, angebracht an den entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses, dieses deformieren würden.

[0014] Das Querströmungsgebläse **103** und die Drehwelle **104** sind miteinander zusammengebaut und zwar durch Einsetzen der Drehwelle **104** axial durch das Querströmungsgebläse **103**, und die Befestigungsvorsprünge der Ringplatten **103b** sind an der Drehwelle **104** durch Einstellschrauben **103d** befestigt.

[0015] Das in [Fig. 2](#) gezeigte Querströmungsgebläse **103** ist insofern problematisch, als die Einstellschrauben **103d** infolge von Schwingungen sich lockern können, wobei diese Schwingungen während des Betriebs der gepumpten Excimer-Laservorrichtung auftreten, oder auch beim Versand. Wenn das Querströmungsgebläse **103** aus Aluminium hergestellt ist, können dann, wenn die Drehwelle einen Temperaturzyklus durchläuft, und die Temperatur während des Entladepumpens erhöht, die Einstell- oder Satzschrauben **103d** sich möglicherweise lockern. Wenn sich die Schrauben **103** lockern, so wird das Querströmungsgebläse **103** axial versetzt, so dass es eine gewünschte Gasströmung nicht mehr zwischen den Hauptentladungselektroden **102** erzeugt. Wenn keine erwünschte Gasströmung erzeugt wird, dann ist die Entladeexcimer-Laservorrichtung nicht in der Lage, ein stabiles Entladungspumpen vorzusehen. Die Drehwelle **104** ist auch möglicherweise radial in Spalten zwischen dieser selbst und den Anbringungsvorsprüngen versetzt, was die Tendenz hat, Ungleichgewichtskräfte an der Drehwelle **104** zu ändern. Wenn Ungleichgewichtskräfte an der Drehwelle **104** geändert werden, so werden große Schwingungen erzeugt, um die optischen Achsen der optischen Komponenten der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung zu versetzen, auf welche Weise die Laserstrahlausgangsgröße in nachträglicher Weise beeinflusst wird.

[0016] Es sei auf die US-A-5 848 089 hingewiesen, die einen elektrischen Entladungsgaslaser zeigt, und zwar mit einem Laserhohlraum, in dem ein Lasergas sowie ein Gebläse enthalten ist, um das Lasergas zu zirkulieren. Das Gebläse wird durch ein aktives Magnetlagersystem getragen und der Antrieb erfolgt durch einen bürstenlosen Gleichstrommotor in dem der Rotor des Motors und mindestens zwei Magnetlager innerhalb der Gasumgebung des Laserhohlraums abgedichtet sind und der Motorstator und die Spulen der Lagermagnete sind außerhalb der Gasumgebung angeordnet.

[0017] Gemäß der Erfindung wird ein entladungsgepumpter Excimer-Laser nach Anspruch 1 bis 3 vorgesehen. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den

abhängigen Ansprüchen offenbart.

Zusammenfassung der Erfindung

[0018] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung vorzusehen, die die Probleme löst, die bei einer konventionellen entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung auftreten, und wobei ein Querströmungsgebläse vorgesehen ist, das relativ kleine Vibrationen verursacht und sich bei hohen Drehzahlen drehen kann.

[0019] Um das obige Ziel zu erreichen, ist erfindungsgemäß nach Anspruch 1 bis 3 eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung vorgesehen, die Folgendes aufweist: ein mit einem Lasergas gefülltes Gehäuse, ein Paar von Hauptentladungselektroden, angeordnet innerhalb des Gehäuses zur Erzeugung einer elektrischen Entladung, um das Lasergas entladungs zu pumpen zum Emittieren eines Laserstrahls, ein Querströmungsgebläse zum Erzeugen eines eine hohe Geschwindigkeit besitzenden Lasergasflusses oder einer Strömung zwischen den Hauptentladungselektroden, wobei das Querströmungsgebläse eine Drehwelle besitzt, die von entgegengesetzten Enden wegragt, Magnetlager, welche die Drehwelle in einer nicht kontaktierenden Art und Weise tragen, Schutzlager zum Tragen der Drehwelle dann, wenn die Magnetlager nicht in Betrieb sind, und einen Motor zur Betätigung des Querströmungsgebläses, wobei die Magnetlager Radialmagnetlager aufweisen, angeordnet jeweils auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses, und wobei der Motor an einem Ende der Drehwelle nahe einer der Magnetlager angeordnet ist, wobei eines der radialen Magnetlager eine Lagerstarrheit besitzt, die größer ist als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist.

[0020] Da die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers nahe dem Motor größer ist als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist, werden durch die Radialmagnetanziehungskräfte des Motors verursachten Schwingungen in effektiver Weise durch das Radialmagnetlager angeordnet nahe des Motors unterdrückt und Schwingungen verursacht durch einen Ungleichgewichtszustand infolge einer Fehlausrichtung zwischen der Drehmitte der Drehwelle und dem Schwerpunkt der Drehwelle werden ebenfalls unterdrückt durch das Radialmagnetlager dessen Lagerstarrheit größer ist als die Lagerstarrheit des anderen Radialmagnetlagers. Daher bewirkt das Querströmungsgebläse verminderte Schwingungen oder Vibrationen und kann mit einer höheren Drehzahl gedreht werden, und somit ist die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung in der Lage, wiederholtes Pumpen durchzuführen, und die Vorrichtung kann einen Laserstrahl mit stabilen Eigenschaften emittieren.

ren.

[0021] Die Radialmagnetlager besitzen entsprechende Elektromagnete mit entsprechenden Kernen; der Kern des Elektromagneten des einen der Radialmagnetlager besitzt eine Querschnittsfläche größer als die Querschnittsfläche des Kernes des Elektromagneten des Radialmagnetlagers welches entfernt vom Motor angeordnet ist, wodurch die Lagerstarrheit des einen der Radialmagnetlager größer ist als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers welches entfernt vom Motor angeordnet ist.

[0022] Die Radialmagnetlager besitzen entsprechende Elektromagneten und entsprechende Elektromagnettargets bzw. -ziele, und die Abmessung eines Spaltes zwischen dem Elektromagneten und dem Elektromagnettarget von einem der Radialmagnetlager ist kleiner als die Abmessung eines Spaltes zwischen dem Elektromagnet und der dem Elektromagnettarget des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist, wodurch die Lagerstarrheit des einen der Radialmagnetlager größer ist als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist.

[0023] Die Radialmagnetlager besitzen entsprechende Elektromagnete einschließlich entsprechender Spulen und die Anzahl der Windungen der Spule des Elektromagneten des einen der Radialmagnetlagers ist größer als die Anzahl der Windungen der Spule des Elektromagneten des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist, wodurch die Lagerstarrheit des einen der Radialmagnetlager größer ist als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers, welches entfernt vom Motor angeordnet ist.

[0024] Die Magnetlager weisen ein weiteres Radialmagnetlager auf, und zwar angeordnet auf einem Wellenende des Motors.

[0025] Die Drehwelle ist drehbar durch die Radialmagnetlager gelagert, und zwar angeordnet auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses und die Radialmagnetlager sind an dem Wellenende des Motors angeordnet. Der Motor ist außerhalb der Spanne bzw. des Abstandes angeordnet, die zwischen den Radialmagnetlagern vorgesehen ist, und zwar angeordnet auf entsprechenden entgegengesetzt liegenden Enden des Querströmungsgebläses, und es wird eine Drehantriebskraft an das Querströmungsgebläse angelegt. Wenn der Motor in dieser Weise positioniert ist, so werden durch die radialen magnetischen Anziehungskräfte des Motors hervorgerufene Schwingungen durch das Radialmagnetlager angeordnet auf dem Wellenende des Motors unterdrückt. Das Querströmungsgebläse bewirkt verminderte Vibrationen und kann mit einer hohen Drehzahl gedreht werden, in der Art, dass die entladungsge-

pumpte Excimer-Laservorrichtung in der Lage ist, wiederholtes Pumpen vorzusehen, und einen Laserstrahl mit stabilen Charakteristika emittiert.

[0026] Erfindungsgemäß ist nach Anspruch 1 bis 3 auch eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung vorgesehen, die Folgendes aufweist: ein mit einem Lasergas gefülltes Gehäuse; ein Paar von Hauptentladungselektroden, angeordnet im Gehäuse zum Erzeugen einer elektrischen Entladung zum Entladungspumpen des Lasergases zum Emittieren eines Laserstrahls; ein Querströmungsgebläse zum Erzeugen einer Hochgeschwindigkeitslasergasströmung zwischen den Hauptentladungselektroden, wobei das Querströmungsgebläse eine Drehwelle besitzt, die von entgegengesetzten Enden desselben wegragt; Magnetlager, um die Drehwelle drehbar in einer nicht kontaktierten Art und Weise durch die Lager zu lagern und wobei die Magnetlager Radialmagnetlager umfassen, und zwar angeordnet jeweils auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses; Schutzlager zum Tragen der Drehwelle dann, wenn die Magnetlager nicht in Betrieb sind; einen Motor zur Betätigung des Querströmungsgebläses; und einen Lasergaseinlassdurchlass zum Einführen des Lasergases aus dem Staubeilchen entfernt sind, und zwar in die Enden entfernt von dem Querströmungsgebläse, d. h. in die Enden der Radialmagnetlager, angeordnet jeweils auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses und des Motors, oder aber wobei ein einen Differenzdruck erzeugender Mechanismus angeordnet ist zwischen den Gasströmungspfaden, die das Gehäuse und die Magnetlager verbinden, wobei die Schutzlager Schutzlager aufweisen, die jeweils nahe den Radialmagnetlagern auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses angeordnet sind.

[0027] Bei der oben beschriebenen Anordnung treten während des Betriebs der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung erzeugte Staubeilchen nicht in die Magnetlager und den Motor ein, da der Lasergaseinlassdurchlass zur Einführung des Lasergases vorgesehen ist, aus dem Staubeilchen entfernt werden, und zwar in die Enden entfernt von dem Querströmungsgebläse, und zwar der Radialmagnetlager, die jeweils an entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses und des Motors oder des Differenzdruckerzeugungsmechanismus angeordnet sind, der zwischen den Gasströmungspfaden angeordnet ist, welche das Gehäuse und die Magnetlager verbinden. Infolgedessen müssen die Schutzlager nicht an den Enden der Drehwelle angeordnet sein, sondern können nahe den Radialmagnetlagern angeordnet sein. Der Zwischenlagerabstand der Drehwelle ist bei Halterung durch die Radialmagnetlager im Wesentlichen der gleiche wie der Zwischenlagerabstand der Drehwelle, wenn diese durch die Schutzlager getragen wird und infolgedessen bleibt die statische Auslenkung der Drehwelle im Wesentli-

chen die gleiche, unabhängig davon, ob die Drehwelle durch die Radialmagnetlager oder die Schutzlager getragen wird. Infolgedessen kann ein Luftspalt zwischen den Außenumfangsoberflächen der Drehwelle an den Radialmagnetlagern und dem Motor und den Innengehäuseoberflächen reduziert werden. Auf diese Weise können die Magnetlager und der Motor in ihrer Größe reduziert werden.

[0028] Selbst dann, wenn die Drehwelle durch Schutzlager getragen werden muss, und zwar infolge eines Ausfalls der Radialmagnetlager, ändert sich die kritische Drehzahl der Drehwelle nicht stark und somit werden die Schwingungen der Drehwelle bei ihrer Drehung vermindert. Andere Komponenten und periphere Vorrichtungen der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung werden nicht in nachteiliger Weise durch die Vibrationen beeinflusst und somit kann die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung schnell wieder gestartet werden.

[0029] Die Schutzlager weisen Rollenlager auf, wobei jedes Rollen oder Rollglieder aufweist, ferner einen Innenlaufring und einen Außenlaufring und wobei mindestens eines der folgenden Glieder, nämlich Rollglieder, Innenlaufring und Außenlaufring aus Aluminiumoxydkeramik oder Zirkonoxydkeramik hergestellt, ist.

[0030] Die Aluminiumoxydkeramik oder die Zirkonoxydkeramik, aus denen mindestens eines der Rollglieder, des Innenlaufrings und des Außenlaufrings hergestellt ist, ist korrosionsbeständig gegenüber dem Lasergas und besitzt eine große mechanische Festigkeit. Die Schutzlager, hergestellt aus Aluminiumoxydkeramik oder Zirkonoxydkeramik besitzen eine lange Betriebslebensdauer und können mit langen Zeitintervallen ausgetauscht werden. Selbst dann, wenn die Drehzahl des Querströmungsgebläses höher ist oder wenn der Motor größer ist und so eine größere Belastung auf die Schutzlager ausübt, können die Schutzlager in effektiver Weise arbeiten.

[0031] Die Schutzlager weisen Gleitlager auf, wobei jedes aus Aluminiumoxydkeramik, Zirkonoxydkeramik, Polytetrafluoräthylen oder einem zusammengesetzten Material daraus hergestellt sind.

[0032] Die Gleitlager, deren jedes aus Aluminiumoxydkeramik, Zirkonoxydkeramik, Polytetrafluoräthylen oder einem Kompositmaterial daraus hergestellt ist, besitzen eine Struktur oder einen Aufbau mit weniger Gasfallen und können relativ preiswert hergestellt werden.

[0033] Die obigen sowie weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, die bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] [Fig. 1](#) ist ein Axialschnitt einer konventionellen entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung;

[0035] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Querströmungsgebläses, verwendet in der konventionellen entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 1](#)

[0036] [Fig. 3](#) ist ein Axialschnitt einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0037] [Fig. 4a](#) ist eine Ansicht wie Lasergasströme in dem Querströmungsgebläse einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung fließen, wobei keine Drehwelle darinnen vorgesehen ist;

[0038] [Fig. 4b](#) ist eine Ansicht wie ein Lasergas in einem Querströmungsgebläse einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung fließt, und zwar mit einer Drehwelle darinnen vorgesehen;

[0039] [Fig. 5](#) ist ein Teilquerschnitt eines Lagergehäuses und benachbarter Teile, der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0040] [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, welches die Ergebnisse eines Testes darstellt, der mit Permalloys gegenüber Fluorin hinsichtlich Korrosionszustand durchgeführt wurde;

[0041] [Fig. 7](#) ist eine Teilquerschnittsansicht eines Motorgehäuses und nahegelegener Teile der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß der Erfindung;

[0042] [Fig. 8](#) ist ein Axialquerschnitt einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0043] [Fig. 9](#) ist ein Axialquerschnitt eines entladungsgepumpten Lasers gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0044] [Fig. 10](#) ist ein Axialquerschnitt einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0045] [Fig. 11](#) ist ein vergrößerter Querschnitt der einen eingekreisten Teil A der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 10](#) zeigt;

[0046] [Fig. 12](#) ist ein vergrößerter Teilquerschnitt, der einen eingekreisten Teil B der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung der [Fig. 10](#) zeigt;

[0047] [Fig. 13](#) eine perspektivische Ansicht eines Querströmungsgebläses, verwendet in einer entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0048] Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) beschrieben.

[0049] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, weist die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung Folgendes auf: ein mit einem Lasergas gefülltes Gehäuse 1, eine (nicht gezeigte) vorläufige ionisierende Elektrode, angeordnet in dem Gehäuse 1 zur vorläufigen Ionisierung des Lasergases, und ein Paar von Hauptentladungselektroden 2, angeordnet im Gehäuse 1 zur Erzeugung einer elektrischen Entladung um es möglich zu machen, dass ein Laserstrahl oszilliert oder schwingt. Das Gehäuse 1 enthält auch ein Querströmungsgebläse 3 zur Erzeugung einer Hochgeschwindigkeitsgasströmung zwischen den Hauptentladungselektroden 2.

[0050] Wenn eine hohe Spannung zwischen den Hauptentladungselektroden 2 angelegt wird, so wird das Lasergas zwischen den Hauptentladungselektroden 2 entladungsgepumpt, um einen Laserstrahl in Schwingung zu versetzen. Der erzeugte Laserstrahl wird aus dem Gehäuse 1 durch Fenster 5 herausemittiert, die an entgegengesetzten Enden des Gehäuses 1 angebracht sind. Wenn das Lasergas entladungsgepumpt wird, so wird das Lasergas zwischen den Hauptentladungselektroden 2 verschlechtert und seine Entladungscharakteristika werden abgesenkt und zwar in einem Ausmaß, dass keine Wiederholung des Pumpens ausgeführt werden kann. Daher wird das Quer- oder Kreuzströmungsgebläse 3 in Betrieb gesetzt, um das Lasergas in dem Gehäuse 1 zu zirkulieren, um dadurch das Lasergas zwischen den Hauptentladungselektroden 2 in jedem Entladungszyklus für ein stabiles wiederholtes Pumpen zu ersetzen.

[0051] Die Hauptentladungselektroden 2 sind voneinander mit einem Abstand von 20 mm beabstandet und besitzen eine Gesamtlänge von ungefähr 600 mm. Das Querströmungsgebläse 3 besitzt eine Gesamtlänge, die etwas kleiner ist als die der Hauptentladungselektroden 2 um so eine gleichförmige Gasströmung über die gesamte Länge der Hauptentladungselektroden 2 zu erzeugen. Das Querströmungsgebläse 3 wird mit einer Drehzahl im Bereich von 2500 bis 3500 U/min gedreht, um eine hinreichende Gasströmung zu erzeugen, die zwischen den Hauptentladungselektroden 2 notwendig ist.

[0052] Das Querströmungsgebläse 3 besitzt eine Drehwelle 4, die sich axial dahindurch erstreckt und von den entgegengesetzten Enden desselben herausragt. Die Drehwelle 4 ist drehbar in einer nicht kontaktierenden Art und Weise durch eine Vielzahl von Radialmagnetlagern 8, 9, 10 gelagert, und ferner durch ein Axialmagnetlager 11, welches in einem zylindrischen Lagergehäuse 6 angeordnet ist, und einem zylindrischen Motorgehäuse 7, und zwar angebracht an entgegengesetzten Enden des Gehäuses 1. Die Drehwelle 4 kann durch einen Motor 12, angeordnet im Motorgehäuse 7, gedreht werden.

[0053] Um das Querströmungsgebläse 3 in stabiler Weise mit der Drehzahl im Bereich von 2500 bis 3500 U/min zu drehen, wird die kritische Drehzahl der Drehwelle 4 derart ausgewählt, dass sie höher ist als die Betriebsdrehzahl derselben. Beispielsweise ist die kritische Drehzahl der Drehwelle 4 üblicherweise auf ungefähr 4000 U/min eingestellt. Um die kritische Drehzahl zu erhöhen, ist es wirkungsvoll, die Starrheit der Drehwelle 4 zu erhöhen, oder den Zwischenlagerabstand der Drehwelle 4 zu vermindern. Insbesondere ist das Reduzieren des Zwischenlagerabstands der Drehwelle 4 effektiver. Um den Zwischenlagerabstand der Drehwelle 4 zu reduzieren, sind die Radialmagnetlager 8, 9 vorzugsweise jeweils auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses 3 angeordnet. Da die Gesamtlänge des Querströmungsgebläses 3 600 mm oder mehr ist, ist der Zwischenlagerabstand der Drehwelle 4 zwischen den Radialmagnetlagern 8, 9 ungefähr 800 mm.

[0054] Die Drehwelle 4 sollte aus einem Material hergestellt sein, das ein großes Young Modul besitzt, um seine Starrheit zu erhöhen und es sollte einen Korrosionswiderstand gegenüber dem Lasergas haben, da die Anordnung im Gehäuse 1 erfolgt. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Drehwelle 4 aus einem rostfreien Austenitstahl hergestellt. Die Drehwelle 4 kann eine Hohlwelle aufweisen mit einem großen Durchmesser, um eine hohe Starrheit zu erreichen. Da jedoch das Lasergas über und durch das Querströmungsgebläse 3, wie durch die Pfeile in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) angezeigt, fließt, sieht die Drehwelle 4 im Querströmungsgebläse 3 einen Widerstand gegenüber der Laserströmung vor, was die Tendenz hat die Leistungsfähigkeit des Querströmungsgebläses 3 zu reduzieren. Daher sollte die Drehwelle 4 zweckmäßigerweise so dünn wie möglich gehalten werden, soweit die kritische Drehzahl bei ungefähr 400 U/min gehalten werden kann. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel besitzt die Drehwelle 4 einen Außendurchmesser von ungefähr 30 mm.

[0055] [Fig. 4A](#) zeigt wie das Lasergas durch ein Querströmungsgebläse mit keiner drehbaren Welle darinnen fließt. [Fig. 4B](#) zeigt wie das Lasergas durch ein Querströmungsgebläse mit einer drehbaren Wel-

le darinnen fließt.

[0056] Zum Zwecke der Verminderung des Zwischenlagerabstandes der Drehwelle zwischen den Radialmagnetlagern **8, 9** ist der Motor **12** außerhalb des Radialmagnetlagers **9** angeordnet. Die Axialposition des Schwerpunkts der Drehwelle **4** ist somit zum Motor **12** hin versetzt. Infolgedessen besitzt das Radialmagnetlager **9**, angeordnet zwischen dem Querströmungsgebläse **3** und dem Motor, eine größere Lagerstarrheit als das Radialmagnetlager **9** am entgegengesetzten Ende des Querströmungsgebläses **3**. Das Verhältnis zwischen den Lagerstarrheiten der Radialmagnetlager **8, 9** kann im Hinblick auf das Verhältnis zwischen den Abständen vom Schwerpunkt zu den Radialmagnetlagern **8, 9** ausgewählt werden.

[0057] Das Radialmagnetlager **9** besitzt einen Elektromagneten **9b** und das Radialmagnetlager **8** besitzt einen Elektromagneten **8b**. Der Elektromagnet **9b** besitzt eine Kernlänge Y, die länger ist als eine Kernlänge X des Elektromagneten **8b**. Wenn die Kernlänge Y länger ist als die Kernlänge X, so ist die durch den Elektromagneten **9b** erzeugte Magnetkraft Y/X mal größer als die durch den Elektromagneten **8b** erzeugte Magnetkraft. Daher wird die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **9** erhöht. Da ferner ein Elektromagnetziel oder – target **9d** des Radialmagnetlagers **9** ebenfalls größenmäßig vergrößert wird, wird die Lagerbelastung des Radialmagnetlagers **9** ebenfalls erhöht. Da die Instabilität infolge der Starrheit des Radialmagnetlagers **9** selbst im Wesentlichen die gleiche bleibt, werden die Steuer- bzw. Regelcharakteristika des Radialmagnetlagers **9** nicht gestört.

[0058] Während des Betriebs der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung legt der Motor **12** eine Drehantriebskraft an die Drehwelle **4** des Querströmungsgebläses **3** an, und erzeugt eine radiale magnetische Anzugskraft, die Schwingungen auf das Querströmungsgebläse **3** aufprägt, da ein exzentrischer Positionsfehler zwischen einem Rotor **12b** und einem Stator **12a** vorhanden ist, und zwar infolge von Zusammenbaufehlern und Bearbeitungsfehlern. Um die Schwingungen oder Vibrationen zu steuern, ist das Radialmagnetlager **10** am Wellenende des Motors **12** angeordnet. Theoretisch ist die Schwingungsamplitude, verursacht durch die radiale magnetische Anziehungskraft des Motors am Wellenende des Motors **12** am größten. Durch Positionieren des Radialmagnetlagers **12** an einer Stelle, wo die Drehwelle **4** mit der größten Amplitude schwingt ist es möglich, die Schwingungen der Drehwelle **4** des Querströmungsgebläses **3** in effektiver Weise zu steuern oder zu kontrollieren.

[0059] Da das Radialmagnetlager **10** auf diese Weise positioniert ist, ist die Axialposition des Schwerpunktes der Drehwelle **4** mehr zum Motor **12** hin ver-

setzt als dann, wenn das Radialmagnetlager **10** nicht vorgesehen wäre. Wie oben beschrieben, kann jedoch die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **9** erhöht werden, um mit der Versetzung des Schwerpunktes der Drehwelle **4** fertig zu werden. Es ist jedoch notwendig, dass die Axialposition des Schwerpunktes der Drehwelle **4** zwischen den Radialmagnetlagern **8, 9** angeordnet ist. Da die Drehwelle **4** durch die Radialmagnetlager **8, 9** gelagert ist, wird keine Lagerbelastung auf dem Radialmagnetlager **10** erzeugt. Daher muss das Radialmagnetlager **10** nur eine dynamische Starrheit derart besitzen, dass es in der Lage ist, nur die radiale magnetische Anzugskraft zu steuern, die im Motor **12** erzeugt wird. Insbesondere gilt: da die Radialmagnetlager **8, 9** einer stetigen externen Kraft infolge des Gewichtes der Drehwelle **4** ausgesetzt sind, werden die Radialmagnetlager **8, 9** in stabiler Weise dadurch betrieben, dass man die Elektromagneten **8b, 9b** steuert bzw. regelt, und zwar mit einer PID-Regelschaltung **81**, basierend auf Ausgangssignalen von den Versetzungssensoren **8a, 9a** der Radialmagnetlager **8, 9**. Da keine stetige externe Kraft auf das Radialmagnetlager **10** einwirkt, wird das Radialmagnetlager **10** in stabiler Weise dadurch betätigt, dass man einen Elektromagneten **10b** desselben steuert, und zwar mit einer PD Regelschaltung **82**, basierend auf einem Ausgangssignal von einem Versetzungssensor **10a** des Radialmagnetlagers **10**. Gemäß des obigen Lagerregelschemas wird keine unerwünschte Biegebeanspruchung in der Drehwelle **4** erzeugt, wobei die Störung der anderen Radialmagnetlager **8, 9** verhindert wird.

[0060] Das Axialmagnetlager **11** ist hinsichtlich irgendeiner Stelle nicht eingeschränkt. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Axialmagnetlager **11** am Wellenende im Lagergehäuse **6** angeordnet, wo die Drehwelle **4** wenigen Vibrationen oder Schwingungen ausgesetzt ist und wo das Axialmagnetlager **11** leicht zusammengebaut werden kann. Das Axialmagnetlager **11** wird stabil durch Steuerung bzw. Regelung der Elektromagnete **11b, 11c** betrieben, und zwar mit der PID-Regelschaltung **81**, basierend auf Ausgangssignalen von einem Versetzungssensor **1a** des Axialmagnetlagers **11**.

[0061] Wenn die Radialmagnetlager **8, 9, 10** nicht in Betrieb sind, so wird die Drehwelle **4** durch die Schutzlager **13, 14, 15** getragen oder gehalten, die dicht zu den Radialmagnetlagern **8, 9, 10** angeordnet sind. Mit den auf diese Weise angeordneten Schutzlagern **13, 14, 15** ist die Zwischenlagerdistanz der Drehwelle **4**, getragen durch die Schutzlager **13, 14, 15** im Wesentlichen gleich der Zwischenlagerdistanz der Drehwelle **4**, getragen durch die Radialmagnetlager **8, 9, 10** und das Axialmagnetlager **11**. Daher bleibt die kritische Drehzahl der Drehwelle **4** im Wesentlichen ungeändert, und war unabhängig davon, ob die Drehwelle **4** durch die Radialmagnetlager **8, 9, 10** und das Axialmagnetlager **11** oder durch die

Schutzlager **13**, **14**, **15** getragen wird, Infolgedessen gilt Folgendes: selbst wenn die Drehwelle **4** durch die Schutzlager **13**, **14**, **15** getragen werden soll und zwar infolge eines Ausfalls der Radialmagnetlager **8**, **9**, **10**, als Beispiel, so kann die Drehwelle **4** noch immer stabil gedreht werden.

[0062] Das Lagergehäuse **6** und das Motorgehäuse **7** besitzen Gewindelabyrinth **16**, **17**, nahe dem Gehäuse **1**, um zu verhindern, dass Staubeilchen in das Lagergehäuse **6** und das Motorgehäuse **7** eintreten oder eindringen. Staubeilchen, erzeugt im Gehäuse **1**, werden somit daran gehindert, in das Lagergehäuse **6** und das Motorgehäuse **7** einzutreten, und werden auf die Roll- oder Walzoberflächen der Schutzlager **13**, **14** aufgebracht. Fernerhin besitzt das Gehäuse **1** einen Gasauslaßanschluss **18**, von dem aus das Lasergas in eine Lasergaseinführungskammer **19** fließt. In dem Lasergas enthaltene Staubeilchen werden durch Staubentfernungsfilter **20** in der Lasergaseinführungskammer **19** entfernt. Sodann wird das Lasergas über Gaseinlassleitungen **21** in die Wellenenden des Lagergehäuses **6** und Motorgehäuses **7** eingeführt. Das Lasergas wird somit, wie durch die Pfeile gezeigt, zirkuliert, um zu verhindern, dass Staubeilchen in das Lagergehäuse **6** und das Motorgehäuse **7** eindringen.

[0063] [Fig. 5](#) zeigt das Lagergehäuse **6** und nahegelegene Teile in einem vergrößerten Maßstab. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, weist das Lagergehäuse **6** einen Hauptlagergehäusekörper **6a** auf, der auf einer Seitenwand des Gehäuses **1** angebracht ist. Das Lagergehäuse **6** weist auch ein rechtes Elektromagnetgehäuse **6b**, angebracht an dem Hauptlagergehäusekörper **6a** auf, ferner ein linkes Elektromagnetgehäuse **6c**, angebracht am rechten Elektromagnetgehäuse **6b**, und ferner eine Lagerabdeckung **6d**, angebracht am linken Elektromagnetgehäuse **6c**. Die Dichtungsnuten **29**, **31**, **33**, **35** sind in entsprechenden Anbringungsoberflächen definiert und Dichtungen **30**, **32**, **34**, **36** sind in den entsprechenden Dichtungsnuten **29**, **31**, **33**, **35** zum Abdichten des Lasergases angebracht. Die Dichtungen **30**, **32**, **34**, **36** sollten vorzugsweise aus einem Material hergestellt sein, wie beispielsweise einem Metall, beispielsweise rostfreiem Stahl oder Aluminium, welches eine verminderte Feuchtigkeit enthaltende Gasmenge emittiert, die ansonsten das Lasergas kontaminieren würde.

[0064] Der Versetzungssensor **8a** und der Elektromagnet **8b** des Radialmagnetlagers **8** sind relativ zueinander bezüglich eines Abstandshalters **22** und einer Seitenplatte **23** positioniert, und in dem Hauptlagergehäusekörper **6a** untergebracht. Eine dünne zylindrische Büchse **24** ist in den Hauptlagergehäusekörper **6a** eingesetzt und wird an der Innenumfangswand desselben gehalten und besitzt ferner entgegengesetzt liegende Enden, die an dem Hauptlager-

gehäusekörper **6a** angeschweißt oder in anderer Weise daran befestigt sind. Mit diesem Aufbau werden Versetzungssensor **8a** und Elektromagnet **8b**, die Siliziumstahlbleche und Kupferdrahtspulen aufweisen, die weniger korrosionsbeständig gegenüber Lasergas sind, außer Kontakt mit dem Lasergas gehalten.

[0065] Die Elektromagnete **11b**, **11c** des Axialmagnetlagers **11** sind an den rechten und linken Elektromagnetgehäusen **6b**, **6c** in einer ausstoßenden Beziehung zueinander angeschweißt oder in anderer Weise daran befestigt. Nicht gezeigte Elektromagnetspulen sind in die entsprechenden Spulennuten definiert in Kernen der Elektromagnete **11b**, **11c** eingesetzt, und dünne Ringplattenbüchsen **27** sind am Platz angeschweißt oder in anderer Weise befestigt, um zu verhindern, dass Lasergas die Spulen kontaktiert. Das Axialmagnetlager **11** besitzt einen axialen Versetzungsfühler oder Sensor **11a**, untergebracht in der Lagerabdeckung **6d** und eine dünne Ringplattenbüchse **28** ist an einer Oberfläche der Lagerabdeckung **6d** angeschweißt oder in anderer Weise daran befestigt, wobei diese in Kontakt gehalten wird mit dem Lasergas, wodurch der axiale Versetzungssensor **11a** außerhalb des hermetisch abgedichteten Raums im Lagergehäuse **6** gehalten wird.

[0066] Da die Elektromagnete **11b**, **11c** in einer Position in Kontakt gehalten mit dem Lasergas angeordnet sind, sind die Kerne daraus aus Permalloy (eine Fe-Ni-Legierung, die 30 bis 80% Ni enthält) hergestellt, wobei Permalloy gegenüber im Lagergas enthaltenem Fluor außerordentlich korrosionsbeständig ist.

[0067] [Fig. 6](#) zeigt die Ergebnisse eines an Permalloy für Korrosionsbeständigkeit gegenüber Fluor durchgeführten Tests. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, zeigt ein PC Permalloy, welches 80% Ni (JISC2531) enthält, einen besseren Korrosionswiderstand als austenitischer rostfreier Stahl SUS316L. Ein PB Permalloy, das 45% Ni (JISC2531) enthält, besitzt einen Korrosionswiderstand gegenüber einem Fluorgas, der ungefähr die Hälfte von rostfreiem austenitischem Stahl SUS304 ist, und zwar schlechter als bei PC Permalloy. Da jedoch PB Permalloy die größte gesättigte Magnetflussdichte unter den Permalloys besitzt, und für die Verwendung als ein Elektromagnetmaterial geeignet ist, kann das PB Permalloy mit einer korrosionsbeständigen Schicht, beispielsweise einer plattierten Nickelschicht auf seiner Oberfläche zur Verwendung vorgesehen sein. Das PB Permalloy mit einer plattierten Nickelschicht zeigt ähnliche Korrosionsbeständigkeit wie PC Permalloy.

[0068] Die Büchsen **24**, **27**, **28** können aus austenitischem rostfreiem Stahl oder Hastelloy (Nickel-Chrom-Molybdänlegierung) zum Korrosionsschutz hergestellt sein und zwar gegenüber Laser-

gas. Da die Büchsen **24, 27, 28** mit dem Gehäuse **1** in Verbindung stehen, und so den hermetisch abgedichteten Raum bilden, muss deren Wandstärke dem Druck des eingefüllten Lasergases (1 bis 3 kg/cm²) widerstehen. Die obigen Materialien für die Büchsen **24, 27, 28** besitzen eine hohe mechanische Festigkeit und somit können die Büchsen **24, 27, 28** dünn ausgebildet werden. Da die oben genannten Materialien nicht magnetische Materialien sind, welche die durch die Magnetlager erzeugten magnetischen Kraftlinien nicht abschirmen, können die Magnetlager in effizienter Weise betrieben werden.

[0069] Das Radialmagnetlager **8** besitzt ein Versetzungssensortarget **8c** und ein Elektromagnettarget oder – ziel **8d**, wobei diese fest an der Drehwelle **4** angeordnet sind, und relativ zueinander durch Rotorabstandsstücke **25, 26** positioniert sind. Das Axialmagnetlager **11** besitzt ein Versetzungssensortarget oder – ziel **11d**, und ein Elektromagnettarget oder – ziel **11e**, wobei diese fest an der Drehwelle **4** angebracht sind und in dem hermetisch abgedichteten Raum in Verbindung stehend mit dem Gehäuse **1** positioniert sind.

[0070] Das Versetzungssensortarget **8c**, das Elektromagnettarget **8d**, das Versetzungssensortarget **11d** und das Elektromagnettarget **11e** sind aus Permalloy (eine Fe-Ni-Legierung, die 30 bis 80% Ni enthält) hergestellt, wobei dieses Material gegenüber dem im Lasergas enthaltenen Fluor hochkorrosionsbeständig ist.

[0071] Das Versetzungssensortarget **8c** und das Elektromagnettarget **8d** besitzen einen Wirbelstromverlust und zwar hervorgerufen durch Änderungen des Magnetfeldes, was bei der Drehung der Drehwelle **4** auftritt. Das Versetzungssensortarget **8c** und das Elektromagnetziel **8d** sind normalerweise aus gestapelten dünnen Blechen aufgebaut, um die Wirbelstromverluste zu reduzieren. Wenn jedoch zwischen den gestapelten dünnen Blechen Gasfallen geschaffen werden, um das Lasergas zu verunreinigen, oder wenn eine gleichförmige Ni-Schicht nicht mit hoher Adhäsion auf die Oberflächen der gestapelten dünnen Bleche plattiert werden kann, da sie aus PB Permalloy hergestellt sind, dann können das Versetzungssensortarget **8c** und das Elektromagnettarget **8d** aus festem Material aus Permalloy hergestellt sein. Das Versetzungssensortarget **11d** und das Elektromagnettarget **11e** des Axialmagnetlagers **11** sind aus einem festen (soliden) Material aus Permalloy hergestellt, da das Magnetfeld sich bei Drehung der Drehwelle **4** nicht ändert.

[0072] Das Schutzlager **13** weist ein Rolllager auf, und zwar mit Rollgliedern **13a**, hergestellt aus Aluminiumoxydkeramik und inneren und äußeren Laufringen **13b, 13c**, hergestellt aus rostfreiem Stahl, wie beispielsweise Sus440C oder dergleichen. Da das

Schutzlager **13** in dem hermetisch abgedichteten Raum angeordnet ist, der mit dem Gehäuse **1** in Verbindung steht, sind die Rollglieder **13a** und die inneren und äußeren Laufringe **13b, 13c** aus einem Material hergestellt, das gegenüber Lasergas korrosionsbeständig ist. Daher wird das Schutzlager **13** nicht durch Lasergas nachteilig beeinflusst. Da die Roll- oder Walzglieder **13a** aus Aluminiumoxydkeramik hergestellt sind, besitzt das Schutzlager **13** eine große zulässige Drehzahl und dafür geeignete zulässige Belastung. Alternativ können die Roll- oder Walzglieder **13a** aus Zirkonxydkeramik hergestellt sein, und die inneren und äußeren Laufringe **13b, 13c** können aus Aluminiumoxydkeramik oder Zirkonoxydkeramik hergestellt sein.

[0073] Die inneren und äußeren Laufringe **13b, 13c** besitzen Rolloberflächen, die mit einem soliden oder festen Schmiermittel beschichtet sind, und zwar aus Polytetrafluorethylen (PTFE). Das feste Schmiermittel aus PTFE verschlechtert das Lasergas nicht, sondern ist stabil hinsichtlich des Lagergases und besitzt eine hohe Schmierfähigkeit. Darüber hinaus ist das feste Schmiermittel effektiv die Betriebslebensdauer des Lagers viel länger zu machen als dies der Fall wäre, wenn kein Schmiermittel verwendet würde. Infolgedessen muss das Schutzlager **13** nicht für eine lange Zeitperiode ersetzt werden. Die Roll- oder Walzoberflächen der inneren und äußeren Laufringe **13b, 13c** können alternativ mit einem festen Schmiermittel beschichtet sein, welches Blei oder eine bleienthaltende Legierung aufweist.

[0074] [Fig. 7](#) zeigt das Motorgehäuse und nahegelegene Teile in einem vergrößerten Maßstabe. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, weist das Motorgehäuse **7** einen Hauptmotorgehäusekörper **7a** auf, der auf einer Seitenwand des Gehäuses **1** angebracht ist. Das Lagergehäuse **6** weist auch eine Lagerabdeckung **7b** auf, und zwar angebracht an dem Hauptmotorgehäusekörper **7a**. Dichtungsnuten **52, 54** sind in entsprechend angebrachten Oberflächen definiert und Dichtungen **53, 55** sind in entsprechenden Dichtungsnuten **52, 54** zur Abdichtung des Lagergases angebracht. Die Dichtungen **53, 55** sollten vorzugsweise aus einem Material hergestellt sein, wie beispielsweise einem Metall, zum Beispiel rostfreiem Stahl oder Aluminium, d. h. einem Metall welches eine verminderte Menge an gasenthaltender Feuchtigkeit emittiert, das andernfalls das Lasergas verunreinigen würde.

[0075] Der Versetzungssensor **9a** und der Elektromagnet **9b** des Radialmagnetlagers **9**, der Stator **12a** des Motors **12** und der Versetzungssensor **10a** und der Elektromagnet **10b** des Radialmagnetlagers **10** sind in dem Hauptmotorgehäusekörper **7a** untergebracht, und relativ zueinander durch Abstandsstücke **41, 42, 43** und eine Seitenplatte **44** positioniert. Eine dünne zylindrische Büchse **45** ist in das Motorgehäu-

se **7** eingesetzt, und wird gegen die Innenumfangswand desselben gehalten und besitzt entgegengesetzt liegende Enden, die am Lagergehäuse **7** angeschweißt oder in anderer Weise daran befestigt sind.

[0076] Die Büchse **4** kann aus austenitischem rostfreien Stahl oder Hastelloy (Nickel-Chrom-Molybdänlegierung) aus den oben beschriebenen Gründen hergestellt sein. Mit dieser Struktur werden der Versetzungssensor **9a**, der Elektromagnet **9b**, der Versetzungssensor **10a**, der Elektromagnet **10b** und der Motorstator **12a**, der Siliziumstahlbleche und Kupferdrahtspule aufweist, die weniger korrosionsbeständig gegenüber Lasergas sind, außer Kontakt mit dem Lasergas gehalten.

[0077] Ein Wassermantel **56** zum Absorbieren des Wärmeverlusts von mehreren 100 Watt, erzeugt durch den Motor **12**, ist um den Hauptmotorgehäuskörper **7a** herum angeordnet. Die Spule des Motorstators **12a** ist mit einem Isoliermaterial imprägniert, um die thermische Leitfähigkeit zwischen der Spule und dem Wassermantel **56** zu erhöhen. Der Wassermantel **56** und das imprägnierte Isoliermaterial verhindern in effektiver Weise, dass der Motor **12** anbrennt und es wird auch verhindert, dass das Gehäuse **1** übermäßig erhitzt wird.

[0078] Ein Versetzungssensortarget **9c** des Radialmagnetlagers **9**, der Motorrotor **12b** und ein Versetzungssensortarget **10c** und ein Elektromagnettarget **10d** des Radialmagnetlagers **10** sind fest an der Drehwelle **4** angebracht, und relativ zueinander durch Rotorabstandsstücke **46**, **47**, **48**, **49** positioniert und ferner in hermetisch abgedichteter Raumverbindung mit dem Gehäuse **1** positioniert. Die Versetzungssensortargets **9c**, **10c** und die Elektromagnettargets **9d**, **10d** sind aus dem gleichen Permalloymaterial (eine Fe-Ni-Legierung, die 30 bis 80% Ni enthält) hergestellt, wie das Versetzungssensortarget **8c** und das Elektromagnettarget **8d** des Radialmagnetlagers **8**.

[0079] Der Motorrotor **12b** ist aus einem Kompositmaterial aus gestapelten Siliziumstahlblechen und Aluminium hergestellt und kann somit nicht gleichförmig mit einer nickelplattierten Schicht mit hoher Adhäsion für Korrosionsbeständigkeit beschichtet werden. Eine Büchse **50** ist an der Außenumfangsoberfläche des Motorrotors **12b** angebracht, und ist mit seinen entgegengesetzten Enden an den Seitenplatten **41** angeschweißt oder in anderer Weise daran befestigt, die ihrerseits an der Drehwelle **4** angeschweißt bzw. in anderer Weise befestigt sind, wodurch ein hermetisch abgedichteter Raum geschaffen wird, der den Motorrotor **12b** unterbringt, um zu verhindern, dass der Motorrotor **12b** das Lagergas kontaktiert. Die Büchse **50** ist aus rostfreiem Austenitstahl oder Hastelloy (Nickel-Chrom-Molybdänlegierung) zum Zwecke des Korrosionsschutzes ge-

genüber Lasergas hergestellt.

[0080] Wie das Schutzlager **13** im Lagergehäuse **16** weisen die Schutzlager **14**, **15** Rollen oder Walzlager auf, und zwar mit Roll- oder Walzgliedern **14a**, **15a**, hergestellt aus Aluminiumoxydkeramiken und innere und äußere Laufringe **14b**, **15b** und **14c**, **15c**, hergestellt aus rostfreiem Stahl wie beispielsweise SUS440C oder dergleichen.

[0081] [Fig. 8](#) zeigt eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Teile der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 8](#), die identisch zu denjenigen Teilen der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 3](#) sind, werden mit identischen oder entsprechenden Bezugszeichen versehen, und nicht im Einzelnen beschrieben.

[0082] Während die in [Fig. 8](#) gezeigte entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung betrieben wird, um einen Laserstrahl in Schwingungen bzw. Oszillationen zu versetzen, wobei zwei Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **72**, verbunden mit einer Lasergasversorgung **71** geschlossen sind, und zwei Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **73** in den Gaseinlassleitungen **21** angeordnet und geöffnet werden können, um ein Lasergas einzuführen, aus welchem Staubteilchen stetig entfernt werden, und zwar um in die Magnetlager und den Motor zu gelangen. Um das Lasergas nachzufüllen, werden die in den Gaseinlassleitungen **21** angeordneten Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **73** geschlossen, und die Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **72** werden geöffnet, um frisches Lasergas von der Lasergasversorgung **71** zu liefern, so dass das frische Lasergas über die Magnetlager zum Motor in das Gehäuse **1** geliefert wird.

[0083] Zum vollständigen Ersetzendes Lasergases werden sämtliche Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **72**, **73** geschlossen, und das alte Lasergas wird aus dem Gehäuse **1** entfernt. Nachdem das alte Lasergas aus dem Gehäuse **1** entfernt wurde, werden nur die Strömungspfadöffnungen-/Schließeinheiten **72** geöffnet, um frisches Lasergas von der Lasergasversorgung **71** zu liefern. Wenn das frische Lasergas auf diese Weise angeliefert ist, da keine Lasergasströmung vom Gehäuse **1** in die Magnetlager und den Motor geliefert wird, werden die Staubteilchen, die in dem Gehäuse **1** vorhanden sind, zuverlässig daran gehindert, in die Magnetlager und den Motor einzutreten.

[0084] [Fig. 9](#) zeigt eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diejenigen Teile der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 9](#), die identisch zu denjeni-

gen Teilen der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 3](#) sind, sind mit identischen oder entsprechenden Bezugszeichen versehen, und werden hier nicht im Einzelnen beschrieben. Die in [Fig. 9](#) gezeigte entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung unterscheidet sich von der in [Fig. 4](#) gezeigten entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung hinsichtlich der Schutzlager.

[0085] Die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 9](#) besitzt Schutzlager **61**, **62**, **63** welche Gleitlager aufweisen, und zwar zum Tragen der Drehwelle **4** dann, wenn die Magnetlager nicht in Betrieb sind. Die Schutzlager **61**, **62**, **63** sind dicht zu den Radialmagnetlagern **8**, **9**, **10** angeordnet. Mit den auf diese Weise positionierten Schutzlagern **61**, **62**, **63** ist der Zwischenlagerabstand der Drehwelle **4**, getragen durch die Schutzlager **61**, **62**, **63** im Wesentlichen gleich dem Zwischenlagerabstand der Drehwelle **4**, getragen durch die Radialmagnetlager **8**, **9**, **10**. Daher verbleibt die kritische Drehzahl der Drehwelle **4** im Wesentlichen ungeändert, unabhängig davon, ob die Drehwelle **4** durch die Radialmagnetlager **8**, **9**, **10** oder durch die Schutzlager **61**, **62**, **63** getragen wird. Infolgedessen kann die Drehwelle **4** stabil in Drehung versetzt werden, selbst wenn die Drehwelle **4** durch die Schutzlager **61**, **62**, **63** getragen oder gelagert ist, und zwar infolge eines Ausfalls der Radialmagnetlager **8**, **9**, **10**.

[0086] Die Schutzlager **61**, **62**, **63** weisen Ringglieder, hergestellt aus Aluminiumoxydkeramik auf. Daher besitzen die Schutzlager **61**, **62**, **63** eine Struktur mit weniger Gasfallen und können relativ preiswert hergestellt werden. Die Schutzlager **61**, **62**, **63** einer derartigen Anordnung sind vorteilhaft, insbesondere wenn die Radialmagnetlager **8**, **9**, **10** und das Axialmagnetlager **11** eine Notleistungsversorgung **64** besitzen und die Frequenz mit der die Drehwelle **4** auf den Schutzlagern **6**, **62**, **63** rotiert extrem niedrig ist.

[0087] Die Ringglieder der Schutzlager **61**, **62**, **63** können alternativ aus Aluminiumoxydkeramik, Zirkonkeramik (ZrO_2), Polytetrafluorethylen (PFE) oder einem Kompositmaterial aus diesen Substanzen hergestellt sein.

[0088] Eine Notleistungsversorgung **64** kann ebenfalls in der in [Fig. 3](#) oder [Fig. 8](#) gezeigten entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung verwendet werden. Wenn die Notleistungsversorgung **64** in die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß den [Fig. 3](#) oder [Fig. 8](#) eingebaut ist, dann kann die Zeitperiode zum Ersatz der Schutzlager stark ausgeweitet werden. Ferner können die Schutzlager von unterschiedlicher Bauart sein, derart, dass diejenigen die nahe den Radialmagnetlagern **8**, **9** angeordnet sind, Rolllager aufweisen können, und dass die nahe dem Radialmagnetlager **10** angeordneten Lager ein Gleitlager aufweisen können.

[0089] Die in den [Fig. 1](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtungen besitzen drei Radialmagnetlager mit Schutzlagern, angeordnet nahe den entsprechenden Magnetlagern. Es ist jedoch nicht notwendig, Schutzlager nahe sämtlicher Radialmagnetlager vorzusehen, aber mindestens zwei Schutzlager können nahe den entsprechenden Radialmagnetlagern **8**, **9** vorgesehen sein, die auf entgegengesetzten Enden des Querströmungsgebläses **3** angeordnet sind.

[0090] [Fig. 10](#) zeigt eine weitere entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Diejenigen Teile der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 10](#), die identisch denjenigen der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 3](#) sind, sind mit identischen oder entsprechenden Bezugszeichen versehen, und werden nicht im Einzelnen beschrieben. Die in [Fig. 10](#) gezeigte entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung unterscheidet sich von der in der [Fig. 3](#) gezeigten entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung insofern, als sie das Radialmagnetlager **10** nicht besitzt, welches auf dem Wellenende des Motors **12**, gezeigt in [Fig. 1](#), angeordnet ist. Das Radialmagnetlager **10**, welches auf dem Wellenende des Motors **12**, gezeigt in [Fig. 1](#), angeordnet ist, ist effektiv um Schwingungen zu reduzieren, die durch den Motor **12** verursacht werden, um dadurch zu gestatten, dass der Motor **12** stabil rotiert, wenn der Motor **12** eine große Größe besitzt, und somit große Schwingungen erzeugt. Wenn daher der Motor **12** eine kleine Größe besitzt und somit kleine Schwingungen erzeugt, dann braucht kein Radialmagnetlager auf dem Wellenende des Motors **12**, in [Fig. 10](#) gezeigt, angeordnet zu sein.

[0091] In der oben erläuterten entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung ist die Querschnittsfläche des Kerns des Elektromagneten des Radialmagnetlagers **9** größer als die Querschnittsfläche des Kerns des Elektromagneten des Radialmagnetlagers **8**, um die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **9**, positioniert dicht am Motor **12**, größer zu machen, als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **8**, positioniert entfernt von dem Motor **12**. Es können jedoch auch andere Anordnungen verwendet werden, um die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **9**, positioniert dicht am Motor **12**, größer zu machen als die Lagerstarrheit des Radialmagnetlagers **8**, positioniert entfernt vom Motor **12**. Beispielsweise könnte die Dimension des Spalts zwischen dem Elektromagneten **9b** und dem Elektromagnettarget **9d** des Radialmagnetlagers **9** kleiner sein als die Dimension des Spaltes zwischen dem Elektromagnet **8b** und dem Elektromagnettarget **8d** des Radialmagnetlagers. Alternativ oder zusätzlich könnte die Anzahl der Spulenwicklungen des Elektromagneten **9b** des Radialmagnetlagers **9** größer gemacht werden als die Anzahl

der Spulenwindungen des Elektromagneten **8b** des Radialmagnetlagers **8**.

[0092] [Fig. 11](#) ist ein vergrößerter Teilquerschnitt eines eingekreisten Teils A der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 10](#), wobei [Fig. 12](#) eine vergrößerte Teilquerschnittsansicht ist, welche einen umkreisten Teil B in der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß [Fig. 1](#) zeigt. Die Lagerstarre eines Magnetlagers kann vergrößert werden durch Vergrößern einer magnetischen Anzugskraft F , erzeugt durch den Elektromagneten des Magnetlagers. Die magnetische Anzugskraft F ist proportional dem Quadrat der magnetischen Schlusssdicht B und der Querschnittsfläche S des Kerns. Die Magnetflusssdichte B ist proportional der Anzahl N der Wicklungen der Spule und des Spulenstroms i und ist umgekehrt proportional zur Abmessung des Spalts x . Um die magnetische Anziehungskraft F zu erhöhen, kann daher die Querschnittsfläche S des Kerns vergrößert werden, die Anzahl N der Spulenwicklungen kann vergrößert werden, der Spulenstrom i kann vergrößert werden, oder die Abmessung des Spalts x kann reduziert werden.

[0093] In den [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) besitzt der Elektromagnet **9b** nahe dem Motor **12** eine Spule **9d-2**, die ihrerseits einen Kupferdraht aufweist, der c Schichten und d Spalten (die Anzahl der Windungen: $c \times d$) um einen Magnetkern **9b-1** herumgewickelt ist und der Elektromagnet **8d** entfernt vom Motor **12** besitzt eine Spule **8b-2**, die einen Kupferdraht aufweist, der in a Schichten und b Spalten (die Anzahl der Windungen: $a \times b$) um einen Elektromagnetkern **8b-1** herumgewickelt ist. Um die Lagerstarre des Radialmagnetlagers **9** nahe dem Motor **12** zu erhöhen, kann die Anzahl der Windungen: $c \times d$ größer gemacht werden als die Anzahl der Windungen: $a \times b$, und die Abmessung $X1$ des Spalts zwischen dem Elektromagnet **9b** und dem Elektromagnettarget **9d** des Radialmagnetlagers **9** kann kleiner gemacht werden als die Dimension $X2$ des Spalts zwischen dem Elektromagnet **8b** und dem Elektromagnettarget **8d** und des Radialmagnetlagers **8** ($X1 < X2$).

[0094] [Fig. 13](#) zeigt das Querströmungsgebläse **3**, und zwar verwendet in der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, weist das Querströmungsgebläse **3** eine Vielzahl von parallelen Schaufeln **3a** und eine Vielzahl von Ringplatten **3b** auf. Die Ringplatten **3b** sind mit beabstandeten Intervallen in Axialrichtung der Drehwelle **4** angeordnet. Die Ringplatten **3b** haben Befestigungslöcher oder Ausnehmungen, definiert darinnen und zwar nahe ihren Außenumfangskanten zum Anbringen der Schaufeln **3a** und ferner sind Anbringungsvorsprünge an ihren Umfangskanten vorgesehen, zur Anbringung der Drehwelle **4**.

[0095] Zum Zusammenbau des Querströmungsgebläses **3** wird eine der Ringplatten **3b** auf ein Ende des Querströmungsgebläses **3** durch Presspassung über der Drehwelle **4** angebracht, und sodann werden die Schaufeln **3a** durch die Befestigungslöcher oder Ausnehmungen in der durch Presspassung angebrachten Ringplatte **3b** eingesetzt. Sodann wird eine nächste Ringplatte **3b** durch Presspassung über der Drehwelle **4** angebracht, während sie durch die Schaufeln **3a** geführt wird, wobei dafür Sorge getragen wird, die Schaufeln **3a** nicht zu verdrehen. Der obige Einbauzyklus wird solange wiederholt bis sämtliche Ringplatten **3b** durch Presspassung über der Drehwelle **4** angebracht sind. Schließlich werden die Außenumfangskanten sämtlicher Ringplatten **3b** gekrimpt, um die Schaufeln **3a** und die Ringplatten **3b** miteinander zu befestigen.

[0096] Bei einem, wie oben beschrieben, aufgebauten Querströmungsgebläse **3** sind die Drehwelle **4** und die Ringplatten **3b** fest aneinander befestigt, ohne dass die Gefahr des Wobbelns oder Wackelns bezüglich einander auftritt. Das Querströmungsgebläse **3** ist daher frei von Problemen, die oben bezüglich des konventionellen Querströmungsgebläses erwähnt wurden. Wenn die Drehwelle und die Ringplatten **3b** aus dem gleichen Material hergestellt sind, beispielsweise aus austenitischem rostfreien Stahl, wie beispielsweise SUS316L oder dergleichen, so bleiben die Drehwelle **4** und die Ringplatten **3b** aneinander befestigt, unabhängig von Temperaturzyklen, die das Querströmungsgebläse **3** erfährt. Da Nichtgleichgewichtskräfte erzeugt an der Drehwelle **4** bei Drehung derselben, beim Betrieb der entladungsgepumpten Excimer-Laservorrichtung oder beim Versand unverändert bleiben, werden daher Schwingungen hervorgerufen während des Betriebs nicht geändert. Dadurch, dass man Gleichgewichtseinstellungen vorsieht, um die Nichtgleichgewichtskräfte an Drehwelle **4** zu reduzieren, wenn die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung hergestellt wird, zeigt die entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung verminderte Schwingungen über eine lange Zeitperiode hinweg.

[0097] Obwohl bestimmte bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, und zwar im Einzelnen, sei bemerkt, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne den Rahmen der beigefügten Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung, die Folgendes aufweist:
ein Gehäuse (**1**) gefüllt mit einem Laser-Gas;
ein paar von Hauptentladungselektroden (**2**), die sich in dem Gehäuse (**1**) befinden, um eine elektrische Entladung zu erzeugen, um das Lasergas entla-

dungszupumpen (discharge-pump), um einen Laserstrahl abzugeben;

einen Querstromventilator (3) zum Erzeugen einer Hochgeschwindigkeitslasergasströmung zwischen den Hauptentladungselektroden (2), wobei der Querstromventilator (3) einen rotierbaren Schaft (4) besitzt, der sich von hiervon gegenüberliegenden Enden erstreckt bzw. vorspringt;

Magnetlager (8, 9), wobei der drehbare Schaft (4) drehbar auf eine kontaktfreie Art und Weise durch die Lager (8, 9) getragen wird, wobei die Magnetlager Radialmagnetlager (8, 9) beinhalten, die jeweils auf den gegenüberliegenden Enden des Querstromventilators (3) angeordnet sind;

Schutzlager (13, 14, 15; 61, 62, 63) zum Tragen des drehbaren Schaftes (4), wenn sich die Magnetlager (8, 9) nicht in Betrieb befinden; und einen Motor (12) zum Betätigen des Querstromventilators (3), wobei der Motor (12) an einem Ende des drehbaren Schaftes (4) in der Nähe eines der Radialmagnetlager angeordnet ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

das erwähnte eine Lager der Radialmagnetlager (9), das sich zwischen dem Querstromventilator (3) und dem Motor (12) befindet, eine Lagersteifigkeit besitzt, die größer ist, als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers (8), das entfernt von dem Motor (12) angeordnet ist,

wobei die Radialmagnetlager (8, 9) jeweilige Elektromagneten (8b, 9b) besitzen mit jeweiligen Kernen, wobei der Kern des Elektromagneten (9b) des erwähnten Lagers der Radialmagnetlager (9) eine Querschnittsfläche besitzt, die größer ist als die Querschnittsfläche des Kernes des Elektromagneten (8b) der Radialmagnetlagers (8), das sich entfernt von dem Motor (12) angeordnet befindet, wobei die Lagersteifigkeit des einen erwähnten Lagers der Radialmagnetlager (9) größer ist als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers (8), das sich entfernt von dem Motor (12) angeordnet befindet.

2. Eine entladungsgepumpte Excimer-LaserVorrichtung, die Folgendes aufweist:

ein Gehäuse (1) gefüllt mit einem Laser-Gas;

ein paar von Hauptentladungselektroden (2), die sich in dem Gehäuse (1) befinden, um eine elektrische Entladung zu erzeugen, um das Lasergas entladungszupumpen (discharge-pump), um einen Laserstrahl abzugeben;

einen Querstromventilator (3) zum Erzeugen einer Hochgeschwindigkeitslasergasströmung zwischen den Hauptentladungselektroden (2), wobei der Querstromventilator (3) einen rotierbaren Schaft (4) besitzt, der sich von hiervon gegenüberliegenden Enden erstreckt bzw. vorspringt;

Magnetlager (8, 9), wobei der drehbare Schaft (4) drehbar auf eine kontaktfreie Art und Weise durch die Lager (8, 9) getragen wird, wobei die Magnetlager Radialmagnetlager (8, 9) beinhalten, die jeweils auf den gegenüberliegenden Enden des Querstromven-

tilators (3) angeordnet sind;

Schutzlager (13, 14, 15; 61, 62, 63) zum Tragen des drehbaren Schaftes (4), wenn sich die Magnetlager (8, 9) nicht in Betrieb befinden; und einen Motor (12) zum Betätigen des Querstromventilators (3), wobei der Motor (12) an einem Ende des drehbaren Schaftes (4) in der Nähe eines der Radialmagnetlager angeordnet ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

das erwähnte eine Lager der Radialmagnetlager (9), das sich zwischen dem Querstromventilator (3) und dem Motor (12) befindet, eine Lagersteifigkeit besitzt, die größer ist, als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers (8), das entfernt von dem Motor (12) angeordnet ist,

wobei die Radialmagnetlager (8, 9) jeweilige Elektromagneten (8b, 9b) besitzen und jeweilige Elektromagnetziele (8d, 9d) besitzen, und die Abmessungen eines Spaltes zwischen dem Elektromagneten und dem Elektromagnetziel des einen erwähnten Lagers der Radialmagnetlager (9) kleiner ist als die Abmessung eines Spaltes zwischen dem Elektromagnet und dem Elektromagnetziel des Radialmagnetlagers (8), das sich entfernt von dem Motor (12) angeordnet befindet, wobei die Lagersteifigkeit des einen erwähnten Lagers der Radialmagnetlager größer ist als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers, das sich entfernt von dem Motor angeordnet befindet.

3. Eine entladungsgepumpte Excimer-LaserVorrichtung, die Folgendes aufweist:

ein Gehäuse (1) gefüllt mit einem Laser-Gas;

ein paar von Hauptentladungselektroden (2), die sich in dem Gehäuse (1) befinden, um eine elektrische Entladung zu erzeugen, um das Lasergas entladungszupumpen (discharge-pump), um einen Laserstrahl abzugeben;

einen Querstromventilator (3) zum Erzeugen einer Hochgeschwindigkeitslasergasströmung zwischen den Hauptentladungselektroden (2), wobei der Querstromventilator (3) einen rotierbaren Schaft (4) besitzt, der sich von hiervon gegenüberliegenden Enden erstreckt bzw. vorspringt;

Magnetlager (8, 9), wobei der drehbare Schaft (4) drehbar auf eine kontaktfreie Art und Weise durch die Lager (8, 9) getragen wird, wobei die Magnetlager Radialmagnetlager (8, 9) beinhalten, die jeweils auf den gegenüberliegenden Enden des Querstromventilators (3) angeordnet sind;

Schutzlager (13, 14, 15; 61, 62, 63) zum Tragen des drehbaren Schaftes (4), wenn sich die Magnetlager (8, 9) nicht in Betrieb befinden; und einen Motor (12) zum Betätigen des Querstromventilators (3), wobei der Motor (12) an einem Ende des drehbaren Schaftes (4) in der Nähe eines der Radialmagnetlager angeordnet ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

das erwähnte eine Lager der Radialmagnetlager (9), das sich zwischen dem Querstromventilator (3) und dem Motor (12) befindet, eine Lagersteifigkeit besitzt,

die größer ist, als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers (8), das entfernt von dem Motor (12) angeordnet ist, wobei die Radialmagnetlager (8, 9) jeweilige Elektromagneten (8b, 9b) besitzen, die jeweilige Spulen (8b-2, 9b-2) besitzen und die Anzahl von Wicklungen der Spule des Elektromagneten des einen erwähnten Lagers der Radialmagnetlager (9) größer ist als die Anzahl der Wicklungen der Spulen des Elektromagneten des Radialmagnetlagers (8), das sich entfernt von dem Motor (12) angeordnet befindet, wobei die Ladungssteifigkeit des einen erwähnten Lagers der Radialmagnetlager größer ist, als die Lagersteifigkeit des Radialmagnetlagers, das sich entfernt von dem Motor angeordnet befindet.

4. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Magnetlager ein weiteres Radialmagnetlager (10) beinhalten, dass auf einem Schaftende des Motors (12) angeordnet ist.

5. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Lasergaseinlassdurchlass (21) angeordnet ist, zum Einführen des Lasergases, von dem Staubpartikel durch eine Staubentfernungsfilter (20) entfernt werden, und zwar in ein Ende des Gehäuses (1), wobei das Lasergas von dem Gehäuse (1) durch den Staubentfernungsfilter (20) und durch Räume der Magnetlager (8, 9, 10) und dem Motor (12) kommunizierend mit dem Gehäuse (12) strömt und dann zurück in das Gehäuse (12) kehrt.

6. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei ein Differenzialdruckerzeugungsmechanismus zwischen den Gasströmwegen, die das Gehäuse (1) und die Magnetlager (8, 9, 10) verbindet, angeordnet ist.

7. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schutzlager (13, 14, 15) Rolllager aufweisen, die jeweils Rollglieder (13a, 14a, 15a) einen inneren Laufring (race) (13b, 14b, 15b) und einen äußeren Laufring (13c, 14c, 15c) aufweist, wobei zumindest eines der Rollglieder, der innere Laufring und der äußere Laufring aus Aluminiumoxydkeramiken oder Zirkonoxydkeramiken hergestellt ist.

8. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Schutzlager Gleitlager (61, 62, 63) aufweisen, von denen jedes aus Aluminiumoxydkeramiken, Zirkonoxydkeramiken, Polytetrafluorethylen oder einem zusammengesetzten Material hiervon besteht.

9. Eine entladungsgepumpte Excimer-Laservorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querstromventilator (3) Folgendes

aufweist:

eine Vielzahl von Ringplatten (3b) mit Befestigungslöchern oder Aussparungen darin definiert, wobei die Ringplatten an beabstandeten Intervallen in einer Axialrichtung des drehbaren Schaftes (4) angeordnet ist, wobei die Ringplatten sich in einer Pressfassung über dem rotierbaren bzw. drehbaren Schaft (4) befinden;

und eine Vielzahl von parallelen Schaufeln bzw. Klingen (3a), die durch die Befestigungslöcher oder Aussparungen in den Ringplatten eingeführt sind und hiermit sich in einer Quetschverbindung (crimp) befinden;

wobei die Ringplatten, die Schaufeln und der drehbare Schaft aus demselben Material hergestellt sind und fest zu einander gesichert sind.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

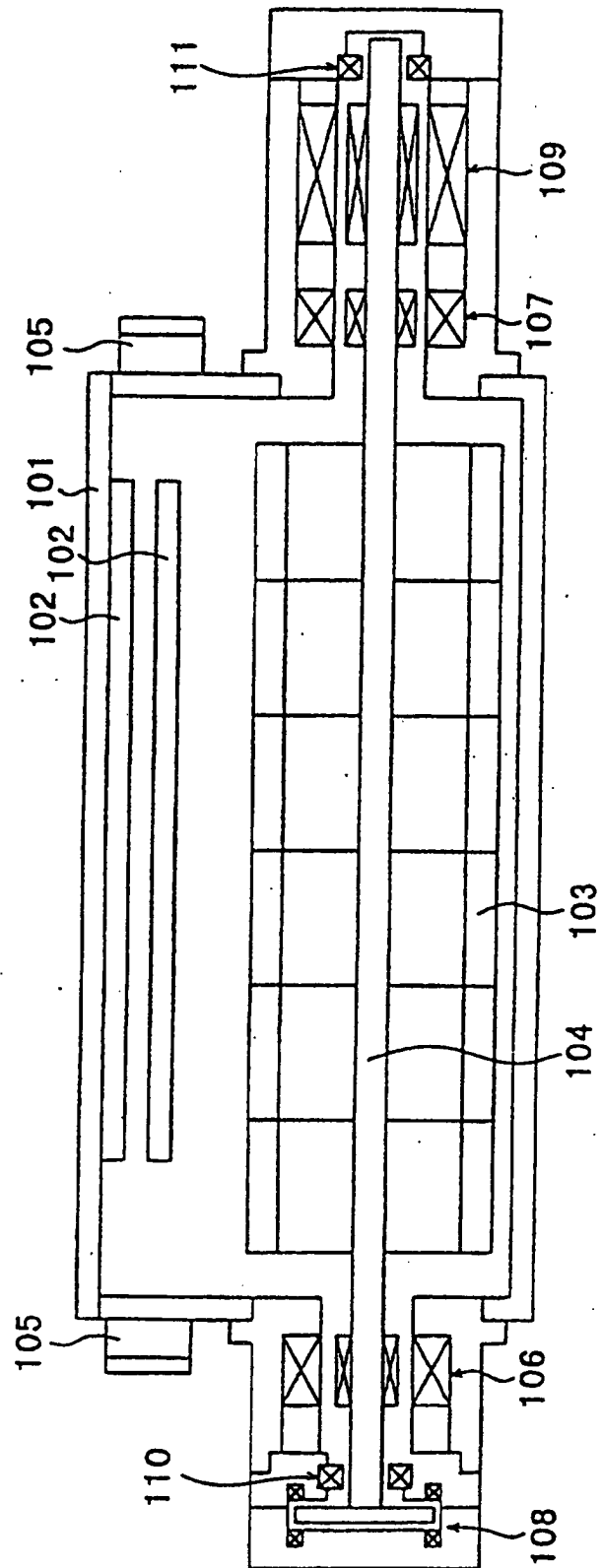


FIG. 2

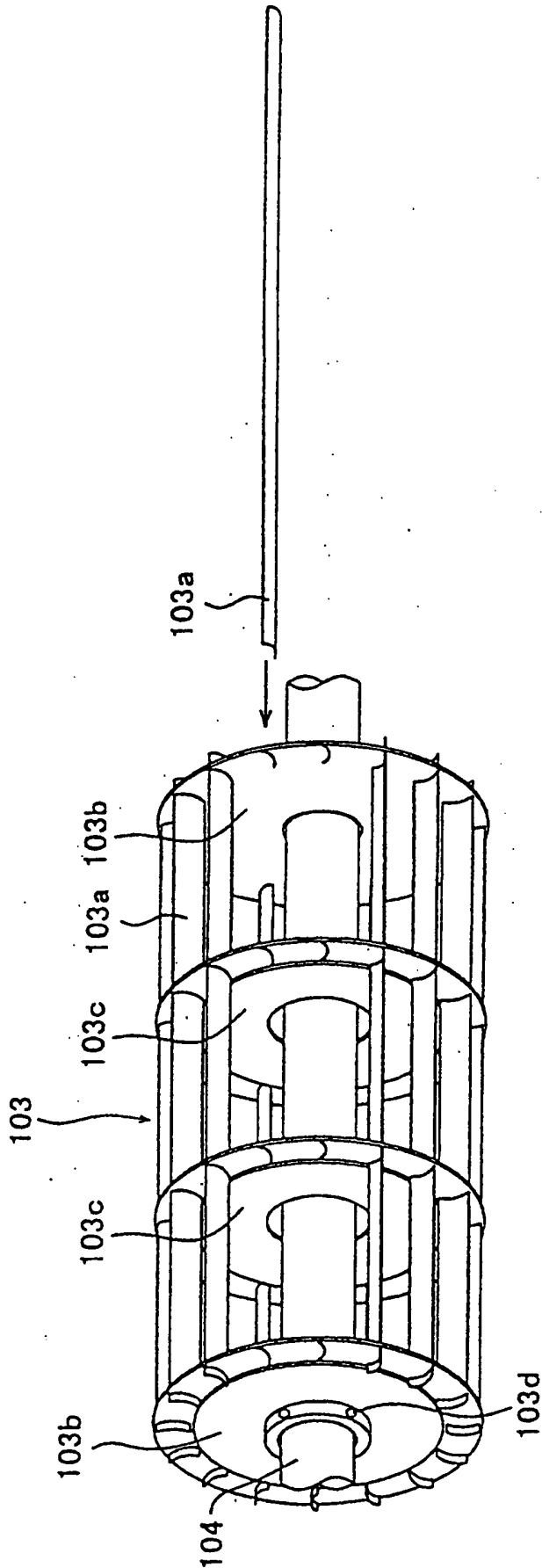


FIG. 3

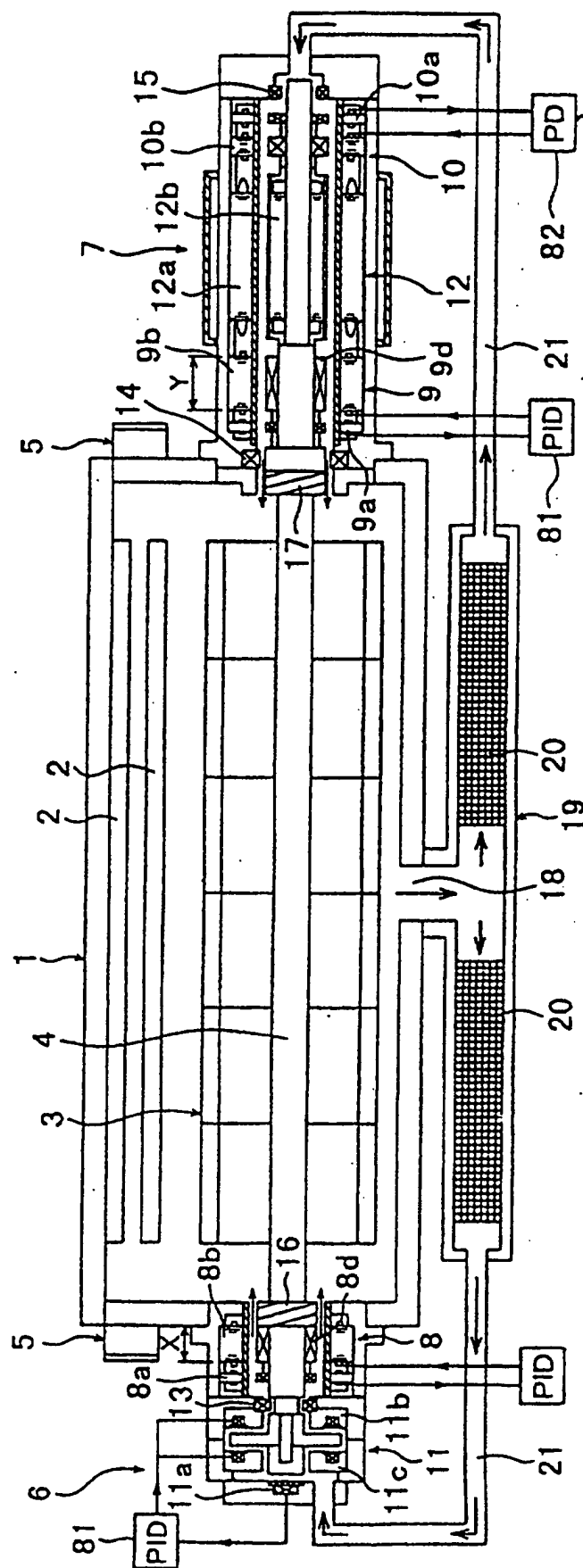


FIG. 4B

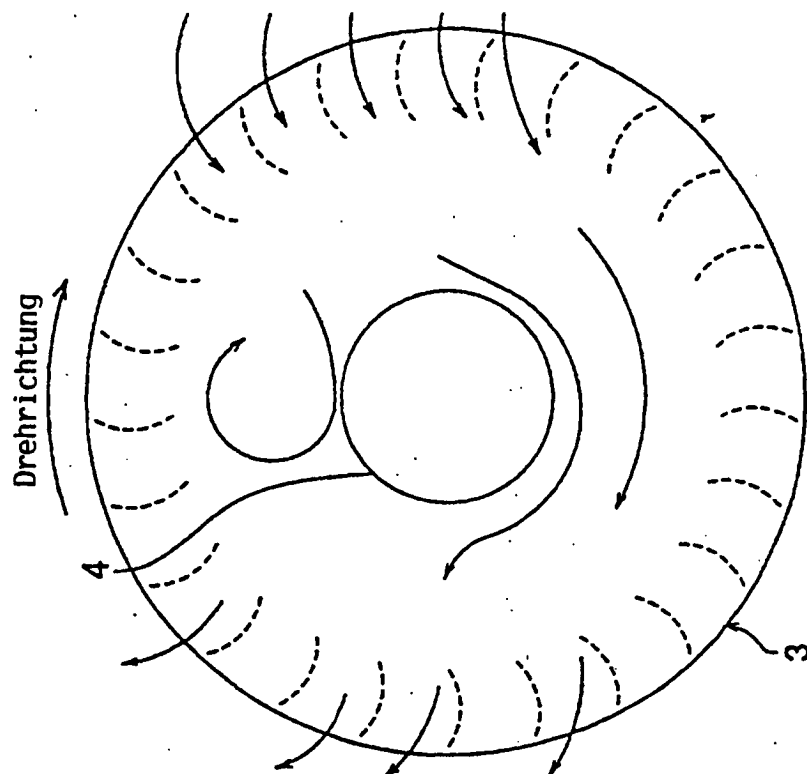


FIG. 4A

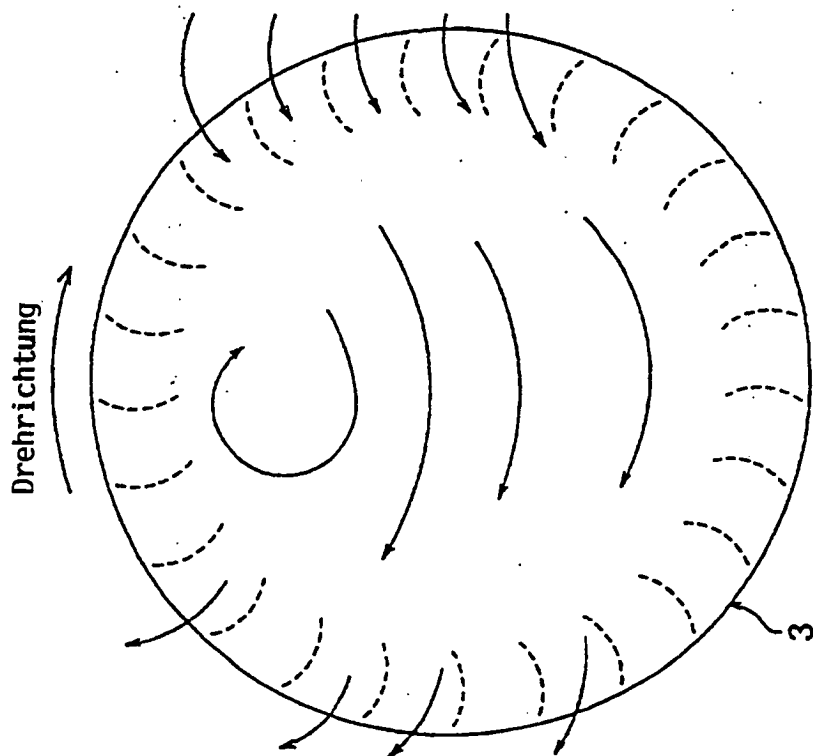


FIG. 5

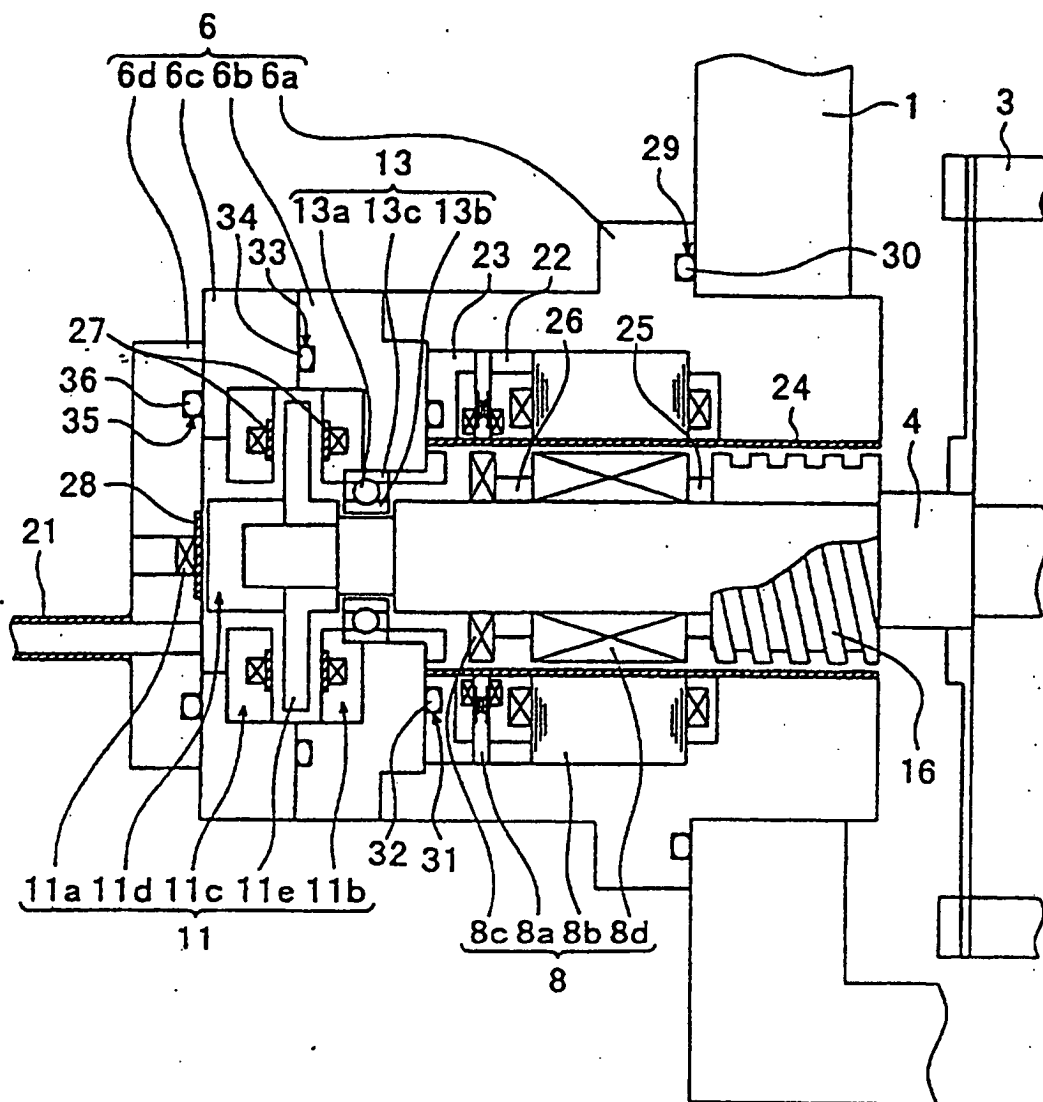
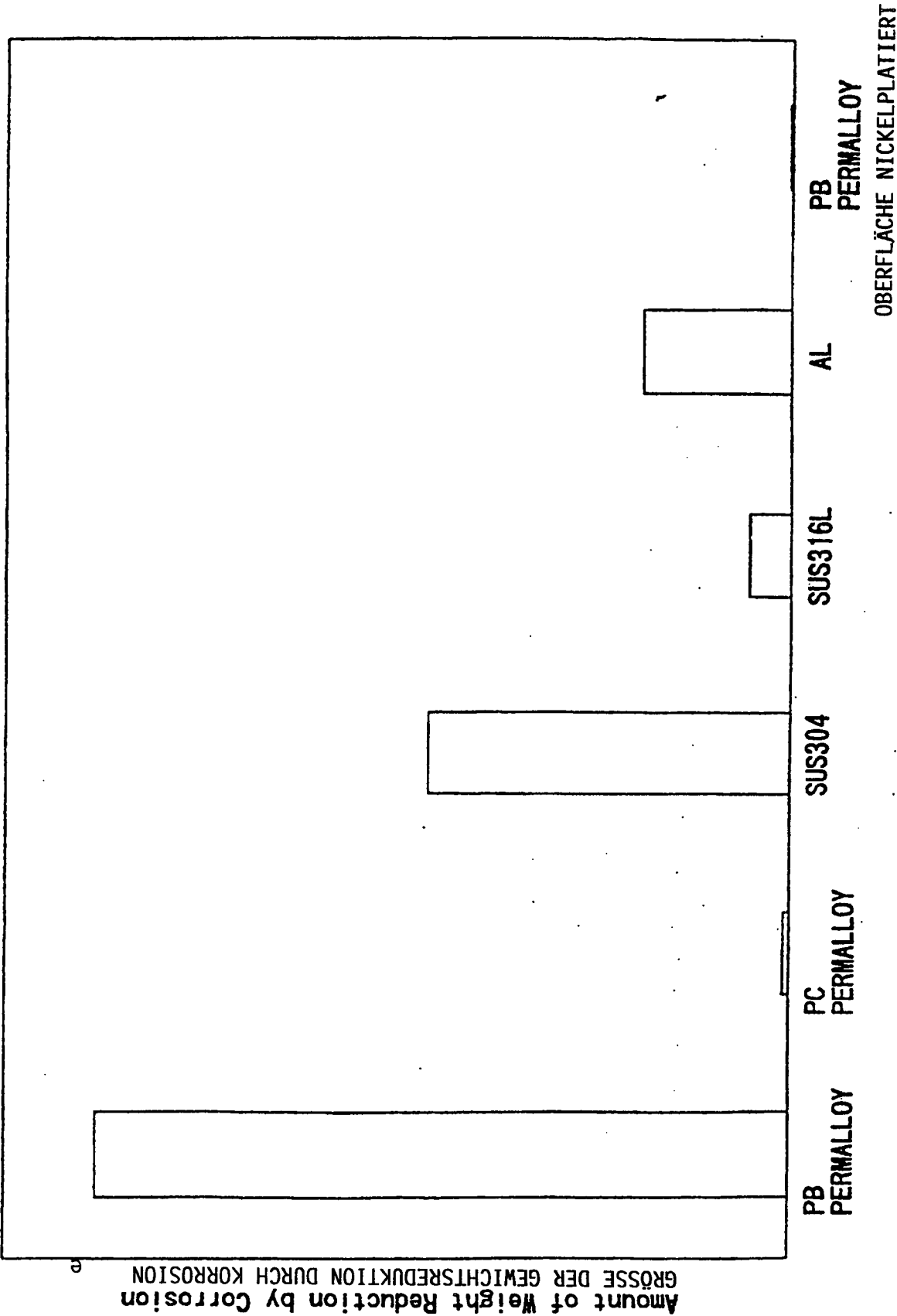
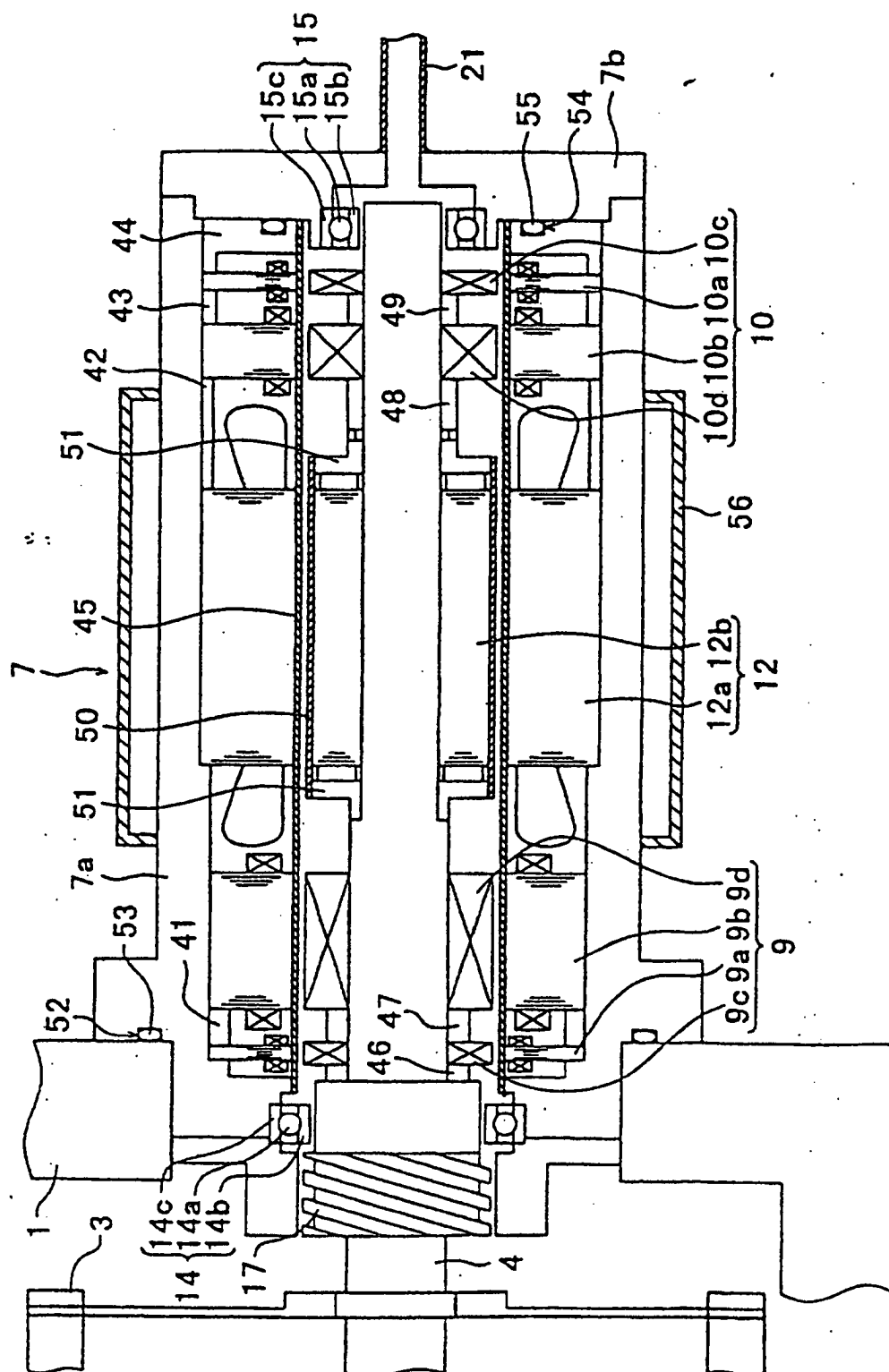


FIG. 6



F1G.7



F/G. 8

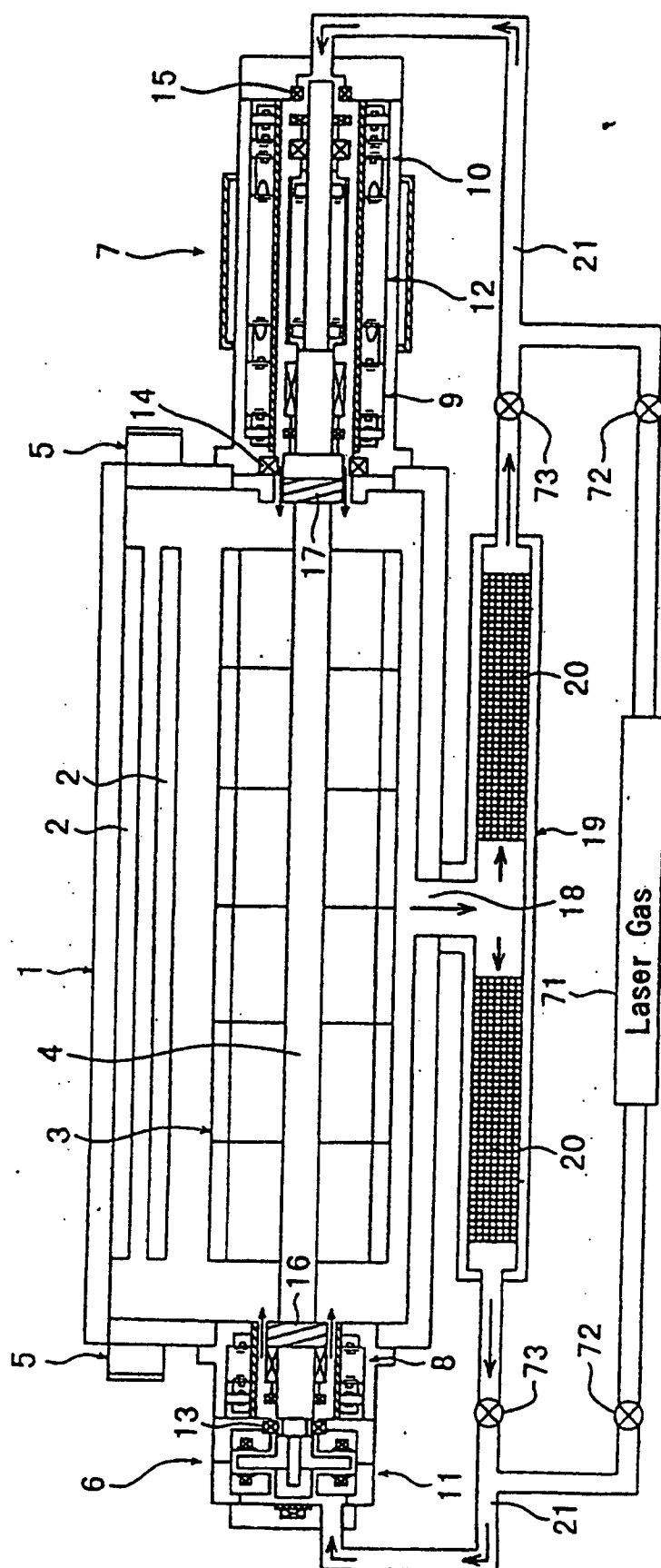


FIG. 9

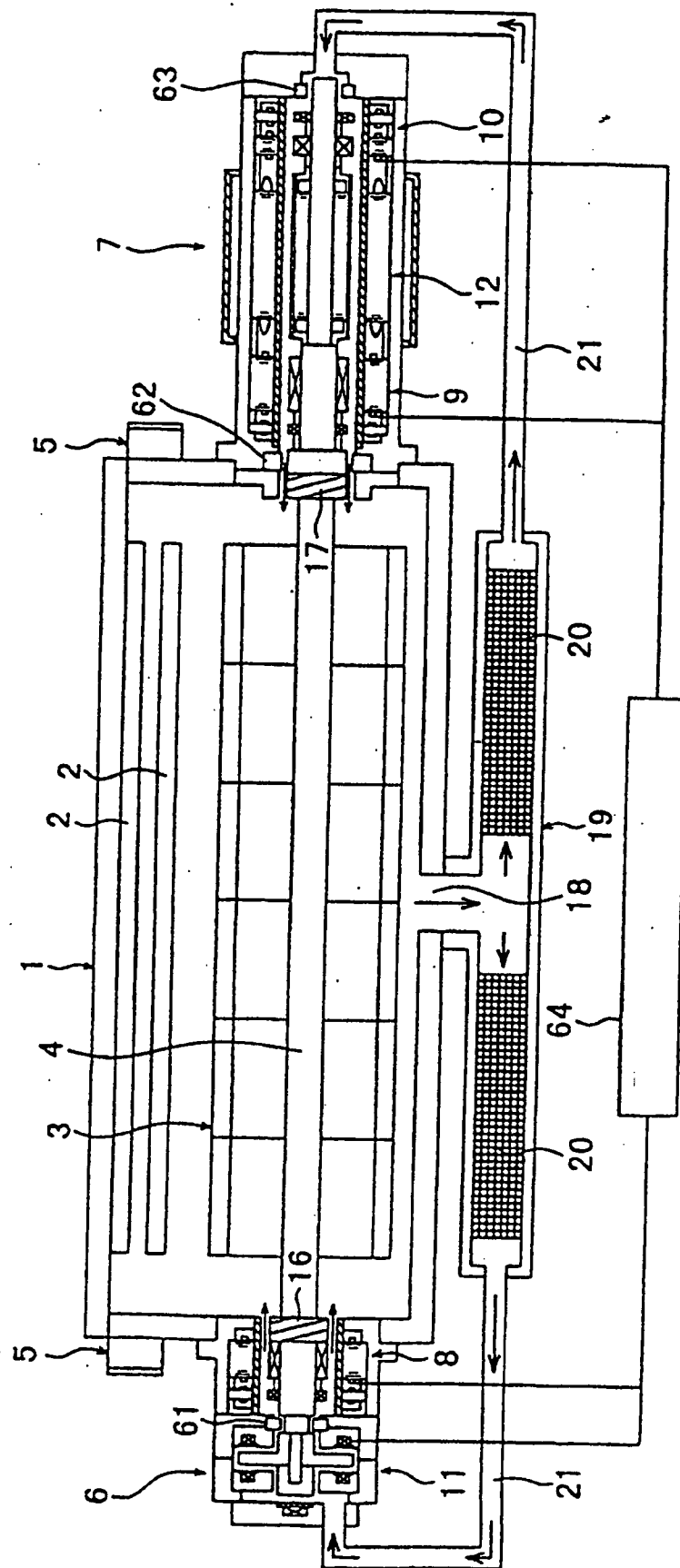


FIG. 10

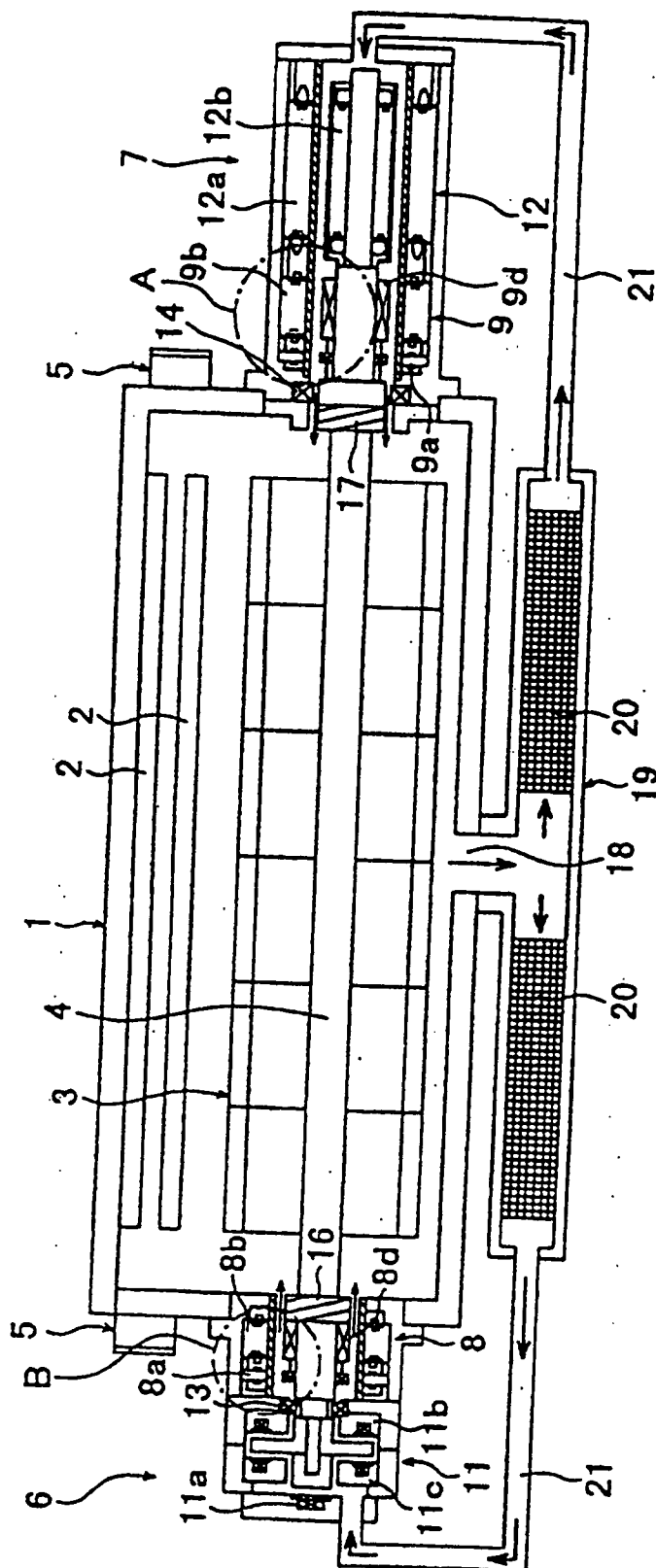


FIG. 11

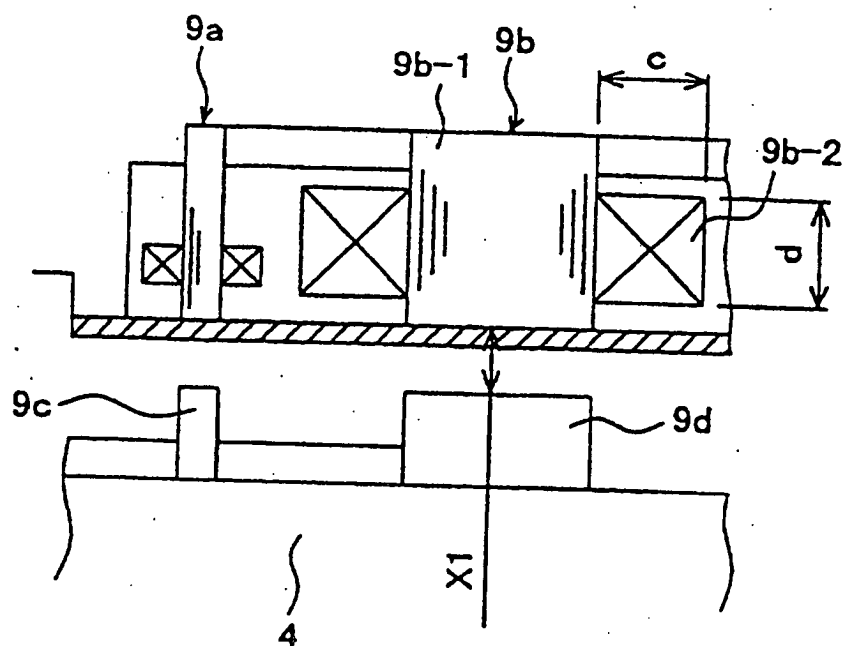


FIG. 12

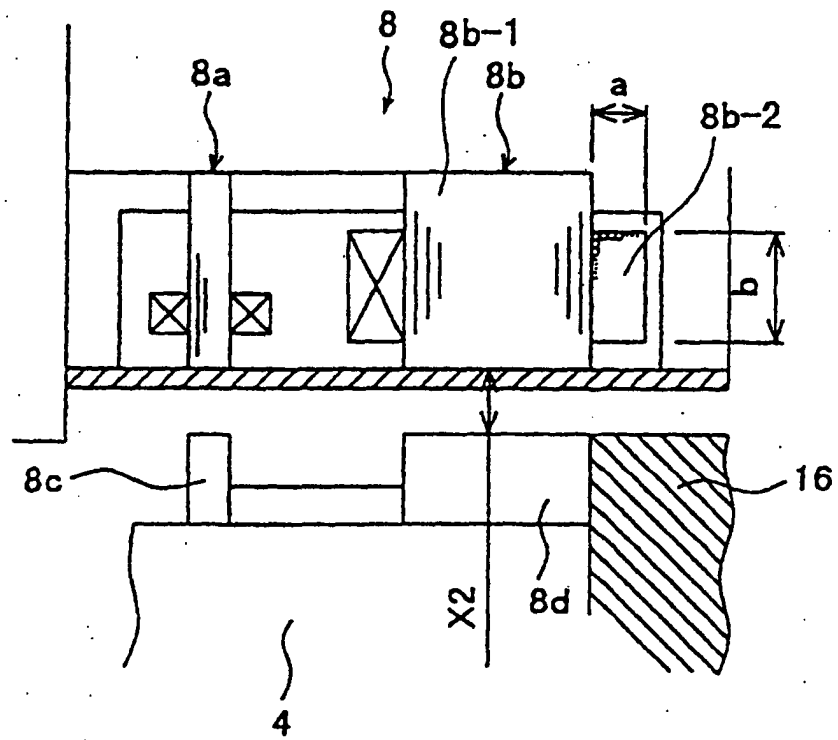


FIG. 13

