



(10) **DE 10 2014 009 527 A1** 2015.12.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 009 527.4**
(22) Anmeldetag: **25.06.2014**
(43) Offenlegungstag: **31.12.2015**

(51) Int Cl.: **B01J 19/12 (2006.01)**
C02F 1/32 (2006.01)
C02F 1/50 (2006.01)
C02F 9/12 (2006.01)

(71) Anmelder:
Blomeier, Maximilian, 56410 Montabaur, DE;
Weber, Markus, 56410 Montabaur, DE

(72) Erfinder:
Weber, Markus, 56410 Montabaur, DE; Blomeier,
Maximilian, 56410 Montabaur, DE; Werner, Jan,
Dr., 56410 Montabaur, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 332 981	B1
US	7 838 845	B2
US	2011 / 0 024 365	A1
US	5 433 738	A
EP	1 916 224	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Modifizierbarer UV-Rohrreaktor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen modifizierbaren UV-Rohrreaktor (M-UV-Rohrreaktor) in dreiteiliger Bauausführung.

Hauptanwendung: Oxidation,

Sekundäranwendungen: UV-Bestrahlung, Desinfektion

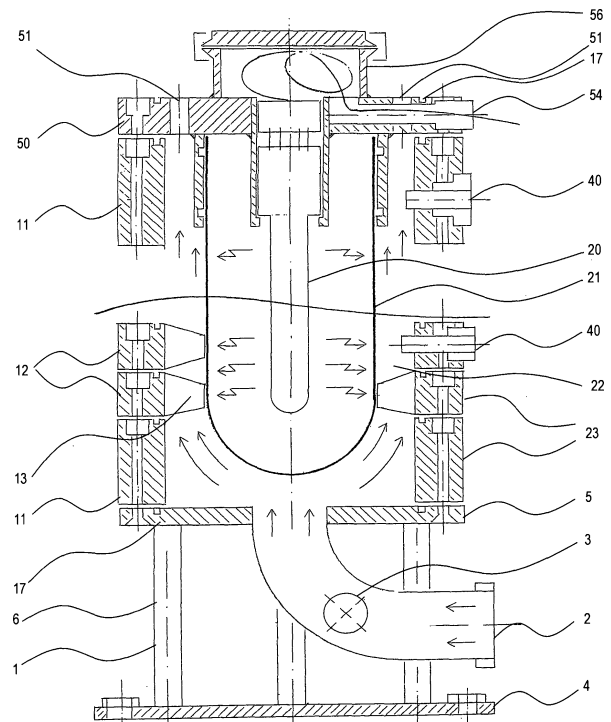
Der Reaktorfuß und der Reaktorkopf sind für die Aufnahme von UV-C/UV-B/UV-A Strahlern unterschiedlicher Längen und Leistungen von < 0,5 kW bis > 10 kW konzipiert. Das austauschbare Reaktorrohr ist aus innenverzahnten Ringelementen aufgebaut und in der Baulänge variabel.

In der Reaktorkammer werden durch die Zahngeometrie der Ringelemente radiale Wendelströmungen, Dean-Wirbelströmungen, turbulente Strömungen und/oder über die Reaktorlängsachse oszillierende Strömungen erzeugt.

Durch diese optimierte Fluiddurchmischung in der gesamten Reaktorkammer werden sowohl der UV-Quelle wie auch der Reaktorinnenwandung sich ständig neu gestaltende Fluid-Oberflächen dargeboten.

Die Ausbildung von Strömungskanälen ist durch die Geometrie der Reaktorkammer ausgeschlossen.

In der Hauptanwendung Oxidation sowie der Bestrahlung und Desinfektion hauptsächlich von Viren und/oder Mikroorganismen enthaltender Flüssigkeiten, besonders bevorzugt in der kommunalen und industriellen Abwasserbehandlung, der Prozesswasserbehandlung der produzierenden Industrie, wie Lebensmittelindustrie, Pharmaindustrie und zur Elimination von Wirkstoffen aus transgenen Tieren oder Pflanzen oder Medikamentenrückständen sowie der Behandlung von Brauchwasser, Kühlwasser und anderen Applikationen. Die Durchflussleistung kann in Abhängigkeit der Baugröße von < 0,5 m³/h bis > 80 m³/h betragen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen in der Hauptanwendung Titandioxid beschichteten Rohrreaktor, mit mindestens einer UV-Strahlungsquelle zur Erzeugung von ultraviolettem Licht, einem Schutzrohr, bestehend aus UV-durchgängigem Quarzglas oder Borosilikatglas, einem aus Ringelementen aufgebauten Reaktorrohr, wobei zwischen zwei Ringelementen eine radiale Keilnut ausgebildet wird, sowie einer Schräg- oder geraden Verzahnung der Ringelemente zur turbulenten Fluiddurchmischung.

[0002] Die Stärke der Fluidschichten kann durch die Verzahnung und Keilnuten zwischen < 2 mm und > 30 mm frei gewählt werden und ist im Wesentlichen von der Transmission und der erforderlichen Oxidationsleistung abhängig.

[0003] Das Verfahren der UV-aktivierten Oxidation basiert auf natürlichen Prozessen. Grundsätzlich werden dabei organische Stoffe unter Einwirkung von ultravioletten Strahlen so angeregt, dass bei Anwesenheit eines geeigneten Oxidationsmittels ein oxidativer Abbau, im Idealfall bis zur Mineralisierung der organischen Stoffe, erfolgt.

[0004] Die bakterizide und viruzide Wirkung der photokatalytischen Aktivität von TiO_2 beruht auf der Bildung von Reaktiven-Sauerstoff-Spezies (ROS) darunter Hydroxylradikale (OH-Radikal) die vom Synergiesystem des Titandioxids mit UV-Licht generiert werden.

[0005] Die meisten Studien haben zu dem gleichen Ergebnis geführt, nämlich dass das Hydroxylradikal (OH-Radikal) die wichtigste Art der Desinfektion ist, die an der bakteriziden und viruziden Wirksamkeit der Photokatalyse beteiligt ist.

[0006] Aufgrund seiner starken oxidativen Kapazität, kann die photokatalytische Oxidation effektiv desinfizieren und Luft, Wasser sowie andere flüssige Fluide reinigen.

[0007] Titandioxid in Form von Anatas, ist der häufigste Photokatalysator und hat folgende Vorteile

- niedrige Kosten
- hohe photokatalytische Wirksamkeit
- ungiftig

[0008] Nach der Exposition gegenüber Licht, produziert Titandioxid Reaktive-Sauerstoff-Spezies (ROS) die mit organischen Stoffen reagieren und ungiftige anorganische Stoffen produzieren.

[0009] Im Allgemeinen ist die Desinfektion mittels Titandioxid wirksamer als Chlor oder Ozon.

[0010] Hydroxylradikale (OH-Radikal) weisen eine der höchsten Oxidationspotenziale auf, die im Wasserbereich einsetzbar sind.

[0011] In einer bevorzugten Bauform ist der aus variablen Ringelementen gestaltete Rohrreaktor so ausgelegt, dass eine kontinuierliche axiale sowie radiale Durchmischung gewährleistet ist.

Reaktoraufbau:

[0012] Der erfindungsgemäße M-UV-Rohrreaktor ist als dreiteiliges Element ausgelegt.

1. Fußteil mit Fluidzulauf und Reaktorbodenplatte
2. Das aus innen verzahnten Ringelementen mit radialen Keilnuten aufgebaute Reaktorrohr
3. Das Reaktorkopfteil mit Fluidauslauf, einer Kopfplatte mit Halterung für UV-Strahler und Schutzrohr, einer fluiddichten Strahlereinhaltung, einer Kabelführung und radialen Durchgangsbohrungen zur Fluidführung vom Bestrahlungsraum zum Fluidablauf.

[0013] Die besonders bevorzugten radial angebrachten Durchgangsbohrungen in der Kopfplatte gewährleisten einen optimalen Fluidfluss im Reaktorraum und verhindern die Ausbildung von Strömungskanälen.

[0014] Das Fußteil **1** und das Kopfteil **3** sind so konzipiert, dass das aus innen verzahnten Ringelementen bestehende Reaktorrohr einfach ausgetauscht werden kann.

[0015] Zwischen Fuß- und Kopfteil können eine Vielzahl unterschiedlicher Zahntiefen und Zahngeometrien eingebracht werden.

[0016] Dieser bevorzugte Aufbau senkt die Herstellungskosten erheblich.

[0017] Das aus Ringelementen bestehende beschichtete Reaktorrohr ist als Austauschelement konzipiert und kann bei Erschöpfung bzw. Abnutzung der Beschichtung auf einfache Weise ausgetauscht werden.

[0018] Die Ringelemente können demontiert, aufgearbeitet und wiederverwendet werden.

[0019] Die Lebensmittel geeigneten Verbindungen zwischen Reaktorfuß, Reaktorrohr und Kopfteil entsprechen dem Stand der Technik z. B. Flansch, Klampverbindungen und anderen geeigneten Schnellverschlüssen.

Ringelemente-Reaktorrohr:

[0020] Die Ringelemente bestehen aus einer Scheibe mit zentrischer Durchgangsbohrung ca. 1–10 mm

größer als das Strahler-Schutzrohr, einer Planfläche, einer eingearbeiteten Ringnut für O-Ringdichtungen, zwei angearbeiteten Schrägen, einer Innenverzahnung sowie radial angeordneten Gewindebohrungen und Langlochbohrungen für Senkkopfschrauben.

[0021] Die bevorzugten Langlochbohrungen ermöglichen eine variable Zahnversetzung durch Drehen der einzelnen Ringelemente untereinander zur Fluidführung.

[0022] Durch die angearbeiteten Schrägen an den Ringelementen bildet sich zwischen zwei übereinanderliegenden Ringelementen eine sich zur Strahlenquelle öffnende Keilnut.

[0023] Der Öffnungswinkel kann zwischen $< 10^\circ$ bis $> 120^\circ$ frei gewählt werden. Die Tiefe der Keilnut entspricht der Zahntiefe. Die Zahntiefe ist weitestgehend von der Aufgabenstellung und der Transmission der zu bearbeiteten Fluide abhängig und kann Tiefen von < 2 mm bis > 30 mm aufweisen.

Verzahnung:

[0024] Die Innenverzahnung der Ringelemente kann achsparallel, als gerade Verzahnung oder als Schrägverzahnung variabel von 0 bis $> 60^\circ$ ausgelegt werden.

[0025] In einer bevorzugten Bauform sind die Zahnflanken so ausgelegt, dass der Strahlenquelle eine optimale Fläche dargeboten wird und eine Beschattung ausgeschlossen ist. Durch die Zahnform, die Zahntiefe und der ausgebildeten radialen Keilnut können die Ringelemente eine um den Faktor 3 größere Oberfläche aufweisen als eine glatte unstrukturierte Rohrrinnenwandung.

[0026] Es hat sich gezeigt, dass die bevorzugte Oberflächenvergrößerung in Verbindung mit der optimierten Axial- und Radialdurchmischung eine signifikante Steigerung der Oxidationsergebnisse ergeben.

[0027] In einer besonders bevorzugten Bauform weisen die Ringelemente eine Schrägverzahnung auf. Das Fluid wird in dieser Bauform wendelförmig durch den Reaktor geführt. Die Wegstrecke kann gegenüber einer axialen Strömung um mehr als 50% gesteigert werden.

[0028] Es hat sich gezeigt, dass ein stetiger und schneller Austausch der zu behandelnden Fluide mit der Beschichtung der Kontaktfläche im Rohrreaktor das Oxidationsverhalten positiv beeinflusst.

[0029] Ganz besonders bevorzugt ist ein Wechsel von Rechtsverzahnung und Linksverzahnung. Auf diese bevorzugte Weise kann das Fluid nach z. B. 90° , 180° oder 360° umgeleitet werden.

[0030] Eine weitere bevorzugte Bauform ist die Zahnversetzung. In dieser Auslegungsvariante sind die Zähne so versetzt, dass auf eine Zahnücke im darüberliegenden Ringelement ein Zahn eine Prallfläche bildet und den Fluidstrom teilt.

[0031] In einer bevorzugten Auslegung werden segmentweise unterschiedliche Zahngrößen bzw. Ringelemente ohne Verzahnung eingesetzt. Der Abstand zum Schutzrohr kann von < 2 mm bis > 15 mm variieren. Auf diese Weise können sowohl beruhigte wie auch beschleunigte Zonen im kontinuierlich durchströmten Reaktor geschaffen werden.

Reaktor Kopfteil-Kopfplatte:

[0032] Das Reaktor Kopfteil ist zweiteilig ausgelegt.

[0033] Die wesentlichen Bauteile sind
 a) Kopfplatte mit radial eingebrachten Durchgangsbohrungen (Fluidablauf), eine UV-Strahlerhalterung, eine Schutzglashalterung sowie eine fluiddichte UV-Strahlereinhausung mit Kabelkanal
 b) Fluidablauf

Messtechnik:

[0034] In einer bevorzugten Variante des UV-Rohrreaktors sind Messeinrichtungen vorgesehen unter anderem nach Bedarf

- UV-Sensor
- Trübung
- Temperatur
- UV-Intensität
- Leitfähigkeit
- pH-Wert

UV-Strahler:

[0035] Der erfindungsgemäße M-UV-Rohrreaktor kann mit Niederdruck- und Mitteldruckstrahlern betrieben werden.

[0036] Die Auslegung ist im Wesentlichen abhängig von der Aufgabenstellung sowie der Transmission der zu behandelnden Fluide.

[0037] Möglich sind
 • UV-C
 • UV-B
 • UV-A Strahler

Mit einer elektrischen Leistung $< 0,5$ kW bis $> 10,0$ kW

[0038] In der besonders bevorzugten Hauptanwendung Oxidation kommen überwiegend UV-A Niederdruck und UV-A Mitteldruckstrahler mit der Hauptwelle 365 nm zur Anwendung.

[0039] In der besonders bevorzugten UV-C Desinfektion kommen überwiegend UV-C Niederdruck- oder UV-C Mitteldruckstrahler mit der Hauptwelle 254 nm zur Anwendung.

Schutzglas-Schutzrohr:

[0040] Die Strahlerhüllrohre bestehen aus UV-durchlässigem Quarzglas oder Borosilikatglas.

[0041] In einer bevorzugten Auslegung sind die Strahlerhüllrohre mit einer UV-durchlässigen Antihafbeschichtung versehen.

[0042] In der besonders bevorzugten Hauptanwendung Oxidation, sind alle der UV-Quelle zugewandten Flächen mit Titandioxid beschichtet.

[0043] In der alternativ bevorzugten Desinfektion können alle der UV-Quelle zugänglichen Flächen

- a) als Spiegelflächen ausgelegt sein,
- b) mit Silber beschichtet sein,
- c) mit Kupfer beschichtet sein,
- d) mit anderen bakterizid und/oder viruzid wirkenden Beschichtung versehen sein,
- e) aus einer Kombination aus a/b/c/d bestehen.

Strömungen im M-UV-Reaktor:

[0044] In einer ganz besonders bevorzugten Bauform wird das zentrisch angeordnete Schutzrohr mit Rundboden zentrisch durch den Reaktorboden angeströmt. Das zufließende Fluid wird gleichmäßig in der Reaktorkammer verteilt und strömt in den Freiräumen zwischen dem Strahlerschutzrohr und dem Reaktormantel zur Reaktorkopfplatte.

[0045] Die Kopfplatte weist eine Vielzahl radial angeordneter Durchgangsbohrungen auf, welche das Fluid zum Fluidablauf leiten. Bedingt durch die umlaufend gleichmäßig angebrachten Verzahnungen und Keilnuten ist die Strömung in der gesamten Reaktorkammer über 360° gleichmäßig.

[0046] Das Strömungsverhalten einer Flüssigkeit hängt von der Geometrie und Beschaffenheit der Wände der Reaktorkammer, den thermodynamischen Eigenschaften des Fluides und der Strömungsgeschwindigkeit ab.

[0047] Mit Methoden der Chaos-Kontrolle könnte es gelingen, geeignete Strömungsmuster einzustellen oder besonders ungünstige zu verhindern.

[0048] In dieser bevorzugten Bauform, ist die Ausbildung von störenden Strömungskanälen, die in der Regel einen negativen Einfluss auf die Oxidation bzw. Desinfektion ausüben, ausgeschlossen.

[0049] Eine Reaktorreinigung ist auf einfache Weise möglich. Nach einer Demontage des Reaktorkopf- teils, der Kopfplatte mit Strahler und Schutzrohr, ist der Innenraum frei zugänglich.

Literatur:

[0050] Der beschriebene M-UV-Rohrreaktor deckt eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen zur UV-Bestrahlung und/oder UV-Oxidation von Flüssigkeiten ab und reicht von den Anwendungen, in denen bisher reine Ringspaltreaktoren eingesetzt werden bis hin zu den Anwendungsbereichen einfacher Durchströmreaktoren für große Durchflüsse.

[0051] UV-Reaktoren mit wendelförmiger Fluidführung sind in den Patentschriften US 5 433 738 EP 1916 224 A1 beschrieben.

Verweilzeitverhalten und Kontaktflächen:

[0052] In der Reaktor Anwendung Oxidation und Titandioxidbeschichtung ist die im Verhältnis zur glatten Rohrwandung besonders bevorzugte große Oberfläche von besonderer Bedeutung.

[0053] Die Halbwertszeit der photokatalytisch erzeugten Hydroxylradikale (OH-Radikal) ist sehr gering. Der stetige Fluidaustausch an der Reaktorinnenwandung hat einen erheblichen Einfluss auf das Oxidationsergebnis. Die photokatalytische Reaktion ist im Wesentlichen von der Transmission der zu behandelnden Fluide abhängig.

Figuren:

[0054] Anhand der nachfolgenden Figuren wird die Erfindung näher erläutert: Die dargestellten Ausführungsbeispiele sind dabei nicht einschränkend zu verstehen, sondern sollen lediglich Ausführungsvarianten der Erfindung verdeutlichen.

[0055] Es zeigen:

[0056] Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch einen Teil des Reaktors mit allen wesentlichen Einbauten

[0057] Fig. 2 eine Prinzipdarstellung der Reaktorkopfplatte **50** ohne Strahlereinhausung

[0058] Fig. 2 a eine schematische Schnittansicht der Reaktorkopfplatte **50**

[0059] Fig. 3 eine Prinzipdarstellung aller relevanten Teile im Reaktorkopf in Schnittansicht

[0060] Fig. 4 die schematische Darstellung eines Ringelementes **12** in Draufsicht mit den radialen Langlöchern **14**, den Bohrungen mit Gewinde **15**, der Ringnut **17** zur O-Ringaufnahme sowie eine der möglichen Zahngeometrien **16**

[0061] Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines Ringelementes **12** mit unterschiedlichen Zahntiefen **30**

[0062] Fig. 6 eine Prinzipdarstellung eines Ringelementes **12** mit unterschiedlich angearbeiteten Keilnuten **13**

[0063] Fig. 6a eine Prinzipdarstellung eines Ringelements **12** in Schnittansicht mit den angearbeiteten Flächen **13** zur Keilnutausbildung bei übereinanderliegenden Ringelementen **12**

Beispiele:

Beispiel 1

M-UV-Rohrreaktor für die Hauptanwendung
Oxidation mit Titandioxidbeschichtung

[0064] Der UV-Rohrreaktor gemäß Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 besteht aus einem zentrisch eingebauten UV-A Niederdruck oder Mitteldruckstrahler **20** mit der Hauptwelle 365 nm und einer Länge von < 300 mm bis > 850 mm. Die elektrische Strahlerleistung kann von < 0,5 kW bis > 10,0 kW betragen.

[0065] Die Durchflussleistung kann in Abhängigkeit der Baugröße von < 0,5 m³/h bis > 80 m³/h betragen.

[0066] Der zentrisch gelagerte, nicht medienberührte UV-Strahler **20** wird von einem oben offenen Quarz- oder Borosilikatglasrohr **21** umgeben. Auf der Anströmseite weisen die Schutzrohre **21** einen Rundboden auf.

[0067] Die offene Seite des Schutzrohres **21** ist in der Reaktorkopfplatte **50** an der Schutzglashalterung **53** steriltechnisch durch 2 O-Ringe **17** abgedichtet.

[0068] Die Stromzufuhr erfolgt durch den Kabelkanal **54** in der Kopfplatte **50** und ist durch die Strahlereinhausung **56** ebenfalls steriltechnisch nach dem Stand der Technik abgedichtet.

[0069] Das äußere Reaktorrohr **21** ist aus den Ringelementen **11** und **12** gebildet. Die Ringelemente **11** und **12** werden ebenfalls durch O-Ringe **17** steriltechnisch abgedichtet und durch die außenliegenden Gewindebohrungen **15** und den radialen Langlochbohrungen **14** zu einem in der Länge variablen Rohr verbunden. Einzelne Ringelemente **11** oder **12** sind mit ebenfalls steriltechnischen Aufnahmen **40** für unterschiedliche Messtechniken versehen.

[0070] Das aus den Ringelementen **12** gebildeten Reaktorrohr **23** weist im Fuß- und Kopfbereich jeweils ein Ringelement **11** ohne Verzahnung auf. Die Ringelemente **11** weisen den Zahnfußdurchmesser der Ringelemente **12** auf.

[0071] Der Fluidzustrom erfolgt durch den Reaktorfuß **1**. Der Reaktorfuß ist eine komplette Bauteilgruppe und besteht aus den wesentlichen Bauteilen, Bodenplatte **4** mit Bohrungen zur Befestigung, einen aus drei Teilen bestehenden Ständerwerk **6**, dem Reaktorboden **5**, dem Fluidzulauf **2** sowie aus der Ablassleitung **3**.

[0072] Die aus den Ringelementen **11** und **12** gebildete Reaktorkammer **22** wird durch die Reaktorkopfplatte **50** abgeschlossen.

[0073] Das Reaktorkopfteil ist ebenfalls ein komplettes Bauteil, bestehend aus der UV-Strahlerhalterung **52**, der Schutzglashalterung **53** mit der O-Ringaufnahme **17**, dem Kabelkanal **54**, der UV-Strahlereinhausung **56** sowie den radial eingebrachten Durchgangsbohrungen **51** als Verbindung zur Fluidablaufkammer **57**. Der Fluidablauf erfolgt über die Ablaufleitung **59**.

[0074] Die Freifläche der Durchgangsbohrungen **51** entsprechen in Ihrer Gesamtfläche dem Querschnitt der Fluidzulaufleitung **2** bzw. Ablaufleitung **59**.

[0075] Durch die Anordnung der radial eingebrachten Durchgangsbohrungen **51** in der Kopfplatte **50** wird die Ausbildung von Strömungskanälen unterbunden.

[0076] Der Fluidstrom wird kontinuierlich und gleichmäßig geführt, die spezielle geometrische Anordnung gewährleistet eine optimale UV-Strahlernutzung.

[0077] Die aus den Ringelementen **11** und **12** gebildete Reaktorkammer **22** kann als komplettes Bauelement ausgetauscht und für gegebenenfalls unterschiedliche Aufgaben auf einfache Weise umgerüstet werden.

[0078] Die Verbindungen der Reaktorkammer **22** zu den Bauteilen Reaktorfuß **1**, der Kopfplatte **50** sowie der Fluidauslaufkammer **57** sind in steriltechnisch einwandfreien Flanschverbindungen und/oder in steriltechnisch nach dem Stand der Technik zugelassenen Ausführungen möglich.

[0079] Durch Abnehmen der Kopfplatte **50** ist die Reaktorkammer **22** für notwendige Reinigungsarbeiten einfach und frei zugänglich.

Beispiel 2

Fluidströmung im M-UV-Rohrreaktor

[0080] Das Fluid strömt durch den zentrisch angebrachten Fluidzulauf **2** in die Reaktorkammer **22**.

[0081] Der Fluidstrom wird am Rundboden des zentrisch angebrachten Schutzrohres **21** gleichmäßig in der Reaktorkammer **22** verteilt.

[0082] Das untere Ringelement **11** weist keine Verzahnung **30** auf, das erste Ringelement **12** mit der Verzahnung **30** und der Titandioxidbeschichtung ist am Übergang von Rundboden zur zylindrischen Wandung des Schutzrohres **21** angebracht. Im oberen Teil der Reaktorkammer **22** enden die verzahnten Ringelemente **12** im Bereich der Schutzglashalterung **53**. Das oberste Ringelement **11** weist ebenfalls keine Verzahnung auf.

[0083] Das Fluid wird durch die Durchgangsbohrungen **51** in die Fluidablaufkammer **57** geleitet und über die Ablaufleitung **59** ausgetragen.

Radiale Strömung

[0084] Die Verzahnung **30** der Ringelemente **12** ermöglicht bei entsprechender Schrägstellung der Verzahnung **30** z. B. einem Schutzglasdurchmesser von 90 mm eine 360° Wendel auf 10 cm Reaktorlänge. Die durchgängige Verzahnung **30** gewährleistet, dass das belastete Fluid im gesamten Reaktorraum **22** kontrolliert und konstant geführt wird. Die Kontaktfläche am Strahlerschutzrohr und der Titandioxid beschichteten Oberfläche der Ringelemente **12** wird durch die schrägverzahnte Wendelführung erheblich vergrößert.

[0085] Durch eine entsprechende Rechts-Linksverzahnung **30** der Ringelemente **12** kann die Drehrichtung der belasteten Fluide umgekehrt bzw. der Anforderung nahezu beliebig angepasst werden.

[0086] Eine getaktete Oszillierung über z. B. 360°/180°/90°/45° des Fluidstromes über die gesamte Reaktorlängsachse kann auf einfache Weise durch einen Wechsel von Rechts- und Linksverzahnung der Ringelemente **12** umgesetzt werden.

Querdurchmischung

[0087] Die Ringelemente **12** weisen am Innendurchmesser angebrachte, radiale Schrägflächen **13** auf, zwei aufeinander liegende Ringelemente **12** bilden eine radiale Keilnut **13** aus.

[0088] Durch die in die Ringelemente **12** eingebrachten radialen Langlöcher **14** wird die Verzahnung **30** der übereinanderliegenden Ringelemente **12** so ver-

setzt, dass über einen Zahnfreiraum ein Zahn angeordnet ist. Der angeströmte Zahn **30** bildet dadurch eine Prallfläche und verteilt das durchströmende Fluid auf mindestens 2 darüberliegende Zahnfreiräume auf.

[0089] Insgesamt ergeben sich dadurch eine rotierende Strömung, Wirbel in den Keilnuten und an den Prallflächen. Durch diese vielschichtige, turbulente Strömung ist ein konstanter Fluidaustausch an der UV-Strahlenquelle **20** und der Oberfläche der Ringelemente **12** in der Reaktorkammer **22** gegeben. In der Hauptanwendung Oxidation sind alle der Strahlenquelle **20** zugewandten Flächen der Ringelemente **12** mit Titandioxid beschichtet.

[0090] Durch die Geometrie der Verzahnung **30** und der Ausbildung der radialen Keilnuten **13** wird die innere Oberfläche in der Reaktorkammer **22** signifikant vergrößert.

[0091] Eine große Oberfläche begünstigt das Zusammentreffen der photokatalytisch erzeugten Hydroxylradikale (OH-Radikal) mit Reaktionspartnern im Fluid.

Beispiel 3

[0092] In der alternativen sekundär Anwendung UV-C Bestrahlung zur Desinfektion, kommen überwiegend UV-C Strahler mit der Hauptwelle 254 nm zur Anwendung. Der Aufbau des M-UV-Rohrreaktors ist grundsätzlich der gleiche wie in Beispiel 1 und 2 beschrieben.

[0093] Unterschiedlich gestaltet sich lediglich die Beschichtung der Ringelemente **11** und **12**.

[0094] Alle der UV-Strahlerquelle zugänglichen Flächen der Ringelemente **11** und **12** können als

- a) Spiegelflächen ausgelegt sein,
- b) eine Silberbeschichtung aufweisen,
- c) eine Kupferbeschichtung aufweisen,
- d) andere bakterizid und/oder viruzid wirkende Beschichtungen aufweisen.
- e) eine Kombination aus a/b/c/d aufweisen.

[0095] Auch in der Anwendung Desinfektion wirkt sich die Oberflächenvergrößerung durch die das Reaktorrohr **23** bildenden Ringelemente **12** vorteilhaft auf die Desinfektionsleistung aus.

Bezugszeichenliste

1	Reaktorfuß
2	Fluidzulauf
3	Ablassventil-Ablassleitung
4	Bodenplatte
5	Reaktorboden
6	Ständerwerk

- 11 Ringelemente ohne Verzahnung
- 12 Ringelemente mit Verzahnung
- 13 Radiale Keilnut angearbeitete radiale Schrägflächen
- 14 Radiales Langloch
- 15 Bohrungen mit Gewinde
- 16 Mögliche Zahngeometrie
- 17 O-Ringaufnahme
- 20 UV-Strahler-Strahlungsquelle
- 21 Quarz- bzw. Borosilikatglas (Schutzrohr)
- 22 Reaktorkammer
- 23 Reaktorrohr
- 30 Mögliche Zahnform-Zahntiefen
- 40 Sensorenmessinstrumente
- 50 Reaktorkopfteil-Kopfplatte
- 51 Durchgangsbohrungen-Fluidablauf
- 52 UV-Strahlerhalterung
- 53 Schutzglashalterung
- 54 Kabelkanal
- 55 Bohrungen für Senkkopfschrauben
- 56 UV-Strahlereinhausung
- 57 Fluidablaufkammer
- 58 Fluidströmung
- 59 Ablaufleitung

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5433738 [0051]
- EP 1916224 A1 [0051]

Patentansprüche

1. M-UV-Rohrreaktor zur Aufnahme zentrisch gelagerter ultravioletter Strahlungsquellen (20) mit unterschiedlichen Strahlungsspektren von < 200 nm bis > 400 nm als UV-C/UV-B/UV-A Strahler (20), der von einem UV-durchlässigen Quarz oder Borosilikatrohr (21) umgeben vor direktem Kontakt mit dem Fluid geschützt, sich in einem die Strahlenquelle (20) umgebenden Reaktorrohr (23) aus stapelbaren Ringelementen (11) (12) befindet und so eine Reaktorkammer (22) ausbildet, wobei die Reaktorkammer (22) mit einem Fluidzulauf (2) und ringförmig angeordneten Fluidabläufen (51) verbunden ist und vom Fluid in Längsrichtung durchströmt wird und Messinstrumente (40) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die gerade oder schrägverzahnten Ringelemente (12) mit der angearbeiteten radialen Keilnut (13) das Reaktorrohr (23) bilden, wobei die Zahngeometrie (16) variabel ist und die Zahntiefe (30) von < 2 mm bis > 30 mm ebenfalls eine variable Größe darstellt und die der UV-Quelle (20) zugewandten Flächen der Ringelemente (11) (12) eine Titandioxidbeschichtung, eine bakterizid oder viruzid wirkende Beschichtung oder Spiegelflächen aufweisen.

2. M-UV-Rohrreaktor nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die innen verzahnten Ringelemente (12) eine variable Schrägverzahnung in Links- oder Rechtsausführung aufweisen.

3. M-UV-Rohrreaktor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innen verzahnten Ringelemente (12) eine Steigung von Achsparallel bis > 60° aufweisen.

4. M-UV-Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innenverzahnten Ringelemente (12) versetzt übereinander angebracht sind.

5. M-UV-Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innenverzahnten Ringelemente (12) alternierend in Links-Rechtsverzahnung angeordnet sind.

6. M-UV-Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innenverzahnten Ringelemente (12) eine Mehrfachwendel ausbilden.

7. M-UV-Rohrreaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid durch die Bohrungen (51) in der Kopfplatte (50) aus der Reaktorkammer (22) ausgeleitet wird.

8. M-UV-Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch die Ringelemente (11) (12) gebildete Reaktorrohr

(23) austauschbar und nach Aufarbeitung wieder verwendbar ist.

9. Verwendung eines M-UV-Rohrreaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Oxidation und/oder Bestrahlung flüssiger Fluide insbesondere Viren und/oder Mikroorganismen enthaltende Flüssigkeiten, besonders bevorzugt in der kommunalen und industriellen Abwasserbehandlung, der Prozesswasserbehandlung der produzierenden Industrie, wie Lebensmittelindustrie, Pharmaindustrie und zur Elimination von Wirkstoffen aus transgenen Tieren oder Pflanzen oder Medikamentenrückständen sowie der Behandlung von Brauchwasser, Kühlwasser und anderen Applikationen.

10. M-UV-Rohrreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Reaktorkammer (22) eine variable Anpassung erfolgt und Fluidfilme von < 2 mm bis > 30 mm mit einer elektrischen UV-Strahlerleistung < 0,5 kW bis > 10 kW behandelt werden können, indem in der Reaktorkammer (22) durch die Verzahnung (30) der Ringelemente (12) und der radialen Keilnuten (13) sowohl Dean-Wirbel-Strömungen, radiale Strömungen wie auch turbulente Strömungen erzeugt werden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

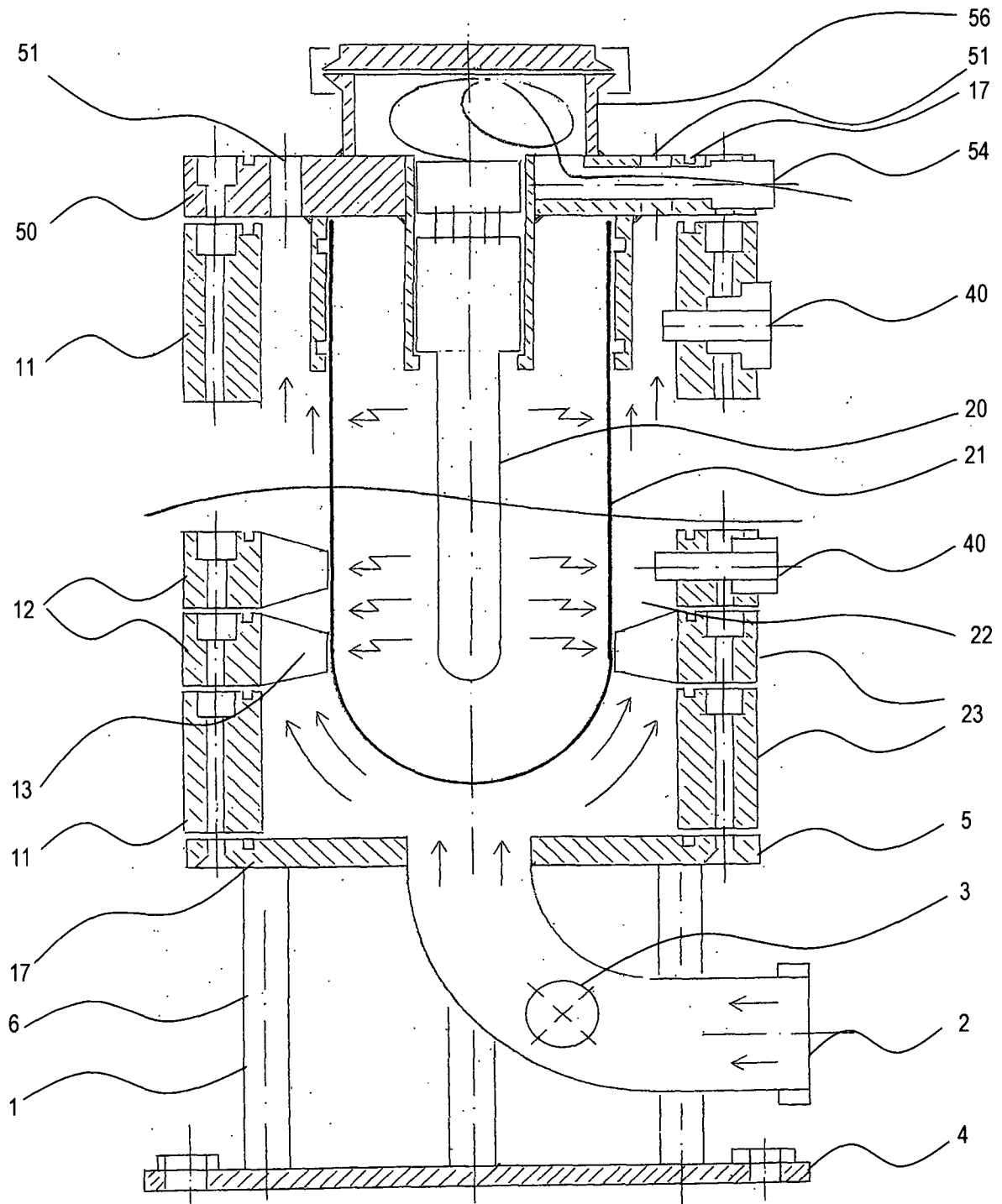


Fig. 2

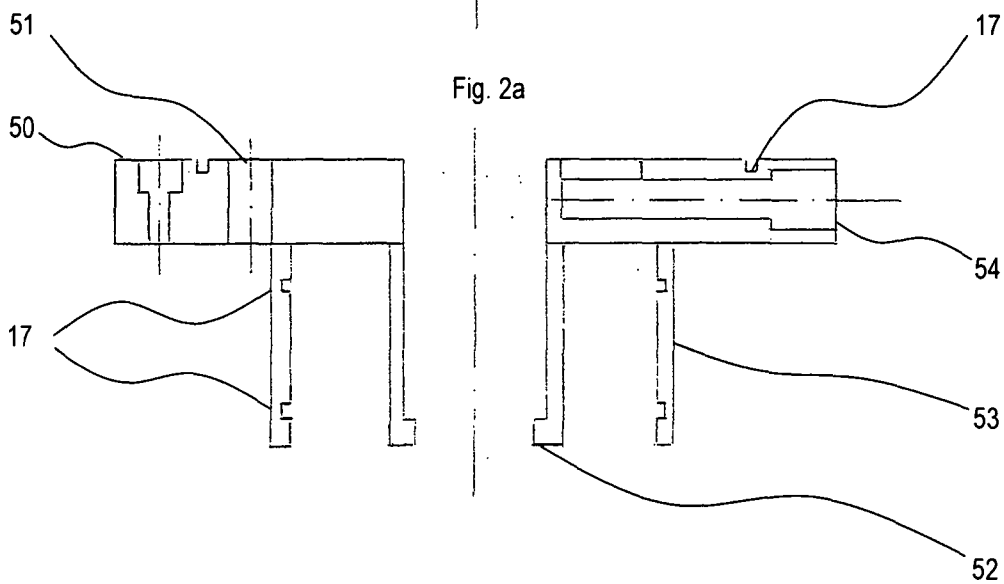
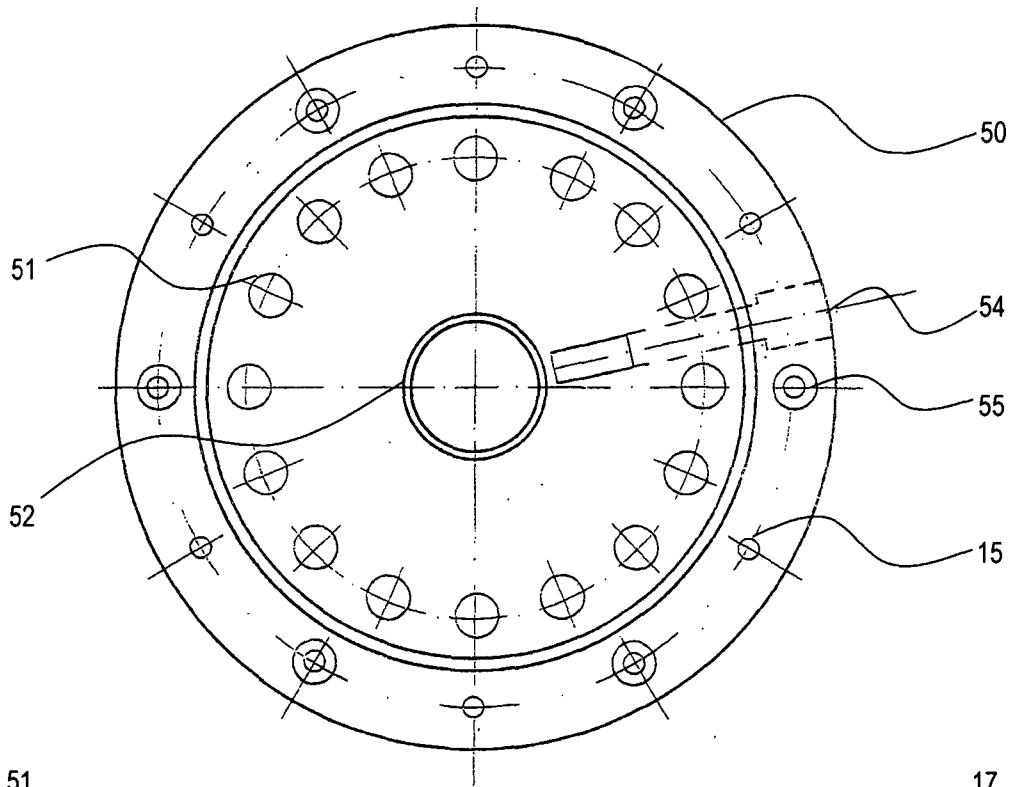


Fig. 2a

Fig. 3

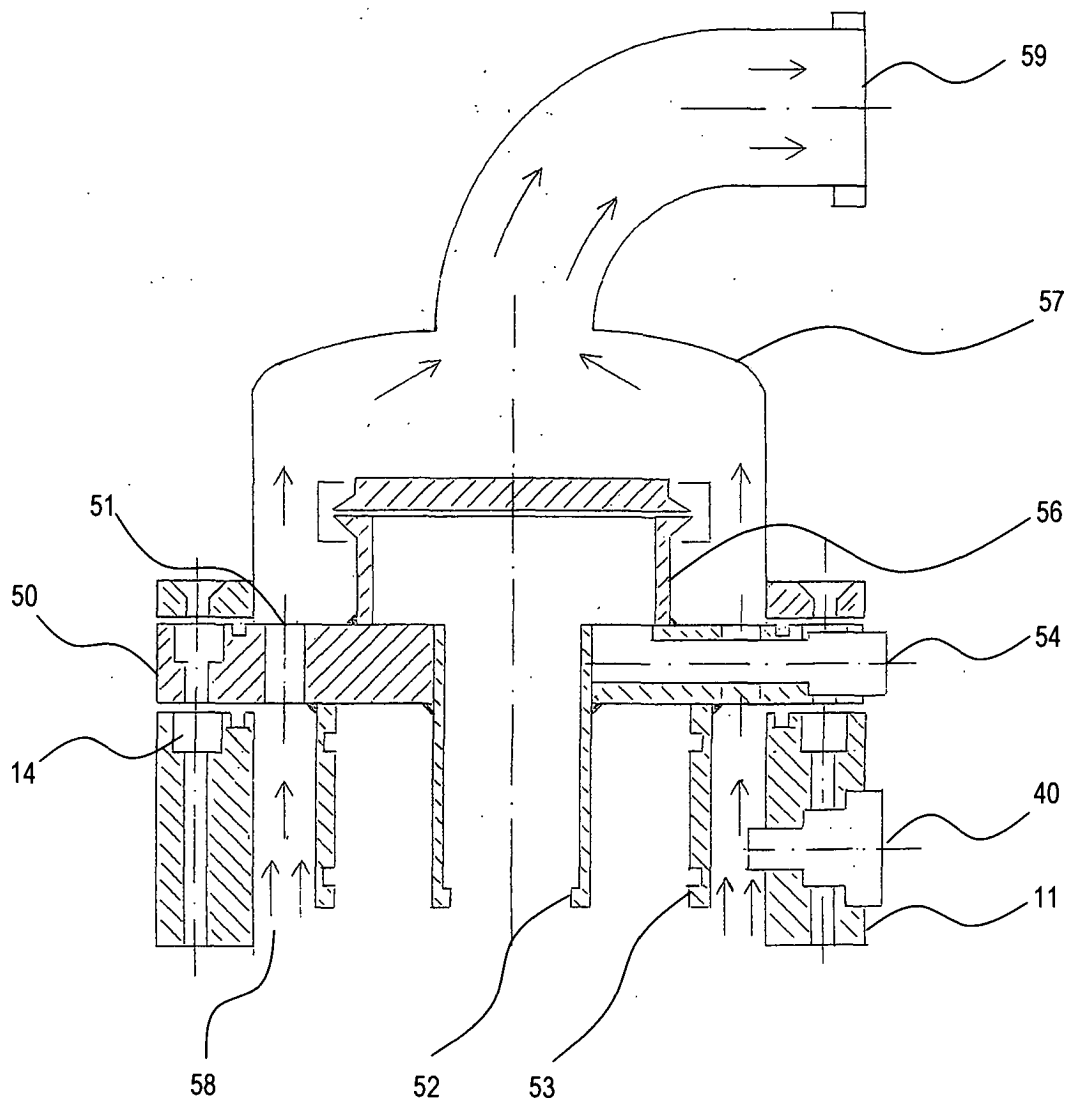


Fig. 4

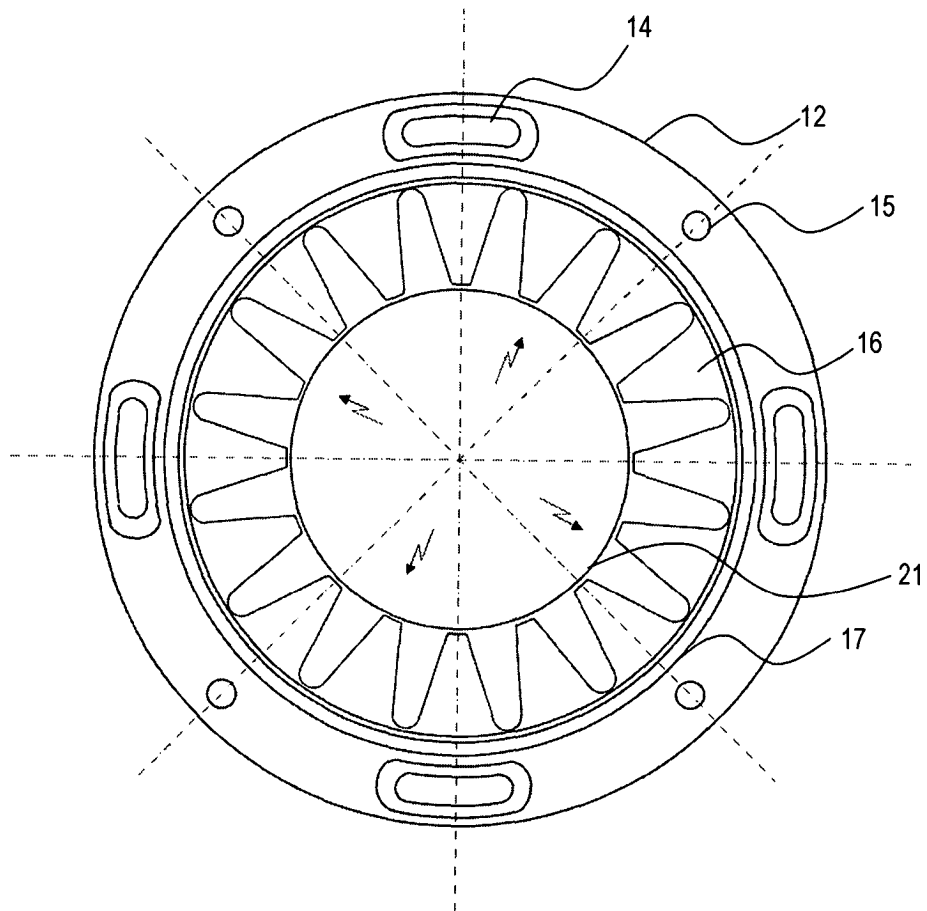


Fig. 5

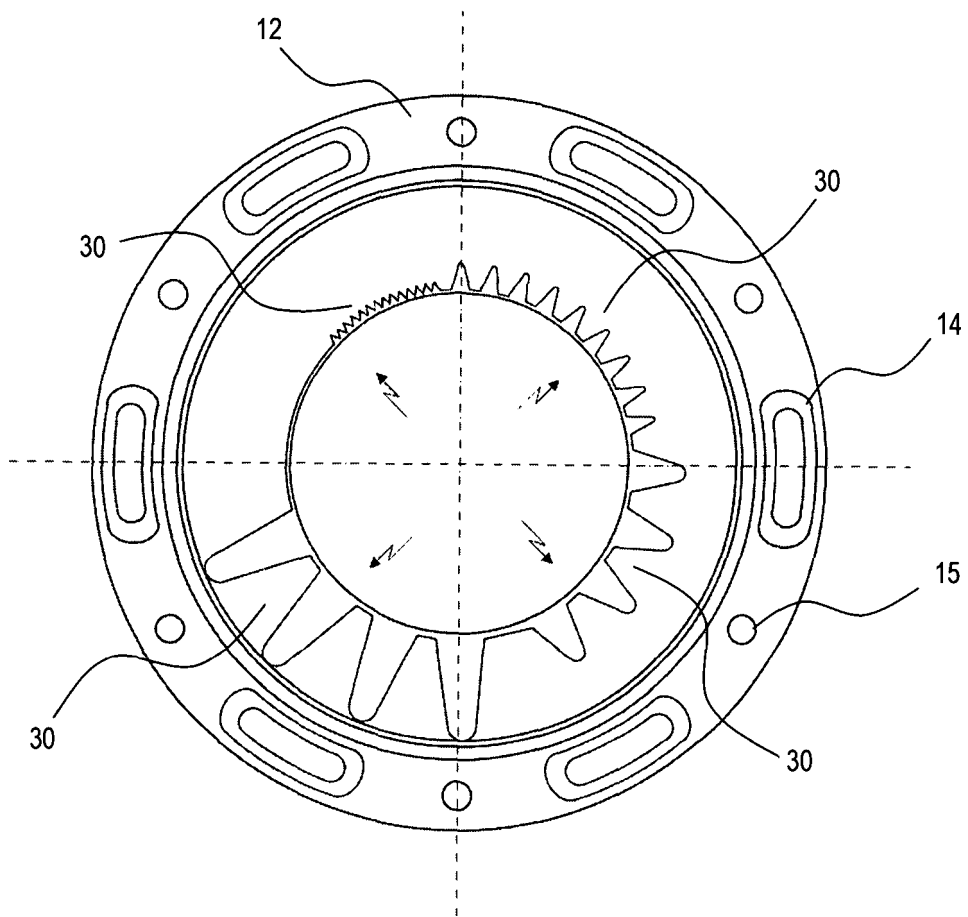


Fig. 6

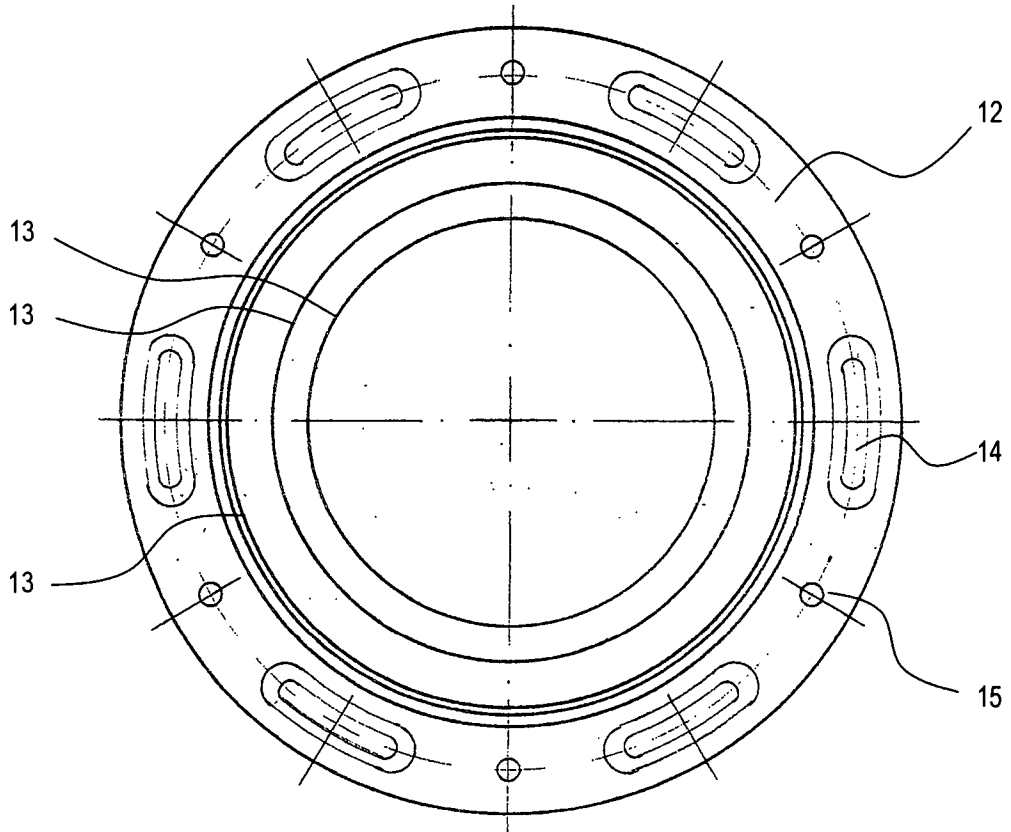


Fig. 6a

