



(19) **DANMARK**



(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **149323 B**

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(21) Patentansøgning nr.: **3156/78**

(51) Int.Cl.⁴: **A 61 L 2/10**

(22) Indleveringsdag: **14 jul 1978**

C 02 F 1/32

(41) Alm. tilgængelig: **07 feb 1979**

(44) Fremlagt: **05 maj 1986**

(86) International ansøgning nr.: –

(30) Prioritet: **06 aug 1977 DE 2735550**

(71) Ansøger: **GUENTHER O. *SCHENCK; Muelheim-Ruhr, DE.**

(72) Opfinder: **Samme.**

(74) Fuldmægtig: **Per Jacobsens Patentbureau**

(54) **Fremgangsmåde til rensning, især afkimning og
desinficering, af flydende medier, og anlæg til
udførelse af fremgangsmåden**

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til rensning, især afkimning og desinficering, af flydende medier af den i indledningen til krav 1 angivne art.

Opfindelsen angår også et anlæg til udførelse af den omhandlede fremgangsmåde af den i indledningen til krav 6 angivne art.

Fremgangsmåder og anlæg af den angivne art anvendes med fordel i stedet for kemiske midler til fjernelse af patogener og andre uønskede mikroorganismer som bakterier, sporer, svampe, alger, virus eller forureninger som cancerogene aromater, halogen- og især chlorforbindelser, f.eks. chlorphenol, og er kendt bl.a. fra USA patentskrifterne nr. 2.669.661 og nr. 4.012.321.

Bestråling med ultraviolette stråler kan anvendes til drikkevandsanlæg og især i forbindelse med ionbytningsanlæg og anlæg med omvendt osmose. Svømmebadsvand kan desificeres, så at det kan drikkes. Bestråling kan også anvendes ved cirkulerende vand eksempelvis i klimaanlæg i sygehuse, og afkimningen kan være væsentlig større end nødvendig til drikkevand, f.eks. til øjenpræparater eller ved spuling i operationsrum. Andre anvendelser er f.eks. i bryggerier og drikkevareindustri, i næringsmiddelindustri og den medicinale og kosmetiske industri, ved spildevandsrensning og ved fremstilling af rent havvand til biotekniske formål.

Photokemiske reaktioners princip må tages i betragtning ved den praktiske udførelse. I almindelighed er koncentrationen af de forureninger, der skal fjernes, meget lav. I praksis bestemmes absorptionen af andre stoffer, hvis absorption konkurrerer med mikroorganismernes absorption. Man søger derfor at udnytte photonstrømmen bedst mulig. I almindelighed anvendes lagtykkelser, i hvilke 90% af fotonerne absorberes, da der ved fordobling af lagtykkelsen kun absorberes yderligere 9%, og i teknikken betegnes denne lagtykkelse med 90% absorption som den "virksomme indtrængningsdybde". Den kan i rent vand ved en bølgelængde på 254 nm være et multiplum af 10 cm, men kan i mælk være blot brøkdele af millimeter.

Gennemfører man ultraviolet bestråling til inaktivering af 90-99% af de oprindelige forureninger, viser der sig et eksponentielt forløb som ved analoge photokemiske reaktioner. Det har imidlertid vist sig, at der i de kendte reaktorer i større afstand fra strålingskilden er en ringe rensning. Det er i og for sig ikke så meget indgangskoncentrationens inaktivering (antal kim per rumfangsenhed), men mere mængden af rensset medium med en forlangt rensningsgrad (f.eks. 10^{-6}) der har interesse. Her har det vist sig vildledende at arbejde med begrebet "virksom indtrængningsdybde". Ifølge Lamberts absorptionslov kommer det i det gennemstrålede lag til en inhomogen fordeling af hastigheden af rensningen. I de kendte gennemstrømningsreaktorer kommer der en logaritmisk fordeling af rensningsgraden, der er væsentlig ringere i større afstand fra strålingskilden.

Til inaktivering af en mikroorganisme i det for vandrensning nødvendige dosisområde gælder, hvis mikroorganismekoncentrationen er N_0 , at denne reduceres til N_t ved tidspunktet ved en dosis $E \cdot t$, hvor E = bestrålingsstyrken og t = varigheden af bestrålingen på følgende måde, idet k = en for arten karakteristisk konstant:

$$N_t = N_0 \cdot 10^{-E \cdot t \cdot k}$$

Ved parallelt rettet stråling gælder, at bestrålingsstyrken E efter Lamberts absorptionslov aftager eksponentielt med lagtykkelsen af mediet og at kimtallet N efter bestrålingstiden t reduceres efter følgende ligning:

$$N_t = N_0 \cdot 10^{\frac{-k}{2.303} \cdot t \cdot G \cdot E \cdot 10^{\frac{-\alpha}{2.303} d}}$$

I denne ligning er α den logaritmiske absorptionskonstant af det gennemstrålede medium og d er lagtykkelsen af dette i cm.

Er strålingen ikke parallel, ændres bestrålingsstyrken svarende til reaktorens geometri, hvorfor der i denne ligning er taget hensyn hertil ved en geometrifaktor G .

Der kendes en fotoreaktor med omtrent parallelt rettet indstråling, ved hvilken strålingskilden er anbragt over overfladen af det bestrålede medium i en reflektor, jvf. M. Luckiesch, Applications of germicidal, erythematous and infrared energy, Van Nostrand, New York 1946, s. 257-265, og skriftet "Germicidal lamps and applications", LS-179, General Electric Company. Fotoreaktorer af denne art er dog kun anvendelige til frit flydende medier, ikke i et trykssystem, hvori mediet under tryk befordres gennem reaktoren. Det er tidligere foreslået at udforme reaktoren ringformet og anbringe strålingskilden i ringen, f.eks. en kviksølvhøjtrykslampe (W. Buch, vandrensningsapparat "Uster", AEG-Mitteilungen 1936 nr. 5, s. 178-181) eller en kviksølvlavtrykslampe (K. Wuhrmann, Desinfektion von Wasser mittels Ultraviolett-Bestrahlung", Gas/Wasser/Wärme 1960, bind 14, s. 100-102) eller flere kviksølvlavtrykslamper (P. Ueberall, "Die chemikalienfreie Trink- und Brauchwasserentkeimung mit ultravioletten Strahlen", Die Stärke 1969, bind 21, s. 321-327). Det er også tidligere foreslået, jvf. DT-OS nr. 2.119.961, at anbringe flere lamper i en ringformet reaktor koncentrisk omkring den i reflektorer, og at anbringe andre lamper indvendig, jvf. DT-OS nr. 2.205.598. Til reaktorer med radial strålingskilde hører også sådanne, der som en neddykket lampe er anbragt i en beholder, jvf. L. Grün, M. Pitz, UV-Strahlen in Düsenkammern und Luftkanälen von Klämanlagen in Krankenhäusern, Zbl. für Hygiene, I. Abteilung Orig. 1974, bind 8 159, s. 50-60.

Selv om den effektive indtrængningsdybde ved 90% absorption er kendt for mange medier, har de kendte reaktorer i almindelighed sådanne lagtykkelser, som kun er brøkdele heraf. For afkimning af drikkevand på skibe findes endog den forskrift, at lagtykkelsen af mediet ikke bør overstige 7,62 cm (Department of Health etc., "Policy Statement on Use of the Ultraviolet Process for Disinfection of Water", 1. april 1966).

Denne indskrænkning af reaktordiameteren medfører, at den anvendte energi ikke udnyttes i tilfælde af gunstige transmissionsfaktorer. Det er blevet forsøgt at anvende forspejlede vægge til afhjælpning heraf, men uden brugbart resultat.

Bestråler man med parallelle stråler et lag med 90% absorption og med så høj dosis, at afkimningen i det første lag med 10% absorption når 10^{+10} , fås efter den foranstående ligning en inhomogenitet af afkinningsgraden, som når fra 10^{+9} i det første lag til 10^{+1} i det sidste lag. Gennemsnitlig opnås en afkinningsgrad af størrelsesordenen 10^{+2} , hvilket er lidet tilfredsstillende, når henses til, at den teoretiske afkinningsgrad under antagelse af en ikke logaritmisk faldende bestrålingsstyrke er af størrelsesordenen 10^{+4} .

Formålet for den foreliggende opfindelse er derfor at anvise en fremgangsmåde og et anlæg til udførelse af fremgangsmåden, hvorved der opnås den bedst mulige udnyttelse af den fra strålingskilden udgående UV-stråling ved højest mulig ydelse.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er ejendommelig ved det i den kendetegnende del af krav 1 anførte.

Opfindelsen hviler på den erkendelse, at man ved at dele reaktoren på den anviste måde kan vælge lagtykkelsen i bestrålingskamrene således, at ændringen i bestrålingsstyrken i lagtykkelsen ikke har en alt for ugunstig indflydelse på strålingsøkonomien.

Der opnås herved i hvert bestrålingskammer en mindre inhomogen fordeling af afkinningsgraden.

Ved en lagtykkelse til 90% absorption kan en fire- eller femdobbelte opdeling medføre, at forskellen i afkinningsgrad i hvert strålingskammer andrager mindre end 3 størrelsesordener, medens forskellen ved en ikke delt reaktor udgør over 8 størrelsesordener.

Princippet beror altså på, at man indstiller den med tiltagende lagtykkelse gennem et optimum gående og derpå atter stærkt aftagende virkning af reaktoren på en sådan måde, at man arbejder med et lag med kun delvis absorption og udnytter de dette lag forladende photonener i følgende lag med lignende eller samme, kun delvis absorption. Den opnåede gunstige virkning er vidtgående uafhængig af reaktorens bestrålingsgeometri, og den findes både ved reaktorer med neddykkede lamper og ringformede reaktorer, hvor strålingskilderne er anbragt i det indre og/eller ydre rum, samt ved reaktorer, hvis strålingskilde er anbragt over overfladen af mediet.

En nærmere analyse har vist, at bestrålingsøkonomien påvirkes særlig negativt af inhomogeniteten af afkinningsgraden i de lag, der udsættes for den højeste bestråling.

Ifølge opfindelsen er det fordelagtigt, at mindst 50% af den i det kammer, der ligger umiddelbart ved strålingskilden, indtrængende stråling falder ind i det følgende kammer, at ikke mere end 50% af den indtrængende stråling absorberes i det første af kamrene, og at der af mediet i en gennemstrømningsreaktor med op til 5 bestrålingskamre ikke absorberes mere end $(1 - 0.5^n) \cdot 100\%$ af den samlede indtrængende stråling, hvor n er antallet af bestrålingskamre.

Herved opnås at så meget som muligt af den for afkimningen gunstige høje bestrålingsstyrke udnyttes i umiddelbar nærhed af strålingskilden samtidig med at der mistes så lidt som muligt på grund af inhomogeniteten. Det er ikke nødvendigt, at den indfaldende stråling svækkes med samme brøkdel i hvert kammer. Effekten bestemmes af bestrålingsstyrkens gradienter mellem indgang og udgang af det pågældende kammer, hvorfor eksempelvis ved to kamre den hele absorption af den indfaldende stråling ikke bør overstige 75% for at holde gradienterne tilstrækkeligt små og den samlede effekt så stor som mulig.

Det er ved de kendte reaktorer med ét kammer blevet forsøgt at blande mediet intensivt under opholdet i reaktoren, se det franske patentskrift nr. 1.560.780 og det tyske offentliggørelsesskrift nr. 1.937.126. Der opnås imidlertid selv ikke ved høj turbulens en så god blanding, at samtlige partikler udsættes for samme middelbelysningsstyrke. Selv ved en ideel blanding ophæves ikke indflydelsen af gradienterne i bestrålingsstyrken, da middelbestrålingsstyrken aftager med tiltagende lagtykkelse.

Rensningseffekten er allerede ved en tokammerphotoreaktor betydelig større end en tilsvarende etkammerreaktor med samme samlede lagtykkelse.

En yderligere fordel ved flerkammerphotoreaktoren er, at strømningskarakteristikken for mediet taber indflydelse på rensningen, og man kan derfor give afkald på særlige midler til frembringelse af turbulens.

Ifølge opfindelsen kan der før eller under bestrålingen sættes et oxidationsmiddel til mediet. Herved forøges effekten af afkimningen. Der kan f.eks. anvendes oxygen eller ozon, men også halogener eller et hypohalogenit er fordelagtige. Der opnås ikke alene en nedbrydning af forureninger, men afkimningen begunstiges også ved en yderligere sekundær baktericid effekt.

Mikroorganismers følsomhed overfor ultraviolet stråling er meget forskellig, eksempelvis er svampe mere end 2 størrelsesordner mindre følsomme end bakterier.

Ifølge opfindelsen kan i det mindste en delstrøm af det bestrålede medium efter gennemløb af reaktoren føres tilbage.

På denne måde kan det bestrålede medium føres flere gange gennem reaktoren og bestråles med en flerdobbelt dosis.

Den sidstnævnte fremgangsmåde kan også anbefales i sådanne tilfælde, hvor mediet aftages i vekslende mængder fra et afkimmingsanlæg.

Ifølge opfindelsen kan mediet udsættes for ultraviolet stråling i bølgelængdeområdet fra 260 til 280 nm, der har vist sig særlig virksom, hvilket i og for sig er kendt, men det har vist sig, at fotokemiske udfældninger af jern eller manganholdige midler undgås, og at absorptionen af jern- og manganholdige forureninger aftager stærkt, så at afkimningen forøges, modsat bestråling med 254 nm, der har været anset for mest virksom, jvf. iøvrigt L.J. Buttolph, "Practical application and sources of ultraviolet energy", Radiation Biology, McGraw Hill, New York, 1955.

Ved fremgangsmåden kan mediet i træk føres gennem bestrålingskamrene i reaktoren, hvorved effekten forøges. Der kan da anvendes en større gennemstrømning, så at hastigheden i kamrene er større end i en étkammerreaktor. Ved en sådan forøgelse af strømningshastigheden og formindskelse af tværsnittet i kamrene undgås kortslutninger af strømmen, der ofte optræder i étkammerreaktorer og medfører, at der dannes meget forskellige hastigheder i strålingsfeltet, hvorved effekten bliver tvivlsom. Det kan være en fordel i en flerkammerreaktor at arbejde med hastigheder, der ligger nær eller over turbulensgrænsen, idet udfældninger undertrykkes og der opnås en bedre varmeledning, så at overhedning undgås.

Den nævnte betydelige forøgelse af effekten ved flerkammerreaktoren er ikke afhængig af, at mediet ledes tilbage til reaktoren, men er en karakteristisk egenskab. Leder man ved fremgangsmåden mediet parallelt gennem bestrålingskamrene i reaktoren, og altså ikke i træk gennem disse, kan man indstille strømmen gennem hvert kammer således, at der i hvert kammer anvendes samme mindstedosis og derfor opnås samme afkimmingsgrad, og de med forskellige hastigheder flydende dele af mediet kan atter forenes igen efter at have forladt kamrene. Den parallelle føring af væsken er mere kostbar på grund af det nødvendige apparatur, men kan undertiden være foragtig ved samtidig bestråling af flere medier.

Anlægget ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved det i den kendetegnende del af krav 6 anførte.

Herved opnås et anlæg, ved hvilket der finder den bedst mulige udnyttelse af strålingen sted, og som giver en god og doserbar effekt.

Ved den i krav 7 angivne udførelsesform opnås, at den for afkimningen gunstige høje bestrålingsstyrke udnyttes bedst muligt og at der mistes så lidt som muligt på grund af inhomogeniteten af afkimmingsgradens fordeling.

Fortrinsvis kan skillevæggene f.eks. bestå af kvartsglas, hvilket ofte er fordelagtigt. I simpleste fald, eksempelvis ved afkimning af søvand, kan en gennemstrømningsreaktor bestå af en åben beholder, der er delt i et nedre og øvre bestrålingskammer af en af kvartsglasskiver fremstillet skillevæg, og hvorover findes en strålingskilde i en reflektor for parallel stråling. Vandet træder ind i det ene kammer og løber derefter gennem det andet akammer. Beholderen kan bestå af kvartsglas, og der kan være anbragt strålingskilder parvis på overfor hinanden liggende steder i et system af enkeltreflektorer.

Der kendes til hospitaler afkimmingsanlæg med en strålingskilde af en eller flere i et rør som en i en beholder neddykket lampe indsatte strålingskilder.

Sådanne anlæg har ugunstige strømningsforhold, som medfører, at den i beholderen værende væske får større dosis end nødvendig for en dels vedkommende, mens en anden del får for ringe dosis. Hvis væsken er vand til et klimaanlæg, er der fare for, at kim afgives igen til luften.

Ifølge opfindelsen kan hvert rør være omgivet af mindst ét kvartsglasrør under udformning af mindst ét indre bestrålingskammer, og det indre kammer være tilsluttet tilledning eller afledning.

Herved opnås i modsætning til ved det kendte anlæg, at bestrålingen sker uafhængig af strømningsretningen gennem det indre kammer med den ønskede mindste dosis. Sluttes man det indre kammer til tilledningen lettes bestrålingen ved tilstedeværelse af oxygen eller andre luftarter. Sluttes det indre kammer til udgangen fra reaktoren opnås bedst mulig afkimning.

Ifølge opfindelsen kan ved et anlæg, hvori strålingskilden og reaktoren er anbragt ringformet i forhold til hinanden, reaktoren bestå af to med tilslutninger forsynede lukkede dele, som begrænser strålingskamrene ved enderne, og mellem lukkedelene anbragte rørstykker af forskellige diametre, anbragt koaksialt i hinanden og begrænsende kamrene til siden. Herved opnås en effektiv udformning.

Ifølge opfindelsen kan lukkedelene have tilslutningsstudse, som gennem mindst en indre kanal står i forbindelse med kammeret. Der opnås på denne måde et reaktor-anlæg, hvori kamrene let kan kobles parallelt eller i serie.

I en seriekobling kan nabokamre stå i forbindelse med hinanden ved overfor hinanden liggende ender. Herved opnås en seriekobling, der har den fordel, at der fås en gunstig fordeling af stråleenergien på mediet på grund af de ændrede strømsveje og hastigheder. Ved samme strøm er middelhastigheden af strømmen i en m-kammerreaktor omtrent det m-dobbelte af middelhastigheden i en étkammerreaktor. I en flerkammerreaktor gennemløber mediet alle kamre med fra højeste til laveste bestråling eller omvendt, hvorved der opnås en mere ensartet fordeling af energien på mediet.

Herved undgås en overbestråling ved strålingskilden og en underbestråling længere borte fra denne, hvorved effekten af den anvendte strålingsdosis forøges betydeligt.

Opdelingen af reaktoren i flere kamre medfører derfor en bestråling med lavere gradienter af bestrålingsstyrken og gennem seriekoblingen af kamrene en summering af de enkelte energidoser, der er tilført mediet. Den fotokemiske effekt af rensningen eller afkimningen forøges væsentligt og dermed forøges dosiseffekten. Herved kan gennemstrømningen forøges i forhold til en étkammerreaktor med en strålingskilde af samme UV-effekt.

I sammenligning med étkammerreaktoren opnås yderligere den fordel, at strømkortslutninger undgås og aflejringer fra mediet ikke så let finder sted, fordi middelstrømningshastigheden er væsentligt forøget.

Ifølge opfindelsen kan et bort fra strålingskilden vendende kammer have en lagtykkelse, som mindst er det dobbelte af lagtykkelsen i det umiddelbart ved kilden liggende kammer.

Herved opnås et anlæg, der er egnet for alle medier med transmissionfaktorer mellem $T(1 \text{ cm}) = 0,6$ og nær 1.

Til afkimning af drikkevand med en faktor, der er lav, vil kamre med ringe lagtykkelse være mest virksom, medens kamret med stor lagtykkelse vil være virksomt ved drikkevand med høj transmissionfaktor.

Anlægget kan derfor anvendes i samtlige forekommende områder uden ændring af opbygningen. Ved inddragelse af kammeret med stor lagtykkelse i virksomheden ved drikkevand med høj transmission opnås en så høj ydelse, at den ikke kan opnås ved étkammerreaktorer.

Ved den i krav 11 omhandlede udførelsesform for anlægget opnås særlig høj afkinningsgrad. Det er særligegnet til kontinuerlig aftapning. Returnerpumpen kan ifølge opfindelsen være indstillelig i ydeevne, for at man kan ændre returnereingen, men ifølge opfindelsen kan der også findes den i krav 27 angivne udformning af anlægget, hvorved samme fordel lader sig opnå.

Ifølge opfindelsen kan strålingskilden være dannet af mindst én antimonodoteret xenonhøjtrykslampe, der har en stærk emission i området 260-280 nm.

En sådan lampe har per cm emissionslængde en baktericid dosiseffekt, der er mindst en størrelsesorden højere end de sædvanlige kviksølvavtrykskvartslamper. De opnåede bestrålingsstyrker er derfor højere og desuden er som nævnt bestrålingen i området 260-280 nm særlig gunstig. Ved samme strømhastighed af mediet er det derfor muligt at opnå meget højere udbytter. Samtidig opnås, at forurening ved brud på lampen bliver mindre toksisk.

Ved den i krav 13 angivne udførelsesform opnås et bredere område af UV-stråling, der undertiden kan være ønskelig.

Opfindelsen forklares i det følgende nærmere under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 skematisk og i perspektiv viser en udførelsesform for et anlæg ifølge opfindelsen,

fig. 2 et snit gennem en ændret udførelsesform for en reaktor,

fig. 2A en lidt ændret form for samme,

fig. 3 en enkelthed fra fig. 2 i perspektiv,

fig. 4 et snit gennem en yderligere ændret udførelsesform for samme,

fig. 4A samme i en let ændret form,

fig. 5 enkelthed i fig. 4,

fig. 6 skematisk og i perspektiv enkeltheder ved det omhandlede anlæg,

fig. 7 en videre udbygning af dette set fra oven,

fig. 8 et snit i en enkelthed i fig. 7,

fig. 9 et længdedelsnit gennem en tredje udførelsesform,

fig. 10 samme med en trykudligningsindretning,

fig. 11 et længdedelsnit i en fjerde udførelsesform,

fig. 12 et længdedelsnit gennem en femte udførelsesform,

fig. 13 et diagram, der viser et anlæg ifølge opfindelsen med returdrift,

fig. 13A samme i en modifikation,

fig. 14 en enkelthed i fig. 13,

fig. 15 en enkelthed i blokdiagram af en elektrisk overvågningsindretning for anlægget ifølge opfindelsen,

fig. 16 et længdedelsnit gennem den i fig. 11 viste udførelsesform, ændret til parallel gennemstrømning, og

fig. 17 et længdedelsnit gennem den i fig. 12 viste udførelsesform, ændret til parallel gennemstrømning.

I fig. 1 betegner 1 en tokammerfotoreaktor med en trugagtig beholder 2 med et dæksel 3 på hængsler 4.

Beholderen 2 består af rustfrit stål eksempelvis, men kan også bestå af metal eller ethvert andet materiale, der er bestandig mod ultraviolet bestråling, f.eks. stentøj eller emallieret jernblik. Dækslet 3 bærer indvendig en række parallelle parabolreflektorer med godt reflekterende overflade, i hvilke er anbragt ultraviolette lamper 6 på tværs af den retning, hvorigennem et medium ledes gennem beholderen 2, og således, at randområderne bestråles ensartet. Der anvendes til afkimming vandkølede, antimondoterede xenonhøjtrykslamper, men alternativt kan anvendes kviksølvavtrykskvartslamper af kendt art. Højtrykskviksøvlamper kan også anvendes eller andre lyskilder med egnet emission og med eller uden anvendelse af oxidationsmidler.

En ikke vist låseindretning for dækslet 3 kan være forbundet med en sikkerhedskobling der automatisk udkobler lamperne ved åbning.

Beholderen 2 er i strømningsretningen af kvartsglasskiver 7 delt i to bestrålingskamre 8 og 9, af hvilke det nederste kammer 9 begrænser en lagtykkelse på 2 cm af mediet, medens lagtykkelsen af mediet i det øverste kammer 8 kan varieres ved hjælp af den nedenfor beskrevne niveauregulator 17.

Skiverne 7 er lejret på ikke nærmere vist måde på rammer 10 af rustfrit stål med ultravioletbestandigt kit, men der kan også anvendes forudformede pakninger.

Kamrene 8 og 9 står i forbindelse med hinanden ved den bort fra ind- og udgang vendende ende. Kammeret 8 er med en tilledning 11 forbundet til en strømbegrænser 12, eksempelvis af den art, der forhandles af firmaet Eaton Corp., Controls Division, 191 East North Ave., Carol Stream, Illinois 60 187, USA.

Tilledningen 11 munder ud i kammeret 8 gennem en hulplade 13, der danner et udligningselement for strømningsprofilen, og som strækker sig over hele bredden af kammeret 8.

Kammeret 9 munder gennem en hulplade 15, der også virker som udligningselement ud i en ledning 16 med en niveauregulator 17, der til beskyttelse mod urenheder har en luftgennemtrængelig afdækning, f.eks. af vat.

Hulpladerne 13 og 15 består af materiale, der er bestandigt og ikke afgiver urenheder til mediet, såsom rustfrit stål, metal, formstof, keramik, kvarts eller glas. Hullerne er så store, at de ikke væsentligt hindrer strømmen, men frembringer er ensartet strømprofil.

Hullerne kan erstattes af slidser eller andre åbninger, og pladerne 13, 15 er sammenkittet på passende måde med beholderen 2 og delene 11 og 16.

Niveauregulatoren 17 har et rør 19, som er forskydelig i en beholder 20, på en sådan måde, at det danner et overløb for beholderen 2, og at der kan dannes forskellig lagtykkelse af mediet i kammeret 8.

Lamperne 6 (15 W, NN 15/44 Original Hanau Quarzlampe GmbH, Hanau) er her 80 cm lange og fordelt ensartet i reflektorer med ringest mulig afstand. Den samlede til overfladen af mediet kommende stråling med reflektionstab på højst 45% og randtab er c. 60 W med en middelbestrålingsstyrke på $E = 25 \text{ mW/cm}^2$.

Tabel 1 viser en sammenligning mellem en ét-kammerreaktor og en tokammerreaktor 1 med samme samlede lagtykkelse og gennemstrømning $Q=40 \text{ m}^3/\text{h}$ med mindste dosis 40 mWs/cm^2 for forskellige transmissionsfaktorer T (1 cm) og forskellige lagtykkelser i det øverste kammer 8.

Tabel 1

T (1 cm)		0,9		0,7		0,6		0,6
$Q=40$		m^3/h		m^3/h		m^3/h		m^3/h
d	cm		cm		cm		cm	
lag foroven	4	14,7	2	4,94	2	3,89	1	3,24
lag forneden	2	5,74	2	2,42	2	1,4	2	2,33
Tokammer- reaktor	6	20,44	4	7,36	4	5,29	3	5,57
Ét-kammer- reaktor	6	17,22	4	4,84	4	2,8	3	3,5
Stigningsfaktor		1,18		1,52		1,89		1,59

60 W UV-254 nm på $30 \times 80 = 2400 \text{ cm}^2$ indstrålingsflade,
 middelbestrålingsstyrke $E = 25 \text{ mW/cm}^2$.

Tabellen viser indflydelsen af transmissionsfaktoren T (1 cm) og lagtykkelsen d i bestrålingskamrene.

Ifølge tabel 1 egner tokammerreaktoren sig for området med transmissionsfaktor fra 0,95 til 0,5. Ved T (1 cm) større end 0,9 skal lagtykkelsen være 4 cm og mere i det øverste lag, og ved T (1 cm) mindre end 0,6 c. 1 cm.

For lave transmissionfaktorer vælges små lagtykkelser i det nederste kammer 9, f.eks. 1 cm ved $T(1 \text{ cm}) = 0,4$, hvorved man under tabellens øvrige betingelser får for hver 1 cm af det øvre og nedre lag tilsammen $Q_{-40} = 3,02 \text{ m}^3/\text{h}$, og stigningsfaktoren er da 1,75.

Ved en lagtykkelse på 1 cm i det nedre kammer 9 er reaktoren 1 velegnet ved afkimning af spildevand med de der forekommende transmissioner.

De tab, der forekommer i reflektorerne bliver mere end udlignede ved opdelingen af reaktoren, hvorved der i sammenligning med étkammerreaktorer fås gunstigere effekt.

Tokammerreaktorer af denne art er også velegnet ved afkimning af havvand.

Fig. 2-8 viser en anden udførelsesform.

Fig. 2 viser et længdesnit i en del af et anlæg ifølge opfindelsen.

En lampe 24 er indsat i et rør 25 af kvartsglas, som igen er indsat i et rør 35 af kvartsglas. Lampen 24 er til afkimning en atimondoteret xenonhøjtrykslampe. Alternativt kan anvendes kviksølvavlavtrykskvartslamper. Til rensning, især i forbindelse med oxidationsmidler, kan anvendes andre egnede lamper såsom kviksølvhøjtrykslamper. Lampen 24 hviler på et underlagt eksempelvis af glasuld 27 i røret 25, der foroven er forbundet med røret 35 ved slibninger 26, 36, som ved egnede sikringer holdes i tæt indgreb med hinanden, kendt fra Fa. Schott & Gen., Mainz.

Røret 35 bærer foroven diametralt liggende studse 37 og holdes i afstand fra røret 25 af to koncentriske fjederringe 29, som med 120° mellemrum er forbundet med traverser 30 af fjedrende materiale, se fig. 3. Fjederringene 29 er holdt mellem små fremspring 28, 38 i afstande af c. 120° . Denne afstandsholder kan til indstilling af en ensartet strømning være forsynet med en hulplade som forklaret nærmere i forbindelse med fig. 5.

Fig. 4 viser et snit svarende til fig. 2 på skematisk måde med en lidt ændret form. Lampen 24 er anbragt i et rør 45, der er omgivet af et rør 55, begge af kvartsglas og koncentrisk anbragt og foroven forbundet med en manchete af elastisk formstof, der er modstandsdygtig mod de forekommende påvirkninger og betegnet 46, og som holdes tæt med slangebøjler 48. 57 betegner en studs svarende til studsen 37 i fig. 2.

En afstandsholder 67, se også fig. 5, er anbragt mellem fremspring 28 på røret 45 og fremspring 58 på røret 55, og den består af en dobbelt fjederring 29, forsynet med bærere 69, hvis ender 70 er bøjet indad og holder en plade 71 med huller 72, der er fordelt ensartet og er så store, at de ikke hindrer strømmen væsentligt.

Mellem røret 45 og røret 55 er dannet et bestrålingskammer 49. Bærerne 69 findes mellem fremspringene 68 på røret 55. Pladen 71 kan bestå af rustrit stål, glas, kvarts eller andet egnet materiale.

I fig. 2A er vist den ændring, at røret 35A er sammensmeltet med røret 25A til en enhed, der imidlertid er ret kostbar at fremstille og noget skrøbelig.

Afstandsholderen kan alene være dannet af en plade 71 med huller 72 og holdt af en fjederring.

I fig. 4A er vist anbringelsen af et yderligere kvartsglserør 52 koaksialt med rørene 45 og 55 og lukket forneden, medens det foroven er tilspidsende og forbundet med røret 55 med en manchete 51, tæt under studsene 57. Huller 53 er ensartet fordelt i væggen på røret 52 foroven. Røret 55 når ned til en ring 59 med fjedre 60, der holdes, og som findes forneden i røret 52. Mellem randen af røret 55 og ringen 59 med fjedrene 60 er der tilstrækkeligt mellemrum til uhindret passage af medium gennem de af røret 55 adskilte bestrålingskamre. Der kan imidlertid også være udsnit i randen af røret 55, der så kan hvile direkte på ringen 59, der som alt andet må være af bestandigt og ikke forurenende materiale, f.eks. rustfrit stål, metal belagt med egnede formstoffer eller lignende materialer, keramik, kvarts eller glas.

I fig. 6 er vist en beholder 21 med bærere 22, hvorpå den i fig. 2 viste reaktor er fastgjort, og begge dele kan bestå af rustfrit stål og være svejset sammen, men kan også bestå af andre materialer, der tilfredsstiller fordringerne, f.eks. ved behandling af levnedsmidler. Beholderen 21 kan være forsynet med en ikke vist studs eller der kan på anden måde ledes medium fra den.

I kombination med den i fig. 4A viste udførelsesform kan afløbet fra beholderen 21 være et overløbsrør, som strækker sig til højden af hullerne 53, hvorved den ønskede konstante fyldningshøjde opnås.

De i fig. 2-4 viste udførelsesformer holdes med passende midler på bærerne 22, hvor der findes en muffe 31 med skrue 32, som kan bære en med et beskyttelsesovertræk forsynet kæde 33, som antydte skematisk. 34 betegner underlag til yderligere understøttelse.

Studsene 37 eller 57 forbindes med hianden og det indtrædende medium går eksempelvis først gennem beholderen 21, der danner det første bestrålingskammer 23 og derpå gennem det af rørene 25 og 45 og røret 35 eller 55 dannede indre bestrålingskammer 39 eller 49 og studsene 37 eller 57 til en ikke vist ledning.

Fig. 7-8 viser en tokammerreaktor svarende til fig. 6, men set fra oven, betegnet 40, ved hvilken beholderen 21 har en studs 91 og er lukket med et dæksel 80, der har åbninger 81 med holdere 82 for de i fig. 2-4 viste dele.

Holderne 82 består af en høj krave 83 på dækslet 80, hvori det ydre kvartsglasrør 35 er holdt, hvilket bærer en O-ring 84, som ligger an mod en skråflade 85 på kanten af kraven 83, og som er presset af en ring 88 med en skrue 86, der sidder i en boring 87 på oversiden af kraven 83. Studsene 37 er gennem forbindelsesledninger 89 forbundet med en fælles ledning 90. På samme måde kan de øvrige tidligere beskrevne dele holdes.

Den åbne beholder 21 kan med fordel anvendes ved klimaanlæg, hvis udløb findes direkte over beholderen 21. Den lukkede reaktor 40 kan anvendes, hvor mediet skal bestråles i cirkulation uden overtryk. For at undgå for ringe dosis kan i tilledningen indsættes en strømbegrænser. Inhomogenitet i bestrålingsfordelingen i det af beholderen 21 dannede bestrålingskammer 23 kan kompenseres ved, at mediet ledes gennem de indre bestrålingskamre 39 eller 49, hvori det under veldefinerede betingelser med en mindre gradient af bestrålingsstyrke udsættes for en høj mindste bestrålingsstyrke.

Alt efter fordringerne kan indgå et større eller mindre antal af anlægsdelene i fig. 2-4. Strømretningen er ikke afgørende for funktionen, men vil man med sikkerhed opnå høj afkimmingsgrad er det fordelagtigt at lede mediet gennem kamrene 39 eller 49 sidst. Tilledes under bestrålingen en luftart som oxygen er den omvendte strømretning mere fordelagtig.

Til rensning og især til afkimning af medier i en gennemstrømningsreaktor med høj ydelse og i området 240 til 320 nm er en ringformet reaktor særlig egnet, enten med en indre lampe eller/og ydre i reflektorer anbragte lamper, eller i rørform med en ydre lampe.

Den følgende tabel 2 viser sammenhængen mellem bestrålingsstyrken og lagtykkelsen d ved en ringformet reaktor med indre diameter = 4 cm og en ydre diameter = 6 til 14 cm ved radial bestråling af et medium med en transmissionsfaktor $T = 0,6$.

En kviksølvavtrykslampe i det indre af denne gennemstrømningsreaktor med 1 m længde giver 15 W 254 nm på den indre flade af mediet.

Den effektive indstrålingsflade er $1256,6 \text{ cm}^2$ og middelbestrålingsstyrken heri er $11,94 \text{ mW/cm}^2$.

Spalterne i tabel 2 viser diameteren D , lagtykkelsen d , geometrifaktoren G , transmissionen T og produktet $G \cdot T = E_{\text{rel}}$, den relative bestrålingsstyrke i lagene, samt E_d , der er den indre bestrålingsstyrke i lagene, medens V_d angiver rumfangene af kamrene. Den sidste spalte i tabel 2 viser den tilhørende gennemstrømning Q_{40} i m^3/h ved overholdelse af en mindste dosis på 40 mWs/cm^2 , beregnet for en ensartet strømning.

Tabel 2

D	d	G	T	$E_{rel}(d)$	E_d	V_d	Q-4o
cm	cm			GxT	mW/cm ²	ml	m ³ /h
4	0	1,0	1,0	1,0	11,94	0	0
6	1	0,666	0,6	0,399	4,76	1571	0,67
8	2	0,5	0,36	0,18	2,15	3770	0,73
10	3	0,4	0,216	0,086	1,03	6597	0,61
12	4	0,333	0,126	0,042	0,53	10053	0,47
14	5	0,286	0,078	0,022	0,26	14137	0,33

Det fremgår af tabel 2, at den indre bestrålingsstyrke E_d aftager stærkt med tiltagende lagtykkelse d, medens rumfangene af kamrene V_d tiltager stærkt. Ved en transmissionsfaktor T (1 cm) = 0,36 findes en gennemstrømning på 0,73 m³/h som maksimum ved en lagtykkelse d = 2 cm.

Ved større lagtykkelser aftager Q-4o under indflydelse af det store rumfang af kamrene, som kun er udsat for en ret ringe indre bestrålingsstyrke E_d .

For medier med andre transmissionsfaktorer ligger gennemstrømningsmaksima Q-4o ved andre lagtykkelser d:

Ved T (1 cm) = 0,7 er Q-4o (max) = 1,32 m³/h ved 2 cm lagtykkelse,

" " = 0,8 " " = 1,95 " " 4 " " og

" " = 0,9 " " = 3,42 " " 5 " " .

Ved konstant lagtykkelse d = 5 cm i en étkammerreaktor opnås ved T (1 cm) = 0,9, 0,8 og 0,7 henholdsvis Q-4o = 2,56, 1,42 og 0,73 m³/h.

I tabel 3 er vist forholdene i et medium med T (1 cm) = 0,6 i en flerkammerreaktor med samme dimensioner, delt ved tynde UV-gennemtrængelige skillevægge i kamre med lagtykkelse 1 cm.

De første 6 spalter i tabel 3 indeholder de samme angivelser som i tabel 2.

I spalte V_k er angivet rumfang af de enkelte kamre og i spalte Q-4o (k) den gennemstrømning, ved hvilken mindstebestrålingsdosis på 40 mWs/cm² virker i hvert kammer. Den sidste spalte i tabel 3 angiver bestrålingsdosis $E \cdot t(k)$ i mWs/cm², som mediet, der flyder gennem alle bestrålingskamrene efter hinanden, opnår i hvert enkelt bestrålingskammer ved en gennemstrømning på 1,61 m³/h.

Tabel 3

Bestrælingsstyrke E_d og gennemstrømning $Q-40$ i en i 5 lag med 1 cm lagtykkelse delt, ringformet flerkammerreaktor.

D	d	G	T	E_{rel}	E_d	V_k	$Q-40(k)$	$E \cdot t(k)$ ved $Q-40 =$ $1,61 \text{ m}^3/\text{h}$
cm	cm			GxT	mW/cm ²	ml	m ³ /h	mWs/cm ²
4	0	1,0	1,0	1,0	11,94	0	0	-
6	1	0,666	0,6	0,399	4,76	1571	0,67	16,72
8	2	0,5	0,36	0,18	2,15	2199	0,425	10,57
10	3	0,4	0,216	0,086	1,03	2827	0,26	6,51
12	4	0,333	0,126	0,042	0,53	3456	0,16	4,09
14	5	0,286	0,078	0,022	0,26	4084	0,097	2,37
							1,61	40,27

15 W UV-254 på 1 m længde,
rør herom $D_i = 4 \text{ cm}$.

Af tabel 3 fremgår af næstsidste spalte, at en gennemstrømning på $1,61 \text{ m}^3/\text{h}$ er mulig ved at lade mediet strømme parallelt gennem kamrene på en sådan måde, at mindste dosis bliver 40 mWs/cm^2 .

Af den sidste spalte i tabel 3 kan ses, at der er blevet bestrålet med en samlet dosis på c. 40 mWs/cm^2 ved seriekobling af kamrene og en gennemstrømning på $1,61 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ved et medium med transmissionsfaktor $T(1\text{cm}) = 0,7$ er den samlede $Q-40 = 2,28 \text{ m}^3/\text{h}$, " " " " " " = 0,8 " " " " = 3,15
" og " " " " " " = 0,9 " " " " = 4,37

Den foregående diskussion i forbindelse med tabellerne 2 og 3 viser, at der opnås en betydelig effektstigning ved opdeling af en reaktor. Dette resultat fremgår af tabel 4.

Tabel 4 indeholder for transmissionfaktorer T (1 cm) = 0,6 til 0,9 gennemstrømningen $Q-40$ (max) ved de optimale lagtykkelser, gennemstrømningen $Q-40$ i en étkammerreaktor ifølge tabel 2 med en lagtykkelse på $d = 5$ cm og den samlede gennemstrømning $Q-40$ ved en reaktor med 5 kamre med hver 1 cm lagtykkelse (samlet tykkelse $d = 5$ cm) samt stigningsfaktoren F for gennemstrømningen i flerkammerreaktoren i forhold til étkammerreaktoren.

Tabel 4

Sammenligning af ydelsen ved ét- og flerkammerreaktorer

	T (1 cm)	0,9	0,8	0,7	0,6
$Q-40$ (max) m^3/h		2,56	1,46	0,99	0,73
$Q-40$ "		2,56	1,42	0,73	0,33
$Q-40$ (samlet) "		4,37	3,15	2,28	1,61
F		1,70	2,16	3,13	4,88

Af tabel 4 fremgår umiddelbart fordelene ved flerkammerreaktorer sammenlignet med de kendte étkammerreaktorer. Alene ved den beskrevne opdeling af étkammerreaktorens bestrålingskammer til flere kamre i det omhandlede anlæg opnås stigninger på over 100% i ydelse. Det betyder, at gennemløbet kan fordobles ved samme strålingsdosis eller, at strålingsdosis kan fordobles ved samme gennemløb. En sådan effekt lader sig ikke opnå ved nogen kombination af étkammerreaktorer. Der opnås både ved parallel- og seriekobling af bestrålingskamrene samme effekt. I praksis er seriekoblingen mest fordelagtig, idet den giver forøget sikkerhed mod kortslutning af strømmen af mediet og en bedre blanding af dette, der nemlig føres i skiftende retninger, hvorved der sker en nyorientering af væskepartiklerne på vejen gennem kamrene, og desuden arbejdes med højere strømhastigheder, især i de indre kamre, så at der foeligger strømningsforhold med væsentlig højere Reynolds-tal en ved étkammerreaktoren, hvilket udover den bedre blanding også medfører den gunstige virkning, at udfældninger ikke så let sker.

Tabel 4 viser især også, at stigningsfaktoren F tiltager stærkt ved aftagende transmissionsfaktorer ved konstant lagtykkelse. Dette skyldes, at étkammerreaktoren for hver transmissionsfaktor har en optimal lagtykkelse og ikke er egnet til at tilpasse sig efter medier med forskellige transmissionsfaktorer.

En flerkammerreaktor har derimod den store fordel, at den også giver gunstige ydelser ved medier med varierende eller forskellige transmissionfaktorer. Bestrålingsresultatet ved flerkammerreaktorer bliver ikke påvirket på skadelig måde ved, at dele af det samlede lag kun får minimale doser i medier med lave transmissionsfaktorer, medens det på den anden side er muligt ved medier med høje transmissionsfaktorer at udnytte strålingen ved den høje samlede lagtykkelse af alle kamrene.

Flerkammerreaktorer med ringformet strålingskilde og gennemstrømningsreaktorer opbygges med flere rørstykker af kvartsglas, som er anbragt indeni hinanden, og hvis diametre er valgt således, at der dannes koaksiale kamre med ønsket lagtykkelse. Sådanne rør kan fremstilles med den ønskede nøjagtighed af dimensioner og fås i handelen med egnede diametre og vægtykkelser, og de kan let centreres og holdes af lukkede dele ved enderne. Lukkedelene kan have noter med pakninger for rørene og være forsynet med indvendige kanaler til til- og bortledning af medium ved serie- eller parallelkobling af kamrene.

I fig. 9-12 er vist et snit i en del af et anlæg med ringformet reaktor. I fig. 9 er vist en del af et snit gennem en trekammerreaktor med en indvendig lampe 24 af førnævnte art, der til forøgelse af bestrålingsstyrken kan være snoet én eller flere gange. Reaktoren er betegnet 100 og har en kappe 102 med lukkede dele 103 og 104 samt et rør 105, der er holdt af lukkedelen 103, og som er kvartsglasrør, der er lukket ved den ene ende, hvor lampen 24 ligger an mod glasuld 27. 106 betegner et kvartsglasrør, der sammen med et i den ene ende lukket og med åbninger 108 forsynet kvartsglasrør 107 er holdt i lukkedelen 103, så at der findes tre bestrålingskamre 109, 110 og 111.

Kappen 102 er til forbindelse med lukkedelene 103 og 104 forsynet med flanger 112 med borer 113 og udsparinger 114 til optagelse af O-ringe 115.

Lukkedelene 103 og 104 har flanger 116 med borer 117, hvis tal svarer til borerne 113 i flangen 112 på kappen 102. Kappen 102 og lukkedelene 103 og 104 er således udformet og anbragt, at borerne 113 og 117 flugter, hvorved delene kan forbindes med bolte 118 og møtrikker 119.

Kappen 102 er forsynet med en inspektionsåbning 120 med et rør 121 og en flange 122, der kan lukkes med et dæksel 123. I drift er røret 121 gennem et kvartsvindue forbundet med photodetektoren i en overvågningsanordning for strålingen. Kappen 102 kan være reflekterende, og hvis den er af kvarts kan det reflekterende lag anbringes på ydersiden, så at mediet ikke kan påvirke reflektionsevnen på skadelig måde.

Kappen 102 og lukkedelene 103 og 104 består af metal som rustfrit stål eller metal med et beskyttelsesovertræk af glas, emaille eller formstof, eller keramik eller forzinket jernblik. Ethver material, der er bestandigt mod UV-stråling og ikke afgiver uønskede stoffer kan anvendes.

Til forøgelse af den mekaniske styrke og lettelse af anvendelsen kan rørene 105, 106 og 107 udenfor strålingsfeltet for lampen 24 være sammensmeltet med forlængelsesstykker, f.eks. af sintret kvarts.

Lukkedelen 103 er i almindelighed ringformet med en inderdiameter nært svarende til røret 105 og bærer to aksialdele 124, 125, som strækker sig på begge sider af flangen 116 og tjener til at holde rørene 105, 106 og 107. Delen 124 har en boring 126 med en stopbøsning 127 med O-ringe 128, 130, skilt af en ring 129 og med en trykring 131 med en flange 132, som med skruer er fastgjort til delen 124, trykket mod en skulder 134 ved enden af boringen 126. Røret 105 holdes herved fast og tæt af delen 124.

Delen 125 har tre ringnoter 135, 136 og 137 med aftagende dybde udad, så at der dannes ringformede dele 138 og 139 samt 140 og 141. Ringnoten 136 tjener til optagelse af røret 106, hvis ende med en O-ring 142 ligger an mod bunden. En bøsning 143 omslutter O-ringen 142 og enden af røret 106, der er fastgjort med en stopbøsning 127 med skruer 133 til fladen på delen 140.

Ringnoten 137 tjener til optagelse af røret 107, hvis åbne ende ligger an mod en O-ring 144 i bunden, og som er fastgjort med en stopbøsning 127 med skruer 133 til delen 141 over åbningerne 108.

Lukkedelen 103 har to kanaler 146, som ender i studse 147 og indvendig er forbundet til en kanal 148, der udmunder i bunden af ringnoten 135. Herved findes der en forbindelse mellem studsene 147 og det indre kammer 109. Flangen 116 har nemlig en kanal 149, som forbinder kammeret 111 med en ventil 150 udvendig på flangen 116.

Lukkedelen 104 består af en plade 151 med en studs 152 i midten og med en ring 153, som ligger an mod den indre væg af kappen 102.

Strømmen går gennem reaktoren mellem studsene 147 og 152 gennem kamrene 109, 110 og 111, idet kamrene 110 og 111 står i forbindelse gennem åbningerne 108.

Til frembringelse af et ensartet strømprofil findes hulplader 154 og 155, af hvilke den første virker i det indre kammer 109 og den anden på det ydre kammer 111, liggende på ringen 153 og med røret 107 støttende på sig. Pladerne 154 og 155 kan bestå af de tidligere nævnte materialer og have huller eller slidser, der ikke væsentlig hindrer strømmen, men giver denne et ensartet profil.

I varig drift spiller strømretningen ikke nogen rolle i reaktoren 100, men ved begyndelsen af driften kan der være forskel. Afbrydes driften ofte, kan det ønskes at opnå den ønskede renheds- eller afkimmingsgrad hurtigt ved at lade mediet strømme gennem studsene 152 fra det ydre kammer 111 gennem det indre kammer 109 til studsen 147.

Med samme strømretning kan ved dannelse af udfældning opnås, at denne forstyrrende virkning indskrænkes til det yderste kammer og ikke så hurtigt ødelægger det samlede resultat.

Af hensyn til lampekølingen vil man i almindelighed foretrække en strømretning indefra udad, og det samme gælder ved tilførsel af luftarter.

Den i fig. 9 viste trekammerreaktor 100 har en lagtykkelse i det indre kammer 109 på 0,8 cm, i kammeret 110 på 1 cm og i kammeret 111 på 3,4 cm. Den ydre diameter af røret 105 er 4 cm, vægtykkelsen af rørene 106 og 107 er 0,4 cm og transmissionen gennem disse sidste er ved en tykkelse på 0,4 cm $T(0,4 \text{ cm}) = 0,92$.

I røret 105 findes en kviksolvlavtryksskvarlampe af fabrikat General Electric type G 36 T 6 med 75 cm effektiv længde, på hvilken længde udstråles 11 W 254 nm til mediet på den indre flade af røret 105.

For at kunne sammenligne er værdierne i den følgende tabel 5 omregnet til en effektiv længde på 1 m i kammeret 109.

Tabel 5 viser analog med tabel 4 gennemstrømningen $Q-40 \text{ m}^3/\text{h}$ i trekammerreaktoren 100 med en samlet lagtykkelse på 5,2 cm og i étkammerreaktorer med lagtykkelser på $d = 1 \text{ cm}$ og $d = 5,2 \text{ cm}$ ved medier med transmissionfaktorer $T(1 \text{ cm}) = 0,9 - 0,1$, samt stigningsfaktoren F for gennemstrømningen i trekammerreaktoren 100 i forhold til de nævnte étkammerreaktorer.

Det vil fremgå af tabel 5, at ydelsen af en étkammerreaktor med lagtykkelsen $d = 5,2 \text{ cm}$ for $T(1 \text{ cm}) = 0,7$ er $Q-40 = 0,78 \text{ m}^3/\text{h}$, ved samme diameter 4 cm af røret om lampen og ved samme transmissionsfaktor maksimalt $Q-40 (\text{max}) = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ ved en lagtykkelse på $d = 2 \text{ cm}$.

Den tredobbelte opdeling af reaktoren 100 i fig. 9 giver derimod $Q-40 = 1,75 \text{ m}^3/\text{h}$, såat der i forhold til bedste ydelse af en étkammerreaktor fås en stigning på 1,75.

Dette gode resultat opnås, selv om en del af den fra lampen udgående ultraviolet-stråling absorberes i kvartsrørene 106 og 107, hvilket der er taget hensyn til i beregningerne.

Trekammerreaktoren 100 er særlig egnet til opnåelse af høj afkimmingsgrad ved relativt lave transmissionsfaktorer og ikke alene til drikkevand.

Tabel 5

Sammenligning af ydelsen af trekammerreaktoren 100 med ét-kammerreaktorer med 1 cm og 5,2 cm lagtykkelse ved medier med forskellige transmissionsfaktorer

T (1 cm)	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Q-40 m^3/h trekammer	3,53	2,46	1,75	1,26	0,93	0,49	0,48	0,32	0,16
Q-40 " ét-kammer ($d = 1 \text{ cm}$)	1,00	0,89	0,78	0,67	0,56	0,44	0,33	0,22	0,11
Q-40 m^3/h ét-kammer ($d = 5,2 \text{ cm}$)	2,59	1,40	0,70	0,31	0,12	0,04	0,01	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$
F ($d = 1 \text{ cm}$)	3,52	2,76	2,24	1,89	1,67	1,11	1,43	1,43	1,43
F ($d = 5,2 \text{ cm}$)	1,36	1,75	2,50	4,01	7,63	12,80	57,30		

15 W UV-254 nm i aksial stilling

Diameter indvendig af omgivende rør $D_i = 4 \text{ cm}$

Tabel 5 viser, at ét-kammerreaktoren kun kan tilpasses små lagtykkelser som $d = 1$ cm i området T (1 cm) $= 0,9 - 0,3$, men på bekostning af ydelsen, og at den ved lagtykkelse omkring 5 cm allerede ved $T = 0,7$ har en så ringe ydelse, at der ikke kan være tale om at afkime medier med endnu lavere transmissionsfaktorer af økonomiske grunde.

Derimod viser den i fig. 9 viste reaktor ifølge tabel 5 i området T (1 cm) $= 0,9 - 0,1$ en overlegen ydelse og tilpasningsevne.

Reaktoren 100 kan således anvendes til afkimning af biologisk behandlet spildevand med T (1 cm) mellem 0,6 og 0,25 samt sukkeropløsninger, farveløs eddike og lette vine.

Endelig er reaktoren 100 også godt egnet til bestråling med væsentligt forøgede strålingsdoser i specielle tilfælde.

En modifikation af reaktoren 100 med en trykudligningsindretning er vist i fig. 10 og betegnet 171, men kun de i forhold til fig. 9 ændrede dele er betegnet med særlige henvisningsbetegnelser.

Reaktoren 171 i fig. 10 består af et ydre rør 172 med en lukkedel 173 og en anden lukkedel 174. Lampen 24 og rørene 105-107 er ikke vist.

Røret 172 har flanger 182 med forstærkninger 181 og borer 183 samt forhøjninger 184 til anlæg mod pakninger 185 i udsparinger 190 i modstående flanger 186 på lukkedelen 173, 174 med forstærkninger og borer 187 svarende til borerne 183 til anbringelse af bolte 188 med møtrikker 189 til fast og tryktæt sammenspænding af delene.

Svarende til delene 124 og 125 findes dele, der ikke er nærmere vist med undtagelse af en antydning af delen 124, og ligesom flangen 116 i fig. 9 har flangen 186 i fig. 10 kanaler 146, der ender i en studs 147.

Flangen 186 er fast forbundet med eller i ét stykke med et dæksel 192 med en tryktæt gennemføring 193 til lampen 24. En studs 194 tjener til tilslutning til en ikke vist barostat.

Lukkedelen 174 består af et dæksel 195 med en studs 196 og understøtter en ikke vist ring 153 med en hulplade 155 som i fig. 9.

I drift ledes fra barostaten gennem studsen 194 en trykgas, eksempelvis argon, nitrogen eller carbondioxid.

I barostaten frembringes og holdes et tryk lig det indre tryk i reaktoren 171. Herved undgås trykforskelle på rørene 105-107, som kan føre til brud på disse.

Fig. 11 viser et længdedelsnit i en reaktor, der adskiller sig fra reaktoren 100 ved antallet af kamre, og som er betegnet 200.

Den i fig 11 viste del er betegnet med 201 og har en kappe 202 med lukkedele 203 og 204 og et indre rør 205 om lampen 24, åbent ved begge ender og af kvartsglas. 207 betegner et kvartsglasrør, der holdes af lukkedelene 203 og 204, og som deler reaktoren i to kamre.

Kappen 202 har flanger 212 med boringer 213 og udsparinger 214 til optagelse af O-ringe 215. Lukkedelene 203, 204 har flanger 216 med boringer 217 til bolte 218 med møtrikker 219 til sammenspænding af delene.

Kappen 202 har en inspektionsåbning 220 med en flange 221 og et dæksel 223 og nær dette en studs 224. Tilsvarende dele består af samme materiale som i tre-kammerreaktoren 100.

Lukkedelen 203 og 204 er ringformede med en indre diameter efterpasset røret 205. Lukkedelen 203 har en aksial del 225 til at holde røret 205 og røret 207.

Lukkedelen 203 har en boring 226 med en stopbøsning 127, der er fastgjort med skruer 133. Delen 225 har en udsparring 235, hvis yderdel 237 udvendig har en diameter svarende til røret 207, så at dette passer godt til delen 225. En manchete 240 med bånd omgiver denne sidste og røret 207, så at dette holdes tæt og sikkert.

Lukkedelen 203 har kanaler 246, der ender i en studs 247, og som er forbundet med en kanal 248, som løber gennem delen 225 og ender i udsparringen 235, hvorved der er forbindelse mellem studsen 247 og kammeret 209.

Lukkedelen 204 har en aksial del 265 til at holde røret 205 i den anden ende, forsynet med en boring 266 med en stopbøsning 127 med skruer 133. Indvendig er fastgjort en ring 268 med bladfyjrede 269 om en manchete 270 omkring enden af røret 207. Lukkedelen 204 har en kanal 249, som forbinder det med 211 betegnede kammer med en ventil 250.

Mediet strømmer mellem studsene 224 og 247 gennem kamrene 209 og 211, som står i forbindelse med hianden ved ikke viste mellemrum mellem bladfyjrede 269. Hulplader 254 og 255 frembringer et ensartet strømprofil.

Hulpladen 255 ligger på en ring 251 og manchetten 240 holdt af en sikringsring 256.

Det med 209 betegnede kammer har en lagtykkelse for mediet på $d = 2,4$ cm og kammeret 211 en lagtykkelse $d = 4,6$ cm. Den ydre diameter af røret 205 er 7,2 cm, vægtykkelsen af rørene 205 og 207 er 0,4 cm og $T(0,4 \text{ cm}) = 0,92$.

I røret 205 findes en antimondoteret xenonhøjtrykslampe (Original Hanau Quarz-lampen GmbH, Hanau).

Lampens stråling er i området 260 - 280 nm og afgiver 100 W ved en effektiv længde på 80 cm.

Tabel 6 viser på samme måde som tabel 5 en sammenligning af ydelsen af reaktoren 200 med to kamre og en samlet lagtykkelse $d = 7$ cm med en étkammerreaktor med samme lagtykkelse ved medier med forskellige transmissionsfaktorer $T(1 \text{ cm}) = 0,95$ til $0,6$ samt stigningsfaktoren F .

Tabel 6

Sammenligning af ydelsen af tokammerreaktoren 200 med en étkammerreaktor med samme lagtykkelse ($d = 7 \text{ cm}$) ved medier med forskellige transmissionsfaktorer

$T(1 \text{ cm})$		0,9	0,8	0,7	0,6
Q-40	m^3/h	27,8	16,4	9,8	5,9
tokammer					
Q-40	"	20,18	8,85	3,47	1,18
étkammer					
F		1,38	1,85	2,85	5,0

100 W UV- 260-280 nm i aksial stilling,
diameter indvendig af omgivende rør $D_i = 7,2 \text{ cm}$

Tabellens data er angivet for transmission af kvartsglas ved 254 nm for at lette sammenligningen med værdierne af Q-40 ved anvendelse af kviksølvavltrykslamper. Transmissionen af kvartsglas i området 260-280 nm er dog højere, så at der fås en forøgelse af de i tabellerne angivne værdier for Q-40.

Tokammerreaktoren 200 har en lagtykkelse i det indre af kamrene $d = 2,4$ og i det ydre kammer $d = 4,6$, altså ialt en lagtykkelse på 7 cm er beregnet for afkimning af drikkevand i stor mængde med $T(1 \text{ cm}) = 0,7$.

Tabel 6 viser, at der allerede i området $T(1 \text{ cm}) = 0,85$ til $0,7$ ved anvendelse af to bestrålingskamre opnås en stigningsfaktor på 1,55.

Af hensyn til den tilstræbte gennemstrømning er der kun to kamre og diameteren af røret 205 er af samme grund ikke valgt for lille.

Reaktoren 200 er særlig egnet til anvendelse i drikkevareindustrien.

Gennemstrømningsretningen for mediet i reaktoren 200 er mindre vigtig, men af hensyn til lampekølingen foretrækkes, at den går fra kammeret 209 til kammeret 211, ligeledes ved tilsætning af luftarter.

På grund af den store gennemstrømning spiller igangsætning ikke nogen stor rolle og heller ikke nedfældninger, men er der fare for sådanne vælger man den omvendte strømretning.

I fig. 12 er vist en ændret form for en tokammerreaktor med udvendig bestråling fra 14 ikke viste lamper (Kviksølvavlavtrykskvartslamper NN 30/89 Original Hanau) i et koncentrisk om reaktoren anbragt reflektorsystem af parabolreflektorer for hver lampe, omgivet af et hus, som optager koblings- og betjeningsdele, på kendt måde (WEDECO, Gesellschaft für Entkeimungsanlagen, Düsseldorf, Herford).

Reaktoren 301 har et ydre strålingsgennemtrængeligt rør 302 af kvartsglas, en lukkedel 304, en holder 303 og et indre rør af kvartsglas, der deler den i to kamre 309 og 311.

Røret 302 er forbundet med holderen 303 og delen 304 med flangestykker 312 med borer 313. Holderen 303 eller delen 304 bærer en flange 316 med borer 313 svarende til de tidligere nævnte og forbundet med bolte 318 med møtrikker 319.

Flangestykkerne 312 og 316 har en indre diameter svarende til røret 302 og er forsynet med udsparinger 320 med O-ringe 321 og en bøsning 322 på samme måde som tidligere beskrevet, hvilket sidste også gælder materialevalget.

Holderen 303 har omtrent form som en aftrappet ring med et trin 323 svarende til yderdiametere af røret 302 og en skulder 358 svarende til inderdiameteren af røret 302. Et andet trin 325 svarer til yderdiametere af røret 305 og har en boring 326 med en stopbøsning 127 med skrue 133 til fastholdelse af røret 305 på tæt måde. Over holderen 303 findes et flangestykke 312 med et overgangsstykke 328, fastgjort med bolte 318 og møtrikker 319 og pakket med O-ringe 321, og med indre diameter svarende til røret 305 og tilspidsende udover dets ende til dannelse af en studs 329.

Lukkedelen 304 består af en ring 340, der er fast forbundet med en plade 341, som indvendig bærer en ring 342 med en dobbeltring 343 af U-formet tværsnit, hvori er lagt en elastisk beskyttelsesring 344. Ringen 342 har åbninger 345, hvorigennem kamrene 309 og 311 står i forbindelse. Pladen 341 har en tømningsskanal 349 med en ventil 350 udvendig.

I reaktoren 300 sker strømmen mellem studsene 324 og 329 gennem kamrene 309 og 311. Til frembringelse af en ensartet strøm findes huplader 354 og 355 som i reaktoren 100. Pladen 354 ligger i overgangsstykket 328 og er sikret med en ring 356 i det med 357 betegnede rum. Pladen 355 er holdt mellem enden af røret 302 og skulderen 358.

Kammeret 311 har lagtykkelsen $d = 2,5$ cm og kammeret 309 en indvendig diameter på 9,2 cm. Yderdiametere af røret 302 er $D_a = 15,8$ cm, vægtykkelsen af rørene 302 og 305 er 0,4 cm og transmissionen gennem kvartsglasset ved 254 nm er $T(0,4 \text{ cm}) = 0,92$. Lamperne giver 85 W UV-254 nm over en effektiv længde af kammeret 311 på 79 cm.

I tabel 7 er vist en sammenligning mellem reaktoren 300 og en étkammerreaktor med analog bestråling med 6 lamper af samme art og en indvendig diameter $D = 7$ cm samt de til en effekt på 15 W UV-254 nm normerede værdier af $Q-40$ ved $T(1 \text{ cm})$ fra 0,9 til 0,6. Tabellen viser ligeledes stigningsfaktoren F , der kan beregnes af $Q-40$.

Tabel 7

Sammenligning af ydelsen af tokammerreaktoren 300 med en étkammerreaktor med udvendig bestråling

$T(1 \text{ cm})$		0,9	0,8	0,7	0,6
$Q-40$	m^3/h	30,5	24,2	16,1	9,5
tokammer 300 (14x11 W UV)					
$Q-40$	"	2,97	2,38	1,57	0,91
tokammer normeret til 15 W UV					
$Q-40$	"	5,91	5,84	5,65	4,72
étkammer 6x11 W UV					
$Q-40$	"	1,34	1,31	1,28	1,06
étkammer normeret til 15 W					
F		2,21	1,85	1,23	0,85

Tokammerreaktor 300: 14 lamper, $D_a = 15,8$ cm

Étkammerreaktor: 6 " , $D = 7$ cm

Sammenligningen af reaktoren 300 er udført med en i praksis anvendt ét-kammer-reaktor med mindre diameter, da sådanne cylindriske reaktorer ikke bygges større på grund af faren for kortslutning af mediestrømmen. Den udvendige bestråling giver den mulighed at forøge rum-tids-udbyttet, altså større gennemstrømning $Q=40$ ved samme apparatvolumen.

Reaktorer med udvendig bestråling har på grund af den positive bestrålingsgeometri ikke så store gradienter af bestrålingsstyrken i reaktortværsnittet og har derfor den fordel ved flerkammerreaktorer, at ydelsen kan sættes stærkt op.

I reaktoren 300 spiller strømretningen ikke nogen væsentlig rolle.

Anvendelsen af tokammerreaktoren 300 skal forklares ved følgende eksempler:

EKSEMPEL 1

Fjernelse af ozonrest fra vand, eksempelvis vand med et ozonindhold på $0,3 \text{ g/m}^3$, eller $0,3 \text{ ppm}$, kan ske i reaktoren 300 med en gennemstrømning $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Det i det indre kammer 309 indkommende vand er efter udgang af det ydre kammer 311 praktisk talt uden ozon, i alle tilfælde er der mindre end $0,002 \text{ ppm}$.

Påvisning kan ske med Palin's reagens eller kolorimetrisk analyse (Diethyl-p-phenylendiamin og kaliumjodid).

EKSEMPEL 2

Fjernelse af aromatiske kulbrinter fra vand.

En emulsion af c. 10 g af en aromatisk tjæreolie fra et svømmebassin med 70 m^3 vand svarende til $0,13 \text{ mg/l}$ kan eftervises på grund af den karakteristiske UV-absorption.

Vandet føres gennem et sandfilter med $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Herved ændres UV-absorptionen ikke og indholdet af aromater er det samme.

Ledes vandet efter sandfilteret gennem en reaktor 300 kan der ikke påvises aromatiske forbindelser i det ved måling af UV-absorptionen i en 5 cm kuvette. -

En forøgelse af effekten i reaktoren 300 kan opnås med samtidig indvendig bestråling. En sådan reaktor kan fremstilles ved kombination af elementer fra fig. 11 og 12.

Som indre lampe kan anvendes en antimondoteret xenonhøjtrykslampe, der kan være snoet til forøgelse af bestrålingsstyrken.

De ydre strålingskilder kan være kviksløvdampplamper med passende emission, af hvilke flere findes i handelen.

Reaktorerne 2,20,40,100, 200 og 300 kan ændres ved andre holdere.

I stedet for flere studse kan ofte anvendes blot én studs 147,224 og 324.

Et problem opstår, hvor der forekommer svingninger eller afbrydelse af mediet, men hvor afkimmingsgraden alligevel skal overholdes. I så tilfælde kan en reaktor af den i fig. 9 - 12 viste art drives med returdrift.

Fig. 13 viser skematisk et diagram af et sådant anlæg med returdrift af en reaktor 200, hvis studs 224 gennem en ledning 401 og en ventil 402 er sluttet til en ledning med det medium, der skal bestråles, og hvis studs 247 gennem et T-stykke 403 er forbundet med en udluftningsventil 424 og ledninger 404 og 405 med strømvisere 406 samt et returløb 407 og en ventil 408. Ventilen 402 er forbundet med en strømbe-grænser 12.

Returløbet 407 består af en returpumpe 409 med konstant og ensrettet ydelse, en kontraventil 410 og en ledning 411 med en strømviser 406. Pumpen 409 kan være indstillelig eller der kan findes en indstillelig forsnævring. Rumfanget i returløbet 407 er ret ringe i forhold til rumfanget af reaktoren.

I fig. 14 er vist en enkelthed, nemlig den nærmere udformning af T-stykket 403, der er udformet som en trykoverløbsregulator med en beholder 420 med udluftningsventil 424 og studs 421 til forbindelse med reaktoren og ragende ind op over bunden i beholderen 420, hvorfra der er en udgang 422 til ledningen 404 til returløbet 407. Endvidere findes en udgang 423 over munden af studsen 421 til forbindelse med ledningen 405.

Anlægget i fig. 13 og 14 virker på følgende måde.

Anlægget fyldes med medium og udluftes. Ventilerne 402 og 408 er først lukkede. Når pumpen igangsættes, opstår der et lukket kredsløb gennem ledningerne 411, 401 og studsen 152, kammeret 111 i reaktoren og kammeret 110, kammeret 109 og studsen 147, hvorfra mediet gennem studsen 421 i stykket 403 kommer ind i beholderen 420 og for-lader den gennem udgangen 422, som gennem ledningen 404 er sluttet til pumpen 409.

Åbning af ventilen 408 sker synkront med åbning af ventilen 402, hvorigennem reaktoren tilføres mediet fra ledningen 401. Synkroniseringen sker på kendt måde ved mekaniske, elektriske, hydrauliske eller andre midler såsom pneumatiske.

Svarende til det tilførte rumfang fortrænges det bestrålede medium gennem ventilen 408 fra kredsløbet. Da det tilførte medium allerede er fortyndet af det i cirkulation førte afkølede medium, passerer nu et medium med lavt indgangskintal og endnu lavere slutkintal gennem reaktoren.

Der bør tages hensyn til, at tilbageføringen af rensset materiale til fornyet bestråling i blanding med ubestrålet materiale betyder en ændring af effekten. Der må derfor være en ringere gennemstrømning end ved drift uden tilbageføring, men hvor meget ringere må rette sig efter returforholdene.

For at drive returbestrålingen bedre kan mediet tilføres diskontinuerligt og i ringe mængde. Dette sker ved chargevis fortrængning af en stor del af reaktorindholdet med samtidig stop af returdriften, fulgt af en periode med bestråling i kredsløb, hvori reaktorrumfanget kan cirkuleres flere gange efter den ønskede dosis.

I returløbet kan som vist i fig. 13A anbringes en ventil 412, som styres synkront i modtakt til ventilen 408 eller ventilen 402, der forbliver åbne så længe, at ubestrålet medium fylder reaktoren og bestrålet medium forlader reaktoren. Efter lukning af ventilerne 408 og 402 åbnes ventilen 412 i returløbet 407 og bestrålingen sker i cirkulation indtil næste charge.

En kontinuerlig udtagning af afkimet medium kan opnås ved, at ventilen 408 sluttes til en mellembeholder med niveauregulering og et af en strømbegrænser styret aftapningssted.

Diskontinuerlig tilførsel af mediet lader sig lettest gennemføre med en styret doseringspumpe, hvis portioner må være mindre end reaktorrumfanget. Ventilen 412 kan kobles synkront i modtakt til doseringspumpen, så at tilførsel af medium kun sker ved lukket returløb 407. Ventilen 408 og ventilen 402 kan undværes.

Niveaureguleringen ved den nævnte mellembeholder kan også anvendes til at variere doseringsperioden og dermed gennemstrømningen. Herved kan dosis forhøjes.

I returdrift kan det ved rensning anbefales at drive flerkammerreaktoren på en sådan måde, at mediet forlader kammeret med mindste tværsnit og højeste bestrålingsstyrke sidst.

Flerkammerreaktorer med returdrift er velegnet til vandrensning på skibe. Den portionsvise bestråling er især egnet til opnåelse af høje rensnings- og afkimmingsgrader.

Den nødvendige sikkerhed for opnåelse af bestråling kan fås ved midler, som bevirker, at en bestemt hastighed af mediet ikke overskrides i reaktorerne i fig. 1 - 12. I simpleste tilfælde kan findes en forsnævring i tilledningen. Ved skiftende tryk kan f.eks. anvendes en ventil eller fortrinsvis en strømgebrænser 12, der også kan anvendes ved en pumpe med indstillelig ydelse.

Det omhandlede anlæg forsynes med overvågningsindretninger til udløsning af en alarm ved ophør eller underskridelse af en bestemt strålingsværdi.

Strålingen aftager med tiden. På grund af den tidligere nævnte afhængighed af resultatet af bestrålingsstyrken er en stadig tilpasning af gennemstrømningen nødvendig.

I fig. 15 er i blokdiagram vist en pumpe 450 med indstillelig ydelse, der kan indstilles efter den til enhver tid værende bestrålingsstyrke, og denne styring består i en med pumpemotoren 451 forbundet tachogenerator 452 og en strålingsfølsom detektor 453, som over en modstand 456 er afledet til jord og anbragt på røret 121, 221 eller 302 i de beskrevne anlæg, og som afgiver sit udgangssignal til en forstærker 454. Udgangssignalerne fra forstærkeren 454 og fra tachogeneratoren 452 er koblet mod hinanden i en ledningsforstærker 455, hvis udgangsspænding tjener til forsyning af pumpemotoren 451. På denne måde opnås en fordelagtig styring af pumpen 450 efter bestrålingsstyrken.

I reaktorerne 100, 200 og 300 er kamrene anbragt efter hinanden i strømretningen, hvilket har fordele ved blanding af og gennemgang af mediet, men i særlige tilfælde kan en parallelkobling af kamrene være en fordel, nemlig ved høje transmissionsfaktorer.

Reaktorerne i fig. 11 og 12 kan let ændres, så at kamrene som vist i fig. 16 og 17 er egnet til parallel gennemstrømning.

I fig. 16 betegner 501 en reaktor med en lampe 24 og to kamre 509 og 511 med kun en del af reaktoren vist i længdesnit.

Reaktoren 501 har en kappe 202A, som kun adskiller sig fra kappen 202 ved at der findes et yderligere par studse.

Ved begge ender findes lukkedele 503 og et flangeorgan 504, hvorpå delen 503 er skruet med bolte 506 i en flange 516.

Lukkedelene 503 er ringformede og tilpasset efter røret 205 og 207. To diametralt liggende studse 524 leder mediet ind i det indre kammer 509 og tæt ved disse findes en hulplade 554 mod en skulder 552 og sikret med en ring 553. Den indre ende af lukkedelen 503 strækker sig forbi flangen 516 til det senere omtalte formål.

Organet 504 er ringformet og består af en flangedel og en aksial del 537, der er tilpasset efter røret 207 og forsynet med en boring 536 af en sådan længde, at enden af lukkedelen 503 og en stopbøsning 539 med O-ringe 538 og 540 kan optages heri, hvilket sammen med flangen 516 tjener til at holde røret 207. Enden af den aksiale del 537 er afskrået indad for at lette sammenbygningen, men strækker sig ikke til studsene 224 for ikke at hindre strømmen til kammeret 511. Tæt ved studsene 224 er der på kappen 202A udformet en skulder, på hvilken en hulplade 254 er anbragt holdt af en ring 253.

Delene i reaktoren 501 består af samme materiale som i reaktoren 201.

Fig. 17 viser et længdedelsnit gennem den i fig. 112 viste udførelsesform, ændret til parallel gennemstrømning.

301A betegner reaktoren, som anvendes i forbindelse med en ydre lampe eller flere sådanne. Den viste halvdel er i det væsentlige et spejlbillede af den anden halvdel. To diametralt liggende studse 324 er forbundet til kammeret 311 og studsene 329 til kammeret 309.

Gennemstrømningsreaktorer af denne art finder anvendelse ved anlæg med omvendt osmose, der i talrige områder anvendes til at skaffe rent vand, f.eks. drikkevand af havvand, i kliniker og laboratorier, i medicinal- og i næringsmiddelindustrien. Til omvendt osmose findes forskellige typer membraner, ofte på basis af organiske materialer, som kan bevokses af mikroorganismer, hvorved driften og hygiejnen bringes i fare. Derfor er det fordelagtigt at anvende UV-afkimning i forbindelse hermed.

Allerede det indførte medium kan med fordel bestråles for at gøre bevoksningen mindst mulig på membranen. Her er tokammerreaktoren med parallelt anbragte kamre en særlig gunstig løsning for at opnå en afkimning af både udgangsmediet og det endelige produkt.

Til forøgelse af den fotokemiske effekt af rensningen eller afkimningen kan det anbefales, at mindst ét af de parallelt koblede bestrålingsanlæg udformes til omkobling i serie.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til rensning, især afkimning og desinficering, af flydende medier, hvor en på forhånd bestemt mindste bestråling med ultraviolette stråler opretholdes, idet mediet transporteres med en bestemt strømningshastighed gennem en gennemstrømningsreaktor, som med mindst én skillevæg er opdelt i mindst to strålingskamre, anbragt vinkelret stående og efter hinanden i forhold til strålingsretningen fra strålingskilden, og hvor de ultraviolette stråler kan trænge gennem skillevæggen, idet mediet absorberer en bestemt andel af den ultraviolette stråling i alle strålingskamre og i strålingskammeret umiddelbart nær strålingskilden absorberer en del af den ultraviolette stråling, som trænger ind i gennemstrømningsreaktoren, k e n d e t g e n e t ved fortløbende at transportere mediet gennem gennemstrømningsreaktorens strålingskamre på en sådan måde, at mediet i alle kamre tilsammen ikke absorberer mere end $(1 - 0,5^n) \cdot 100\%$ af den stråling, som trænger ind i gennemstrømningsreaktoren, eventuelt ved tilførsel af et oxidationsmiddel, og hvor n er antallet af kamre.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der til mediet før bestrålingen sættes et oxidationsmiddel.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1-2, k e n d e t e g n e t ved, at mediet under bestrålingen tilsættes et oxidationsmiddel.
4. Fremgangsmåde ifølge krav 1-3, k e n d e t e g n e t ved, at en delstrøm af det bestrålede medium efter gennemløb af reaktoren føres tilbage til denne.
5. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at mediet føres parallelt gennem strålingskamrene i reaktoren.
6. Anlæg til udførelse af fremgangsmåden ifølge krav 1-5, med en strålingskilde med mindst én lampe, som emitterer ultraviolette stråler i bølgeområdet 240 til 320 nm og en gennemstrømningsreaktor, som er opdelt i mindst to strålingskamre ved hjælp af mindst én for ultraviolet stråling gennemtrængelig skillevæg og med til- og fraledning for mediet og strålingskamre anbragt efter hinanden i forhold til strålingsretningen, samt med en gennemstrømningsstyreindretning til opretholdelse af en på forhånd bestemt mindstedosis af strålingen, k e n d e t e g n e t ved, at gennemstrømningsreaktorens $(2, \dots 501)$ totale lagtykkelse er således dimensioneret på grundlag af antal af strålingskamre $(8 \dots 511)$ og gennemtrængeligheden for ultraviolet stråling gennem mediet, at mediets totale absorption maksimalt ligger i området $(1 - 0,5^n) \cdot 100\%$ af den stråling, som trænger ind i reaktoren, hvor n er antal kamre.

7. Anlæg ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at lagtykkelsen i strålingskamrene (8,39,49,109,209,311,509) nærmest strålingskilden er udført således, at absorptionen af den ultraviolette stråling ikke andrager mere end 50% af den stråling, som trænger ind i reaktoren (2,....501).
8. Anlæg ifølge krav 6-7 med en strålingskilde af en eller flere i et rør som en art neddykket lampe i en beholder indsatte lamper, k e n d e t e g n e t ved, at hvert rør (25,45) er omgivet af mindst ét kvartsglasrør (35,55) under dannelse af mindst ét indre bestrålingskammer (39,49), der er tilsluttet enten tilledningen (91) eller fraledningen (90) til reaktoren.
9. Anlæg ifølge krav 6-8, hvor strålingskilden og reaktoren er anbragt ringformet om hinanden, k e n d e t e g n e t ved, at reaktoren (101,201,301) består af to med studse forsynede lukkede dele (103,104, 173,174,203,204,303,304,303A,503), som begrænser bestrålingskamrene (109, 110,111,209,211,309,311) ved enderne, og mellem hvilke er anbragt rørstykker (102,105,106,107,172,202,204,207,302,305) af forskellige diametre, som er anbragt koaksialt indeni hinanden og begrænser bestrålingskamrene (109,110, 111,209,211,309,509,511) til siderne.
10. Anlæg ifølge krav 9, k e n d e t e g n e t ved, at et bort fra lampen (24) vendende bestrålingskammer (111,211,309,509) har en lagtykkelse, som er mindst dobbelt så stor som lagtykkelsen i det nærmest lampen (24) liggende bestrålingskammer (109,209,311,511).
11. Anlæg ifølge krav 8-10, k e n d e t e g n e t ved, at reaktoren (41,101,201,301) på udgangssiden er forsynet med en strømdeler (403,420), hvis ene udgang (423) er forbundet med en aftapningsledning (405), og hvis anden udgang (422) er forbundet med reaktorindløbet (91) under mellemkobling af en returpumpe (409) og en kontraventil (410).
12. Anlæg ifølge krav 6-11, k e n d e t e g n e t ved, at strålingskilden (6, 24) er dannet af mindst én antimon-doteret xenonhøjtrykslampe med stærk emission i området 260 til 280 nm.
13. Anlæg ifølge krav 12, k e n d e t e g n e t ved, at strålingskilden yderligere har mindst én kviksølvdamplampe.

Fremdragne publikationer:

US patenter nr. 2669661, 4012321.

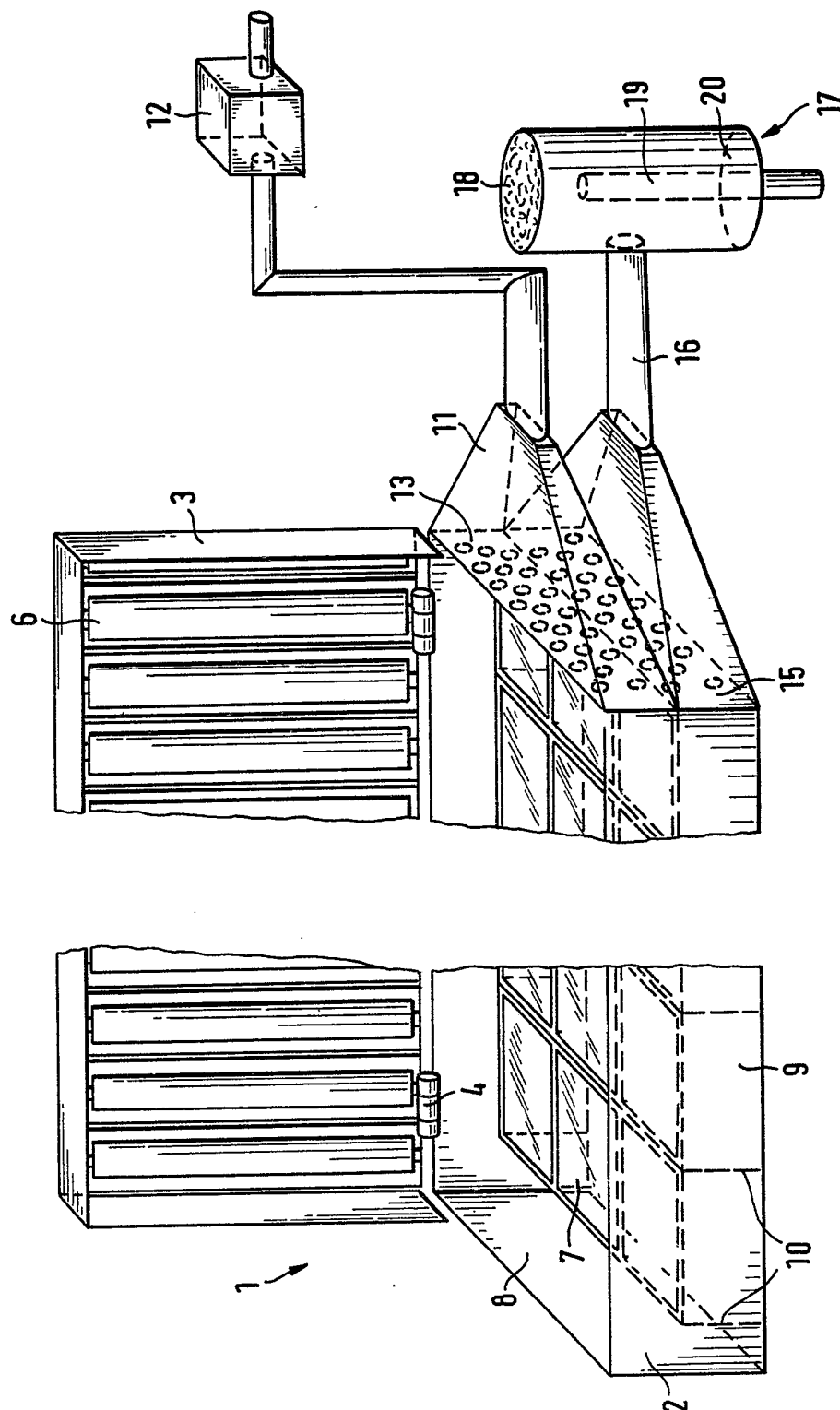


Fig. 1

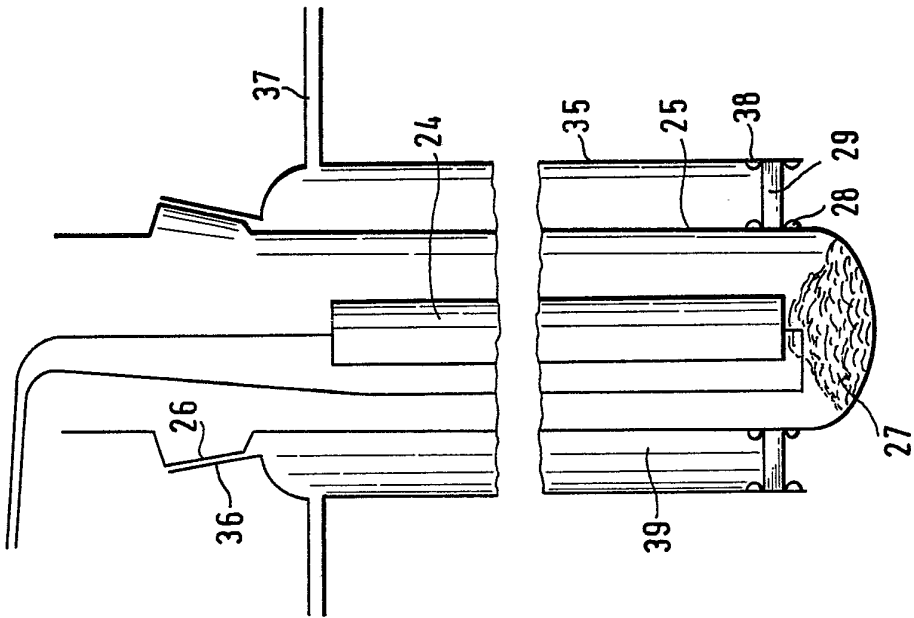


Fig. 2

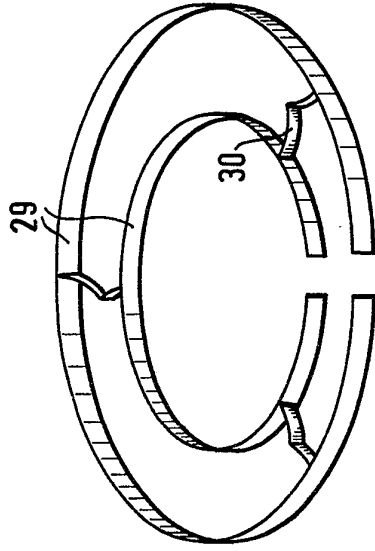
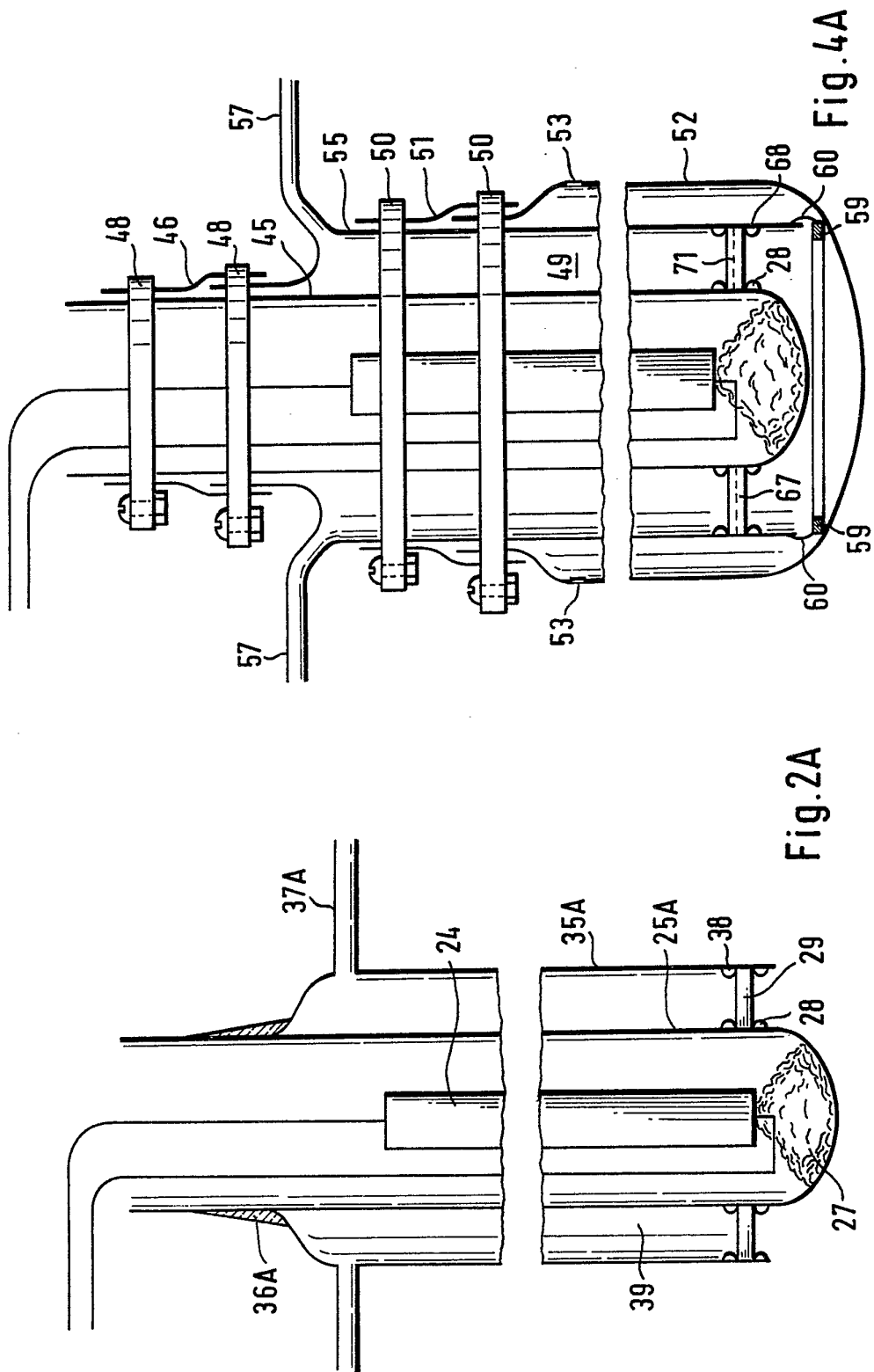


Fig. 3



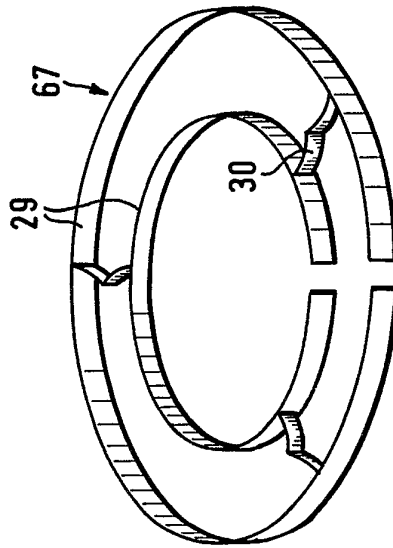
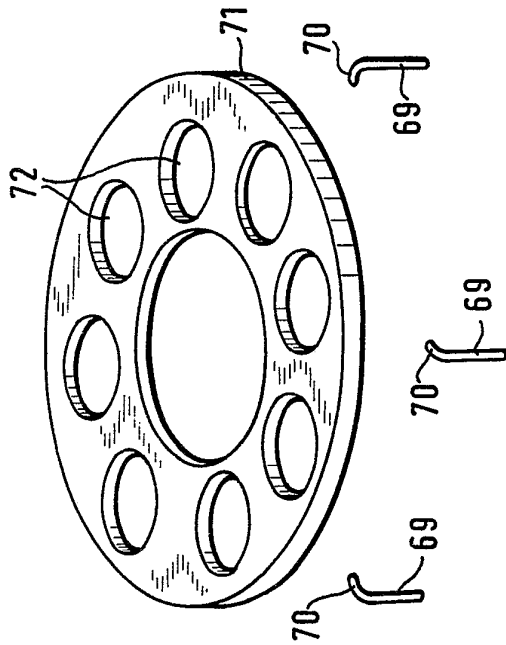


Fig. 5

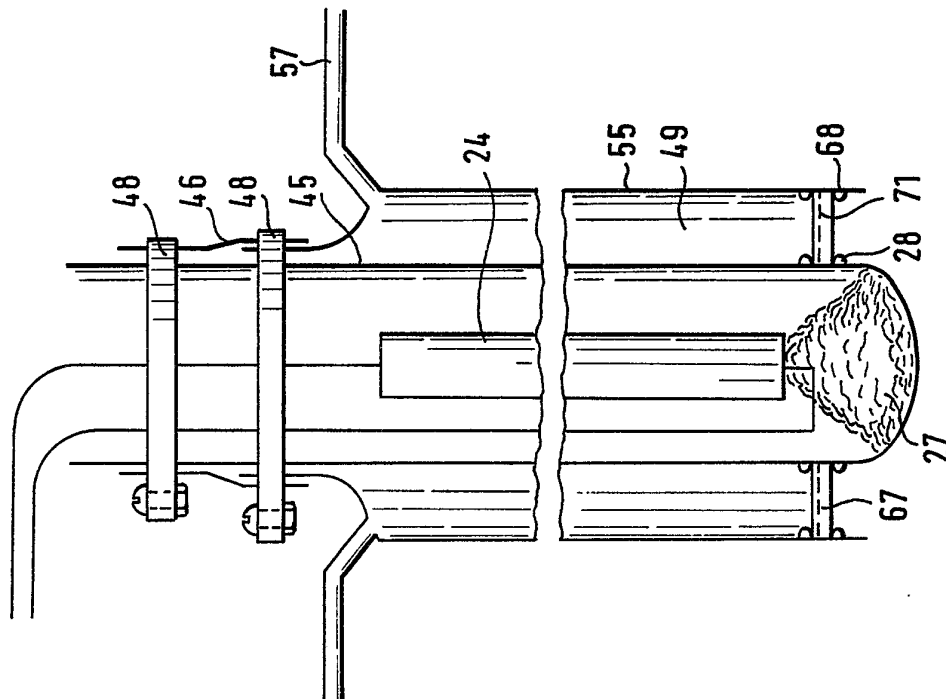


Fig. 4

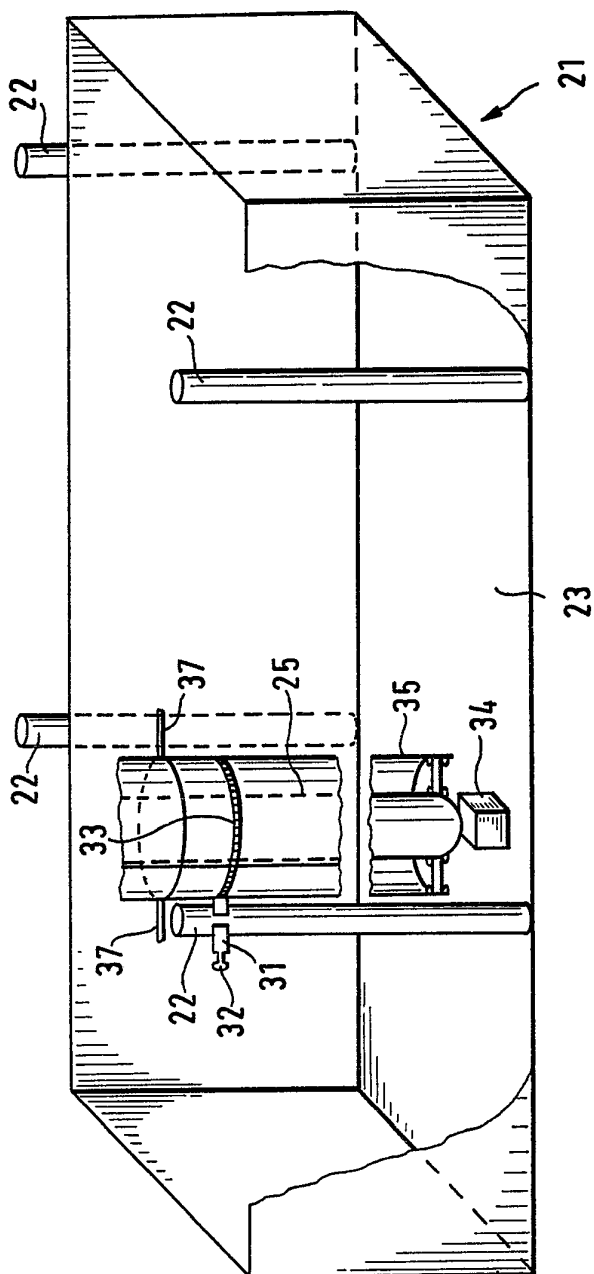


Fig. 6

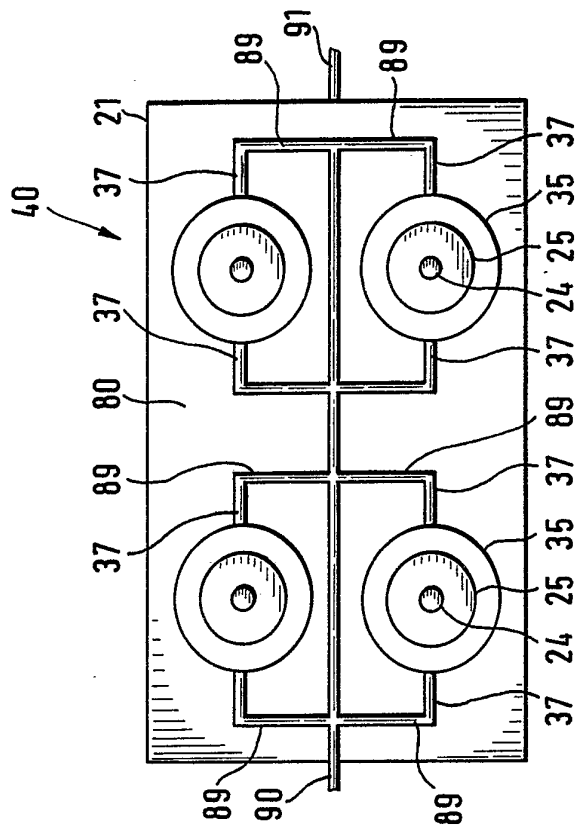


Fig. 7

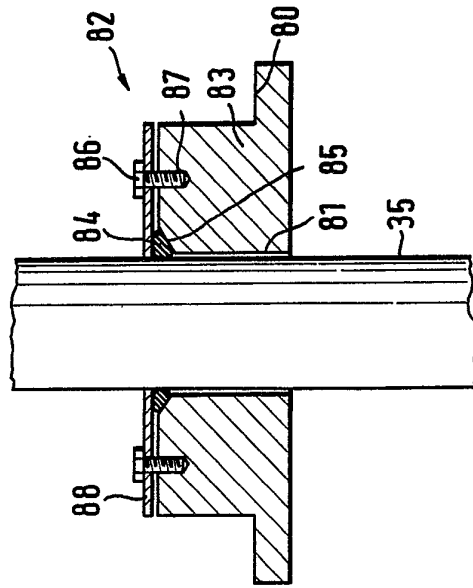


Fig. 8

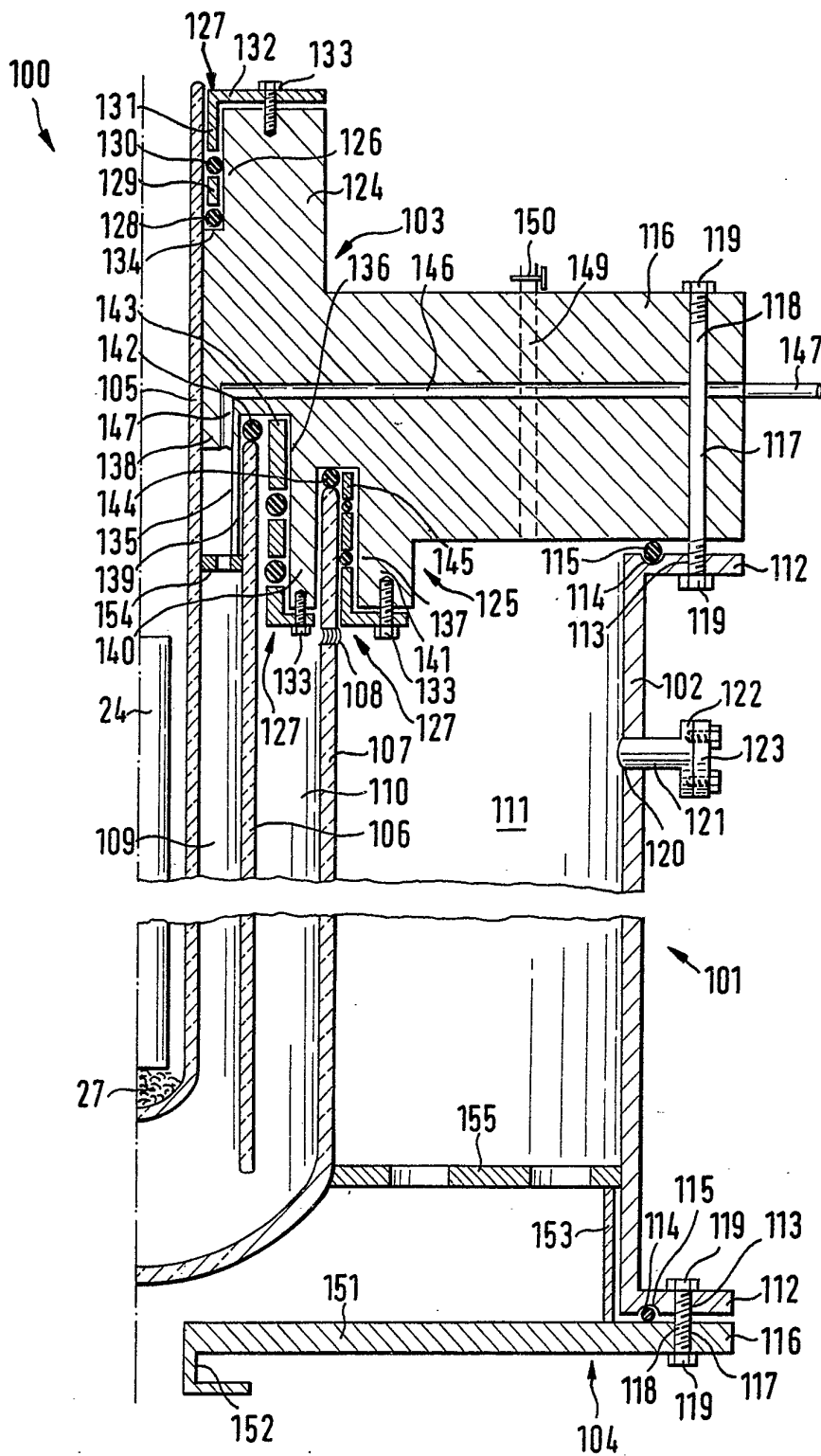
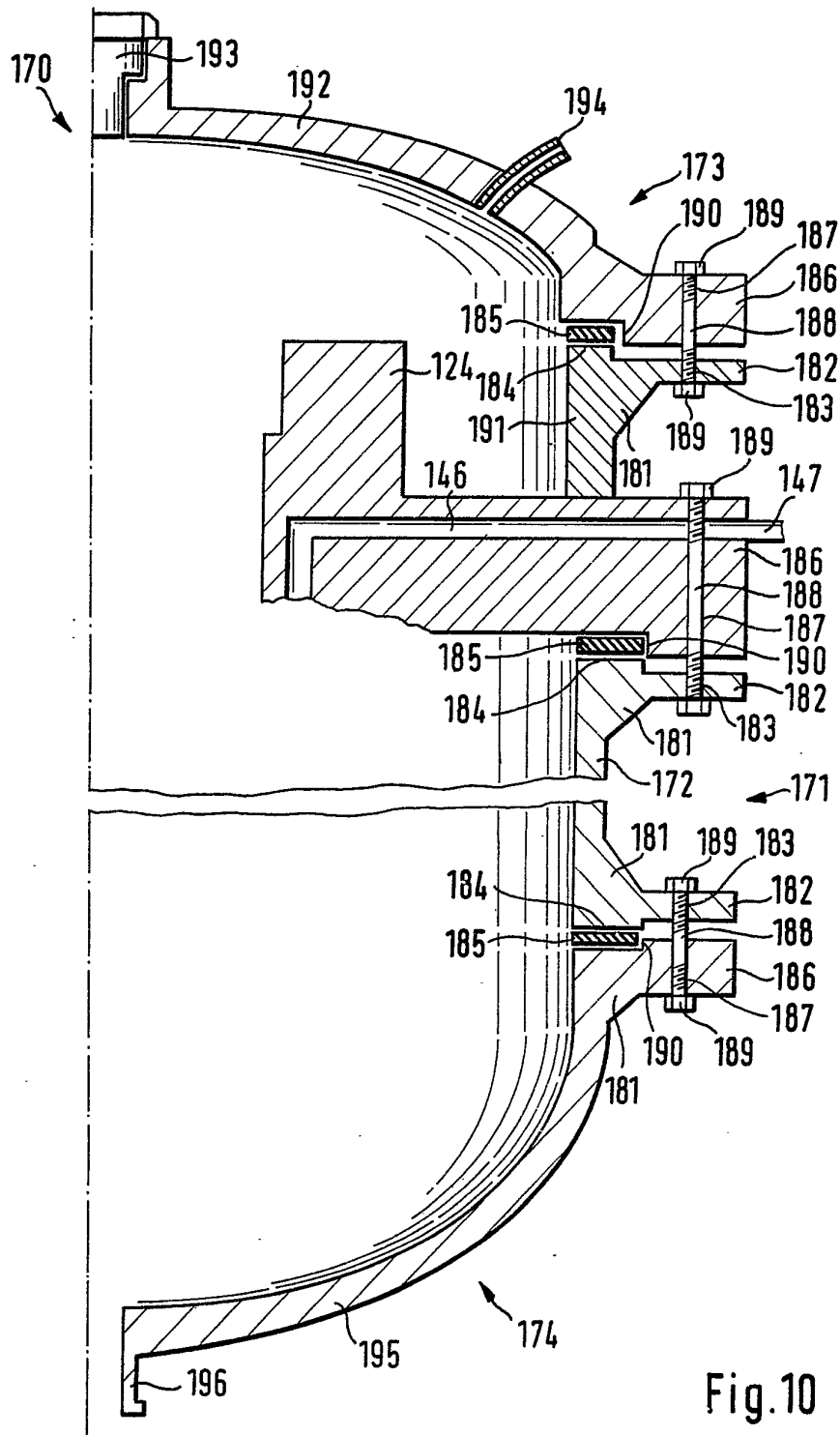


Fig. 9



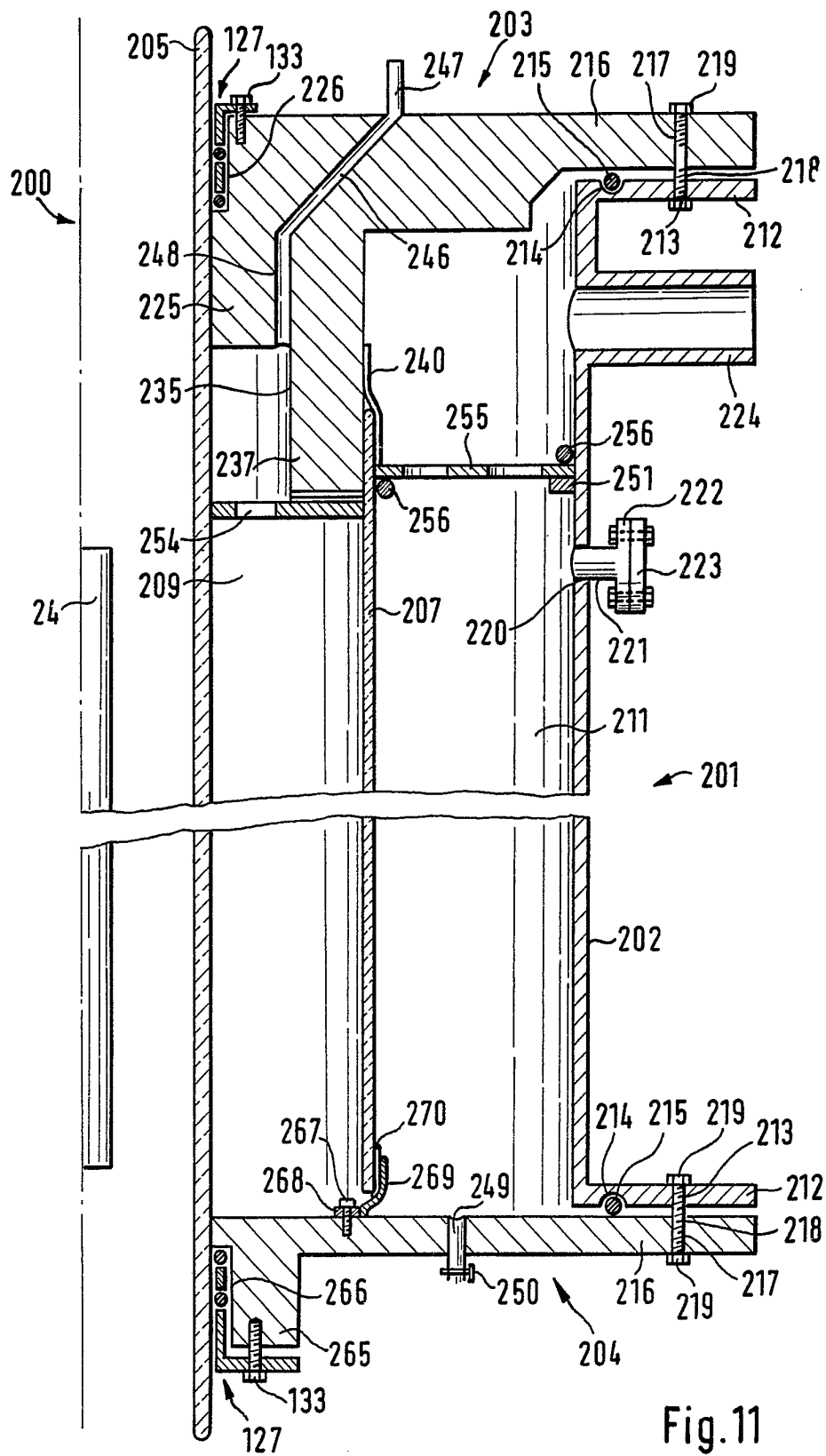
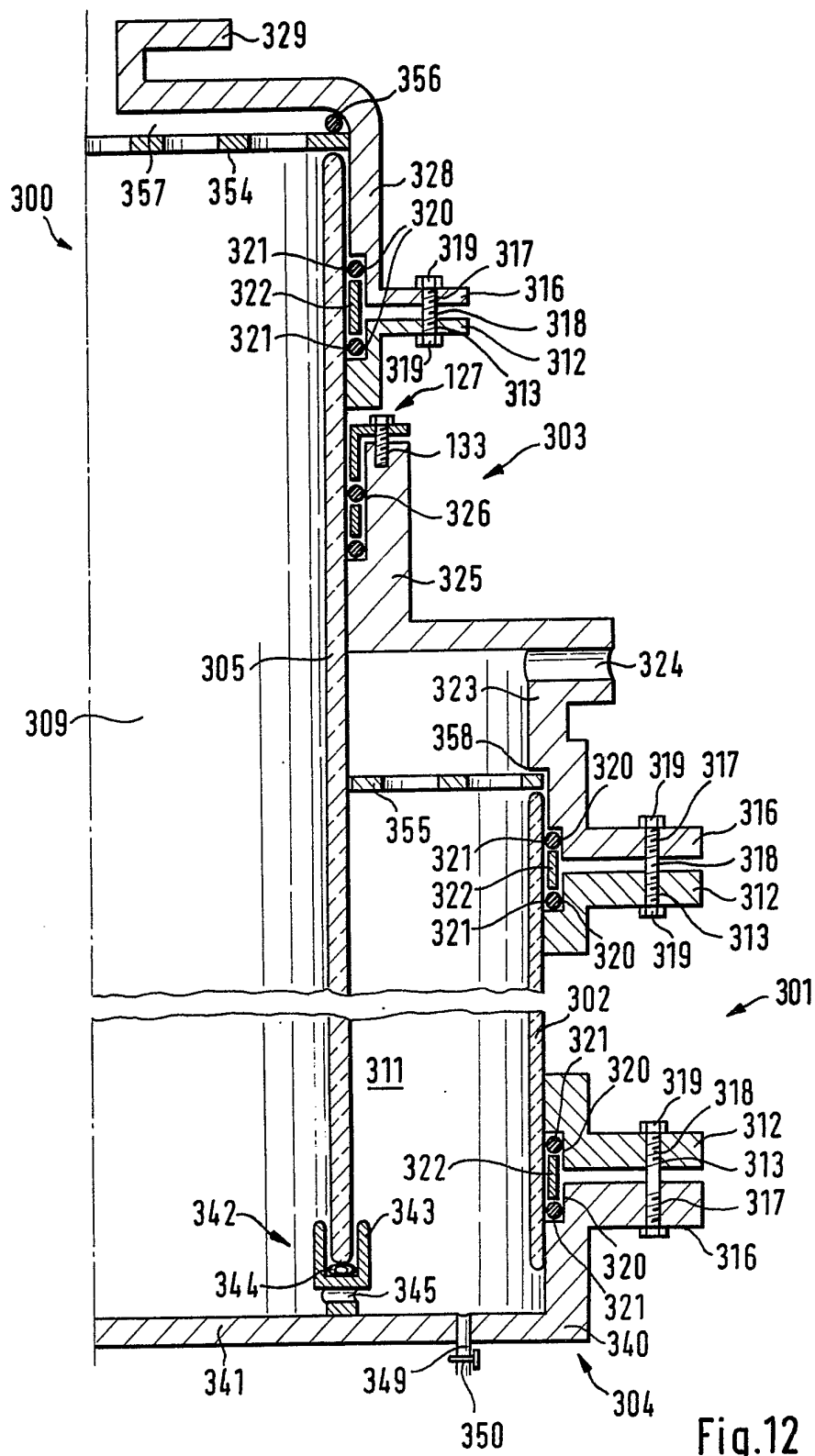
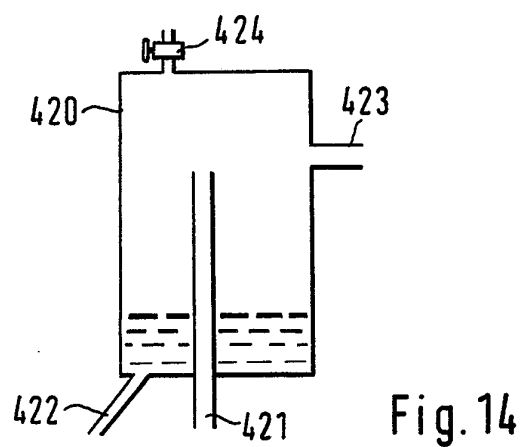
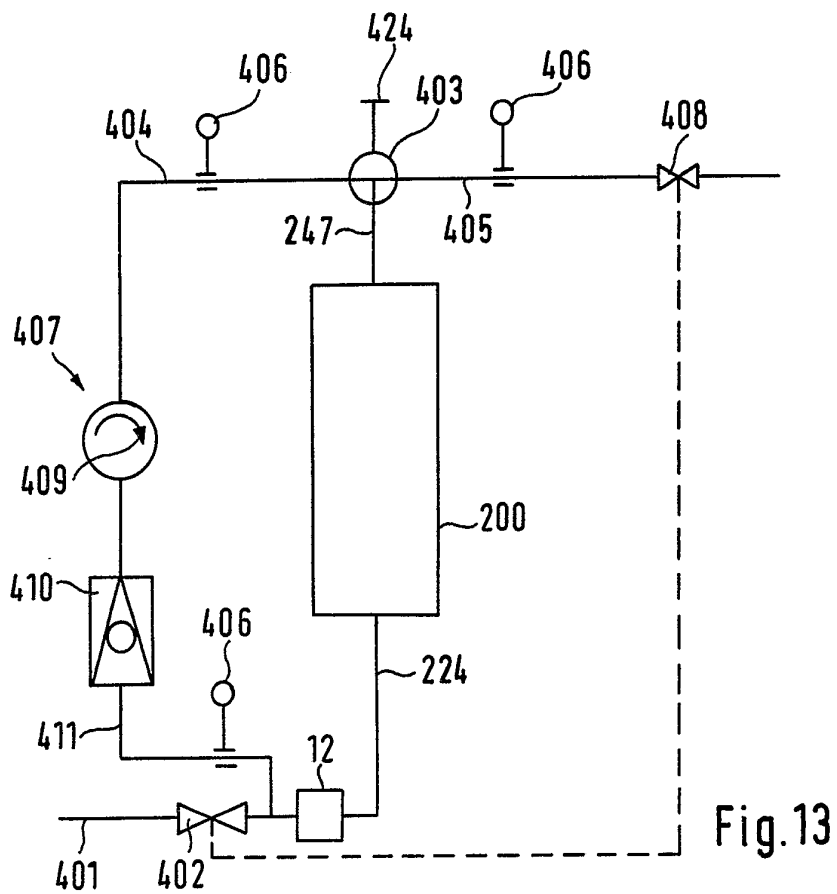


Fig. 11





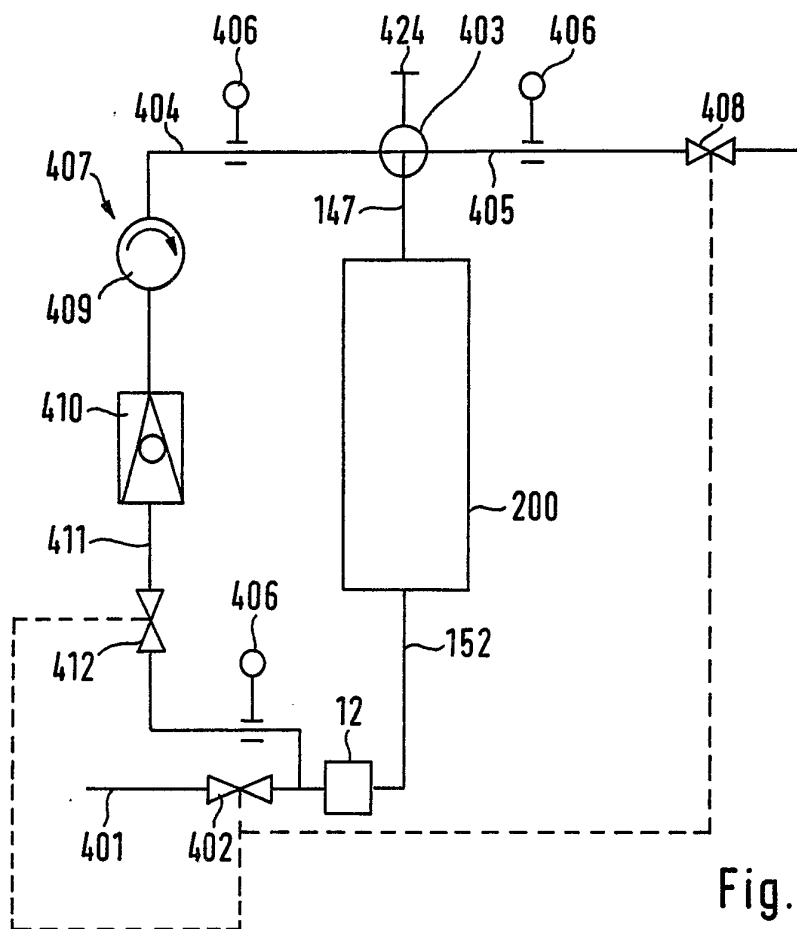


Fig.13A

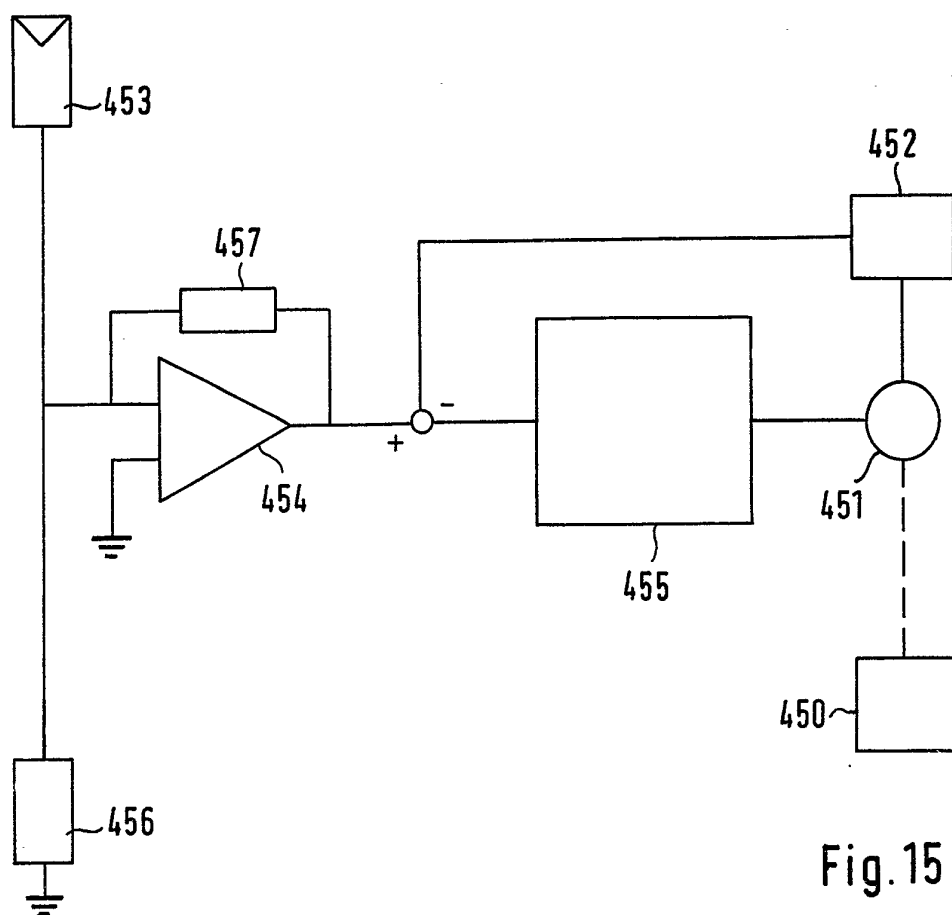


Fig. 15

