



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336482

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

C01B 7/01 (2006.01)

B01J 8/04 (2006.01)

F23C 99/00 (2006.01)

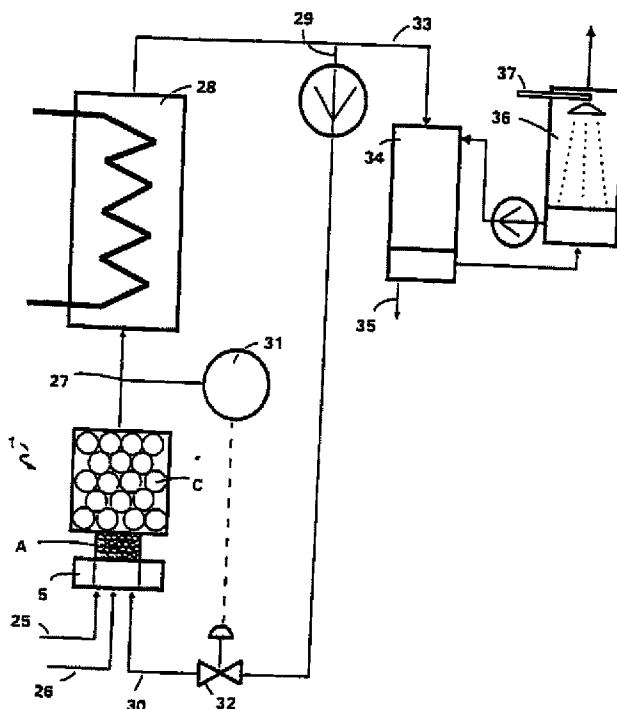
F23D 14/02 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20020868	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.07.03 PCT/EP2000/06199
(22)	Inng.dag	2002.02.22	(85)	Videreføringsdag	2002.02.22
(24)	Løpedag	2000.07.03	(30)	Prioritet	1999.08.23, DE, 19939951
(41)	Alm.tilgj	2002.02.22			
(45)	Meddelt	2015.09.07			
(73)	Innehaver	SGL Carbon AG, Rheingaustrasse 182, DE-65203 WIESBADEN, Tyskland			
(72)	Oppfinner	APL GmbH, Am Weichselgarten 21, DE-91058 ERLANGEN, Tyskland			
		Jürgen Künzel, Thierhaupten, Tyskland			
		Franz Durst, Langensendelbach, Tyskland			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for en brenner og en tilsvarende innretning			
(56)	Anførte publikasjoner	EP 0657011 B			
(57)	Sammendrag				

En innretning med en brenner for forbrenning av en brensel/oksydasjonsmiddelblanding i et brennrom, hvor det er anordnet et materiale (3, 3', 3'', 3''') som tåler en maksimal temperatur, med en eller flere tilførselsledninger (25, 26) for brenselet, så vel som for oksydasjonsmidlet, for innføring av disse i brennrommet, er kjennetegnet ved at den for forbrenning med en forbrenningstemperatur av brensel/oksydasjonsmiddelblandingen over den maksimale temperatur, er utformet slik at det er anordnet idet minste en ytterligere tilløpsledning (30), gjennom hvilken brennrommet kan tilføres en tilleggsgass, særlig en med lavere brennverdi, hvormed temperaturen under forbrenningen kan senkes til en verdi under den maksimale temperatur.



Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for en brenner for forbrenning av en brensel/oksydasjonsmiddelblanding i et brennrom, hvori det er anordnet et materiale som tåler en maksimal temperatur som er mindre enn forbrenningstemperaturen til brensel/oksydasjonsmiddelblandingen. Oppfinnelsen vedrører også en innretning med en brenner for forbrenning av en brensel/oksydasjonsmiddelblanding i et brennrom, hvori det er anordnet et materiale som tåler en maksimal temperatur, med en eller flere tilfø-
5 ringsledninger for brenselet så vel som for oksydasjonsmidlet, for innføring av disse i brennrommet. Dessuten vedrører oppfinnelsen anvendelser av fremgangsmåten hhv. anvendelser av innretningen.

10

Ved de fleste brenneranvendelser tilstreber man en mest mulig effektiv forbrenning, blant annet for dermed å kunne oppnå en størst mulig virkningsgrad. Høyden til temperaturen vil imidlertid vanligvis være begrenset av temperaturbestandigheten til det materialet som anvendes i brenneren.

15

Høyere temperaturer enn som tillatt av de anvendte materialer, oppstår særlig i forbindelse med kraftige eksoterme kjemiske reaksjoner, så som ved en syntese av mellom- eller sluttprodukter. Slike kjemiske reaksjoner gjennomføres ofte med fritt brennende flamme, som brenner i en avstand fra brennermaterialet.

20

Videre forekommer det ved disse eksoterme kjemiske reaksjoner, alt avhengig av beskaffenheten til innsatsstoffene, spesielle reaktorer, bestående av en eller flere brennerenheter og et brennkammer. Da innsatsstoffene så vel som produktene ofte har sterkt toksiske så vel som korrosive egenskaper, må slike kjemiske reaktorer utføres under
25 hensyntagen til særlig strenge sikkerhetskrav, noe som særlig legger kraftige begrensninger på materialvalget.

Nedenfor skal det særlig gås inn på forholdene ved hydrogenkloridsyntese, hvor klor og hydrogen bringes til reaksjon. Når det nedenfor ofte vises til en hydrogenkloridsyntese, så skal det ikke oppfattes begrensende, men bare som et eksempel. De omtalte prinsip-
30 per kan anvendes på alle lignende reaksjoner, særlig slike hvor det kan oppstå høye temperaturer.

Ved hydrogenkloridsyntesen er reaksjonsrommet i prinsippet en diffusjonsflamme, som
35 befinner seg i et utstrakt brennkammer. Som brenner benyttes relativt enkle, av korrosjonsfaste materialer fremstilte innretninger med et innerrør og et ytterrør. De klorholdige gasser tilføres gjennom det indre rør, som ofte har et spesielt utformet brennerhode.

Gjennom en mellom rørene fri ringspalte blir de hydrogenholdige gasser innført, slik at hydrogenet i praksis vil omslutte de klorholdige gasser. De to gasser får først innbyrdes kontakt umiddelbart etter utgangen fra brenneren, reagerer da med hverandre og danner en lang flamme, som brer seg ut i brennkammeret.

5

Blanding av reaktantene i flammen skjer overveiende ved hjelp av diffusjon. Som følge av de høye forbrenningstemperaturer, må veggene i brennkammeret ha størst mulig avstand. Dessuten blir disse veggene som regel kjølt.

- 10 Ved denne type forbrenning medfører dette imidlertid en stor ulempe, fordi de ytre områdene til en slik flamme vil avkjøle seg i så sterk grad som følge av varmeavgivningen til de kjølte vegger, at omsetningen av reaktantene bare skjer ganske langsomt eller overhode ikke. I noen tilfeller vil det således ved de hete forbrenningsgassers utløp fra brennkammeret fremdeles befinne seg ikke oppsatt klor i det dannede hydrogenklorid.
- 15 Andelen av ikke omsatt klor reduseres derfor ved at det tilføres et hydrogenoverskudd på mellom 5 og 10%.

- Særlig er det ved slike anvendelsestilfeller, særlig ved hydrogenkloridsyntesen, ønskelig med en høyere flammestabilitet. De vanlige fysikalske parametere for slik innstilling er
- 20 imidlertid sterkt begrenset. Ved undertrykk vil eksempelvis flammestabiliteten avta mens utstrekningen øker merkbart. En forbrenning under høyere trykk har hittil ikke vært vanlig. Spesielle forblandingsbrennere har heller ikke vært mulige, på grunn av faren for flammetilbakeslag uten selvantennelse av blandingen av klor og hydrogen.

- 25 Et her aktuelt område er også fjerningen av de skadelige gasser. En vanlig utførelsesform av en kjemisk reaktor for fjerning av skadelige gasser er et med ildfast materiale kledd, varmt brennkammer, hvor brenngassene bringes til reaksjon ved hjelp av vanlige brennere. De skadelige gasser bringes inn i et brennkammer ved hjelp av en egen tilføring. Brennkammeret er dimensjonert slik at det oppnås en viss minste oppholdstid ved
- 30 høye temperaturer, for brenning av reaksjonsgassene. Slike innretninger benyttes fortrinnsvis for etterforbrenning av klorholdige forbindelser eller avgasser. Minsteoppholdstiden vil vanligvis være bestemmende for størrelsen til slike brennkammere. Riktignok kan størrelsen reduseres ved bedre gjennomblanding og mer intensiv varme.

- 35 Den ovenfor gitte diskusjon viser at slike anlegg bare kan tilveiebringes ved minste minimumsdimensjoner, altså at anleggene vanligvis er plasskrevende. Således er det eksempelvis i katalogen fra firma SGL-TECHNIK GmbH, Apparatebau, Werner von

Siemens Strasse 18, DE-86405 Meitingen, på side 3 vist en HCl-synteseovn, som, slik man kan fastslå ut fra de på figuren viste personer, har en størrelse på mer enn 10 m i lengden. Denne lengde skal kunne reduseres drastisk.

- 5 Hensikten med oppfinnelsen er å forbedre en fremgangsmåte og en innretning av den innledningsvis nevnte type slik at utstyret hhv. brenneren blir mindre plasskrevende. Videre skal det også tilveiebringes en innretning for fremgangsmåten, med hvilken innretning eksempelvis de foran nevnte eksoterme kjemiske reaksjoner skal kunne gjennomføres med sterk reduisering av de foran beskrevne ulemper.

10

- Hensikten med oppfinnelsen oppnås med utgangspunkt i den innledningsvis nevnte fremgangsmåte ved at det før forbrenningen tilføres en tilleggsgass som ikke bidrar vesentlig til forbrenningen, så som en inertgass eller vanndamp eller avgassen fra forbrenningen eller en etterforbrenning, med hvilken tilleggsgass temperaturen under forbrenningen nedsettes til en verdi som ligger under den maksimale temperatur, og idet nevnte
15 materiale i brennkammeret er et porøst materiale med sammenhengende, for en flammeutvikling egnet store hulrom. Ved en innretning er det i denne forbindelse anordnet minst en ytterligere tilløpsledning, gjennom hvilken brennrommet kan tilføres en tilleggsgass, særlig en med lavere brennverdi, slik at derved forbrenningstemperaturen kan
20 senkes til en verdi under den maksimale temperatur.

- Denne enkle løsning, nemlig en reduksjon av temperaturen ved hjelp av en tilleggsgass, synes i utgangspunktet ikke å være særlig effektiv. Man har imidlertid fastslått at det motsatte er tilfelle, og særlig har det vist seg at et anlegg basert på oppfinnelsen og dens
25 videreutviklinger, kan realiseres med en lengde på under 1 m, særlig for en hydrogenkloridsyntese. Dette resultat, en dramatisk lengdereduksjon fra nesten 15 m og til mindre enn 1 m, var helt uventet.

- En slik lengdereduksjon var heller ikke mulig i praksis under utnyttelse av de vanlige,
30 for en fagmann kjente tiltak, nemlig en parallellkobling av flere hydrogenkloridsynteseanlegg, for oppnåelse av en lengdereduksjon.

- Oppfinnelsen baserer seg på den erkjennelse at ved en senking av temperaturen ved hjelp av en tilføring av en tilleggsgass for kjøling ikke bare oppnås en kraftig reduksjon
35 av den ytre kjøling, men at avstanden flamme/vegg også kan gjøres vesentlig mindre.

Dessuten kan det også benyttes andre brennertyper enn den foran nevnte diffusjonsbrenner, noe som også muliggjør en ytterligere avkorting. Det er å forvente at man ved hydrogenkloridsyntesen som følge av oppfinnelsen også kan arbeide med et lavere hydrogenoverskudd, fordi de ifølge teknikkens stand oppstående temperaturgradienter blir
5 vesentlig lavere og gjennomblandingen blir bedre. Dette øker økonomien i slike anlegg.

Dessuten oppnår man også den fordel at temperaturen kan styres eller reguleres, på grunn av innstillbarheten av mengden tilført inertgass. Denne mulighet kan eksempelvis også utnyttes for en regulering av temperaturen i brensel/oksydasjonsmiddelblandingen
10 for oppnåelse av lavest mulige avgasseemisjoner.

Ved en foretrukket videreutvikling av innretningen er det sørget for at forbrenningsproduktet fra brennrommet gjennom en tilløpsledning benyttes som tilleggsgass for senking av forbrenningstemperaturen.

15

Dermed kan man ikke bare oppnå en lavere temperatur, men får også en etterforbrenning av avgassene, hvilket i visse tilfeller vil gi en vesentlig reduksjon av innholdet av skadelige stoffer. Videre skal det fremheves at man ikke behøver føre inn noen spesielle ekstra gasser i brennrommet, fordi det jo alltid vil foreligge en avgass. Slike innretninger kan derfor gjøres enklere.
20

Ifølge en annen videreutvikling av oppfinnelsen er det ved fremgangsmåten sørget for at brensel/oksydasjonsmiddelblandingen og den tilførte tilleggsgass blandes idet minste delvis i en forblandingsinnretning, anordnet foran brenneren. En tilsvarende innretning
25 ifølge denne videreutvikling av oppfinnelsen er kjennetegnet ved at den har et forblandedekammer for brensel/oksydasjonsmiddelblandingen, fra hvilket forblandedekammer brensel/oksydasjonsmiddelblandingen kan strøme inn i brennkammeret.

Som det vil gå frem av det forestående, er det ved de kjente innretninger overhode ikke
30 mulig å benytte et forblandedekammer, fordi brenngassene må føres med innbyrdes avstand og adskilt fra hverandre frem til utløpet fra de to rør, da det ellers vil foreligge en tilbakeslagsfare. For øvrig vil de tilgjengelige materialer, eksempelvis ved hydrogenkloridsyntesen, ved tilbakeslag ikke kunne tåle kontakten med en flamme, nettopp på grunn av de høye temperaturer. Det ifølge videreutviklingen benyttede forblandedekammer
35 muliggjør en vesentlig bedre gjennomblanding og en mer effektiv omsetning av reaktanter, hvilket eksempelvis muliggjør en reduksjon av den nødvendige hydrogenandel ved hydrogenkloridsyntesen.

Ved bruk av vanlige brennere, vil også en selvantennelse av hydrogenkloridblandingen i forblandekammeret være et problem. Innflytelsen av ultrafiolett stråling på gassen i forblandekammeret kan reduseres ved tilsvarende utforming. Ultrafiolett bestråling vil ellers kunne gi tenning av den som eksempel nevnte gassblanding av klor og hydrogen i forblandekammeret.

Særlig er det ved en fordelaktig videreutvikling av oppfinnelsen sørget for at forblandekammeret er utformet slik at den i retning av brennrømmet liggende komponent av blandingens strømningshastighet i forblandekammeret er større enn flammehastigheten i brennrømmet.

Derved dimensjoneres forblandekammeret slik at en eventuelt i forblandekammeret oppstående flamme i tilfelle av en utilsiktet antennelse i det totale driftsområdet, eksempelvis under innkjøring, blåses ut.

Særlig gjelder at forblandekammeret da kan tilføres den tilleggsgass som benyttes for reduksjon av forbrenningstemperaturen, for blanding med brensel/oksydasjonsmidlet der. Derved oppnås også en virkningsfull blanding med tilleggsgassen, med tilhørende oppnåelse av en effektiv kjøling og en jevn temperatur i flammen.

Ifølge en annen videreutvikling av oppfinnelsen er det sørget for at sideflatene velges så store i forhold til volumet i forblandekammeret, at den frie energien til en eventuell forpuffing kan opptas av sideveggen.

Også her kan det med enkle midler oppnås en høy sikkerhetsstandard.

En ytterligere forbedring oppnås ifølge en videreutvikling av oppfinnelsen ved at forblandekammeret kjøles.

Det er å fastslå at et forblandekammer ifølge de ovenfor nevnte videreutviklinger representerer en inventiv fordel, som har vært utelukket for andre eksoterme kjemiske reaksjoner, nettopp som følge av de begrensninger som den anvendte teknikk har gitt. For oppnåelse av en god blanding av gassene i forblandekammeret, blir gassene blåst inn med høy hastighet, fortrinnsvis tangensielt. Hastigheten til gassblandingen i aksial retning velges slik at den er større enn blandingens flammehastighet. For bedring av blandingen kan det i forblandekammeret være anordnet innbygninger, eksempelvis tilgjeng-

elige blandeelementer, av den type som anvendes i statiske blandere. Den ifølge oppfinnelsen tilførte inerte gass, altså tilleggsgassen for reduisering av flammehastigheten og for reduisering av den adiabatisk forbrenningstemperatur, blandes med hovedreaksjongassene fortrinnsvis før forblendekammeret, slik at det lokalt inne i forblende-
 5 kammeret ikke på noe sted kan opptre vesentlig høyere flammehastigheter enn i den ideelle forblandede gassblanding.

Særlig endrer porøsiteten til det porøse materialet med sammenhengende hulrom seg til større porer i retning av flammeutviklingen, slik at det ved en indre grenseflate for pore-
 10 størrelsene oppstår et kritisk Péclet-tall, over hvilket flammeutviklingen skjer og under hvilket flammeutviklingen undertrykkes.

Utførelsesmuligheter for slike porebrennere, som de betegnes som i det etterfølgende, er beskrevet i flere bidrag innenfor faglitteraturen, eksempelvis i Durst et al., Bulletin
 15 SEV/VSE, bind 89, nr. 21, sidene 11-18, 1998. Ytterligere beskrivelse kan man også finne i EP 0 657 011 B1. Slike brennere har hittil ikke vært anvendbare for forbrenning av kjemisk sterkt eksoterme reaksjoner, fordi materialet ikke har tålt de høye temperaturer.

20 Størrelsen til slike anlegg og innretninger kan reduseres betydelig ved bruk av porebrennere, med samme gjennomgangsmengde og produktkvalitet. Videre bedres den dårlige flammestabilitet, som skyldes trykkvariasjoner, særlig ved undertrykk, i de kjente anlegg og innretninger.

25 En forbrenningsstabilisering oppnås ved en øking av porestørrelsen i strømningsretningen, idet det i en sone av det porøse materialet for porestørrelsen oppstår et kritisk Péclet-tall, over hvilket det skjer en flammeutvikling og under hvilket flammeutviklingen undertrykkes.

30 Anvendelsen av denne teknikk for fremstilling av kjemiske produkter, så som eksempelvis hydrogenklorid, eller for etterforbrenning av skadelige gasser, så som eksempelvis klorholdige gasser, har ikke bare en fordelaktig innvirkning på selve forbrenningen, men muliggjør også en fordelaktig utforming og anordning av de anleggsdeler som er integrert i porebrenneren.

35 Ved en porebrenner gjennomføres reaksjonen i en porøs matrise av temperaturbestandig materiale. Til forskjell fra konvensjonelle brennerinnretninger er det ikke nødvendig å

anordne brenneren i et voluminøst brennkammer eller koble et slikt etter brenneren. De hete reaksjonsprodukter vil strømme ut fra brenneren uten direkte flammedannelse.

For hydrogenkloridreaksjonen så vel som for andre i den kjemiske industri benyttede kjemiske reaksjoner, vil en porebrenner av vanlig type ikke egne seg uten den ifølge oppfinnelsen oppnådde senking av flammetemperaturen. Videre vil det sammenlignet med de kjente anvendelser innenfor varmeteknikken foreligge betydelig høyere brennromtemperaturer, og gassene er også meget korrosive.

Dimensjoneringen av porebrennerne for kjemiske industrianlegg skjer imidlertid i utgangspunktet etter lignende regler som angitt i EP 0 657 011 B1, idet Péclet-tallet Pe benyttes som kriterium for dimensjonering av de laglagte porestørrelser:

$$Pe = \frac{S_L d_m c_p \rho_G}{\lambda_G}$$

15

her er:

- S_L den laminare forbrenningshastighet for de eventuelt forblandede gasser;
- d_m den effektive porediameter;
- λ_f varmeledningen til gassblandingen;
- 20 ρ_f tettheten til gassblandingen; og
- c_p er gassblandingsens spesifikke varmekapasitet.

Den brennbare gassblanding strømmer først gjennom et område, heretter betegnet som sone A, som er karakterisert ved en slik liten effektiv porediameter at det ikke muliggjøres noen stasjonær flammeutbredelse, det vil si at den første porøse sone i sin virkning ligner den til en flammetilbakeslagssperre. Det etterfølgende, egentlige forbrenningsområde, heretter betegnet som sone C, har imidlertid porestørrelser som er store nok til å tillate en stasjonær forbrenning. Som kriterium for flammeutbredelsen i det indre av en porøse matrise, angis det i faglitteraturen (eksempelvis Babkin et al., i "Combustion and Flame", bind 87, s. 182-190, 1991) et kritisk Péclet-tall på $Pe > 65$.

I EP 0 657 011 B1 foreslås det for den første sone en anvendelse av et betydelig lavere og for forbrenningssonen et betydelig høyere Péclet-tall enn det kritiske Péclet-tall $Pe = 65$.

35

Tennes porebrenneren, så vil forbrenningen stabilisere seg ved skjæringsstedet mellom de to soner. Som følge av de små poredimensjoner i den første sone vil det i dette området ikke komme til noen forbrenning i den stasjonære tilstand, men bare en forvarming av gassblandingen. Denne egenskap oppfyller også de strenge sikkerhetskrav som stilles
5 for kjemiske anlegg med hensyn til en tilbakeantennelsesfare.

Som følge av den utmerkede varmeovergang mellom gass- og fastfase i den porøse matrise, vil matrisen være gitt tilnærmet termisk likevekt. Den tilnærmet termiske likevekt mellom gass- og fastfase og den intensive blanding i porelegemet, bevirker i hovedsaken at de frie flammer forsvinner i den med større porer forsynte brennsone. Forbrenningsprosessen foregår nå i et utstrakt reaksjonsområde, som mer kan karakteriseres
10 som en forbrenningsreaktor enn som et brennrom med frie flammer.

Som porøs brennromfylling i porebrennere for kjemiske industrianlegg kan materialer
15 så som eksempelvis aluminiumoksyd, sirkonoksyd, silisiumkarbid, grafitt, karbon og lignende anvendes, som i tillegg til høy temperaturbestandighet også har en tilstrekkelig korrosjonsbestandighet. Fortrinnsvis anvendes det, selv om også skum- eller cellestrukturer er anvendbare, for fremstilling av det porøse brennrom skyttgods bestående av temperaturbestandige keramiske kuler, sadelleger og lignende legemer, slik det ek-
20 sempelvis er kjent som uordnede pakninger for termiske separasjonsmetoder. Skyttgods foretrekkes, fordi det muliggjør en enkel rengjøring med hensyn til avleiringer, eksempelvis saltrester som oppstår ved hydrogenkloridsyntesen og som stammer fra brenngassene, fordi slike avleiringer i visse tilfeller vil kunne føre med seg saltholdige væskedråper. Også for porebrennere blir det for tilveiebringelse av hydrogenklorid an-
25 ordnet soner med ulike porestruktur hhv. porestørrelse, som angitt i EP 0 657 011 B1. Dette skjer ved at det anvendes ulike store fyllegemer i sonene A og C.

Til avvik fra den i EP 0 657 011 B1 beskrevne utførelse kan det imidlertid mellom de med fyllegemer utformede, porøse strukturer i de to soner med ulike porestørrelse, for-
30 trinnsvise anordnes en ytterligere rist som hindrer at mindre fyllegemer i sone A går inn i mellomrommene mellom de større fyllegemer i sone C. Også ved gassutløpet fra sone C blir det ved brennere, hvor gassene ikke går loddrett opp og ut, anordnet en ytterligere, gassgjennomslippelig rist, som lukker brennrommet. Derved muliggjøres det en anordning av brenneren i vilkårlig stilling, til tross for den løse fylling med fyllegemer i
35 brennrommet.

Det porøse reaksjonsrom er fortrinnsvis omgitt av en korrosjonsfast, kjølt vegg, som eksempelvis består av kunstharpiksimpregnert grafitt. Kjølingen kan skje ved hjelp av kjølevann, luft eller ved hjelp av brenngassene. Mellom den kjølte vegg og brennrommet befinner det seg da fortrinnsvis et isolerende mellomsjikt av høytemperaturbestandig, korrosjonsbestandig og termisk isolerende materialer, som hindrer varmetap og sikrer at det i brennrommet på et hvert sted hersker den ønskede brennromtemperatur. Til avvik fra EP 0 657 011 B1 muliggjør denne kraftige isolering en tilnærmet adiabat prosess, hvor det ikke skjer noen temperaturpåvirkning på forbrenningsprosessen gjennom den kjølte vegg. Den adiabate prosess muliggjør eksempelvis en enkel oppskallering av slike kjemiske reaktorer, fordi varmetransportegenskapene for de kjølte vegger vil være irrelevant og hele prosessen kan betraktes som en endimensjonal prosess i strømningsretningen.

Den adiabatiske forbrenningstemperatur til flere kjemiske reaksjoner, så som hydrogen- og klorreaksjoner, ligger over 2 500°C. Vanlige, tilstrekkelig korrosjonsbestandige keramiske materialer for fyllingen i brennrommet, tåler ikke slike høye temperaturer. Det ifølge oppfinnelsen foreslåtte tiltak løser problemet med for høy brennromtemperatur ved at det tilføres en ytterligere gass eller damp. Til brenngassblandingen i forblendedammeret eller til hver av brenngassene tilsettes det altså en ytterligere gasstrøm. Denne gasstrøm kan eksempelvis være en delstrøm av reaksjonsproduktet, eksempelvis hydrogenklorid, fra en annen del av anlegget. Det kan også anvendes vanndamp eller en annen, fortrinnsvis relativt den etterfølgende reaksjon inert gass, som muliggjør en senking av brennromtemperaturen til det ønskede nivå. Senkingen av forbrenningstemperaturen blir også viktigere fordi varmetilførselen ved porebrennere, dimensjonert for store effekter, spiller en underordnet rolle, nettopp på grunn av den kjølte vegg. Ved hjelp av tilbakeførings/fremmedgassen blir dessuten flammehastigheten nedsatt, slik at forbrenningen over det totale effektområdet bare vil finne sted i porebrennerens sone C. Særlig fordelaktig er en tilbakeføring av reaksjonsproduktet, fordi anleggets avgassmengde derved ikke økes. Også vanndamp vil i så henseende være fordelaktig, fordi vanndamp i de etterfølgende innretninger for tilveiebringelse av sluttprodukter, så som eksempelvis saltsyre, vil kunne kondenseres. Ofte inneholder hovedreaktanter så som hydrogen og klor, når de eksempelvis stammer fra kjemiske omsetninger i tekniske anlegg, så høye andeler av fremmedgasser, at en tilsetning av ytterligere fremmedgass eller tilbakeføringsgass blir unødvendig, hhv. av reguleringstekniske grunner bare behøver skje i en slik grad at reaksjonen stabiliserer seg ved den ønskede temperatur.

Avvikende fra vanlige brennerutførelser for kjemiske anlegg, slik tilfellet er ved hydrogenkloridsynteser, hvor blandingen av brenngassene skjer utenfor brenneren og inne i brennkammeret, blir brenngassene ved den her beskrevne innretning blandet på forhånd. Til avvik fra EP 0 651 011 B1 er forblandekammeret fortrinnsvis en bestanddel av og en
5 sikkerhetsrelevant komponent i en innretning ifølge oppfinnelsen.

Forblandekammeret er fortrinnsvis fremstilt av korrosjonsfaste materialer, eksempelvis av kunstharpiksimpregnert grafitt. Fra forblandekammeret går de forblandede gasser fortrinnsvis gjennom en rist av korrosjonsbestandig materiale, eksempelvis silisiumkarbid, aluminiumoksyd og lignende, og inn i porebrennerens sone A. Som allerede nevnt,
10 vil flere kjemiske reaktanter, så som eksempelvis klor og hydrogen ha en tendens til selvantennelse når de utsettes for ultrafiolett stråling. Selvantennelsen i forblandekammeret bør imidlertid unngås av sikkerhetsgrunner. En rist med egnet form og en tilsvarende utforming av sone A velges, på en slik måte at det fra sonen A hhv. C ikke kommer noen eller bare lite ultrafiolett stråling inn i forblandekammeret, og bare så lite at
15 det ikke kan gi tenning av gassblandingen bestående av klor og hydrogen i forblandekammeret.

Det skal her særlig fremheves den stabile forbrenning ved bruk av den beskrevne porebrenner. Sammenlignet med de ifølge teknikkens stand utførte hydrogenkloridbrennere,
20 som reagerer sterkt på trykk- og mengdevariasjoner av gassene, og hvor altså flammen lett kan slukke, vil forbrenningsreaksjonen i porebrenneren lett tennes igjen av varmekapasiteten til fyllegemene i sone C, sågar etter et kortvarig bortfall av gasser. Av sikkerhetsgrunner er det imidlertid hensiktsmessig å stoppe også andre gasser og utelukke
25 en inertgasspyling når en gass faller ut. Selv etter flere minutter kan brenneren da uten fornyet innkjøringsprosedyre tas i bruk igjen på en forsinkelsesfri måte, også etter en inertgasspyling.

Tenning og forvarming av brenneren kan skje med en brenngass (hydrogen, metan og lignende) og luft. Det kan riktignok her også benyttes en konvensjonell tenningsinnretning, som vanlig for slike kjemiske reaktorer. Etter en fullstendig gjennomvarming av
30 sone C kan de så litt etter litt eller også med en gang omstilles til reaktanter, så som eksempelvis klor og hydrogen.

35 Ved en hydrogenkloridsyntese og forvarming med en hydrogen/luftflamme, foretas en fordelaktig regulering på den måten at luftandelen reduseres langsomt og klorandelen økes i tilsvarende grad, helt til luften er helt erstattet med klor.

Plutselige belastningsvariasjoner mellom 50 og 120% av den nominelle belastning som kan oppstå i slike anlegg, kan beherskes uten vanskeligheter med de beskrevne porebrennere.

5

Den fremragende stabilitet for forbrenningsreaksjonen i porebrenneren muliggjør bruk av brenneren under trykk eller under undertrykk, noe som hittil ikke har vært gjennomført med tilstrekkelig prosessikkerhet, nettopp på grunn av de instabile flammer, særlig ved en syntese av hydrogenklorid. For større effekter kan porebrennerne forsynes med tilsvarende større tverrsnittsflate eller parallellkobles i ønsket antall. En slik anordning av mange små brennere vil øke effektområdet til en hydrogenkloridsynteseanlegg vesentlig, fordi brennere kan inn- eller utkobles avhengig av kapasitetskravet. På denne måten kan totalanlegget alltid kjøres i det optimale ytelsesområdet. Likeledes er det til forskjell fra de her viste eksempler mulig å utføre brennerne som linjebrennere eller ringbrennere. I brennrommene vil man da få tilnærmet samme betingelser.

10
15

Oppskalleringen av tekniske anlegg blir overraskende enkel som følge av den tekniske lære hva angår dimensjoneringen av porebrennerne, særlig i forbindelse med den foran beskrevne adiabate prosess, hvor det uavhengig av anleggsstørrelsen må holdes definerte strømningsbetingelser i sonene A og C.

20

De nedenfor beskrevne og for kjemiske prosesser modifiserte porebrennere utgjør deler av prosess tekniske anlegg for fremstilling av saltsyre eller for etterforbrenning av klorholdige forbindelser.

25

Et slikt anlegg oppviser eksempelvis en modifisert porebrenner, en varmeveksler for kjøling av reaksjonsproduktene hhv. for utnyttelse av deres varmeinnhold, og alt etter anleggstype også en absorbator, skrubber eller avgassvasker med overgangsdeler mellom apparatene, pumpene, rørledningene, og de øvrige vanlige sikkerhets-, måle- og reguleringsinnretninger. Som følge av reaksjonsprosessen og den gode blanding av gassene i porebrenneren er det til forskjell fra teknikkens stand ikke nødvendig med et voluminøst brennkammer. Brenneren kan knyttes direkte til de etterfølgende apparater, så som eksempelvis en varmeveksler, en slukker med absorbator eller andre apparater. Etter avkjøling av de fra brenneren strømmende reaksjonsprodukter i en varmeveksler eller etter en slukker, blir en delstrøm av den kjølte gass/gassblanding tilført brenneren igjen, som beskrevet foran. Alternativt kan, som beskrevet, også en annen gass, eksempelvis vanndamp tilsettes.

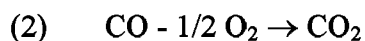
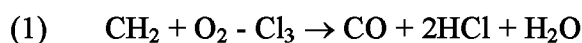
30
35

Avhengig av produktkravene vil man eventuelt bare trenge deler av det prosesstekniske anlegg, så som brenner og gasskjøler, eller brenner og slukker, alt ettersom produktet skal være i gassform eller løst i vann som saltsyre.

5

I en ytterligere utførelsesform av et anlegg for fremstilling av hydrogenklorid benyttes kun hydrogengasser som hydrogenleverandør, eksempelvis jordgass, metan, propan osv., klor og luft. Forbrenningen skjer ifølge de nedenfor sterkt forenklet gjengitte reaksjonsligninger (1 og 2).

10



15 En slik forbrenning er vanskelig å gjennomføre i de kjente anlegg, fordi det ved ugunstige kantbetingelser kan danne seg sot, som tilsmusser anlegget og forurensrer syren. De beskrevne spesielle egenskaper for en porebrenner muliggjør på uventet måte en stabil, sotfri forbrenning, også for denne kritiske anvendelse.

20 Porebrennere for etterforbrenning av halogenholdige avgasser eller fordampningsbare eller gassformede halogenholdige organiske forbindelser blir, slik det vil bli tydeliggjort nærmere nedenfor i form av utførelseseksempler, utført slik at oksydasjonsmiddel og brenngass fortrinnsvis blåses forblandet inn i forblandekammeret. Som følge av den høye reaksjonsentalpien til oksydasjonsmiddel og brenngass blir det i brennsonen C

25 tilveiebragt en stabil støtteflamme. Gassen eller gassblandingen som skal etterforbrennes, blir gjennom et innføringsrør blåst inn i forblandekammeret, fortrinnsvis gjennom en rist, i fra porebrennerens sone A, og blir blandet med brensel/oksydasjonsmiddelblandingen. For temperaturregulering av etterforbrenningsprosessen anvender man fortrinnsvis et tilsvarende overskudd av oksydasjonsmiddel, særlig

30 luft. For regulering av temperaturen i sonen C i porebrenneren måles temperaturen eksempelvis ved hjelp av infrarød-pyrometer, og signalet viderebearbeides for regulering av oksydasjonsmidlet. De etterfølgende innretninger ved etterforbrenninger adskiller seg i avhengighet av halogeninnholdet i avgassene fra de foran beskrevne anleggsdeler. Ved et lavt halogeninnhold, hvor utvinningen av saltsyre ikke er primær, blir det vanligvis bare etterkoblet en slukker og en vasker. Andre stoffer, eksempelvis svovelforbindelser og lignende, kan fjernes med de beskrevne innretninger uten fare for skader.

35 Da de beskrevne etterforbrenningsanlegg med porebrennere ikke krever noe brenn-

kammer i vanlig forstand, kan slike anlegg gjøres meget kompakte og realiseres på kostnadsgunstig måte.

På basis av de foran detaljerte utførelser muliggjøres særlig de nedenfor angitte, fore-
 5 trukne videreutviklinger av oppfinnelsen:

- brennrommet har minst to soner med materialer med ulik porestørrelse, mellom hvilke porestørrelsen gir det kritiske Péclet-tall;
- 10 - materialet med sammenhengende hulrom har idet minste delvis en fylling av legemer av den type som benyttes for fastlegeme-fyllinger eller ordnede pakninger i forbindelse med termiske skillemetoder, så som kuler eller sadelleger;
- på grenseflatene for soner med ulike porøsitet er det et gitter, så som en rist, for derved
 15 å unngå at legemer føres fra en sone og over i en annen, hvilket gitter, særlig som rist, også kan være kjølt;
- brennkammeret er utført for oppnåelse av flammestabilitet ved så vel overtrykk som undertrykk.
- 20 Brennkammeret kan altså nå utføres slik at det oppnås flammestabilitet ved overtrykk eller undertrykk, noe som hittil i forbindelse med den kjente teknikk bare har gitt en utilstrekkelig flammestabilitet. Med oppfinnelsen og dens videreutviklinger får man imidlertid et vesentlig større trykkområde til rådighet, slik at det muliggjøres en tilsva-
 25 rende dimensjonering for et større trykkområde på en for fagmannen kjent måte, særlig også for overtrykk eller undertrykk, med en vesentlig økning av flammestabiliteten. Reguleringer kan i denne forbindelser bortfalle i stor grad.

Særlig ved en foretrukket videreutviklingen av oppfinnelsen er det benyttet en brenn-
 30 kammerisolering for en tilnærmet adiabatisk forbrenning uten veggeffekter. En adiabatisk forbrenning er særlig fordelaktig for oppnåelse av øket omsetningsmengde. En slik adiabatisk forbrenning uten veggeffekter har man hittil overhode ikke kunnet gjennomføre med de forannevnte kjente brennere.

35 I tillegg til forbrenningen vil det også være mulig å utvinne reaksjonsprodukter, eksempelvis ved hydrogenkloridgassforbrenningen til hydrogenkloridsyntesen. Ved en foretrukket videreutvikling av oppfinnelsen er det sørget for at anordningen innbefatter en

innretning for utvinning eller utskilling av reaksjonsprodukter fra det forbrente brensel/oksydasjonsmiddel. Særlig for hydrogenkloridsyntesen er det sørget for at anordningen for en klorholdig forbindelse i brenselet så vel som hydrogen i oksydasjonsmidlet er utformet for forbrenning av hydrogenkloridet, idet det er anordnet en prosessinnretning for utvinning av hydrogenklorid eller saltsyre etter brennrommet. Denne utforming er kjent for fagmannen. Det skal særlig bemerkes at man må benytte de tilsvarende sikkerhetsinnretninger og at materialene må være korrosjonsbestandige med hensyn til klor.

- 10 Som allerede nevnt er oppfinnelsen ikke bare egnet for forbrenning og for hydrogenkloridsyntese, men den egner seg også som innretning for etterforbrenning av avgasser og derved særlig for rensing. Således er det eksempelvis ved noen av de i den nedenfor gitte beskrivelse omtalte utførelseseksempler mulig uten problemer å etterforbrenne og dermed på en skadefri måte fjerne klorholdige organiske forbindelser.

15

Ytterligere trekk og tiltak ifølge oppfinnelsen vil gå frem av den etterfølgende beskrivelse av utførelseseksempler, under henvisning til tegningene. På tegningene viser:

- Fig. 1 en porebrenner av kunstharpiksimpregnert grafitt med boringer for en vannkjøling av grafittmantelen;
- 20

Fig. 1a viser et utsnitt av porebrenneren i figur 1, men med statiske blandeelementer i forblandekammeret;

- 25 Fig. 2 viser en porebrenner som i figur 1, men uten forblandekammer;

Fig. 2a viser et utsnitt av sone A i brenneren ifølge figur 2, for å vise blandingen;

- Fig. 3 viser en porebrenner ifølge figur 1, med mantelkjøling ved hjelp av brenngassen, og med en ordnet pakking som brennromfylling;
- 30

Fig. 4 viser en porebrenner med en kjølemantel av stål;

- Fig. 4a viser snitt gjennom forblandekammeret med tangensielle innløpsstusser for gassene;
- 35

Fig. 5 viser en porebrenner for etterforbrenning av avgasser ved hjelp av en brenngass/luft-blanding;

Fig. 6 viser et prosessanlegg for fremstilling av saltsyre, med porebrenner, varmeveksler, absorbator, skrubber og produkttilbakeføring; og

Fig. 7 viser et prosessteknisk anlegg for etterforbrenning av klorholdige eller klorhydrokarbonholdige avgasser, med porebrenner, slukker og vasker.

For de nedenfor angitte utførelseseksempler er det valgt en spesiell brennertype, nemlig den foran allerede nevnte porebrenner 1, som har spesielle fordeler sammenlignet med andre brennertyper, hvormed for øvrig oppfinnelsen også kan gjennomføres. Det vesentlige trekk ved oppfinnelsen består i at flammen kjøles ved at det tilføres en tilleggsgass til brensel/oksydasjonsmiddelblandingen, noe som kan virkeliggjøres ved alle tenkbare brennertyper. Derfor skal den etterfølgende beskrivelse av utførelseseksempler med porebrennere 1 ikke anses å være begrensende.

En generell utførelsesform av en porebrenner 1 for kjemiske prosesser er vist i figur 1. Porebrennerens 1 hus består av kunstharpiksimpregnert grafitt og er forsynt med kjølekanaler 2 hvor igjennom et kjølemiddel, eksempelvis kjølevann ledes. Videre er det vist to med kuleformede fyllegemer definerte soner A og C. Sone C virker som forbrenningssone, hvor flammen utvikler seg. I sone A unngås en oppflamming ved hjelp av tilsvarende dimensjonering. Forbrenningssonen C er for dette formål fylt med større kuleformede fyllegemer 3, mens sone A derimot er fylt med mindre kuleformede fyllegemer 3'.

I en underdel 4 er det gassinnføringskanaler 6, som munner tangensielt i forblendekammeret 5, slik det også er vist mer detaljert i figur 4a. Som følge av den tangensielle tilføring oppnås en effektiv virvlingsblanding.

Forblendekammeret har videre et kondensatutløp 7, hvis posisjon er som følge av brennerens 1 montering er rettet nedover, slik at kondensat kan strømme vekk. Forblendekammeret 5 kan i tillegg etter behov ha statiske blandeelementer 10, slik det er vist mer detaljert i utsnittet i figur 1a, hvilket utsnitt er hentet fra figur 1. For å forenkle rengjøringen er underdelen 4 festet løsbart til porebrennerens 1 hus ved hjelp av en befestigelsesinnretning 8.

For oppnåelse av en i hovedsaken adiabatisk forbrenning er brennrommet C termisk avskjernet relativt borebrennerens 1 kjølte husvegg ved hjelp av en keramisk isolering 9. Ved gassutløpet 11 er brennrommet C dekket med en rist 12, som hindrer at fyllegemer kan falle ut fra porebrenneren 1, når porebrenneren har en montering som avviker
 5 fra den viste vertikale stilling. En ytterligere rist 13 mellom sonene A og C hindrer at små fyllegemer i sone A trenger inn i mellomrommene mellom fyllegemene i sone C under blåsing. Den likeledes i figur 1 viste rist 14 skiller forblandekammeret 5 fra sonen A. I porebrennerens 1 brennkammervegg og i isoleringen 9 er det en gjennomgående åpning 15 for temperaturmåling, og en åpning 16 for tenning av blandingen. For å
 10 senke flammentemperaturen til under den maksimale temperatur, dvs. under den temperatur hvor kulene 3 smelter, tilføres forblandekammeret en tilleggsgass, så som vandedamp, avgass fra forbrenningen eller en annen gass.

Figur 2 viser en porebrenner 1, som virker på samme måte som den i figur 1. Til forskjell fra figur 1 er det imidlertid her intet forblandekammer. Gassene føres gjennom
 15 ledninger 6 direkte inn i sone A. Gjennomstrømmingen av mellomrommene mellom kulene 3' gir en meget jevn fordeling, slik at de gjennom ledningen 6 innførte gasser blandes særlig godt i sone A. Som vist i figur 2a har ledningene 6 et antall hull, som i hovedsaken sørger for en jevn fordeling ved bunnen av porebrenneren 1, og også kan
 20 hindre flammentilbakeslag til ledningene 6, dersom hullene er tilstrekkelig små.

Dessuten tilføres to forbrenningsgasser, eksempelvis Cl_2 og H_2 i adskilte ledninger 6, hvilke ledninger er ført inn i sone A med lateral avstand og i fra motsatte sider, slik at det i nærheten av hovedtilførselen ikke kan oppstå noen tilfeldig blanding, eksempelvis
 25 på grunn av lekkasjer, som ville kunne føre til en eksplosjon.

Figur 3 viser en annen utførelsesform, hvor det er brenngassen selv, eksempelvis hydrogen, som benyttes for kjøling og tilsvarende varmebortføring. Hydrogenet blir ledet gjennom kjølekanaler i porebrennerens 1 brennkammervegg før det går inn i forblandekammeret i underdelen 4 gjennom en innløpskanal 6, slik det er antydning med piler på
 30 venstre og høyre side i figur 3. Klor går inn gjennom en annen gassinnløpskanal 6. En fremmedgass blåses inn i forblandekammeret 5 gjennom ytterligere gassinnløpskanaler 6, slik det er vist mer detaljert i figur 4a. I denne utførelsesform tilpasses isoleringsmengden til hydrogenets varmeopptaksevne.

35 Brennrommet C er i dette eksempel fylt med en strukturert pakking 3'', hvormed gjennomblandingen av reaksjonspartnerne skal bedres sammenlignet med kulepakkingen i

figur 1. Slike pakninger 3" egner seg særlig for slike tilfeller hvor det ikke finnes noen faststoffer, så som sot, i gassene.

Figur 4 viser nok et utførelseseksempel av en porebrenner 1, som er ommantlet ved
5 hjelp av en grafittvegg, som på sin side er omgitt av en vannkjølt stålmantel 17. Pore-
brennerens 1 grafittvegg vil blant annet i dette tilfellet ikke trenge noen indre kjølekanaler, fordi karbonet har høy varmeledningsevne.

Kjølevannet går inn i stålmantelens 17 mantelrom 19 gjennom stussen 18 og går ut
10 gjennom en stuss 20. Den i figur 4 viste porebrenner 1 er, for også her i sone C å vise en
annen utførelse, forsynt med keramiske fyllegemeringer 3"', som har en sylinderisk
form med innvendig struktur. Slike strukturer øker fremfor alt overflaten sammenlignet
med eksemplet i figur 1.

15 Figur 4a viser et eksempel på plasseringen av innløpsstussene 6 til forblandekammeret
5. Fortrinnsvis tilføres brenngass og inertgass gjennom i omkretsen etter hverandre lig-
gende stusser 6, for derved å kunne redusere flammehastigheten til blandingen. Eksem-
pelvis føres hydrogen inn ved 6', klor føres inn ved 6'' og kretsløpgasser føres inn ved
6'''. Kondensat kan gå ut fra forblandekammeret gjennom stussen 7.

20

Figur 5 viser en porebrenner 1 for etterforbrenning av klorholdige gasser. Den adskiller
seg fra den i figur 1 viste utførelsesform ved at den har et modifisert forblandekammer
5, hvor en grovdimensjonert gassinnløpskanal 21, hvorigjennom forblandet gass, luft
som oksydasjonsmiddel og brensel strømmer, samt et i forblandekammeret 5 innragen-
25 de gassinnføringsrør 22, hvorigjennom den avgass som skal etterforbrennes tilføres.
Gassinnløpsrøret 22 er forsynt med borer 23 i mantelflaten. Gjennom disse borer
kan avgassen trenge inn i forblandekammeret 5 og der blande seg med den
brenngasstrøm som strømmer rundt røret. Kondensatutløpet 7 er anordnet sideveis, til
forskjell fra det som er vist i figurene 1 til 3. Forblandekammeret 5 utvider seg under
30 sonen A til samme tverrsnitt som i sone C. Denne utvidelse gir en øking av brennerens
mulige gassbelastning.

Figur 6 viser rent skjematisk et anlegg for fremstilling av saltsyre, med en porebrenner
1, eksempelvis av den type som er vist i figur 3. Brenngassene hydrogen og klor mates
35 inn i porebrenneren 1 gjennom ledninger 25, 26. Reaksjonsproduktene går fra porebren-
neren 1 til kjølingen, gjennom en ledning 27 som går til en varmeveksler 28. Varme-
veksleren kan eksempelvis være kjølt med kjølevann. Alternativt er det også mulig med

en varmeutnyttelse, idet man i varmeveksleren kan fremstille varmtvann eller lavtrykksdamp for ekstern utnyttelse.

Av de fra varmeveksleren utgående, avkjølte gasser blir en del grenet av gjennom en ledning 29 og tilført brensel/oksydasjonsmiddelblandingen i brenneren gjennom en tilførringsledning 30. Temperaturregulering skjer ved hjelp av et målested 31 og en temperaturregulert ventil 32.

Den andre delen av gassen går gjennom en ledning 33 eksempelvis inn i en fallfilmabsorbator 34, hvor hydrogenklorid absorberes i vann eller i fortynne saltsyre og tas ut gjennom stussen 35. Den her som fallfilmabsorbator 34 utformede vasker kan drives i likestrøm, som vist, eller i motstrøm. De ikke absorberbare andeler og fremdeles tilstedeværende små andeler av hydrogenklorid går inn i en ettervasker 36, hvor den resterende andel av hydrogenklorid vaskes ut ved hjelp av vann som tilføres gjennom ledningen 37. Det med hydrogenklorid anrikede vaskevann går fordelaktig som absorpsjonsvæske til absorbatoren.

Figur 7 viser rent skjematisk nok et anlegg, som eksempelvis kan benyttes for etterforbrenning av klorholdige forbindelser og avgasser med lavt klorinnhold fra andre anlegg eller anleggsdeler.

Ved hjelp av en støtteflamme tilveiebragt ved hjelp av gjennom ledninger 38 og 39 tilført jordgass og luft, blir en gjennom en ledning 40 tilført avgass etterforbrent i en porebrenner 1. Avgassen inneholder eksempelvis klorholdige bestanddeler. Porebrennerens 1 forbrenningstemperatur reguleres i dette tilfellet ved hjelp av tilleggsluft gjennom en ventil 41 når kjølevirkningen til den gjennom ledningen 40 tilførte etterforbrente gass ikke er tilstrekkelig eller gassen har en varmeverdi som krever tiltak. Selvfølgelig kan det for temperaturreguleringen også tilføres andre gasser, eksempelvis inerte gasser eller vanndamp, dersom de ytre kantbetingelser krever dette. Er forbrenningstemperaturen lavere enn den gitte skallverdi, må varmeeffekten økes ved tilføring av jordgass.

Avgassene kan benyttes som avvarme i en her ikke vist varmeveksler, eller kan slukkes direkte, slik det er vanlig ved små anlegg. Etter slukkeren går den avskrekkede gass til en vasker 42 hvor avgassene først vaskes med omløpsvæske og så ettervaskes med vann som tilføres gjennom ledningen 37. En del av vaskevannet underkastes en ytterligere oppberedning. Dette er imidlertid ikke vist i tegningsfiguren.

Renset avgass går ut gjennom en ledning 43. Fortynnet saltsyre kan tas ut gjennom ledningen 44.

Den særlige fordel ved bruk av en porebrenner 1 i slike anlegg beror på dens fremragende reguleringsmulighet med hensyn til forbrenningstemperatur og på dens forbrenningsstabilitet. De hete keramiske materialer i sone C har en positiv, stabiliserende innvirkning på plutselige endringer i sammensetningen av den etterforbrennende avgass. De andre forbrenningsparametere så som jordgass og luftbehov for opprettholdelse av skalltemperaturen i forbrenningssonen, kan raskt tilpasses, uten at det er nødvendig å bryte forbrenningen. Forbrenningstemperaturer opptil 1 600°C er mulig, med bruk av handelsvanlige oksydkeramikkmasser.

Forsøksresultater med de beskrevne fremgangsmåter og de i denne forbindelse benyttede innretninger:

15

Eksempel 1

Med en porebrenner 1 ifølge figur 1 i et prosessteknisk pilotanlegg som i figur 5, fremstilles hydrogenklorid med hydrogen (1,12 m³/time) og klor (1,09 m³/time). Som inertgasstrøm, altså som tilleggsgass for senking av flammentemperaturen, ble det i forblandedekammeret i tillegg blåst inn ca. 0,73 kg/time vanndamp. Ved et støkiometrisk hydrogenoverskudd på 3% ble det i den ved hjelp av forbrenningen fremstilte saltsyre med 30 vekt-% HCl fastslått et innhold på fri klor på mindre enn 3 ppm.

20

Eksempel 2

En avgass inneholdende metylklorid ble etterforbrent i en porebrenner 1 ifølge figur 5, i et anlegg som i figur 7, i en støtteflamme tilveiebragt med 0,17 m³/time jordgass og 1,54 m³/time luft. Som avgass ble 0,35 m³/time etterforbrenningsgass med ca. 0,1% metylklorid i luft ført inn. Temperaturen til avgassen fra porebrenneren lå på ca. 1 100°C. Metylkloridinnholdet i avgassen var mindre enn 12 ppm.

30

Eksempel 3

Et forsøk med et anlegg ifølge figur 6 og med en porebrenner 1 ifølge figur 1 ga, med en forbrenning av 0,12 m³/time klor med 0,2 m³/time jordgass (metan) og 2,8 m³/time luft, følgende resultater: Det ble tilveiebragt sotfri 30%-ig saltsyre. Karbonmonoksidinnholdet i avgassen var mindre enn 0,5%. Sideprodukter så som polyklorerte dioksiner og furaner ble ikke funne verken i syren eller i avgassen. Klorinnholdet i syren var mindre enn 50 ppm.

35

Ved ugunstige kantbetingelser kunne man etterforbrenne avgassen med en innretning ifølge figur 5, med et høyt luftoverskudd.

5 **Eksempel 4**

Det ble gjennomført ytterligere forsøk med sterkt redusert brennromtemperatur i en brenner ifølge figur 1. Med 1,06 m³/time hydrogen, 1,04 m³/time klor og 1,02 kg/time vanndamp vil det selv ved en lav brennromtemperatur på ca. 600°C bare fastslås et lite klorinnhold i den utvunnede syre, nærmere bestemt et klorinnhold på mindre enn 3
10 ppm.

Som eksemplene viser muliggjør de foran beskrevne brennertyper på en meget enkelt måte kraftig eksoterme kjemiske reaksjoner, ikke bare med små volumer, men også i hovedsaken på en adiabatisk måte. Sikkerhetsforskrifter kunne oppfylles på enkel måte.
15 Den her beskrevne brennertype viste seg i alle henseender å være overlegen sammenlignet med de vanlige brennere i forbindelse med kraftig eksoterme kjemiske reaksjoner.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for en brenner for forbrenning av en bren-
 5 sel/oksydasjonsmiddelblanding (1) i et brennrom, hvor det er anordnet et materiale (3, 3', 3'', 3''') som tåler en maksimal temperatur som er lavere enn forbrenningstemperaturen til brensel/oksydasjonsmiddelblandingen, k a r a k t e r i s e r t v e d at det før forbrenningen tilføres en tilleggsgass som ikke bidrar vesentlig til forbrenningen, så som en inertgass eller vanndamp eller avgassen fra forbrenningen
 10 eller en etterforbrenning, med hvilken tilleggsgass temperaturen under forbrenningen nedsettes til en verdi under den maksimale temperatur; og idet nevnte materiale (3, 3', 3'', 3''') i brennkammeret er et porøst materiale med sammenhengende, for en flammeutvikling egnet store hulrom.
- 15 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at brensel/oksydasjonsmiddelblandingen og den i tillegg tilførte gass idet minste delvis blandes i en forblandeinnretning (5) anordnet foran brenneren (1).
3. Innretning med en brenner for forbrenning av en bren-
 20 sel/oksydasjonsmiddelblanding i et brennrom, hvor det er anordnet et materiale (3, 3', 3'', 3''') som tåler en maksimal temperatur, med en eller flere tilførselsledninger (25, 26) for brenselet så vel som for oksydasjonsmidlet, for innføring av disse i brennrommet, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen er utformet for en forbrenning med en forbrenningstemperatur av brensel/oksydasjonsmiddelblandingen over
 25 den maksimale temperatur, idet det er anordnet minst en ytterligere tilløpsledning (30), ved hjelp av hvilken brennrommet kan tilføres en tilleggsgass, særlig en gass med lavere brennverdi, hvormed temperaturen ved forbrenningen kan senkes til en verdi under den maksimale temperatur; og idet nevnte materiale (3, 3', 3'', 3''') i brennkammeret er et porøst materiale med sammenhengende, for en flammeutvikling egnet store hulrom.
 30
4. Innretning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at forbrenningsproduktet fra brennrommet idet minste delvis gjennom en tilløpsledning (30) innføres som tilleggsgass hvormed temperaturen under forbrenningen kan senkes.
- 35 5. Innretning ifølge krav 3 eller 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at det er anordnet et forblandekammer for bren-

sel/oksydasjonsmiddelblandingen, i hvilket forblandekammer brenselet og oksydasjonsmiddelblandingen kan blandes før forbrenningen.

6. Innretning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at
5 forblandekammeret (5) er utført slik at den mot brennrommet rettede komponent av strømningshastigheten til blandingen i forblandekammeret (5) er større enn flammehastigheten i brennrommet.

7. Innretning ifølge krav 5 eller 6, k a r a k t e r i s e r t
10 v e d at forblandekammeret (5) også tilføres den tilleggsgass hvormed forbrenningstemperaturen kan senkes, for blanding med brensel/oksydasjonsmidlet, fortrinnsvis for blanding med brenselet eller oksydasjonsmidlet før forblandekammeret (5).

8. Innretning ifølge et av kravene 5 til 7, k a r a k t e r i s e r t
15 v e d at sideflaten i forhold til volumet i forblandekammeret (5) er valgt så stor at sideveggen kan oppta den frie energi til en eventuell forpuffing.

9. Innretning ifølge minst et av kravene 5 til 8, k a r a k t e r i -
s e r t v e d en kjøling av forblandekammeret (5).

20

10. Innretning ifølge ett av kravene 3 til 9, k a r a k t e r i s e r t
v e d et porøst materiale (3, 3', 3'', 3''') med sammenhengende hulrom, hvis porøsitet endrer seg i retning av større porer i flammeutviklingens retning, hvorved det ved en indre grenseflate oppstår et for porestørrelsen kritisk Péclet-tall, over hvilket tall flammeutviklingen skjer og under hvilket tall flammeutviklingen undertrykkes.
25

11. Innretning ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at brennrommet har idet minste to soner (A, C) med materialer (3, 3', 3'', 3''') med ulike porestørrelser, mellom hvilke porestørrelsen gir det kritiske Péclet-tall.

30

12. Innretning ifølge et av kravene 3 til 11, k a r a k t e r i s e r t
v e d at materialet (3, 3', 3'', 3''') med sammenhengende hulrom har idet minste delvis en fylling av legemer, av den type som benyttes for fyllegemefyllinger eller ordnede pakninger ved termiske skilleprosesser, så som kuler eller sadelleger.

35

13. Innretning ifølge krav 12 og med en grenseflate for soner med ulike porøsiteter som angitt i krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at det ved

grenseflaten er anordnet et gitter, så som en rist (13), for derved å hindre overføring av legemer fra en sone og over i den andre.

14. Innretning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
5 gitteret, særlig risten (13) er kjølt.

15. Innretning ifølge minst et av kravene 3 til 14, k a r a k t e r i -
s e r t v e d a t brennkammeret er utformet for flammestabilitet ved overtrykk
og/eller undertrykk.

10

16. Innretning ifølge minst et av kravene 3 til 15, k a r a k t e r i -
s e r t v e d a t det er anordnet en brennkammerisolering (9) for en tilnærmet
adiabatisk forbrenning uten termiske veggeffekter.

15 17. Innretning ifølge et av kravene 3 til 16, k a r a k t e r i s e r t
v e d e n innretning for utvinning eller utskilling av reaksjonsprodukter fra det for-
brente brense/oksidasjonsmiddel.

18. Innretning ifølge krav 17, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
20 den er utformet for klor eller en klorholdig forbindelse så vel som hydrogen eller en
hydrogenholdig forbindelse i brensel/oksydasjonsblandingen for utvinning av hydro-
genklorid ved forbrenning, og at den innbefatter en prosesssteknisk innretning for utvin-
ning av hydrogenklorid eller saltsyre etter brennrommet.

25 19. Anvendelse av en av innretningene ifølge kravene 3 til 18 og/eller anvendelse av
fremgangsmåten ifølge krav 1 eller 2 for rensing av avgasser.

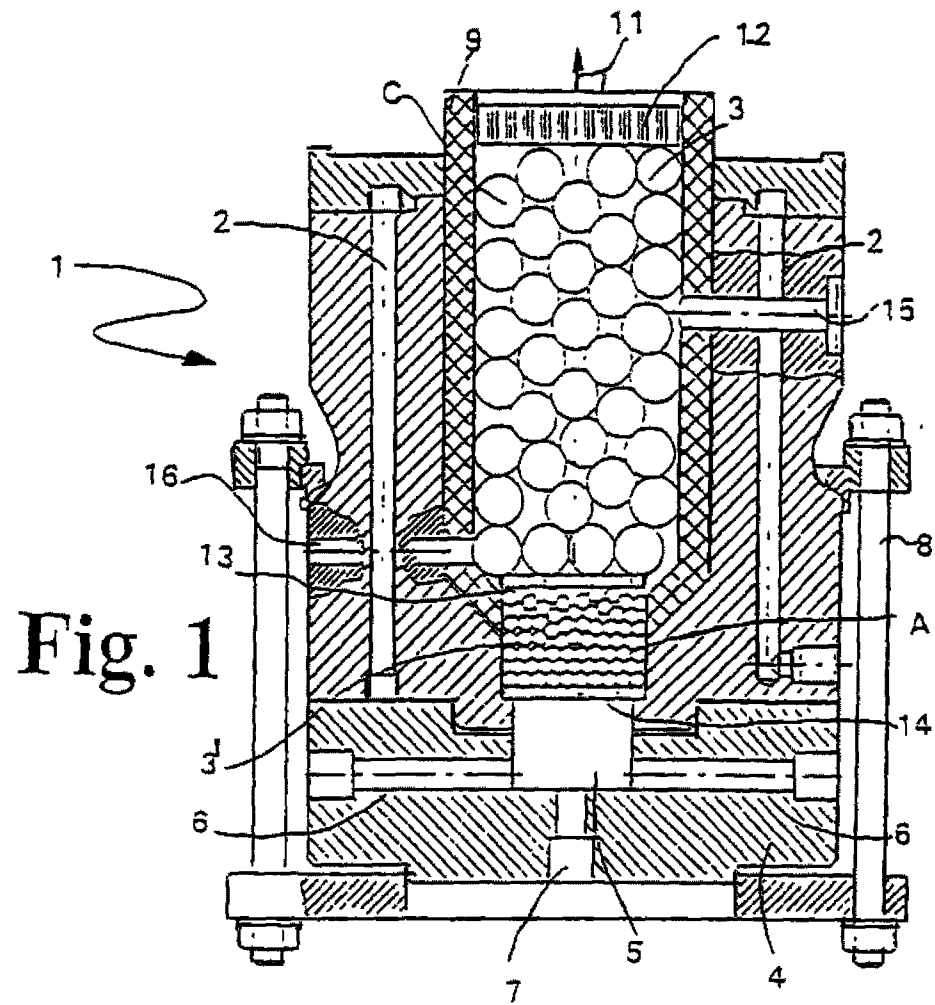


Fig. 1a

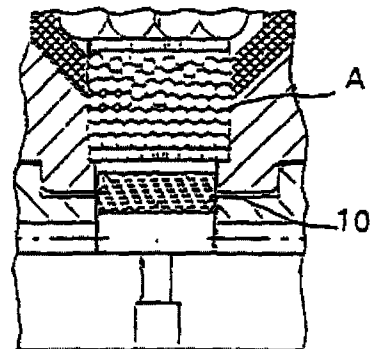


Fig. 2

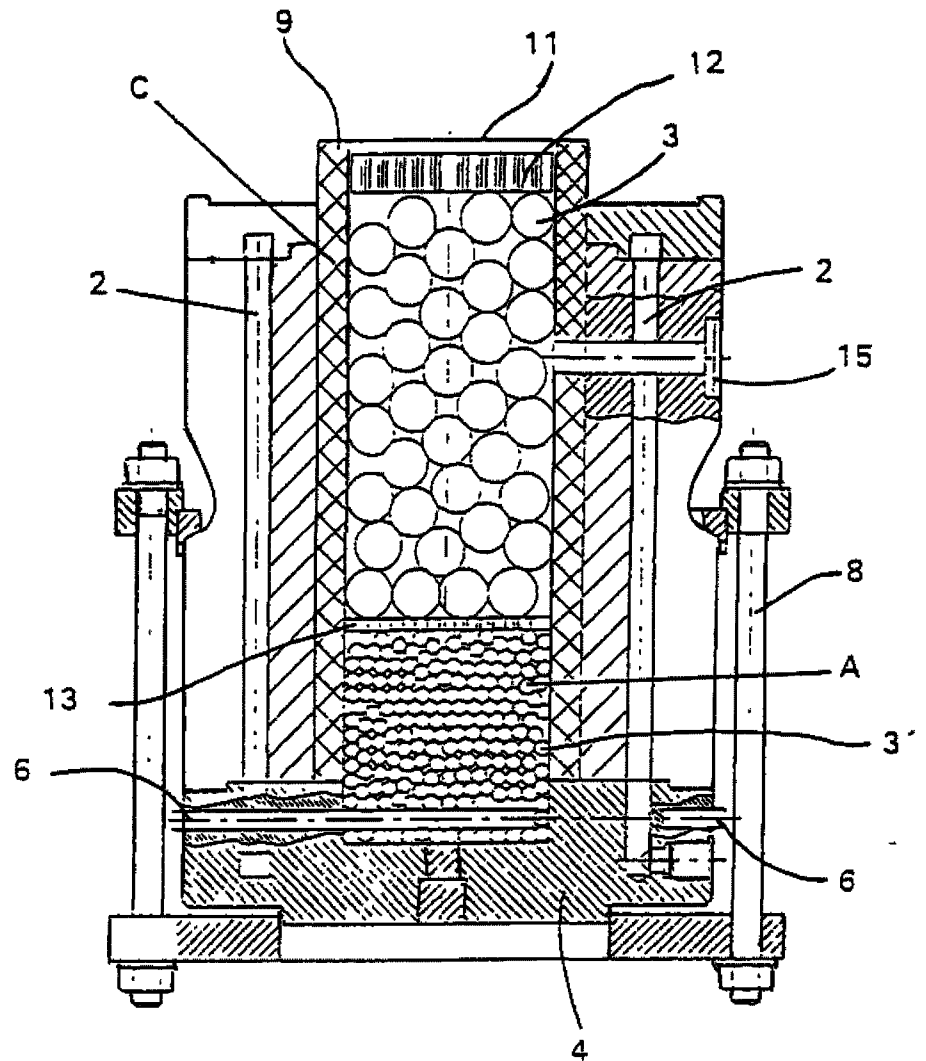
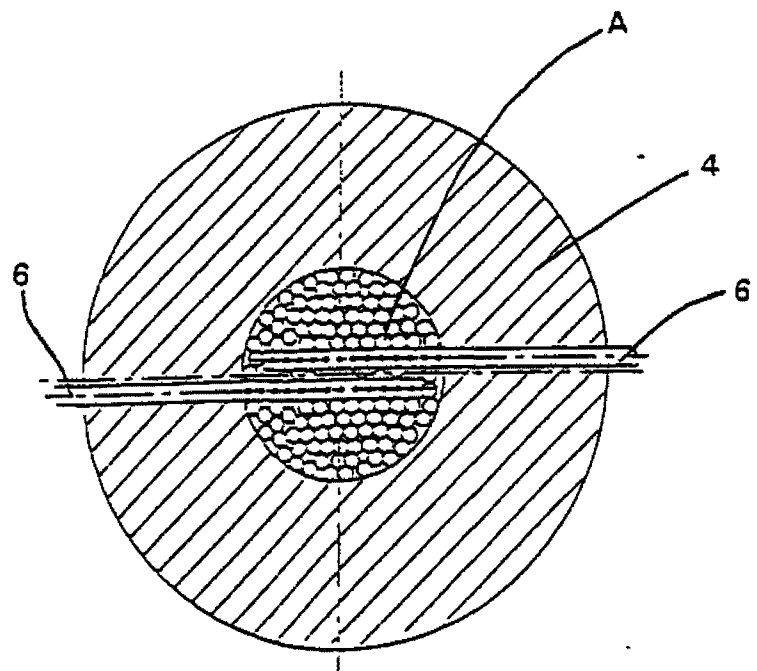


Fig. 2a



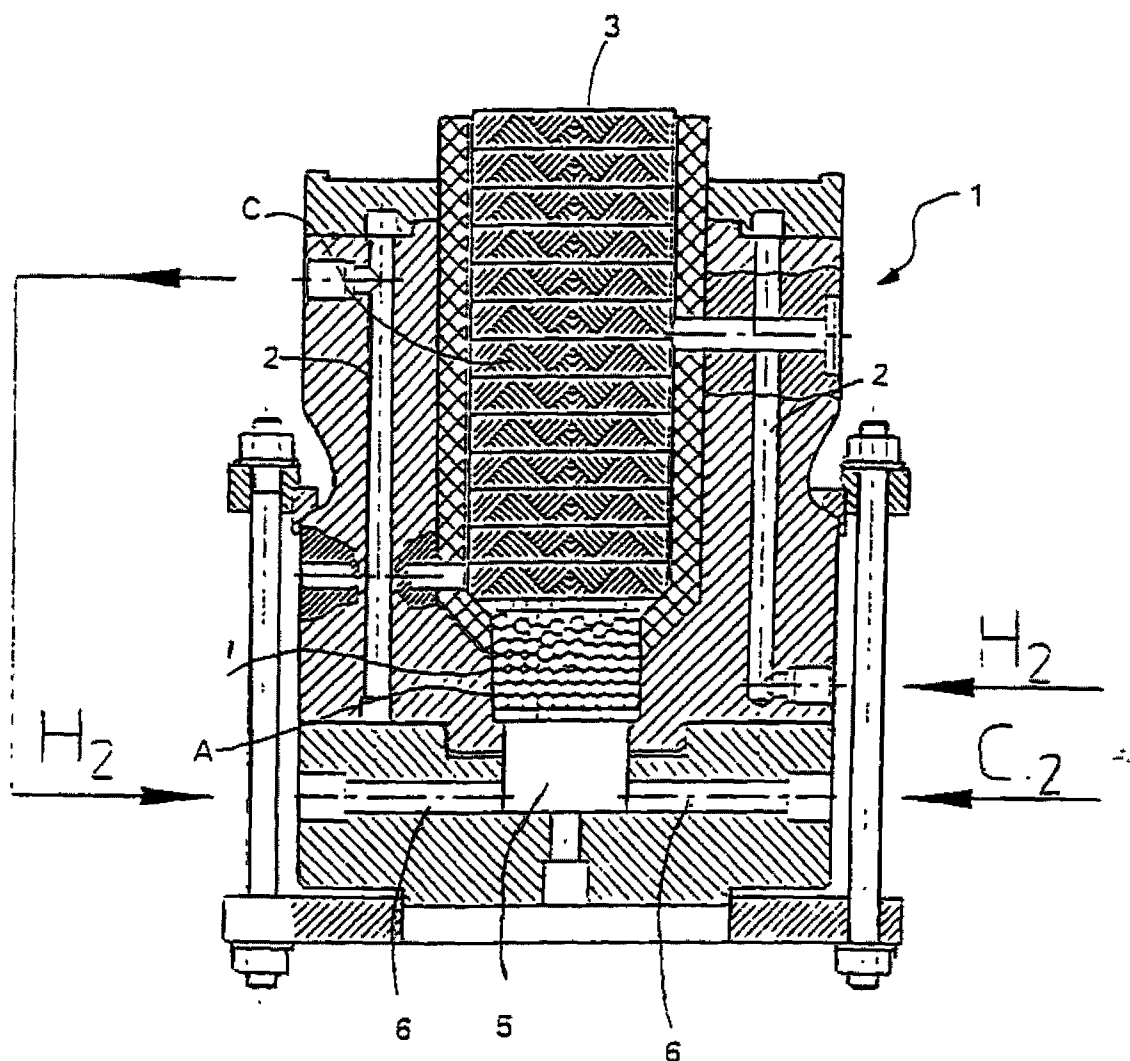
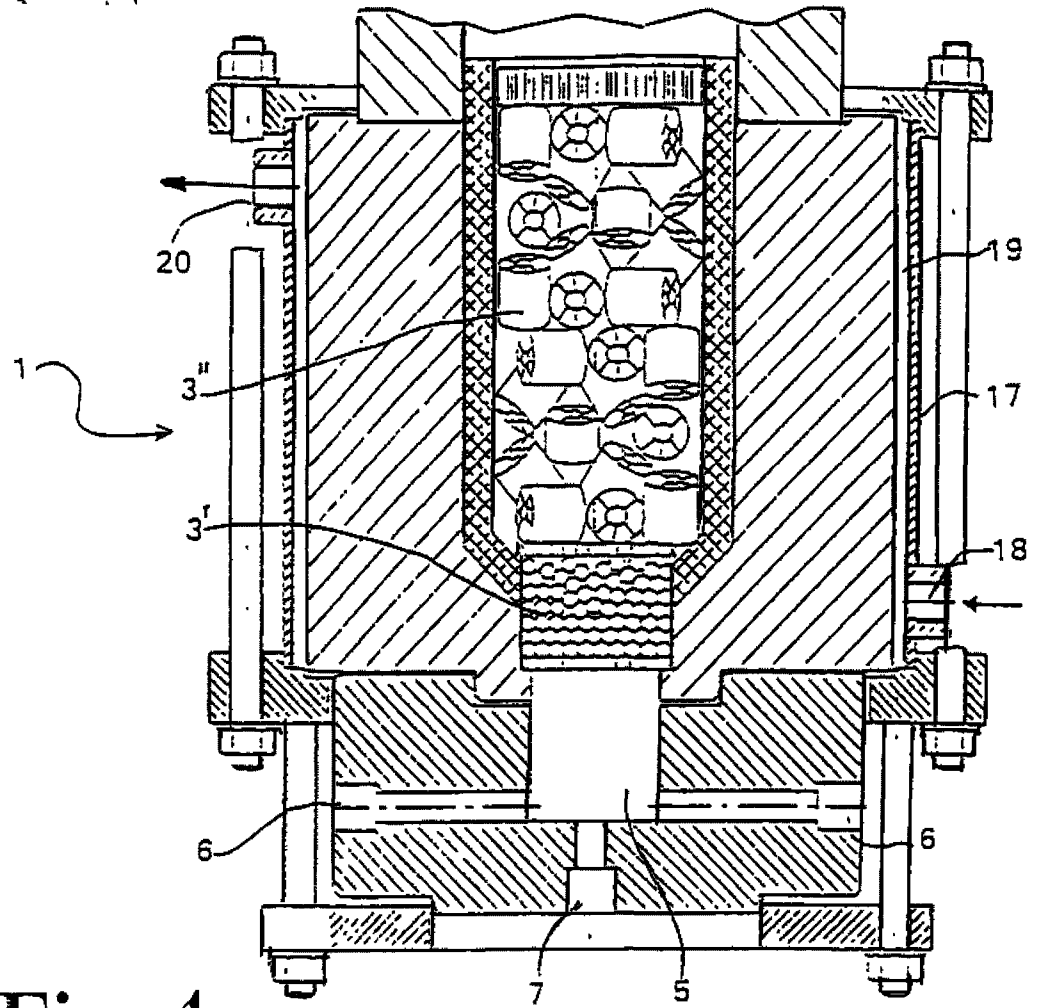
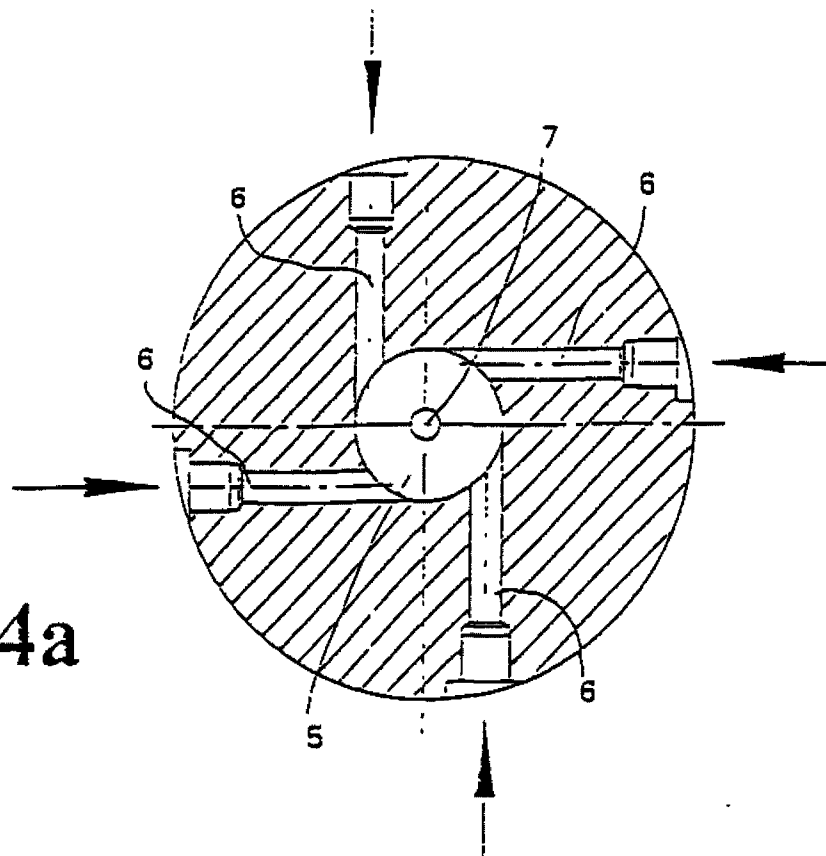


Fig. 3

**Fig. 4****Fig. 4a**

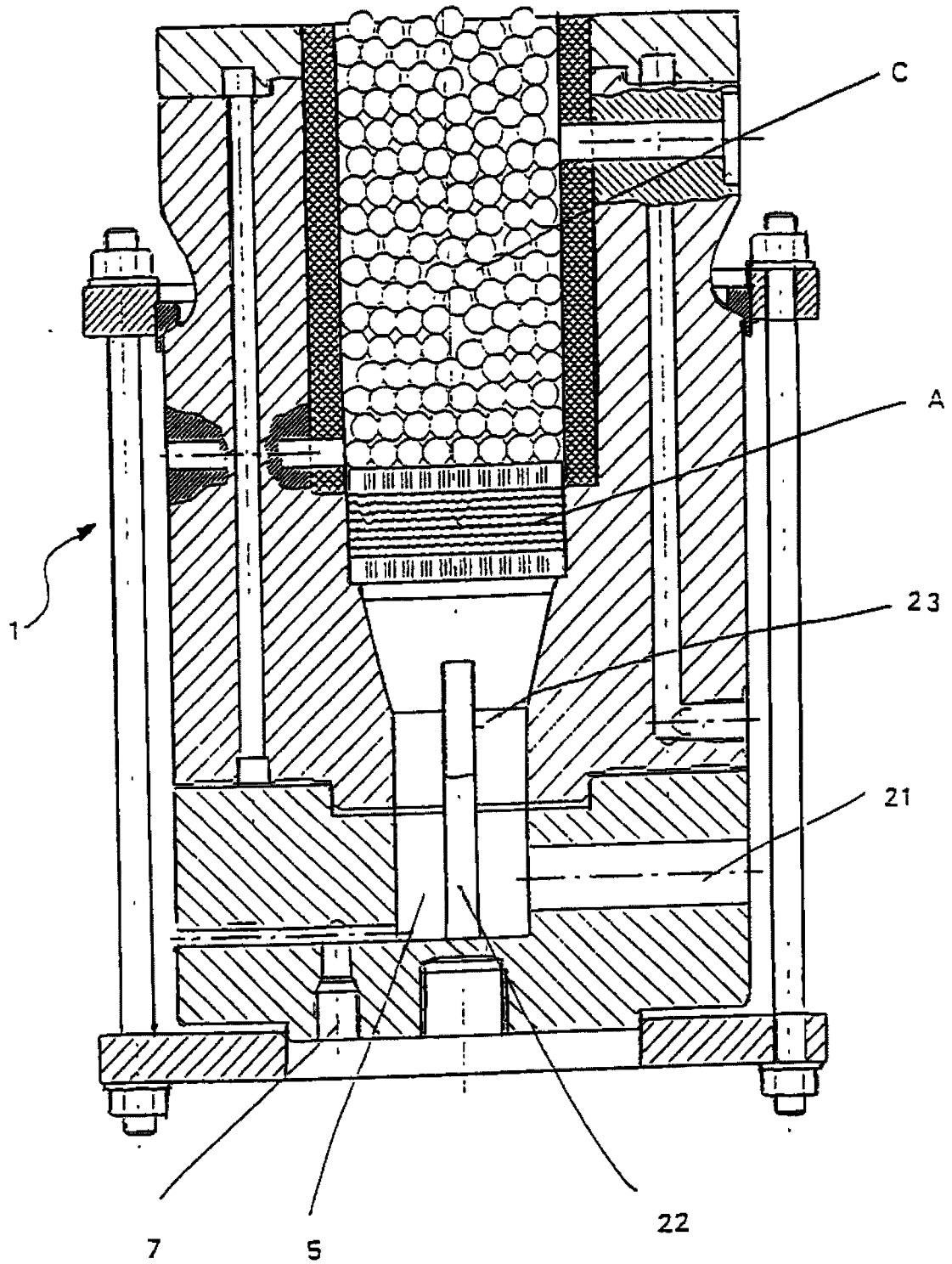
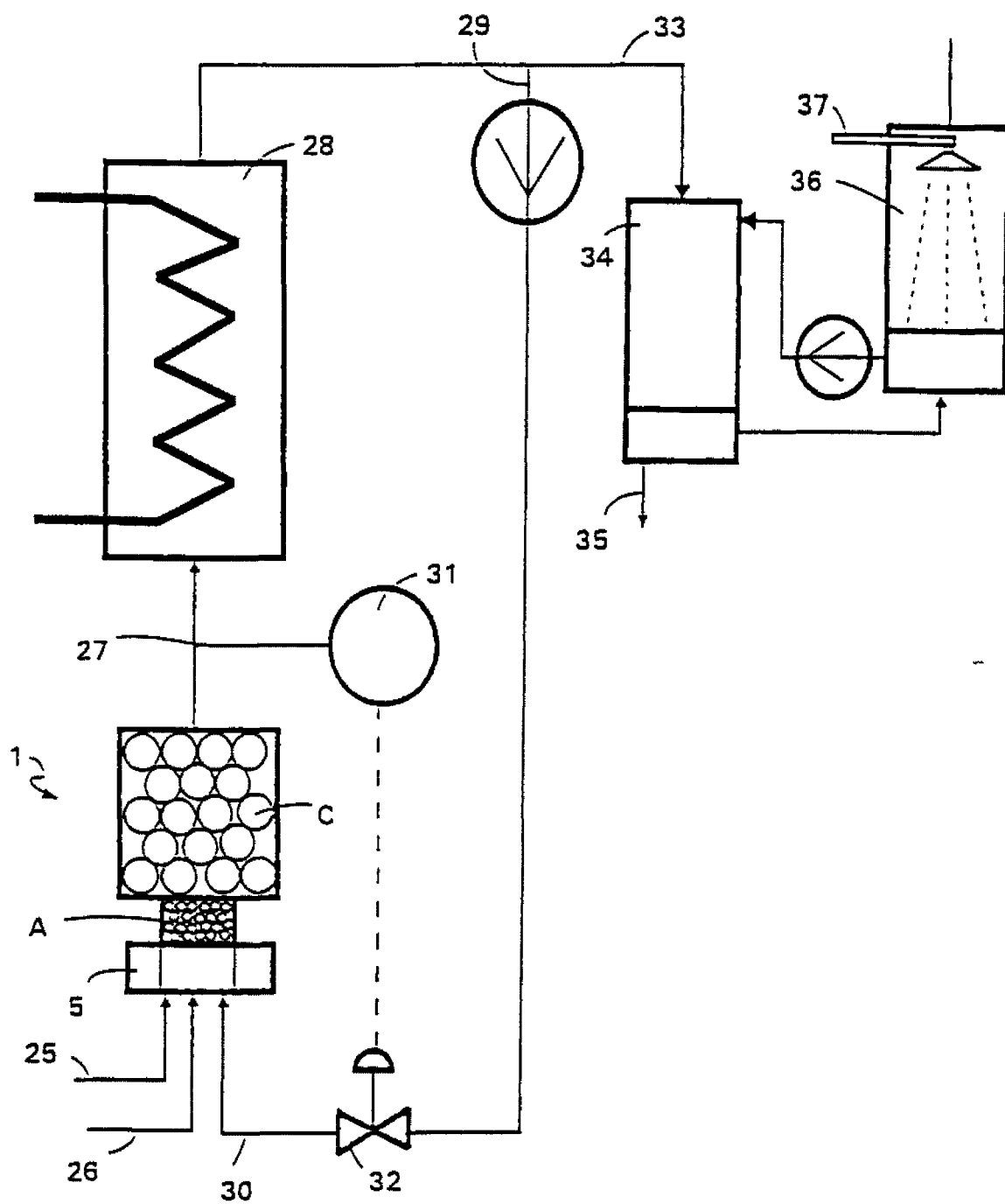
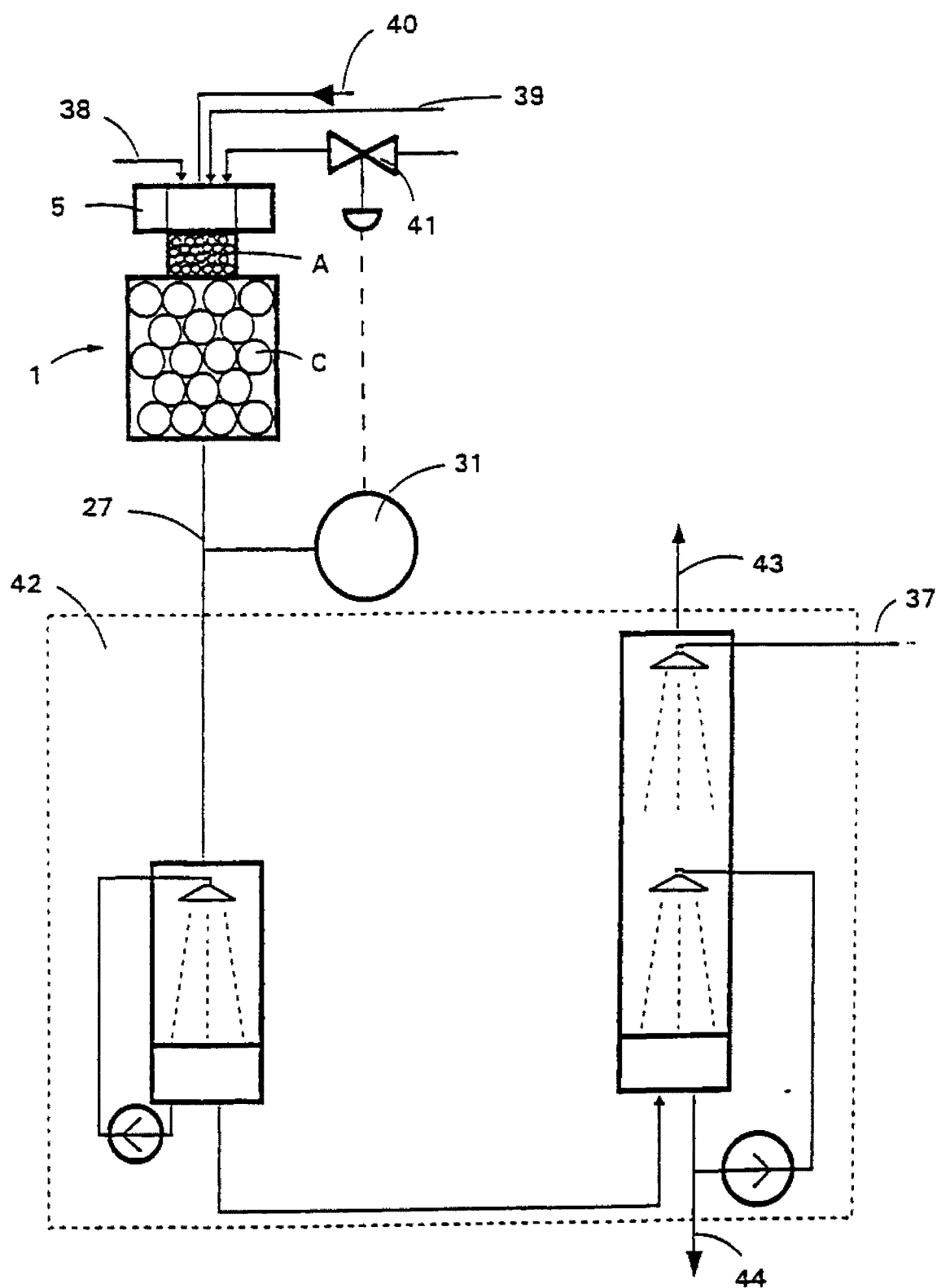


Fig. 5

**Fig. 6**

**Fig. 7**