



NORGE

(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **309026**

(13) **B1**

(51) Int Cl⁷ B 01 D 53/18, B 01 J 19/32

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19940110	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1994.01.12	(85) Videreføringsdag	1993.01.13, JP, 4097/93
(24) Lepedag	1994.01.12	(30) Prioritet	1993.01.13, JP, 4098/93
(41) Alm. tilgj.	1994.07.14		1993.03.19, JP, 59844/93
(45) Meddelt dato	2000.12.04		1993.03.19, JP, 59845/93
(71) Patenthaver	The Kansai Electric Power Co Inc, 3-22, Nakanoshima 3-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-70, JP		
(72) Oppfinner	Mitsubishi Jukogyo KK, 5-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100, JP Masumi Fujii, Osaka-shi, Osaka, JP Yoshitsugu Hotta, Osaka-shi, Osaka, JP Taiichiro Suda, Osaka-shi, Osaka, JP Kouichi Kitamura, Osaka-shi, Osaka, JP Yukihiro Jinno, Osaka-shi, Osaka, JP Tomio Mimura, Osaka-shi, Osaka, JP Shigeru Shimojo, Osaka-shi, Osaka, JP Masami Kawasaki, Osaka-shi, Osaka, JP Kunihiko Yoshida, Osaka-shi, Osaka, JP Mutsunori Karasaki, Tokyo, JP Masaki Iijima, Tokyo, JP Shigeaki Mitsuoka, Hiroshima-shi, Hiroshima-ken, JP		
(74) Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, 0259 Oslo		

(54) **Benevnelse** **Apparat for gass-væskekontakt, samt anvendelse av dette for fjerning av CO₂ i en forbrenningsgass**

(56) **Anførte publikasjoner** EP A 508223, EP A 501599

(57) **Sammendrag**

Apparat for gass-væskekontakt, hvori rørformete fyllstrukturer har et tverrsnitt av en hvilken som helst form og har rette rørformete deler som er anordnet (i apparatet) i en i det vesentlige vertikale retning i form av et antall trinn, slik at gass-væskekontaktoverflatene av fyllmaterialet kan være parallelle med gass-strømmen, idet gassen bringes i kontakt med væsken ved at denne innmates i en posisjon over fyllmaterialet, hvilket tillater at væsken strømmer nedad langs fyllmaterialets overflater, og hvor gassen innmates fra en posisjon under fyllmaterialet. Apparatet er særpreget ved at gass-væskekontaktoverflatene omfatter røe overflatedeler, porøse overflatedeler, masker eller plater til hvilke maskederer er festet, eller at det er anordnet, mellom et antall trinn av fyllmaterialet, en fordelende plate som mottar væsken som strømmer nedover fra posisjonen over fyllmaterialet og fordeler væsken og tillater at denne strømmer nedover.

Foreliggende oppfinnelse vedrører, som angitt i krav 1's ingress, et apparat for gass-væskekontakt, spesielt et apparat for gass-væskekontakt som er i stand til effektivt å bringe en gass i kontakt med en væske. Oppfinnelsen vedrører
5 også anvendelse av apparatet for fjerning av CO₂ fra en forbrenningsgass, slik som angitt i krav 3.

I de senere år er drivhuseffekten som følge av CO₂ blitt utpekt som en av grunnene for et globalt atmosfæreoppvarmingsfenomen, og det er krevet internasjonalt kraftige tiltak mot drivhuseffekten for å beskytte det globale luftmiljø. Opphavskilden til CO₂ ligger i enhver menneskelig aktivitet hvor fossilt brennstoff brennes og avløpskontroll av CO₂ vil bli ytterligere skjerpet i fremtiden. Som én av
15 forholdsreglene for avgasskontrollen er det utført meget forskningsarbeide for å finne fremgangsmåter for å fjerne og oppsamle CO₂ fra forbrenningsavgass fra en dampkjele, spesielt i forbindelse med varmekraftanlegg hvori det anvendes meget store mengder fossilt brennstoff, samt en fremgangsmåte for å lagre CO₂ uten å slippe denne ut til atmosfæren.
20

På den annen side har det vært anvendt, i en gass-væskekontaktteknikk som anvendes i en absorpsjonsprosess i et kjemisk anlegg, et boblekopp-platetårn eller en pakket tårn, slik at det kan oppnås en så god gass-væskekontakt som
25 mulig. Som fyllmateriale i det sistnevnte tårn er det blitt anvendt Raschig-ringer med forskjellige former.

I apparatet for gass-væskekontakt for absorpsjon av CO₂ i forbrenningsavgasser er det nødvendig effektivt å behandle en stor mengde gass i løpet av kort tid. Derfor er et apparat for gass-væskekontakt ønskelig i hvilket ekspansjon, sammentrekning og kollisjon av en gass-strøm ikke finner sted i en gasspassasje, og at det nesten ikke oppstår hvirvelstrømmer og unødvendige trykktap som følge av de ovenfor
30 nevnte faktorer. Ytterligere er det for et apparat for gass-væskekontakt ønskelig med ett som er sammesatt så enkelt som
35

mulig og med hvilket gass-væskekontaktarealet og kontakttiden kan forøkes til å gi en bedre kontakteffektivitet.

5 Som en CO₂ gassabsorpsjonsanordning for fjerning av CO₂ fra
forbrenningsavgass er det tidligere foreslått en CO₂ gassabsorpsjonsanordning i hvilken mange fyllbestanddeler er
anordnet slik at gass-væskekontaktoverflatene av fyllbestanddelene kan være parallelle med gass-strømmen, og at de
10 omfatter rørformete strukturer hvis tverrsnitt har en hvilken som helst av forskjellige former og hvis rørformete
deler er rette, slik som vist i fig. 1, som viser det totale konstruksjonsbilde av CO₂ gassabsorpsjonsanordningen som
også vil bli anvendt i en utførelsesform av apparatet for
gass-væskekontakt ifølge foreliggende oppfinnelse (se japansk patentsøknad Provisional Publication No. 4-271809
15 eller No. 271809/1992).

I fig. 1 angir henvisningstallet 1 en CO₂ gassabsorpsjonsanordning, henvisningstallene 2, 2 angir fyllanordninger
20 omfattende rørformete strukturer hvis rørformete del er rett, og disse fyllanordninger er anordnet i form av flere trinn hovedsakelig i vertikal retning. Henvisningstall 3 er en rørledning for transport av CO₂ absorberende væske, 4 angir et væskefordelende munnstykke, 5 et lagringsrom for
25 absorberende væske, hvor CO₂ er absorbert, 6 angir en forbrenningsavløpsgass inneholdende CO₂, og 7 angir en ren avløpsgass fra hvilken CO₂ er fjernet.

Som beskrevet ovenfor kan enhver av de forskjellige former
30 som anvendes som tverrsnitt av fyllmaterialene 2 omfatte rørformete strukturer, og dette tverrsnitt kan utgjøres av én eller flere kombinasjoner av disse former. I fyllanordningene omfattende rørformete strukturer er gass-strømmen parallell med den absorberende overflate (gass-væskekontakt-
35 overflaten). Således vil i gass-strømningsbanen ekspansjonen, kontraksjonen og kollisjon av gass-strømmen ikke være tilstede og det vil ikke oppstå noen strømhvirvler, slik at

unødvendige trykktap som følge av disse faktorer er meget små. I dette tilfelle blir den absorberende væske holdt av de absorberende overflatene av fyllanordningene 2 omfattende rørformete strukturer, og den holdte absorberende væske
5 bringes i kontakt med gass-strømmen for å absorbere CO₂ mens væsken strømmer ned langs overflatene. Derfor kan i henhold til denne konstruksjon trykktapet senkes bemerkelsesverdig, dette i motsetning til pakninger, slik som konvensjonelle Raschig-ringer.

10 Imidlertid har den ovenfornevnte CO₂ gassabsorpsjonsanordning følgende ulemper:

(a) Når de absorberende overflater i de rørformete strukturer, som er fyllmaterialene, er glatte med speil-finish, vil den absorberende væske strømme nedad langs de absorberende overflater i de rørformete strukturer i form av en "streng" som følge av overflatespenning eller kohesiv kraft, slik at væsken ikke vil utstrekke seg over de absorberende overfla-
15 ter og således vil de våte arealer avta. Som en følge vil gass-væskekontaktarealet ha en tendens til å avta og CO₂ absorpsjonseffektiviteten vil også avta.

(b) Enhetslengden av hvert rørformet fyllmateriale i gass-strømningsretningen er begrenset i lys av fremstillingen. Derfor, hvis fyllanordningene med en lengde på eksempelvis 20 m er fylt vil det være nødvendig å staple de rørformete strukturfyllmaterialer i opp til 20 trinn. I dette tilfellet vil et gap dannes mellom hvert par av de rørformete strukturer.
25 Når den absorberende væske strømmer fra de øvre rørformede strukturer til de nedre rørformede strukturer, vil strømmen finne sted i form av en streng som følge av det ovenfor nevnte gap, slik at væskens utspredning vil påvirkes. For å minske dette gap er det nødvendig med høy presisjon under fremstillingen hvilket fører til forøket omkost-
30 ninger.

(c) CO₂ gassabsorpsjonsanordningen har visse punkter som kan forbedres for tilfellet av gass-væskekontaktoverflatene på de indre vegger av de rørformete strukturer, hvilke er de flater av fyllmaterialer som har en speil-finish, dvs. at den absorberende væske strømmer nedad langs gass-væsketaktoverflatene av de rørformete strukturer, i form av strenger grunnet overflatespenning eller kohesiv kraft, uten å ekspandere over de indre vegger, slik at det våte areal (gass-væsketaktarealet) avtar og oppholdstiden for den nedadstrømmende væske på gass-væsketaktoverflatene også blir kort. Som en følge vil CO₂ absorpsjonseffektiviteten nødvendigvis ikke tilfredsstilles.

(d) For den horisontale del av de rørformete strukturfyllmaterialer vil det være en del hvor mange bølgetopper (eller bølgedaler) og de rette deler kommer i kontakt med hverandre.

Som beskrevet ovenfor har CO₂ gassabsorpsjonsanordningen den ovenfor viste horisontale seksjon av de rørformete strukturer, i hvilke gitterverket av de ovenfor nevnte bølgetopper eller -daler, og de rette deler kommer i kontakt med hverandre, og for disse fyllmaterialer vil en viss grad gass-væsketakteffekt være tilstede, men det finnes visse punkter for forbedring. Dvs. den absorberende væske som mates til den rørformete struktur fra væskefordelingsmunnstykket 4 og som strømmer ned langs gass-væsketaktoverflaten vil nesten ikke ekspandere over alle de indre overflater som følge av overflatespenning eller kohesive kraft, slik at den absorberende væske har en tendens til å oppsamle seg i de fire hjørner av gitterverkene og hjørnene dannet av bølgetopper og rette linjer. Som en følge vil det våte areal (gass-væsketaktarealet) avta, og oppholdstiden for den nedadstrømmende absorberende væske på gass-væsketaktoverflatene vil også bli avkortet. Det er således et ønske om ytterligere å forbedre CO₂ absorpsjonseffektiviteten.

HENSIKT OG SAMMENDRAG AV OPPFINNELSEN

Foreliggende oppfinnelse er fremkommet som følge av de ovenfor nevnte situasjoner.

5 Én hensikt med oppfinnelsen er å tilveiebringe et apparat for gass-væskekontakt som er i stand til å løse det ovenfor nevnte problem (a) og forbedre gass-væskekontakteffektiviteten ved å forøke arealet pr. enhetsareal av gass-væsketaktoverflatene av rørformete fyllmaterialer.

10

En ytterligere hensikt med oppfinnelsen er å tilveiebringe et apparat for gass-væskekontakt som er i stand til å løse det ovenfor nevnte problem (b) og forbedre fordelingsevnen under den absorberende væskes nedadrettede strøm fra det øvre trinn til det nedre trinn i de rørformete fyllmaterialer.

15

En ytterligere hensikt med oppfinnelsen er å tilveiebringe et apparat for gass-væskekontakt som er i stand til å løse det ovenfor nevnte problem (c) ved å anvende et spesielt materiale for gass-væsketaktoverflatene i de rørformete fyllmaterialer.

20

De nevnte hensikter opnåes med et apparat som er særpreget ved det som er angitt i krav 1's karakteriserende del. Ytterligere trekk fremgår av krav 2.

25

4. KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Fig. 1 viser et helt perspektivbilde av en CO₂ gassabsorpsjonsanordning for anvendelse i en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse og dens tilhørende CO₂ gassabsorpsjonsanordning;

30

fig. 2 er et perspektivbilde som viser en rørformet struktur anordnet i CO₂ gassabsorpsjonsanordningen;

35

fig. 3 er et delperspektivbilde av et fyllmateriale i henhold til den tredje utførelsesform av foreliggende oppfinnelse, og som er anordnet inne i CO₂ gassabsorpsjonsanord-

ningen;

fig. 4 er et forstørret bilde av gass-væskekontaktoverflaten dannet på den indre vegg av fyllmaterialet i fig. 3;

fig. 5 viser en ytterligere utførelsesform av fyllmaterialet med hensyn til den tredje utførelsesform av foreliggende oppfinnelse;

fig. 6 viser en ytterligere utførelsesform av fyllmaterialet med hensyn til den tredje utførelssform av foreliggende oppfinnelse;

fig. 7 viser et forsøksutstyr for å undersøke effekten av en utførelsesform av apparatet for gass-væskekontakt i henhold til foreliggende oppfinnelse;

fig. 8 er et diagram som viser forsøksresultater som belyser forskjellene mellom CO₂ absorpsjonseffektiviteten som følge av forskjellige materialer for gass-væskekontaktoverflaten;

fig. 9 er et diagram som viser forsøksresultater som belyser forskjellene mellom et holdt væskevolum som følge av forskjellige materialer for gass-væskekontaktflaten;

fig. 10 er et perspektivbilde av en CO₂ gassabsorpsjonsanordning anordnet i et apparat for gass-væskekontakt i henhold til den fjerde utførelsesform av foreliggende oppfinnelse,

fig. 11 viser et horisontalt snitt av en rørformet struktur med rette linjer som ikke gjensidig krysser eller kommer i kontakt med hverandre, i henhold til den fjerde utførelsesform av foreliggende oppfinnelse;

fig. 12 viser et horisontalt snitt av en rørformet struktur forsynt med sirkler i den fjerde utførelsesform av foreliggende oppfinnelse;

fig. 13 viser et horisontalt snitt av en rørformet struktur forbundet med halv-sirkulære buer i en fjerde utførelsesform av foreliggende oppfinnelse;

fig. 14 viser et horisontalsnitt av en rørformet struktur med spiraler i henhold til den fjerde utførelsesform av oppfinnelsen;

fig. 15 viser en rørformet struktur omfattende en plate og en duk, som vedhefter til platen i den fjerde utførelsesform

av oppfinnelsen;

fig. 16 viser et forsøksutstyr for å undersøke effekten av den fjerde utførelsesform av apparatet for gass-væskekontakt i henhold til foreliggende oppfinnelse;

5 fig. 17 er et diagram som viser forsøksresultater som belyser forskjellene i CO₂ absorpsjonseffektivitet når det anvendes absorberende rør med forskjellige former i horisontalsnittet, og

10 fig. 18 viser formen av et horisontalt snitt av et annet rørformet fyllmateriale for anvendelse i CO₂ gassabsorpsjonsanordningen ifølge fig. 1.

DETALJERT BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSESFORMER

15 I det etterfølgende vil egnete utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse beskrives mere detaljert under henvisning til tegningene.

Første Utførelsesform

20 Som en første utførelsesform av et apparat for gass-væskekontakt ifølge oppfinnelsen skal det henvises til en CO₂ gassabsorpsjonsanordning for fjerning av CO₂ fra forbrenningsavgass ved å bringe forbrenningsavgassen inneholdende CO₂ i kontakt med en CO₂ absorberende væske, under henvisning til fig. 1-9. I fig. 1 er rørformete strukturelle fyllmaterialer anordnet vertikalt i form av et antall trinn i en CO₂ absorajonsanordning 1, og disse fyllmaterialer har en eventualform i horisontalsnittet og har rette rørformete deler.

30 I fig. 1 er det horisontale snitt av de rørformete strukturelle fyllmaterialer 2 vist i form av et gitterverk. Apparatet 1 er forsynt med en CO₂ absorberende væsketransportørledning 3 for å forbinde et væskeutmatende munnstykke 4 i toppen av apparatet 1 med et lagerrom 5 for absorberende væske i bunnen av apparatet 1. En regenereringsfremgangsmåte 35 (ikke vist) for den absorberende væske for å fjerne CO₂ fra væsken for å forbedre absorpsjonskapasiteten kan anordnes i midten av transportørledningen 3. Et væskefordelende munn-

stykke 4 er installert for å dispergere den absorberende CO₂ væske avgitt gjennom transportrørledningen 3 til fyllmaterialene 2 så jevnt som mulig. I bunnen av apparatet 1 er det anordnet et lagringsrom 5 for absorberende væske, for lagring av den CO₂ absorberende væske som absorberer CO₂ når væsken strømmes nedad gjennom fyllmaterialene 2. En åpning, gjennom hvilken forbrenningsavløpsgassen 6, inneholdende CO₂, innføres i apparatet 1, er utformet i én side av den nedre del av apparatet 1. Ved toppen av apparatet 1 er det anordnet en åpning gjennom hvilken ren avløpsgass 7 utføres til det ytre, hvilken rene avløpsgass 7 er erholdt ved å fjerne CO₂ fra forbrenningsavløpsgassen med CO₂ absorberende væske når gassen strømmes oppad gjennom fyllmaterialene 2.

Fig. 2 viser et forstørret delbilde av den rørformete fyllstruktur. Fyllstrukturen 2 utgjøres av en rørformet struktur med et gitterlignende horisontalt tverrsnitt, og gjennom denne rørformete fyllstruktur 2 kan avløpsgassen 6 strøme opp fra bunnen av apparatet 1, og den innmatete CO₂ absorberende væske kan strøme nedad fra det væskefordelende munnstykke 4. De indre vegger av de rørformete deler utgjør absorberende overflater (gass-væskekontaktoverflater), på hvilke forbrenningsavgassen 6 reagerer med den CO absorberende væske.

Fyllmaterialet 2 utgjøres av rørformete strukturer 2' av porselen, og med én lengde med sider De på eksempelvis 15 mm som er anordnet sideveis slik som angitt med henvisningstallene 2₁, 2₂, 2₃, 2₄ i fig. 1. Fyllmaterialet 2 har eksempelvis et areal på 300 mm² og en lengde på 500 mm. Fyllmaterialene 2 er anordnet vertikalt eksempelvis i form av 20 trinn i apparatet 1.

Følgelig, når fyllmaterialene 2 omfatter de ovenfor nevnte rørformete strukturer så vil gass-strømmene være parallelle med de absorberende overflater, og følgelig vil ekspansjon, kontraksjon og kollisjon av gass-strømmen og hvirvelstrømmer

nesten ikke oppstå i gassbanen, slik at trykktap som følge av disse faktorer kan i det vesentlige forhindres.

Formen av den rørformete struktur 2' er ikke begrenset til gitteret i fig. 2, og eksempelvis er sekskant, rektangulær og U former anvendt sålenge de danner den parallelle gassstrøm. Ytterligere med hensyn til materialet i de rørformete strukturer 2', kan porselen, metall eller keramiske fibre slik som silikafibre og plaster, slik som polyetylen, være nyttige, forutsatt at de ikke korroderer eller sveller i den CO₂ absorberende væske. Med hensyn til fremstillingsmetoder kan strukturen vist i fig. 2 vanligvis fremstilles ved en ekstrusjonsstøpemetode, men en kombinasjon av en flat plate og en støpemaskin eller korrugeringsmaskinstøpemetode er også anvendbare. I alle tilfeller kan en økonomisk fremstillingsmetode velges i henhold til form og materiale.

Andre Utførelsesform

Som den tredje utførelsesform av apparatet for gass-væskkontakt ifølge oppfinnelsen skal som eksempel som er anvendt på en CO₂ gassabsorpsjonsanordning for fjerning av CO₂ fra en forbrenningsavløpsgass ved å bringe forbrenningsavløpsgassen, inneholdende CO₂, i kontakt med en CO₂ absorberende væske, beskrives under henvisning til tegningene (fig. 1 og 3-9).

Fig. 1 er tidligere beskrevet under henvisning til den første utførelsesform, og vil ikke medtas her. I dette tilfellet kan som det horisontale snitt av de rørformete fyllstrukturer mange av forskjellige former anvendes, og det skulle ikke være nødvendig å angi at en enkelt form eller en kombinasjon av et antall forskjellige former er anvendbare. Ytterligere kan den eventuelle form av det horisontale snitt være lukket eller en åpen sirkel.

Forliggende oppfinnelse er særpreget ved at gass-væsketaktoverflaten dannet på den indre vegg av hver rørformet

5 fyllstruktur 12 utgjøres av en duk 14 som vedhefter til overflaten av en plate 13. Fig. 3 er et perspektivbilde som viser en del av den rørformete fyllstruktur 12 tilsvarende den rørformete fyllstruktur 2 i fig. 1, og fig. 4 viser et forstørret bilde av gass-væskekontaktflaten for fyllstruktu-
10 ren. I fig. 4 er vevemåten for duken som vedhefter til overflaten av platen 13 en lerretsvev, men denne vev er ikke begrenset til de forskjellige vevtyper, innbefattende kypervev som kan anvendes.

15 Ingen spesielle begrensninger er lagt på teknikken for å feste duken 14 til platen 13, og en hvilken som helst måte, slik som sveising eller forankring kan utnyttes, forutsatt at duken 14 vedhefter til den rørformete struktur og har en optimal form i horisontalsnittet slik at duken ikke er adskilt fra platen 13 under anvendelse. Platen 13 og legemet 14 bør fremstilles av et materiale som ikke angripes av gassen og væsken for gass-væskekontakten. Som eksempel på en
20 trådduk kan en plastduk og en duk fremstilt av et annet materiale være anvendbare. Duken kan anordnes slik at trådene i duken har en passende vinkel mot horisontalen (ground). Maskestørrelsen som velges er fortrinnsvis 3 mesh eller mere, og mere foretrukket 8 mesh eller mere.

25 Fig. 5 er et perspektivbilde som viser en annen utførelsesform av fyllstrukturen 12 ifølge foreliggende oppfinnelse. I fig. 5 er en strimmellignende fyllstruktur 15 dannet ved å siksakforme platen 13 med den vedheftede duk 14 anordnet i apparatet for gass-væskekontakten.

30 Fig. 6 er et perspektivbilde av en ytterligere utførelsesform av ovenfor nevnte fyllstruktur 12 ifølge foreliggende oppfinnelse. I denne utførelsesform omfatter fyllstrukturen 17 plater 13 med fastfestede duker 14 på overflaten og som
35 er anordnet i en viss avstand seg imellom i en trommel 16 i en sylindrisk CO₂ absorpsjonsanordning slik at gass-væskekontaktoverflatene av platene 13 kan være parallelle med

hverandre. Dukene 14 er festet på begge sider av hver plate 13, og om nødvendig, kan en skilleanordning anordnes mellom tilstøtende plater 13 med vedheftende duker 14. Avstanden mellom platene 13 (pakningstetthet) (arrangement density) 5 bør velges slik at de absorberende væsker som strømmer nedad langs tilstøtende plater 13 ikke kommer i kontakt med hverandre, og slik at motstanden i strømningsbanen for forbrenningsavløpsgassen ikke påvirkes. I tilfellet av platefyllmaterialene 17 vist i fig. 6, så vil den absorberende væske 10 som innmates fra toppen komme i kontakt med et punkt på platen 13 og strømme nedad mens den utspreddes horisontalt av duken 14, og kommer i kontakt med forbrenningsavløpsgassen. Derfor vil kontaktarealet øke og oppholdstiden for den nedadstrømmende absorberende væske forlenges, hvilket fører 15 til en bemerkelsesverdig forbedring av gass-væsketekontaktaktiviteten.

Forsøkseksempel, Sammenligningseksempel

For å bekrefte gass-væsketekontaktaktiviteten for tilfellet 20 av et element erholdt ved å staple den ovenfor nevnte duk på overflaten av den ovenfornevnte plate ble denne anvendt som en gass-væsketekontaktflate og et prøveforsøk ble utført, og virkningen av en sylindrisk indre overflate utført med det ovenfor nevnte element ble sammenlignet med den for en annen 25 sylindrisk indre overflate dannet med et annet element.

Fig. 7 viser utstyret som ble anvendt derfor. I fig. 7 angir henvisningstallet 21 et vertikalt anordnet rustfritt stålabsorpsjonsrør med en lengde på 1,15 m og en indre diameter på 30 18 mm. Tre prøver ble anvendt: et rustfritt stålrør hvis indre overflate var kjemisk behandlet ved neddykning i en 35 %'ig saltsyreoppløsning ved en temperatur på 30°C i 10 min (Sammenligningseksempel 1), et rustfritt stålrør behandlet ved sandblåsing (senterlinjemiddelshøyde = 1 μ m, Sammenligningseksempel 2), og et rustfritt stålrør med en tilfestet 35 20-mesh vireduk (Eksempel). Henvisningstall 22 er en CO₂ tank med absorberende væske inneholdende en 30 %'ig vandig

monoetanolaminoppløsning, og denne oppløsning innmates til toppen av absorpsjonsrøret 21 gjennom et absorpsjonsvæskinnløp 24 ved hjelp av en målerpumpe 23. Den absorberende væske ble innmatet på ett punkt på den indre overflate av det absorberende rør 21 med en strømningshastighet på 4 l/time og ved tiden for nedstrømning, varierer ekspansjonsgraden for den absorberende væske med elementene på de indre overflater. Den absorberende væske som har strømmet nedad i kontakt med en prøvegass føres til et væskereservoar 27. En prøvegass med en CO₂ konsentrasjon på 9,7-9,8 vol% (nitrogenkonsentrasjon = 90,2-90,3 volum%) innmates med en strømningshastighet på 2 m³/time til absorpsjonsrøret 21 via et gassinnløp 25 anordnet ved den nedre del av det absorberende rør 21. CO₂ konsentrasjonen av prøvegassen analyseres i nærheten av gassinnløpet 25 til absorpsjonsrøret 21 med en kontinuerlig CO₂ analysator 28, og prøvegassen ble deretter bragt i kontakt med den CO₂ absorberende væske under stigning gjennom det absorberende rør 21. Etter at CO₂ konsentrasjonen av prøvegassen ble tilsvarende analysert ved toppen av et gassutløp 29, ble prøvegassen ført ut fra systemet. Hver prøve ble utført ved romtemperatur (25°C).

Henvisningstallene 30, 30, 30 er tre gass-sylindre henholdsvis fylt med CO₂ gass, nitrogengass og oksyngengass. Henvisningstallet 31 er en gass-strømningshastighetskontrollanordning, og 32 er en ventil.

Resultatene erholdt ved denne prøve er vist i fig. 8 og 9. Fig. 8 viser forholdet mellom CO₂ absorpsjonsforholdet (ordinat, %) og et væske/gass-forhold L/G (l/m³N, absisse) på basis av de forskjellige elementer for gass-væskkontakt-overflatene. Ytterligere viser fig. 9 væskeoppholdstiden for væsken (ml/m, ordinat) for hver av de respektive kontakt-overflateelementene som ble anvendt.

Det fremgår av fig. 8 og 9 at det rustfrie stålabsorpsjonsrør hvis indre overflate var forsynt med en 20-mesh vireduk

er meget mere effektiv med hensyn til absorpsjonsforhold og væskeholdervolum enn de andre elementer, idet den nevnte vireduk tilsvarende elementet ifølge foreliggende oppfinnelse omfattende en plate med en maskeduk festet på dens overflate. Etter forsøket ble de indre vegger av de absorberende rør inspisert, og som et resultat var fukteforholdene 60% i sammenligningseksempel 1, 26% i sammenligningseksempel 2, og 81% i eksemplet.

10 Tredje Utførelsesform

Som den fjerde utførelsesform av apparatet for gass-væskkontakt ifølge foreliggende oppfinnelse skal beskrives et eksempel som anvendes i en CO₂ gassabsorpsjonsanordning for fjerning av CO₂ fra en forbrenningsavløpsgass ved at denne bringes i kontakt med en CO₂ absorberende væske, under henvisning til figurene 10 - 17.

Fig. 10 viser en CO₂ gassabsorpsjonsanordning i hvilken rørformete fyllstrukturer 40 er anordnet i stedet for de rørformete fyllstrukturer 2 i fig. 2. Andre elementer i fig. 10 har de samme henvisningstall som i fig. 1 og disse er allerede beskrevet i forbindelse med den første utførelsesform og en nærmere beskrivelse vil derfor bli utelatt.

25 Mellom et antall trinn av fyllstrukturer 40 er et dukliggende element såsom en vireduk anordnet for å gjendispergere den nedadstrømmende absorberende væske.

Foreliggende oppfinnelse er også særpreget ved at i horisontalsnitt har fyllmaterialet en form valgt fra gruppen bestående av sirkler (A), sirkelformete buer eller kontinuerlig kombinerte sirkelformete buer (B) og rette linjer (C) som hverken gjensidig krysser hverandre eller kommer i kontakt. Generelt vil det horisontale snitt av fyllstrukturen omfatte kun én av disse former, men den kan omfatte to eller flere derav. I fig. 10 er det horisontale snitt av den rørformete fyllstruktur 40 en av de former som er egnet for foreliggen-

de oppfinnelse, og denne form omfatter en gruppe rette linjer som hverken gjensidig krysser hverandre eller kommer i kontakt, spesielt parallelle linjer som i dette eksempel. I dette tilfellet utgjøres den rørformet struktur av et antall vertikalt anordnete plater, som spesielt vist i fig. 10. Pakketettheten for disse plater bør velges slik at den absorberende væske flyter nedad langs de vertikalt eller horisontalt tilstøtende plater 13 som ikke er i kontakt med hverandre og slik at motstanden langs strømningsbanen for forbrenningsgassen ikke kan påvirkes. Fortrinnsvis er platenene med en høy pakningstetthet med hensyntagen til disse krav. Pakningstettheten kan justeres ved å anordne skilleanordninger mellom tilstøtende plater.

Fig. 11 viser et annet eksempel på fyllstruktur, dvs. en rettlinjert fyllanordning 42, som med form i horisontalt snitt omfatter rette linjer som hverken gjensidig krysser eller berører hverandre, fig. 12 viser en sirkulær fyllanordning 52; fig. 13 viser en kontinuerlig halvsirkulær buet fyllanordning 62; og fig. 14 viser en spiralformet fyllanordning 72 som synes å være kontinuerlig kombinerte sirkelformete buer med en gradvis økende (eller avtagende) radius. Den kontinuerlige kombinasjon av de sirkelformige buer innbefatter ytterligere en glatt formet fri kurve. Imidlertid er en form hvor andre sirkulære buer er kombinert med den sirkulære bue ved et punkt utelukket fra kategorien av den kontinuerlige kombinasjon med hensyn til foreliggende oppfinnelse. Hver av henvisningstallene 41, 51, 61 og 71 i fig. 11, 12, 13 og 14 er en CO₂ absorpsjonsanordning.

Når fyllmaterialet med formen i henhold til dette eksempel anvendes vil den absorberende væske som innmates fra toppen ikke gå sammen ved en viss posisjon og strømme nedad i form av en streng, men ha en tendens til å ekspandere i horisontalretningen på den indre vegg, når den strømmes nedad langs den indre vegg (gass-væskekontaktoverflaten) i den rørformete struktur. Som en følge derav kan gass-væskekontaktef-

fekten forbedres bemerkelsesverdig.

I dette eksempel ble ingen spesiell begrensning lagt på materialet i gass-væskekontaktoverflaten, og eksempler på anvendbare materialer innbefatter speil-finished materiale, et materiale ruet ved kjemisk behandling eller sandblåsing og et fyllmateriale på hvilket en duk vedhefter. Blant disse materialer er fyllmaterialet med den vedheftede duk foretrukket. Fig. 15 viser et forstørret bilde av en gass-væskkontaktoverflate av et slikt fyllmateriale. I fig. 15 er vevmønstret for duken 81 lerretsvev, men vevemåten er ikke begrenset og en hvilket som helst av de forskjellige vevmønstre innbefattende kypervev kan anvendes. Ingen spesiell begrensning er lagt på teknikken for å feste duken 81 til platen 82, og en hvilken som helst slik måte slik som sveising eller forankring kan anvendes, så lenge duken 14 er festet til den rørformete struktur og har en eventuell form i horisontalsnittet og ved en slik teknikk at den ikke separerer fra platen under anvendelse. Som duk kan eksempelvis anvendes en trådduk, en plastduk og en duk fremstilt av et annet materiale. Duken kan anordnes slik at trådene i masken kan ha en passende vinkel i forhold til horisontalplanet. Størrelsen av maskene velges slik at de fortrinnsvis er 3 mesh eller mere, fortrinnsvis 8 mesh eller mere.

Som fyllmateriale for dette eksempel kan det anvendes et materiale som ikke angripes av gassen eller væsken for gass-væskekontakt.

Forsøkseksempel, Sammenligningseksempelene 1, 2

For å bekrefte gass-væskekontakteffektiviteten for det tilfellet det anvendes et fyllmateriale som i horisontalsnitt har en form i henhold til foreliggende utførelsesform ble det utført et CO₂ absorpsjonsforsøk, og som det enkleste tilfellet ble anvendt et sirkulært absorpsjonsrør (eksempel), et trekantet absorpsjonsrør (sammenligningseksempel 1), og et firkantet absorpsjonsrør (sammenligningseksempel

2), som utgjorde omkretsene av absorpsjonsanordninger med en indre diameter på 15 mm og som var fremstilt av en transparent akrylharpiks. Disse rør med de respektive former ble konstruert slik at de totale arealer for deres indre vegger
5 kan være lik hverandre.

Fig. 16 viser prøveutstyr som ble anvendt. I fig. 16 er henvisningstall 91 et vertikalt anordnet absorpsjonsrør med en lengde på 1,15 m. Henvisningstall 92 er en CO₂ absorberende væsketank inneholdende en 30'ig vandig monoetanolaminoppløsning, og den CO₂ absorberende væske innmates til toppen av det absorberende rør 91 gjennom et innløp 4 for den absorberende væske ved hjelp av en målerpumpe 93. Den absorberende væske innmates kontinuerlig til den indre vegg
10 av absorpsjonsrøret med en strømningshastighet på 4 l/time ved hjelp av en overstrømsanordning som vist i tegningen. Under strømmen nedad ble ekspansjonsgraden for den absorberende væske, fuktighetsgraden og fuktighetsgraden for de indre vegger og CO₂ absorpsjonseffektiviteten variert for de
15 forskjellige former av de ovenfor nevnte absorpsjonsrør 91. Den absorberende væske som strømmet nedad i kontakt med prøvegassen ble ført til væskereservoaret 97. Prøvegassen med en CO₂ konsentrasjon på 9,7-9,8 volum% (nitrogenkonsentrasjon = 90,2-90,3 volum%) ble innmatet i en strømningsmengde på 2 m³/time til absorpsjonsrøret 91 via et gassinnløpsrør 95 anordnet i den nedre del av absorpsjonsrøret 91.
20 En CO₂ konsentrasjonen for prøvegassen ble analysert i nærheten av gassinnløpet 95 til absorpsjonsrøret 91 ved hjelp av en kontinuerlig CO₂ analysator 98, og deretter ble prøvegassen bragt i kontakt med den CO₂ absorberende væske under gassens oppstemning gjennom røret. Etter at CO₂ konsentrasjonen for prøvegassen på samme måte igjen ble analysert ved gassutløpet 99 ble prøvegassen ført ut av systemet.
25 Hver bestemmelse ble utført ved romtemperatur (25°C).

35 Henvisningstallene 100, 100, 100 er tregass-sylindere fylt med henholdsvis CO₂ gass, nitogengass og en oksyngengass.

Henvisningstall 101 er en kontrollanordning for gass-strømningshastigheten, og 102 er en ventil.

Resultatene erholdt i disse forsøk er vist i fig. 17. Fig. 17 viser forholdene mellom CO_2 absorpsjonsforholdet (% , ordinat) og væske/gass-forholdet L/G ($\text{l/m}^3\text{N}$, absisse) på basis av de forskjellige former for gass-væskekontaktoverflatene.

10 Som det fremgår av fig. 17 kan det sees at når det anvendes et sirkulært absorpsjonsrør med fyllmateriale som i horisontalt snitt har formen ifølge foreliggende utførelsesform, er CO_2 absorpsjonsforholdet meget bedre enn for tilfellet av firkantete rør og trekantete rør. Ytterligere under absorpsjonsforsøket ble tilstanden for nedstrømningen av den absorberende væske observert. Som et resultat viste det seg at den indre vegg av det sirkulære absorpsjonsrør var fullstendig fuktet med den absorberende væske og med en fukteandel på 100%. På den annen side, for det firkantede rør og 20 det trekantete rør hadde den absorberende væske en tendens til å samle seg og strømme ned kun langs hjørnene og fuktighetsgraden for begge rør var ca. 20%.

P A T E N T K R A V

1. Apparat for gass-væskekontakt omfattende rørformede
5 fyllstoffstrukturer (2) med rette rørformede deler, hvilke
rørformede fyllstoffstrukturer (2) er anordnet i en i det
vesentlige vertikal retning i et antall trinn inne i
apparatet, slik at fyllstoffstrukturenes (2) gassover-
flater er parallelle med strømmen for gassen (6), hvorved
10 gassen (6) kan bringes i kontakt med væske ved å innføre
væske fra en posisjon over de rørformede fyllstoffstruk-
turer (2) og tillate at væsken strømmer nedad langs fyll-
stoffstrukturenes (2) overflater motstrøms til den innma-
tede gass (6) fra undersiden av fyllstoffstrukturene (2),
15 k a r a k t e r i s e r t v e d at fyllstoffstruk-
turene (2) består av plater (13), og at en maskeduk (14)
er vedheftende til platene (13).

2. Apparat ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at vertikalsnittet
20 av de rørformede fyllstoffstrukturer (2) har en form valgt
fra gruppen bestående av rørformede buer og rette linjer
som hverken gjensidig krysser hverandre eller kommer i
kontakt.

3. Anvendelse av apparat ifølge kravene 1 eller 2 for
25 fjerning av CO₂ i en forbrenningsgass.

FIG. 1

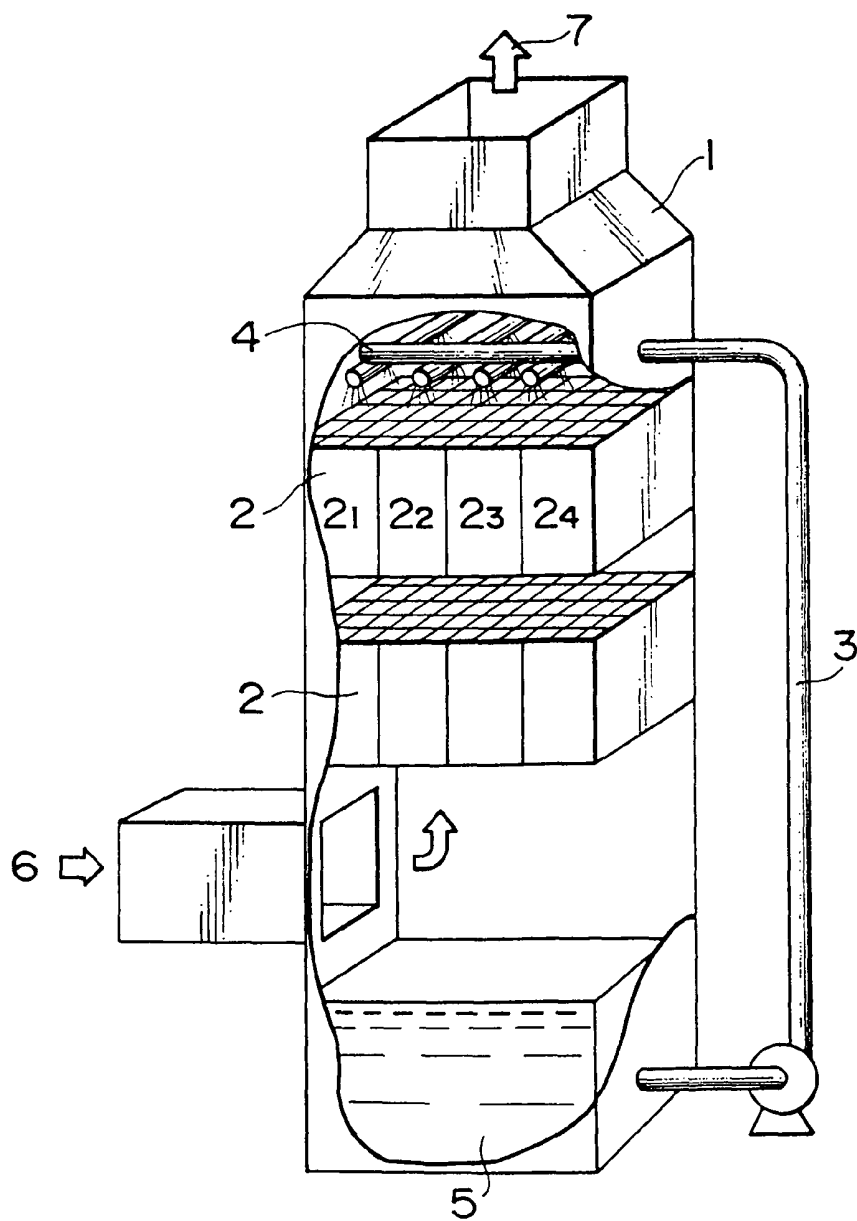


FIG. 2

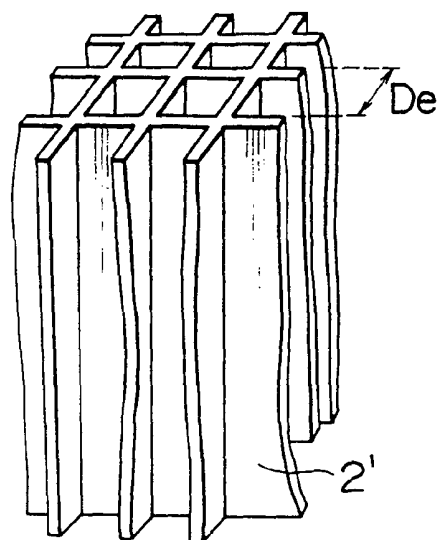


FIG. 3

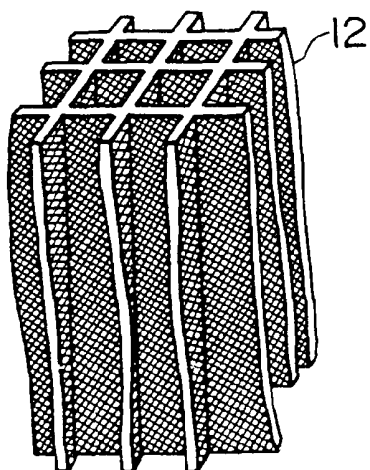


FIG. 4

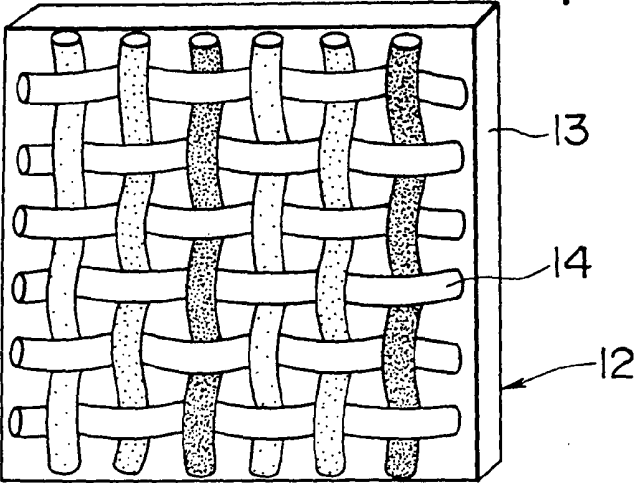


FIG. 5

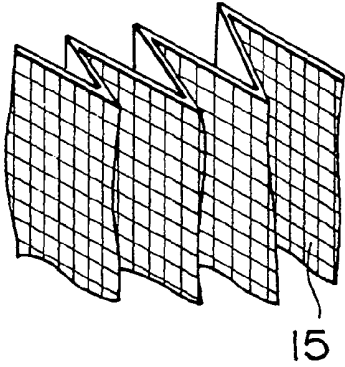
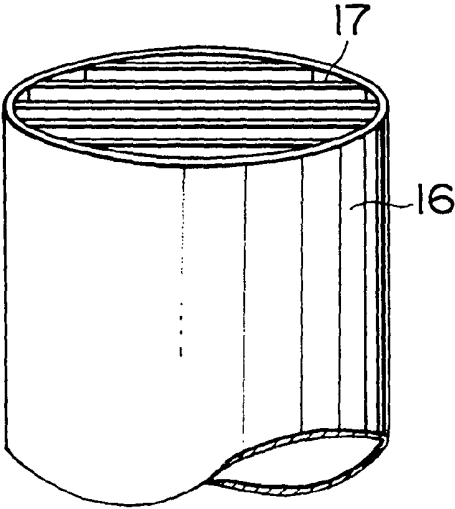


FIG. 6



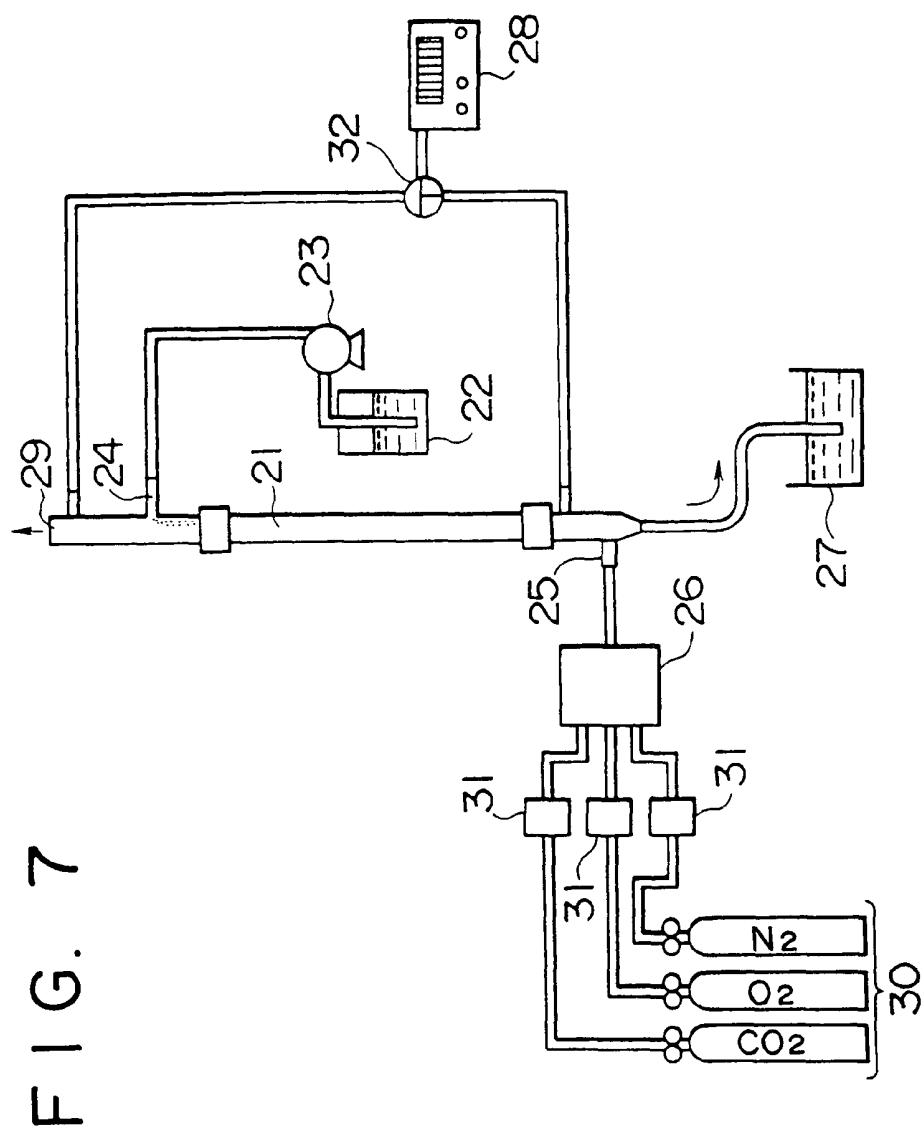


FIG. 8

○	Rustfritt stålrør + Vireduk (20 mesh)
△	Rustfritt stålrør + Sandblåst
□	Rustfritt stålrør + Saltsyre etset

Rustfritt stålrør, diameter: 15 mm

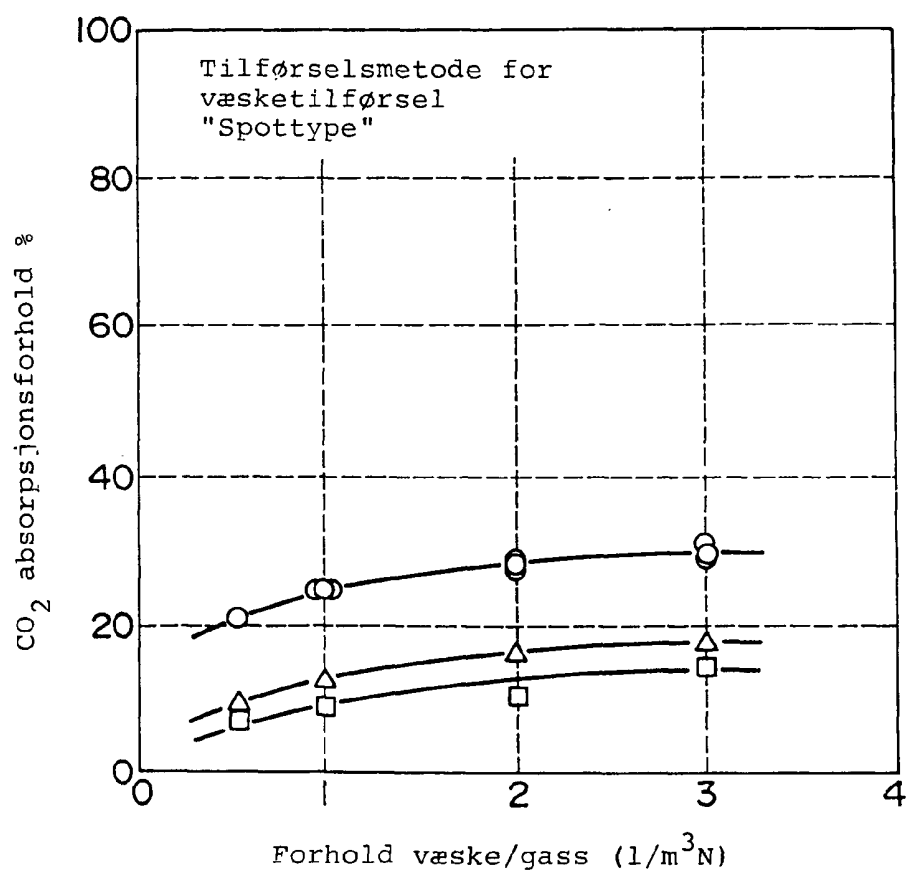


FIG. 9

○	Rustfritt stålrør + Vireduk (20 mesh)
△	Rustfritt stålrør + Sandblåst
□	Rustfritt stålrør + Saltysre etset

Rustfritt stålrør, diameter: 15 mm

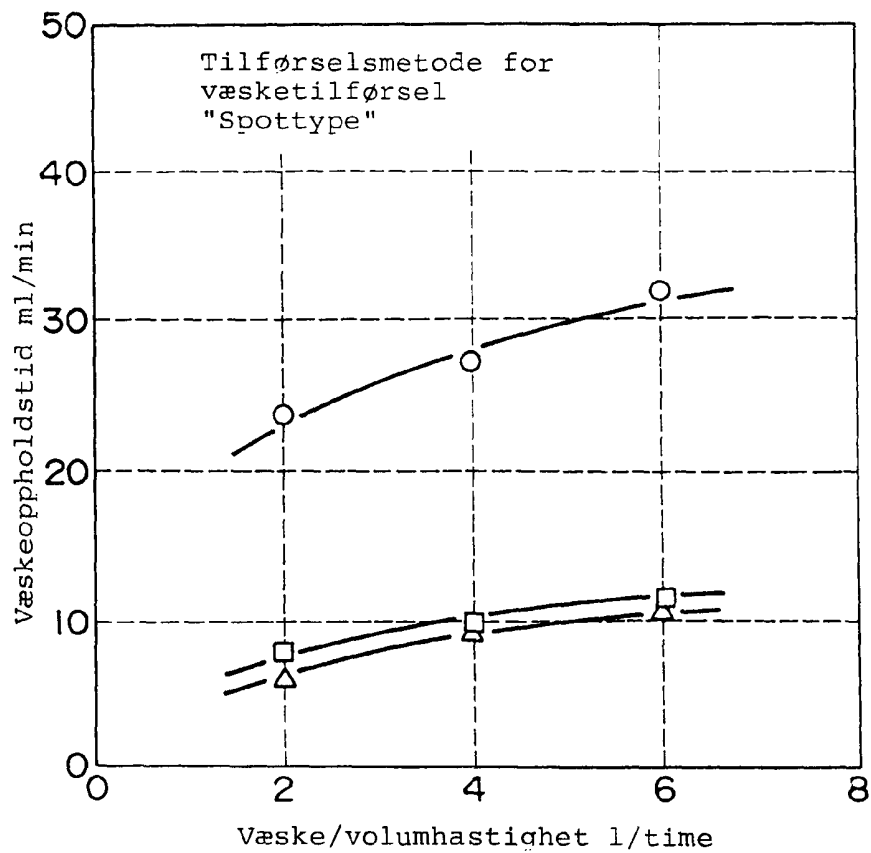


FIG. 10

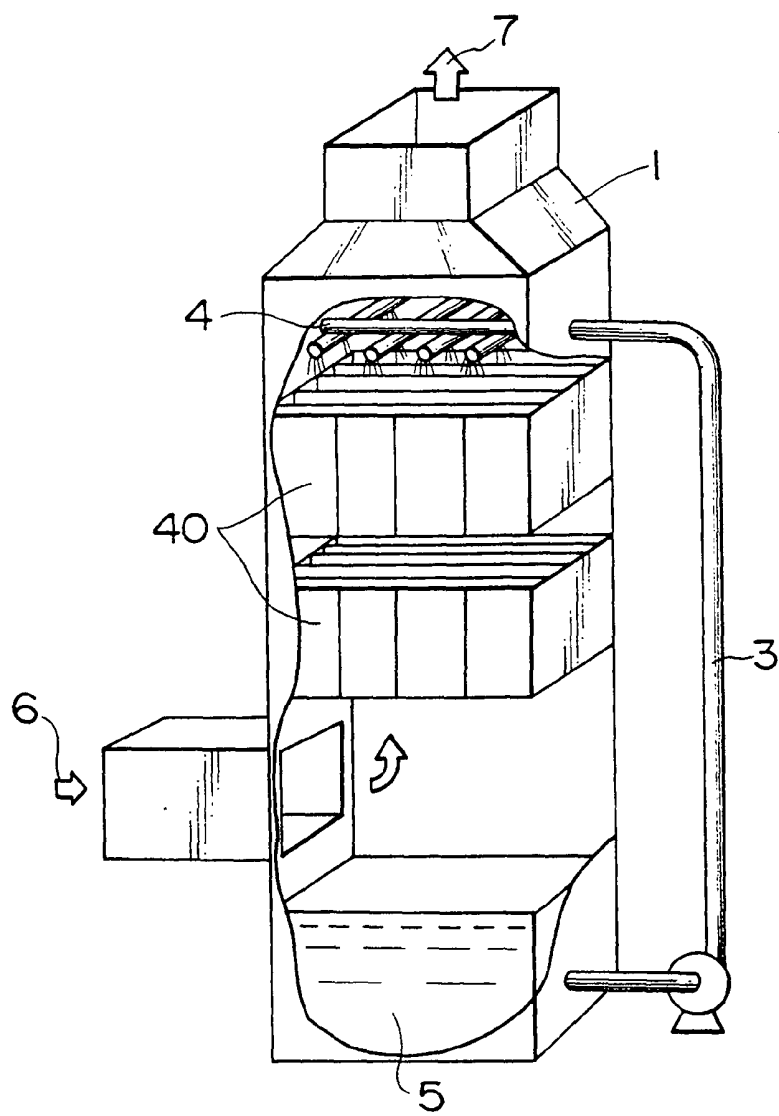


FIG. 11

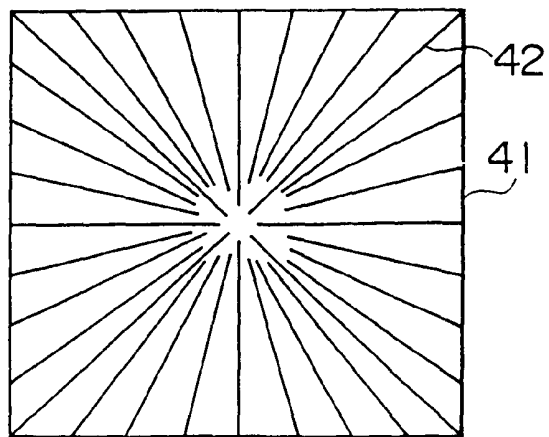


FIG. 12

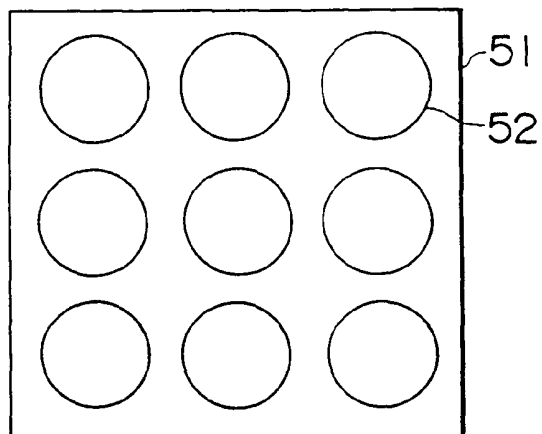


FIG. 13

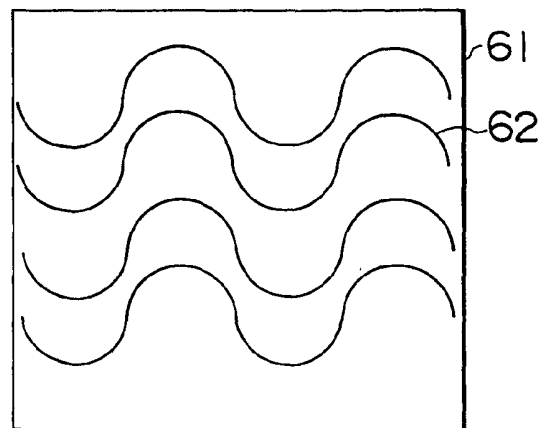


FIG. 14

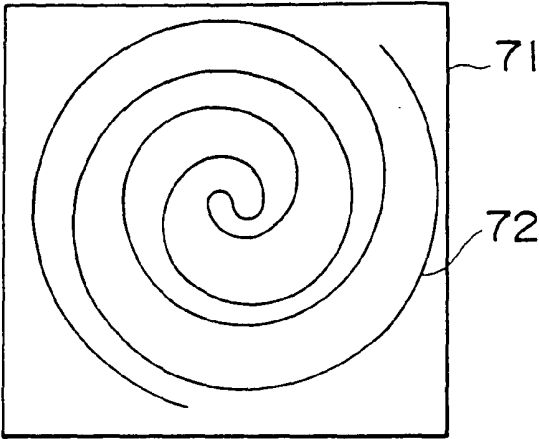


FIG. 15

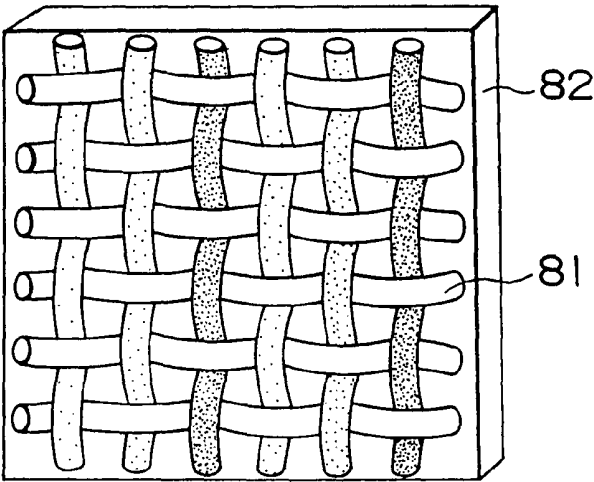


FIG. 16

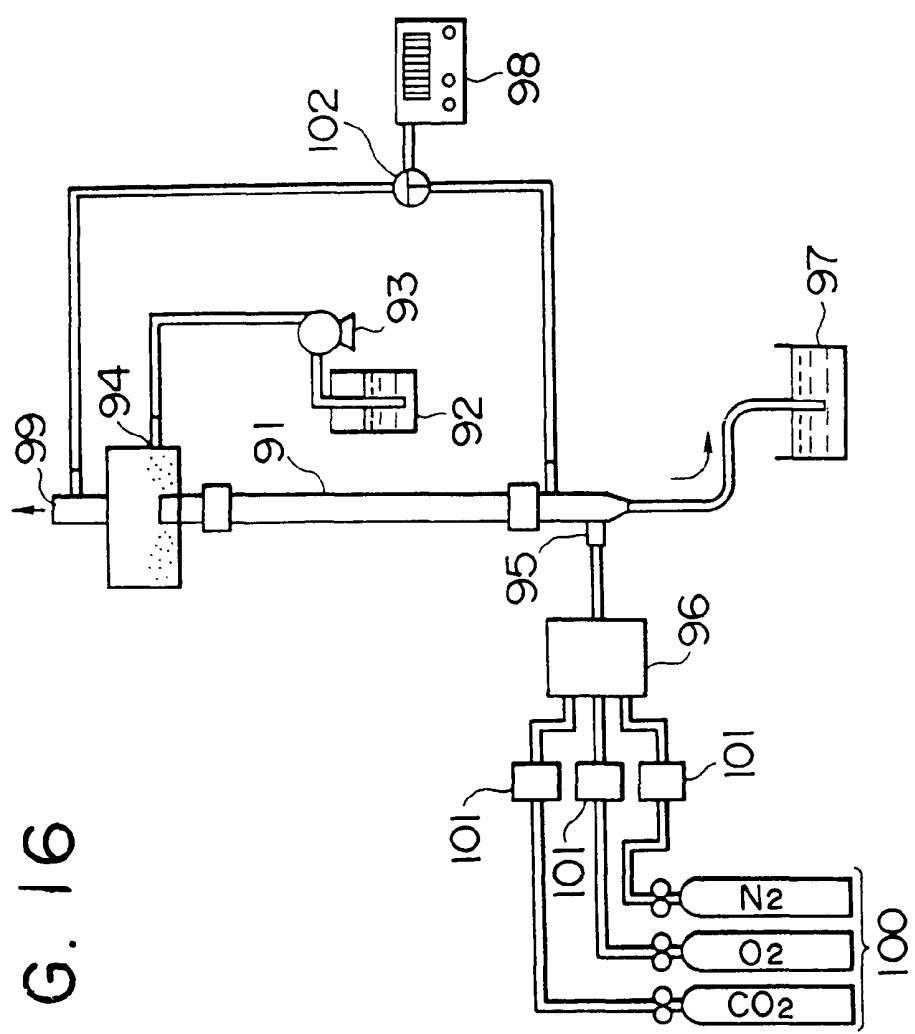


FIG. 17

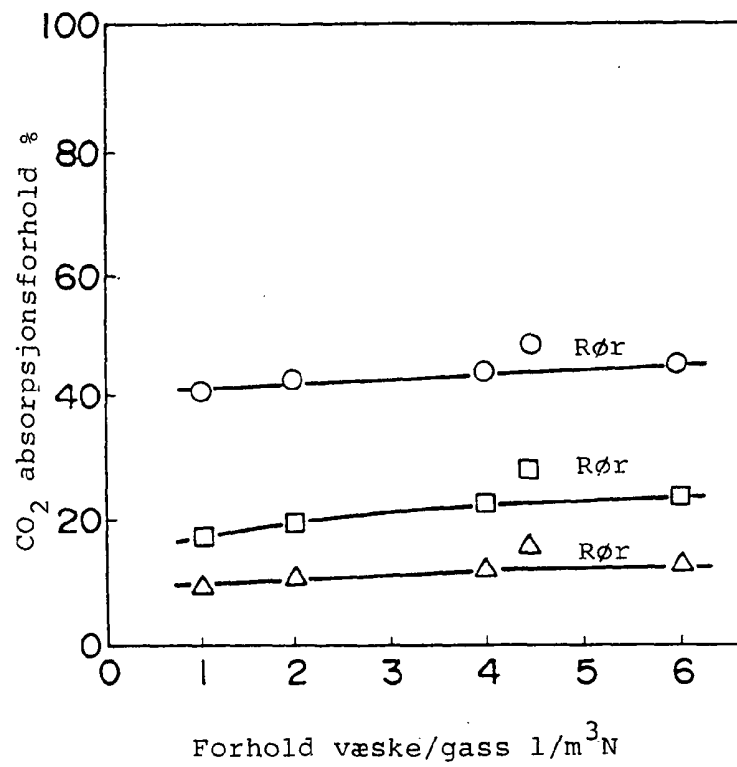


FIG. 18

