



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) 319568

C 02 F 1/44, B 01 D 61/02, 61/10, 65/08

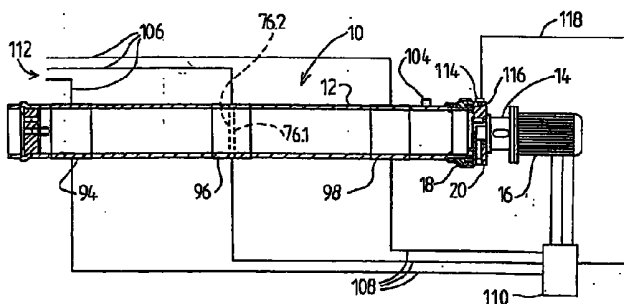
(13) B1

## Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19993397	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1998.01.09 PCT/GB98/00054
(22)	Inng.dag	1999.07.09	(85)	Videreføringsdag	1999.07.09
(24)	Løpedag	1998.01.09	(30)	Prioritet	1997.01.09, ZA, 970187
(41)	Alm.tilgj	1999.07.09			
(45)	Meddelt	2005.08.29			
(73)	Innehaver	Garfield International Investments Ltd, 4 Wickhams Cay, Road Town, Tortola, VG			
(72)	Oppfinner	William Graham, Stellenbosch, Western Cape, ZA			
(74)	Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, Postboks 7007 Majorstua, 0306 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	<b>Fremgangsmåte for vannbehandling og apparat for vannbehandling.</b>
(56)	Anførte publikasjoner	DE 3938245 JP 05049029U
(57)	Sammendrag	

En avsalter for å fjerne oppløste faststoffer fra sjøvann eller brakkvann er vist. Avsalteren (10) omfatter et hus (12) som en pumpe (14), drevet av en motor (16), pumper sjøvann eller brakkvann inn i under trykk. Avsaltiespatronen (76) i huset (12) omfatter en halvgjennomtrengelig membran som virker som en revers-osmose-membran og gjennom hvilken et vannprodukt tvinges for å separere den fra sjøvannet eller brakkvannet. Faststoffene oppløst i brakkvannet eller sjøvannet tilbakeholdes i de saltholdende passasjer av patronen (76). Tre elektriske spoler (94, 96 og 98) omringer patronen (76) og er innlemmet i husveggen (12). Spolene er forsynt med strøm fra en krafttilførsel (112) som fortrinnsvis er en 50 Hz, 380 Volt, trefaset krafttilførsel. Spolene er også ved hjelp av ledninger (108) forbundet med en regulerbar frekvens-AC-drivenhet (110) som i sin tur er forbundet med motoren (16). Spolene (94, 96 og 98) påtrykker et magnetfelt på sjøvannet eller brakkvannet i de saltholdende passasjer, noe som forbedrer vanngjennomstrømningshastigheten gjennom revers-osmosemembranen og også hindre tilskitning. Spolene (94, 96 og 98) virker i tillegg som choker for motoren (16).



**Oppfinnelsens felt**

Denne oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for behandling av vann for derved å fjerne oppløst faststoff fra vannet og et apparat for samme behandling av vann.

5 **Oppfinnelsens bakgrunn**

Det er kjent at oppløst faststoff fra sjøvann og brakkvann, dvs. avsalter kan fjernes, ved hjelp av reversosmose. Vannet pumpes ved et trykk på tolv til sytti Bar gjennom en avsaltningspatron som bruker et sammensatt polymer som en halv gjennomtrengelig membran. Trykkene som anvendes må til for å overkomme det naturlige osmotiske trykk av fødevannet. De lavere trykk anvendes for brakkvann og de høyere trykk anvendes for sjøvann.

Patrontypen som er mest brukt ved avsaltingen omfatter 15 mange fine, hule filamenter av det sammensatte polymer, idet vannet pumpes inn i rommene mellom filamentene. Filamentene har omtrent samme tverrsnitt som et menneskehår.

"Permeatet" (vannproduktet) strømmer gjennom veggene til filamentet og inn i hullene. Hullene, også kalt "lumens", 20 danner de gjennomtrengelige passasjene. Ved denne utforming av patronen finnes det saltholdende passasjer på utsiden av filamentene, og som nevnt danner hullene i filamentene vanngjennomtrengningspassasjene.

Den andre type patron som ofte brukes er den spiralviklede 25 type. I denne utforming av patronen er flate lag av det sammensatte polymer spiralviklet over en sentral kjerne dannet av et hult rør med flere hull.

Mellom hvert nærliggende lagpar av sammensatt polymer er det et gitter. Gitrene tjener som avstandsholdere som holder lagene fra hverandre og vekselvis danner saltholdende 30 passasjer og gjennomtrengelige passasje mellom lagene. Gitrene i de saltholdende passasjer er i tillegg ment å innføre turbulens i vannstrømmingen. En stabel av for eksempel

åtte til tolv slike lag med mellomliggende avstandsholdere er viklet på kjernen samtidig. De gjennomtrengelige passasjene kveiler seg innover mot kjernen.

Eldre avsaltingsanlegg har ofte patroner omfattende filamenter. Nyere anlegg benytter spiralviklede patroner. For øyeblikket er antallet spiralviklede patroner som benyttes mindre enn antallet patroner som anvender filamenter. Forskjellen i antall minsker imidlertid da de fleste nylig installerte avsaltingsanlegg bruker spiralviklede patroner, og dette forventes å fortsette i fremtiden.

JP 0509029 beskriver en metode for å redusere forurensning i en reversosmose-membran ved å tilføre membranen og vannet som passerer gjennom det et fluktuerende magnetisk felt dannet av en enkel spole gjennom hvilken det går en fluktuerende strøm.

DE 3938245 viser en anordning for å pakke magnetiske partikler oppløst i vann som er filtrert i et filterlag. Vann strømmes fra et innløp gjennom et første kammer og ut via en ventil. Det filtrerte vannet kommer inn i et andre kammer gjennom filteret. Anordningen har også en enkel spole som trekker magnetiske partikler mot filteret for på denne måten å danne filterlaget.

Et hovedproblem med avsalting er at den halvgjennomtrengelige membran tilskitnes. Tilskitningen oppstår fra tre kilder. En hovedkilde er avsetningen av vanlig salt eller andre faststoffer så som magnesium eller kalsium på de flatene av polymerlaget eller polymerfilamentene som avgrenser de saltholdende passasjer av lagene. De lite oppløselige salter og andre faststoffer utfelles ettersom vannet strømmes gjennom den halvgjennomtrengelige membranen fra de saltholdende passasjer til de gjennomtrengelige passasjer. Denne strøm av vann øker konsentrasjonen av de oppløste faststoffer i en slik grad at det gjenværende vann ikke klarer å holde alle faststoffene i oppløsning.

Den andre kilde for tilskitning er organisk. For eksempel alger, bakterier og liknende gror på de halvgjennomtrengelige membraner. En tredje kilde for tilskitning er faststoffer som filtrene vanligvis brukte før avsaltingspatronene for å fjerne faste partikler ikke greier å fjerne fra fødevannet.

Tilskitning fremmes av det faktum at polymeren har en netto negativ ladning mens alger og bakterier har en netto positiv ladning. Dermed tiltrekkes disse organismer på en begunstiget måte til overflatene av membranene der de avsettes og danner kolonier. Positive ioner (kationer) som finnes i sjøvann som et resultat av disassosieringen av de oppløste faststoffer er på liknende måte også tiltrukket membranen på en begunstiget måte.

Det er velkjent at tilskitningshastigheten av patronen øker på en ikke-lineær måte med strømningshastigheten av vannproduktet. En dobling av strømningshastigheten vil derfor mer enn doble tilskitningen av avsaltingspatronen. Til slutt minsker gjennomtrengningshastigheten så mye at patronen må renses kjemisk. En patron som er svært tilskitnet kan ikke, selv etter rensing, gi samme strømningshastighet som den gjorde før tilskitning.

Som nevnt ovenfor er de saltholdende passasjer forsynt med turbulensfremmende avstandsholdere for å redusere tilskitningen av en konvensjonell avsaltingspatron omfattende polymerlag til et minimum. Slike avstandsholdere hindrer oppbygging av det som kalles konsentrasjonspolariseringslaget ved å fremme oppblandingen av vannet som strømmer i de saltholdende passasjer. Dette lag befinner seg umiddelbart nærbeliggende membranen og konsentrasjonen av de oppløste faststoff i dette laget er ved et maksimum. Dette lag danner ikke bare en barriere mot strømming av vann gjennom membranen, men det er hovedsakelig fra dette lag at oppløste faststoffer også avsettes slik at membranen tetter seg. Tilstedeværelsen av dette høykonsentrasjonslag øker dess-

uten det osmotiske trykk. Slike turbulensfremmende avstandsholdere tilveiebringer bare en delvis løsning av tilskitningsproblemet.

Tilskitning er et betydelig problem i forbindelse med avsaltingspatroner som omfatter filamenter, da det finnes meget små mellomrom mellom filamentene i filamentmassen. Filamentmassen virker dermed i seg selv som et ekstremt effektivt filter, og avskjærer og separerer ut ethvert faststoffmateriale i fødevannet. Slikt materiale tilbakeholdes i filamentmassen og bidrar til en reduksjon av vannproduktets strømningshastighet.

I vår PCT-spesifikasjon WO 97/211630 foreslår vi en konstruksjon som innfører turbulens i fødevannet som kommer inn i de saltholdende passasjer, for ytterligere å hindre oppbygning av konsentrasjonspolariserende lag med resulterende tilskitning.

Hovedformålet med foreliggende oppfinnelse er å forbedre virkningsgraden av en avsaltingspatron.

Et ytterligere formål med foreliggende oppfinnelse er å hindre tilskitningshastigheten av avsaltingspatronen, for derved å tillate at en større produktstrømningshastighet oppnås over et lengre tidsrom.

#### **Kort omtale av oppfinnelsen**

Ifølge et første aspekt av foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en fremgangsmåte for fjerning av løste fastoffer fra vann som omfatter å mate nevnte vann gjennom en saltholdende passasje som er avgrenset av en reversosmosemembran og utsette membranen, vannet i den saltholdende passasjen og vannet som har passert gjennom membranen for et fluktuerende magnetfelt, hvor det mates elektriske strømmer ute av fase med varierende størrelse til hver av to spoler som er anordnet med et mellomrom langs lengden av nevnte saltholdende passasje, idet vannet i den saltholden-

de passasjen er i magnetfeltene til nevnte spoler, og at magnetfeltene generert av spolene overlapper hverandre.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også en fremgangsmåte for å fjerne oppløste faststoffer fra vannet som vist over, hvor fremgangsmåten også innbefatter det å mate trefase vekselstrøm (AC) til tre spoler som er anordnet med mellomrom langs lengden av ovenfor nevnte saltholdende passasje, idet hver spole mates av henholdsvis en av nevnte faser.

Ifølge et andre aspekt av foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt et apparat for fjerning av løste fastoffer fra vann, omfattende en langstrakt saltholdende passasje avgrenset av en reversosmose-membran, og midler for å mate vann til nevnte saltholdende passasje slik at vannet strømmer langs nevnte saltholdende passasje, idet apparatet har to spoler som er anordnet med et mellomrom langs lengden av den saltholdende passasjen, og midler for tilførsel av spenninger ute av fase med varierende styrke til hver av de nevnte spolene for å forårsake at hver spole genererer et fluktuerende magnetfelt, idet magnetfeltene er ute av fase og overlapper hverandre, og vannet i nevnte saltholdende passasje, ved bruk av apparatet, utsettes for de fluktuerende magnetfelt fra nevnte spoler.

Apparatet som beskrevet over kan videre fordelaktig omfatte et hus med langstrakt form, og en patron med langstrakt form i nevnte hus, hvor nevnte patron omfatter semipermeable membraner som avgrenser en mengde saltholdende passasjer, idet nevnte spoler er anordnet med mellomrom langs husets lengde.

I en fordelaktig utførelse omfatter apparatet som beskrevet over tre spoler, anordnet med mellomrom langs husets lengde, og midler for tilførsel av trefase vekselstrøm, idet hver spole har henholdsvis én av fasene tilkoblet hvorved

feltene generert av de tre spolene er ute av fase med hverandre.

I en utførelse av apparatet ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt nevnte midler for mating av vann omfattende en  
5 pumpe drevet av en trefase elektrisk motor, idet nevnte motor er forbundet til nevnte trefase vekselstrømstilførsel gjennom spolene som virker som choker for motoren.

Som en ytterligere forbedring kan apparatet som beskrevet over dessuten omfatte en regulerbar frekvens vekselstrøm  
10 driveenhet mellom nevnte spoler og nevnte motor.

Ifølge et tredje aspekt av foreliggende oppfinnelse slik denne er beskrevet over, er det tilveiebrakt en trykksensor for føling av trykket ved pumpetrykkporten og mating av et  
15 styresignal til nevnte drivenhet, hvorved drivenheten styrer nevnte motor på en slik måte at den gir et konstant trykk i nevnte port.

Ifølge et fjerde aspekt av den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt et apparat i henhold til oppfinnelsen og omfattende en plate med en flerhet hull mellom nevnte mid-  
20 ller for mating av vann og nevnte patron, idet hullene i platen som deler vannet i strømminger også leder nevnte strømminger av vann mot enden av patronen, hvorved vannet som renner inn i de saltholdende passasjer har virvelstrømmer i seg og det er et trykkfall over nevnte plate.

25 Ifølge et femte aspekt av foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt et apparat i henhold til oppfinnelsen, hvor nevnte hus har en sylindrisk vegg av fiberforsterket herdbar harpiks, idet nevnte spoler er innlemmet i nevnte sylindrerformede vegg.

30 Apparatet i henhold til oppfinnelsen kan også omfatte lag av gel radiallyt innover og radiallyt utover fra hver spole, for å beskytte og dempe hver spole.

**Kort omtale av oppfinnelsen**

For en bedre forståelse av foreliggende oppfinnelse og for å vise hvordan denne kan realiseres, refereres det herved som eksempel til de vedføyde tegninger, der

5 Fig. 1 er et langsgående snitt gjennom en vannavsalter omfattende en avsaltingspatron og tre spoler,

Fig. 2 viser i større målestokk og delvis i snitt vanninnføringsenden av avsalteren,

10 Fig. 3 viser i større målestokk og delvis i snitt vannutløpsenden av avsalteren,

Fig. 4 er et enderiss av en avsaltingspatron,

Fig. 5 er en detalj av et hus som danner en del av avsalteren i fig. 1 til 3,

15 Fig. 6 er en skjematisk representasjon, i svært forstørret målestokk, av en del av avsaltingspatronen,

Fig. 7 viser måten de magnetiske felt generert i spolene samvirker,

Fig. 8 er et skjematisk oppriss som viser en ytterligere avsaltingspatron og tre spoler,

20 Fig. 9 er et snitt gjennom linjen IX-IX i fig. 8,

Fig. 10 viser skjematisk en del av en fleksibel kappe, og

Fig. 11 viser skjematisk en del av en ytterligere kappe.

Vannavsalteren vist i fig. 1 er generelt betegnet 10 og omfatter et horisontalt, langstrakt, sylinderformet hus 12.

25 Huset 12 består av ett ikke-metallisk materiale og er fortrinnsvis tilvirket ved å vikle glassfiberbunter på en roterende dor. Herdbar harpiks påføres samtidig på doren slik at et hult, glassfiberforsterket, sylinderformet hus med en

jevn innside oppnås. Harpiksen kan påføres ved å dyppe det nederste parti av doren og det delvis tilvirkede hus ned i et harpiksbad, idet overskuddsharpiks fjernes ved hjelp av en skrapekniv. Et slikt hus kan lett motstå indre trykk på  
5 over 70 Bar.

En pumpe 14 og en elektrisk motor 16 er festet til innløps-  
enden av huset 12 og pumper vann som skal avsalties inn i  
huset 12 ved et trykk på typisk omtrent femti til seksti  
Bar. Motoren 16 er fortrinnsvis en trefaset AC-motor og  
10 pumpen er fortrinnsvis en " D10 hydra-cell-pumpe" tilvirket  
av Warren Engineering i Minneapolis, Minnesota, USA.

Pumpen 14 og motoren 16 er festet til huset 12 ved hjelp av  
en endering 18 (se spesielt fig. 2) og en festeplate 20.  
Enderingen 18 er festet til huset 12 ved først å tilvirke  
15 en indre, sylinderformet del 12.1 av huset 12, så ved å  
forskyve ringen 18 på det delvis tilvirkede hus og så ved å  
tilvirke en ytre del 12.2 av huset med ringen 18 innlemmet  
mellom de indre og ytre husdeler 12.1 og 12.2. Det vil  
forstås at delene 12.1 og 12.2 danner et integrert, enhet-  
20 lig hus uten avbrudd, bortsett fra ved endesonen der ringen  
18 befinner seg mellom dem. Ringen 18 har en rekke med om-  
kringliggende, utragende, ytre ribber 22, idet disse hjel-  
per ringen 18 med å bli festet til huset 12.

Ringen 18 har en rekke gjengede blindbolthull 24 som hver  
25 munner ut gjennom en endeflate av ringen 18. Platen 20 har  
gjennomløpende, enkle borer 26 som er innrettet med de  
gjengede bolthull 24. Boltene 28 går gjennom borer 26 og  
er skrudd inn i hullene 24 for å feste festeplaten 20 til  
enderingen 18.

30 Pumpen 14 og motoren 16 er festet til hverandre ved hjelp  
av bolter 30 som går gjennom flensene 32 og 34 til hen-  
holdsvis pumpen 14 og motoren 16.

Bolter 36 som går gjennom en flens 38 av pumpen 14 og inn i de gjengede bolthullene 40 av platen 20, fester platen 20 og pumpen 14 til hverandre. Trykkporten til pumpen 14 er innrettet med en passasje 42 som går gjennom platen 20, og  
5 sugeporten til pumpen 14 er innrettet med en innløpssasje 44 som strekker seg radielt innover fra et innløp 46 i platen 20 til akselen av pumpens sugeport.

Platen 20 er, på siden som ligger vekk fra pumpen 14, forsynt med en sylinderformet vegg 48 med indre, periferiske  
10 gjenger 50. En indre, gjenget, turbulensfremmende plate 52 med flere gjennomløpende hull 54 er skrudd inn i det sylindrerformede rom som er avgrenset av veggen 48. Platen 20 og 52 danner et hulrom 56 mellom seg, idet passasjen 42 munner ut i dette hulrom.

15 Det gjennomløpende hull 54 av platen 52 kan arrangeres med ethvert ønsket mønster. Hullene kan for eksempel arrangeres i et sirkulært mønster. Alternativt kan hullene arrangeres langs et antall linjer som strekker seg ut ifra senteret av platen 52 eller ha et spiralformet mønster med midtpunkt i  
20 senteret av platen 52.

En O-ring 58 omslutter veggen 48 og tetter mellom platen 20 og den indre overflate av huset 12.

Ved den andre enden av huset 12 (se fig. 3) er det en endeplate 60. Endeplaten 60 holdes i huset 12 ved hjelp av et  
25 par samvirkende ringer betegnet 62 og 64. Ringen 62 er plassert rundt doren før tilvirkningen av huset 12 starter. Den innlemmes dermed i husveggen og danner en ytre ribbe 66 som omslutter huset 12. Etter sammenstillingen av avsalteren, som etter dette beskrives i større detalj, forminskes  
30 ringens 64 ytre diameter og den føres inn i huset slik at den er samvirkende i forhold til ringen 62 for å hindre at platen 60 tvinges ut av huset 12 ved påvirkning av det indre hustrykk.

En aksial boring 68 i platen 60 danner et utløp for rensset vann (vannprodukt) og en boring 70, som er forskjøvet til en side av boringen 68, danner et utløp for saltlake. En U-tetning (ikke vist) føres inn i et spor 72 i platen 60. En  
5 O-ring 74 er tilveiebrakt i et ytterligere spor som omslutter platen 60 umiddelbart nærliggende sporet 72. U-tetningen og O-ringen hindrer lekkasje mellom huset 12 og platen 60.

En avsaltingspatron 76 med sylindrerformet utforming føres  
10 inn i huset 12 før endeplaten 60 festes på plass ved hjelp av ringene 62 og 64.

Patronen 76, som omfatter flere polymerlag og avstandsholdere viklet som beskrevet ovenfor, vil i det følgende bli beskrevet i større detalj. Lagene og avstandsholderne er  
15 spiralviklet på et sentralt rør 78. Ved utløpsenden av avsalteren rager røret 78 ut fra de viklede lag og avstandsholdere og stikker inn i boringen 68. En type patron 76 som egner seg for bruk i den foreliggende oppfinnelse er den som tilvirkes og selges av Filmtech Corporation, som er et  
20 underselskap heleid av Dow Chemical Company. Produktet har betegnelsen FT30. US patent 4277344 beskriver i detalj reversosmose-prinsippet. Filterpatronen 76 er hovedsakelig sylindrerformet og er tett tilpasset huset 12. U-tetningene (ikke vist) er tilveiebrakt i spor 80 (se spesielt fig. 2  
25 og 3) som omslutter endehettene 82 (se også fig. 4) av patronen 76 og ligger an mot den indre overflate av huset 12 for å hindre vann fra å lekke mellom huset 12 og patronen 76.

De viklede lag og avstandsholdere 84 (fig. 4) befinner seg  
30 innenfor en tynn kappe 86 av et materiale så som glassfibre. Kappen 86 forbinder endehettene 82 med hverandre. Kappen 86 er ikke tilstrekkelig sterk til å motstå trykket påført innsiden uten å splitte. Den er derfor tett tilpasset og ligger an mot huset 12. U-tetningene i sporene 80 hindrer  
35 vannstrømning mellom kappen 86 og huset 12.

Hver av hettene 82 danner kors (se fig. 4) med en indre ring 88 og en ytre ring 90 forbundet med eiker 92. Røret 78 går gjennom den indre ring 88 ved utløpsenden av patronen 76 og sporene 80 befinner seg på den ytre flate av ringen 90.

Tre spoler 94, 96 og 98 er viklet inn i huset 12 når huset tilvirkes. Nærmere bestemt tilvirkes en relativt tynn indre del 12.3 (fig. 5) av huset 12 og så vikles spolene 94, 96 og 98 på den indre del 12.3. Resten av huset 12 tilvirkes så slik at spolene 94, 96 og 98 innlemmes i huset med bare den tynne, indre del 12.3 mellom dem og patronen 76 og en tykkere, ytre husdel 12.4 på utsiden. Spolene kan bestå av sterkt ledende karbonfibre eller av kopperledning. Fibrene eller ledningene er belagt slik at de er elektrisk isolerte fra hverandre.

For å beskytte spolene 94, 96 og 98 er det påført et mykt gel-lag 100 (se fig. 5) på den tilvirkede indre del 12.3 av huset 12 før spolene er viklet (se fig. 5). Et andre gel-lag 102 påføres så over spolene. De to lagene 100, 102 herdes, men de blir ikke stive. Gel-lagene beskytter spolene 94, 96 og 98 mot vanninntrenging gjennom eventuelle sprekker i de delene 12.3 av huset 12 som er mellom spolene 94, 96 og 98 og det indre av huset. Det indre gel-lag 100 opp- tar de dimensjonsmessige forandringer som påfører huset 12 ved trykkforandringer, for derved å hindre at radielle krefter påføres spolene 94, 96 og 98.

Når spolene er viklet, løper tilføringsledninger derifra langs den ytre flate av husdelen 12.3 til et felles forbindelsespunkt som kan være en koblingsboks 104 (fig. 1 og 2) nærliggende avsalterens innløpsende. Tilføringsledningene er selvfølgelig innlemmet i huset 12 når den ytre husdel 12.4 tilvirkes. I fig. 1 og 3 vises, kun som eksempel, tilføringsledningene (betegnet 106) og de ytterligere ledninger (betegnet 108) som forbinder spolene 94, 96 og 98 med en regulerbar frekvens-AC-krafttilførsel betegnet 110, idet de

kommer inn i og går ut av huset 12 i områdene av spolene. I fig. 3 vises spolen 94 skjematisk som viklet på utsiden av huset 12.

Hver av spolene 94, 96 og 98 er forbundet ved hjelp av hver sin tilføringsledning 106 med en fase av en trefaset AC-krafttilførsel 112 (se fig. 1). Skjerming, for eksempel i form av fletting, kan hvis nødvendig brukes for å hindre virkningene av de magnetiske felt som finnes på utsiden av huset 12.

Drivenheten 110 er forbundet med motoren 16. Den foretrukne drivenhet kalles "1336 plus" og er tilvirket av Allen Brady (del av Rockwell Group), 1201 South Second Street, Milwaukee 53204, USA.

En trykkføler 114 (fig. 1 og 2) er innført i platen 20 gjennom passasjen 116 som står i forbindelse med passasjen 42, som i sin tur står i forbindelse med trykkporten av pumpen 14. Trykkføleren 114 er forbundet med en ledning 118 (fig. 18) til den regulerbare frekvens-AC-drivenheten 110 og den tilveiebringer styringssignalet for enheten. Styringssignalet brukes til å styre utløpsfrekvensen av motor-drivenheten og dermed hastigheten av motoren 16, for dermed å opprettholde et konstant trykk ved trykkporten av pumpen 14.

Mens en enkel patron 76 er vist i huset 12, er det mulig å anordne to eller flere patroner etter hverandre. Vannet strømmer gjennom hver patron etter tur. Hver patron kan ha tre tilknyttede spoler som beskrevet ovenfor. Alternativt, som vist med stiplede linjer i fig. 1, der to patroner 76.1 og 76.2 er tilveiebrakt, kan midtspolen 96 danne en bro over de to patronene.

Konstruksjonen av en del av patronen 76 er vist i forstørret målestokk i fig. 6. I fig. 6 angir henvisningstallene 120.1 til 120.5 sammensatte polymerlag. Mellom lagene 120.2

og 120.3 befinner det seg en første saltholdende passasje 122 og mellom lagene 120.4 og 120.5 befinner det seg en ytterligere saltholdende passasje 124. I hver av passasjene 122, 124 er det et gitter 126. Gitteret 126 virker som et  
5 turbulensfremmende element. Gitteret 126 er for eksempel dannet av plastmaterialefilamenter som er sveiset til punktene der tversgående filamenter krysser langsgående filamenter. Gitteret 126 har den ytterligere funksjon å hindre de saltholdende passasjer 122, 124 fra å tettes, slik at  
10 vannstrømmen mellom dem stoppes.

Mellom lagene 120.1 og 120.2 er det en vannproduktpassasje 128. Tilsvarende er det en vannproduktpassasje 130 mellom lagene 120.3 og 120.4. Det er anordnet gitrene 132 i passasjen 128 og 130. Gitrene 132 er ikke ment å fremme turbu-  
15 lens i vannproduktet i passasjene 128, 130, men bare å hindre passasjene fra å bli tettet til det punkt der vann ikke kan strømme i dem av påført trykk. Det vil forstås at det finnes flere lag, et flertall saltholdende passasjer og et flertall vannproduktpassasjer i patronen. Derfor finnes  
20 det ytterligere lag, passasjer og avstandsholdere på hver side av patronsnittet vist i fig. 6.

Ved innløpsenden av patronen 76 er passasjene 128, 130 lukket og passasjene 122, 124 åpne. Dermed kommer fødevannet inn i passasjene 122, 124, men ikke i passasjene 128, 130.  
25 I området av det sentrale rør 78 er de saltholdende passasjer 128, 130 åpne slik at vannproduktet, men ikke saltlaken, kan strømme inn i røret 78.

Funksjonen av avsalteren beskrevet så langt er komplisert og er ikke enda fullt ut forstått av søkeren. Den følgende  
30 forklaring er basert på hva som er observert så langt i eksperimentelt arbeid. Ytterligere eksperimentelt arbeid kan vise at det er andre faktorer og mekanismer involvert som søkeren på nåværende tidspunkt ikke er klar over.

Når en spiralviklet avsaltingspatron tilvirkes, er det ønskelig å påføre lagene og avstandsholderne en kontinuerlig strekkraft når de vikles på det sentrale rør 78. Dette oppnås lettere under den initiale del av vikleoperasjonen.

5 Patronen får en "svampaktig" beskaffenhet når den øker i diameter og det blir vanskeligere å holde lagene og avstandsholderne i riktig strekk. Dermed har patronens viklinger en tendens til å bli tettere pakket nær det sentrale rør 78 enn de er nær den ytre kappe 86. I et konvensjonelt  
10 avsaltningssystem strømmer vann inn i rommet 134 (fig. 2) nærliggende innløpsenden av avsaltingspatronen, uten å strømme gjennom platen 52. Det er ikke noe betydelig trykkforskjell radielt i patronen. Nærmere bestemt er trykket nær senteret av patronen og trykket nær den ytre periferi  
15 av patronen det samme. Dermed har mer vann en tendens til å komme inn i de mer åpne, radielt ytre deler av de saltholdende passasjer enn de radielt indre deler av de saltholdende passasjer, der lagene og avstandsholderne er viklet tettere.

20 Platen 52 leder et flertall vannstrømmer mot enden av patronen 76 og fordeler vannstrømningen over hele den avdekkede ende av patronen 76. Dette sikrer at de radielt indre deler av patronen anvendes bedre. Eikene 92 er tilvirket så små som mulig av patronprodusenten slik at vannstrømningen  
25 ikke hindres. De dekker svært lite av endene av de viklede lag og avstandsholdere, og har ingen målbar virkning på vanntrykket. Viktigst av alt fører de ikke til trykkfall mellom rommets 134 innløp og inngangene til de saltholdende passasjer.

30 Sjøvann, og i mindre grad brakkvann, inneholder oppløste gasser og også bikarbonater. Det er et trykkfall i størrelsesorden 2 Bar over platen 54 og man tror at dette fører til at noe av oksygenet og karbondioksidet i fødevannet kommer ut av oppløsningen i form av bobler. Da boblene  
35 fremdeles er under betydelig trykk, er de svært små. Det blir imidlertid antatt at de har en rensende virkning på

konsentrasjonspolariseringslagene og hindrer avsetningen av disse og forbedrer derved funksjonen av patronen.

Observasjoner av saltlaken som kommer fra avsalteren og strømmer inn i en tank har vist at saltlaken er avluftet. I et eksperiment ble både saltlaken og vannproduktet matet til en stor lagringstank der de blandet seg sammen. Tanken dannet også fødevannstilførselen. Dette ble gjort for å la avsalteren gå eksperimentelt over en tidsperiode uten å kreve for store mengder sjøvann. Det ble lagt merke til at saltlaken var avluftet der den kom ut av utløpsrøret. I stedet for simpelthen å synke ned i det mindre tette sjøvannet, steg saltlaken et stykke opp fra utløpsrøret. De observerte boblene ble funnet å være en blanding av karbondioksid og oksygen.

Vannstrømmene som kommer fra boringene i platen 54 og trefter enden av den viklede patron, strømmer inn i de saltholdende passasjer og virvelstrømmer kan registreres i vannstrømmene. Disse virvelstrømmene går på tvers av den generelle strømetningen i de saltholdende passasjer og bidrar ytterligere til å hindre dannelsen av konsentrasjonspolariseringslag ved innløpsendene av de saltholdende passasjer. Virvelstrømmene blir selvfølgelig svakere med økende avstand fra innløpsendene av de saltholdende passasjer og virkningen på konsentrasjonspolariseringslaget minsker dermed også.

Virkningen av de påførte magnetfelter synes å opprettholde virvelstrømmene initialt innført i vannstrømmene gjennom hele lengden av de saltholdende passasjer. Den fordelaktige "rensevirkningen" virker dermed på nåværende tidspunkt langs hele patronen og ikke bare i en sone som strekker seg en relativt kort avstand fra innløpsendene av de saltholdende passasjer.

Som forklart ovenfor har mange forurensinger en netto positiv ladning, mens det sammensatte polymer som virker som

det halvgjennomtrengelige membran har en netto negativ ladning. Det antas at virvelstrømmene som opprettholdes av magnetfeltet er tilstrekkelige til å overkomme disse svake-  
re krefter og hindre avsetning av forurensninger på poly-  
5 ret.

Det har vist seg at det er fordelaktig å vikle spolene slik at deres magnetfelt overlapper hverandre. Med hensyn til dette henvises det til fig. 7, som viser to spoler (beteg-  
net 96 og 98) som er tilstrekkelig nærme hverandre til at  
10 deres felter F1 og F2 overlapper. Så mens Gaussen varierer langs lengden av huset 12 fra et maksimum radielt utover fra begge spoler, til et minimum halvveis mellom spolene, er magnetfeltet alltid til stede. Som eksempel er det mulig å danne felt med en maksimal Gauss på omtrent 2000 umiddel-  
15 bart i nærheten av hver spole. Midtveis mellom spolene har Gaussens falt til omtrent 1600. Feltene er selvfølgelig ikke i fase.

I fig. 7 er spolene vist viklet med vindingene skråstilt i forhold til patronens 76 akse og også som del av filterpatronen 76, i stedet for som en del av huset 12. Med hensyn  
20 til dette kan spolene vikles på patronen enten radielt innover eller radielt utover i forhold til kappen 86.

Søkeren har funnet at en spesielt fordelaktig avsalter kan tilveiebringes ved å anvende en 50 Hz, trefaset AC-til-  
25 førsel på 380 volt. En slik krafttilførsel er vanlig, og både motoren 16 og drivenheten 110 er utformet for bruk med en krafttilførsel av denne type. Søkeren har funnet at man ved å mate de tre fasene av en slik krafttilførsel gjennom spolene 94, 96 og 98, oppnår de fordelaktige virkninger be-  
30 skrevet ovenfor og at spolene i tillegg virker som choker for motoren 16. Dette jevner ut toppene som man ufravikelig får ved bruken av en AC-motor, og som i seg selv representerer krafttap. Strømmen som kreves for å drive motoren 16 dersom spolene er koplet ifra kretsen er typisk 2 A mer enn  
35 det som kreves når spolene er i kretsen.

I en konvensjonell avsalter er trykktapet over patronen 76 typisk omtrent 3 Bar. Dermed er 60 Bar et egnet innløps-trykk dersom sjøvann skal avsaltes, og man har funnet at trykket i boringen 70 er omtrent 57 Bar. Når spolene 94, 96  
5 og 98 befinner seg i kretsen er det ikke noe trykkfall over patronen. Faktum er at trykket ved utløpsenden til og med kan overstige trykket ved innløpsenden. Søkeren har enda ikke funnet en fullstendig forklaring på dette observerte fenomenet eller det faktum at strømmingen fortsetter selv  
10 om et "mottrykk" genereres. En mulig forklaring er en økning i entropi som et resultat av energitilføringen fra spolene. En annen mulig forklaring er at den høyt konsentrerte saltlake virker på samme måte som kjernen av en solenoid og skyves mot utløpsendene av de saltholdende passasjer av de påførte kreftene.  
15

Søkerens eksperimentelle arbeid har vist at dersom strømmen tilført spolene varierer syklisk slik at de fluktuerende magnetfelt dannes, er verken amplituden eller frekvensen av strømmen av stor betydning. Ved tilstedeværelsen av et  
20 fluktuerende magnetfelt har eksperimentelt arbeid med frekvenser fra 5 Hz til 7000 Hz vist at større gjennomtrengningshastigheter kan oppnås og betydelig mindre tilskitning skjer.

Det vil forstås at dersom frekvensen eller strømtypen tilført spolene er ukompatibel med drivenheten 110 og motoren 16, så må krafttilførselen til motoren og krafttilførselen til spolene hentes fra forskjellige kilder. DC-strøm av varierende spenning har også tilveiebrakt betydelige forbedringer i både vannproduktstrømningshastigheten og en reduksjon av tilskitningen. Variasjonen av spenningen og strømmen kan ha en sinusformet eller en firkantet bølgeform.  
30

Fig. 8 og 9 viser skjematisk en ytterligere utførelse av en avsalter som er betegnet 136. Avsalteren 136 omfatter et ytre hus 138 som har et utløp ved 140 for gjenvunnet vann,  
35 og et kammer 142 som saltlaken renner inn i. Mellom utløpet

140 og hovedrommet 144 avgrenset av huset 138 befinner det seg en skillevegg 146. Endene av et flertall hule fibre 148 av et sammensatt polymerisk materiale i stand til å virke som en reversosmose-membran, er innlemmet i skilleveggen 5 146. Utløpet 140 fører fra et kammer 150 som står i forbindelse med de hule, indre deler av fibrene, hvis ender strekker seg gjennom skilleveggen 146. Hver fiber strekker seg fra skilleveggen 146, hovedsakelig langs hele huset, vender tilbake i en hårnålsbøy 152 og strekker seg så tilbake 10 bake til skilleveggen 146. Et rør 154 går gjennom skilleveggen 146 og gjennom en tversgående endevegg 156 som avgrenser kammeret 150. Røret 154 har en plugg 158 ved sin høyre side (sett i fig. 8) og har et flertall hull i veggen. Vann med oppløste faststoffer tvinges inn i røret 154 15 og strømmer ut av røret 154 og inn i rommene mellom fibrene som danner de saltholdende passasjer. Disse passasjene står i forbindelse med kammeret 142 slik at saltlake strømmer fra disse passasjene til kammeret 142 og så ut av anlegget via saltlakeutløpet 160.

20 Konstruksjonen beskrevet til nå under henvisning til fig. 8 og 9 er en konvensjonell konstruksjon som er mye brukt i avsaltingsindustrien.

Tre spoler 162, 164, 166 er vist rundt avsaltingspatronen dannet av den hule fibermasse 148. Disse spolene tilsvarer 25 spolene vist i fig. 1. De er aktivert på samme måte slik at de danner virvelstrømmer i de saltholdende passasjer som finnes mellom fibrene. Virkningen av dette er den samme som beskrevet ovenfor i forhold til de saltholdende passasjer 122, 124.

30 Til slutt, under henvisning til fig. 10, omfatter den viste konstruksjon en rektangulær duk 168 av et materiale som kan rulles til en sylinderformet kappeutforming. Festeorganer 170 av enhver passende type, for eksempel "popknaster" eller borelåsstykker ("Velcro"), er tilveiebrakt langs de 35 to langstrakte kanter av duken, slik at det holdes i kappe-

formen etter at de to kantene er ført sammen. En duk av et syntetisk plastmateriale er egnet for dette bruk. Plastmaterialet kan være elastisk og fleksibelt, men med tilstrekkelig stivhet til at den holder formen når den rulles inn i en sylinderform. Alternativt kan det danne et teppe som ikke er selvbærende.

En rekke wirelengder 172 er klebet eller på annen måte festet til den overflate av duken som danner dets indre flate når duken 168 rulles til en kappe. Kontakter 174 er tilveiebrakt ved hver ende av hver wirelengde 172. Når duken 168 rulles til en kappe, er kontaktene 174 langs en kant av duken festet til kontaktene langs den andre kant av duken, hvorved wirelengdene er forbundet etter hverandre og danner en spole.

Kappen kan omhylles rundt den eksisterende avsalter eller avsalterpatron som en ettermonterbar konstruksjon. Ved å forbinde spolen dannet av wirelengdene med en fluktuerende strømkilde, kan et magnetfelt påføres de saltholdende passasjerer for derved å oppnå virkningene beskrevet ovenfor. Det vil forstås at et antall spoler kan tilveiebringes. Tilveiebringelsen av en fleksibel duk som kan omhylles rundt en eksisterende avsalter for å danne en kappe er fordelaktig, ettersom den gjør det mulig å bruke en spole nesten uavhengig av hva slags rør etc. som finnes og selv om røret ville hindre bruken av en stiv hylse med spoler. Skulle imidlertid avsalteren bli konstruert slik at det ikke er noen hindringer for at en spolebærende hylse blir ført over avsalteren, kan en slik konstruksjon brukes for å gi fordelene beskrevet ovenfor.

Mens det foretrekkes at hver spole er anordnet koaksialt med patronen, er det mulig å anordne spolene på andre måter. I stedet for å vikle dem rundt døren, kan for eksempel spolene anordnes og innlemmes i veggen av huset slik at spolene vikles rundt akser som strekker seg radielt i forhold til huset i stedet for aksialt. Når dette arrangement

påføres en ettermonterbar duk, får man en konstruksjon som vist i fig. 11. Denne utforming av duken, betegnet 168, er forsynt med påklebede, atskilte spolepar 176. Aksen til hver spole 176 står vinkelrett på planet til duken 168. Når 5 duken er rullet til sin rørform, har spolene 176 posisjoner på motsatte sider av patronen og spolenes akser er hovedsakelig radielle. Hver vinding av spolen 176 deformeres når duken 168 rulles, slik at den tilpasser seg den sylindereformede utforming av kappen.

## P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for fjerning av løste fastoffer fra vann omfattende å mate nevnte vann gjennom en saltholdende passasje avgrenset av en reversosmose-membran og utsette membranen, vannet i den saltholdende passasjen og vannet som har passert gjennom membranen for et fluktuerende magnetfelt,

karakterisert ved trinnet å mate elektriske strømmer ute av fase med varierende størrelse til hver av to spoler (96, 98) anordnet med et mellomrom langs lengden av nevnte saltholdende passasje, idet vannet i den saltholdende passasjen er i magnetfeltene av nevnte spoler og at magnetfeltene generert av spolene overlapper hverandre.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og omfattende trinnet å mate trefase vekselstrøm (AC) til tre spoler (94, 96, 98-162, 164, 166) anordnet med mellomrom langs lengden av nevnte saltholdende passasje, idet hver spole mates av henholdsvis en av nevnte faser.

3. Apparat for fjerning av løste fastoffer fra vann, omfattende en langstrakt saltholdende passasje avgrenset av en reversosmose-membran, og midler (14, 16) for å mate vann til nevnte saltholdende passasje slik at vannet strømmer langs nevnte saltholdende passasje, idet apparatet er karakterisert ved at to spoler (96, 98) er anordnet med et mellomrom langs lengden av den saltholdende passasjen og ved midler (112) for tilførsel av spenninger ute av fase med varierende styrke til hver av de nevnte spolene for å forårsake at hver spole genererer et fluktuerende magnetfelt, idet magnetfeltene er ute av fase og overlapper hverandre og vannet i nevnte saltholdende passasje, ved bruk av apparatet, utsettes for de fluktuerende magnetfelt fra nevnte spoler.

4. Apparat ifølge krav 3 og omfattende et hus (12) med langstrakt form, og en patron (76) med langstrakt form i

nevnte hus, nevnte patron omfatter semi-permeable membraner som avgrenser en mengde saltholdende passasjer, idet nevnte spoler er anordnet med mellomrom langs husets lengde.

- 5 5. Apparat ifølge krav 4 og omfattende tre spoler (94, 96, 98-162, 164, 166) anordnet med mellomrom langs husets lengde, og midler for tilførsel av trefase vekselstrøm, idet hver spole har henholdsvis én av fasene tilkoblet hvorved feltene generert av de tre spolene er ute av fase med hverandre.
- 10 6. Apparat ifølge krav 5, hvor nevnte midler for mating av vann omfatter en pumpe (14) drevet av en trefase elektrisk motor (16), idet nevnte motor (16) er forbundet til nevnte trefase vekselstrømstilførsel (112) gjennom spolene som virker som choker for motoren.
- 15 7. Apparat ifølge krav 6, og omfattende en regulerbar frekvens vekselstrøms driveenhet (110) mellom nevnte spoler og nevnte motor.
- 20 8. Apparat ifølge krav 7, og omfattende en trykksensor (114) for føling av trykket ved pumpetrykkporten og mating av et styresignal til nevnte drivenhet (110), hvorved drivenheten (110) styrer nevnte motor på en slik måte at den gir et konstant trykk i nevnte port.
- 25 9. Apparat ifølge krav 4, og omfattende en plate (52) med en flerhet hull (54) mellom nevnte midler (14) for mating av vann og nevnte patron (76), idet hullene i platen som deler vannet i strømminger og leder nevnte strømminger av vann mot enden av patronen (76), hvorved vannet som renner inn de saltholdende passasjer har virvelstrømmer i seg og det er et trykkfall over nevnte plate.
- 30 10. Apparat ifølge krav 4, hvor nevnte hus (12) har en sylindrisk vegg av fiberforsterket herdbar harpiks, idet nevnte spoler er innlemmet i nevnte sylindervegg.

11. Apparat ifølge krav 10, og omfattende lag av gel (100, 102) radially innover og radially utover fra hver spole, for å beskytte og dempe hver spole.

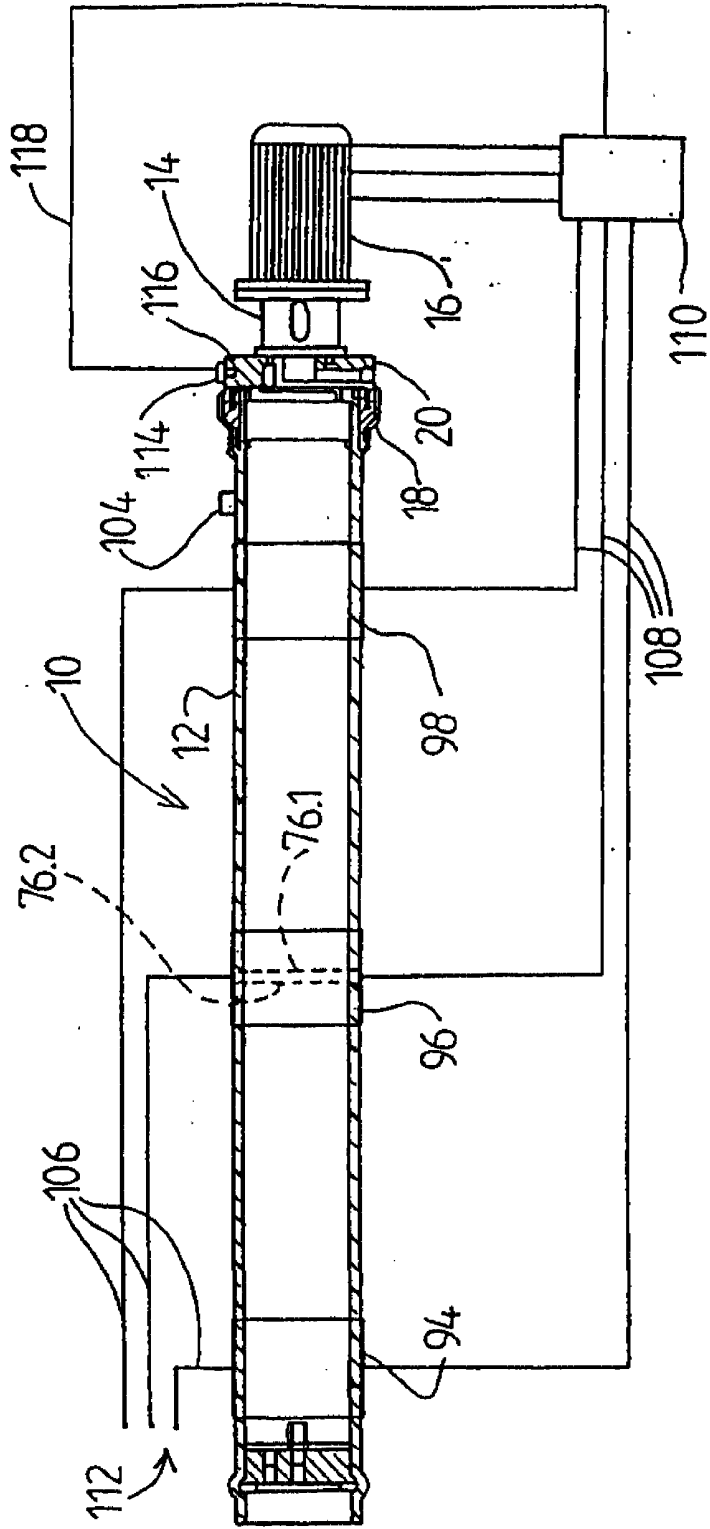


FIG. 1

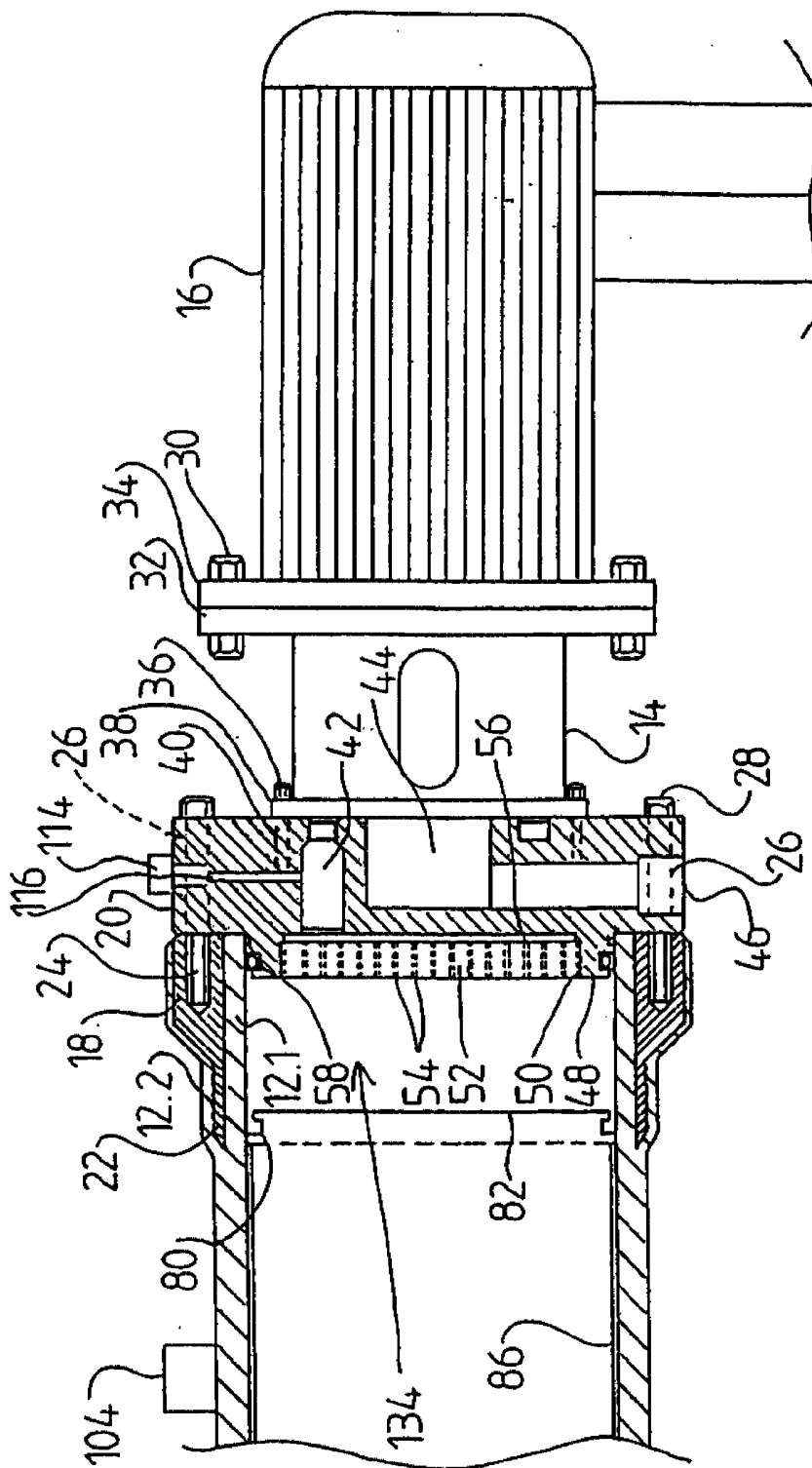
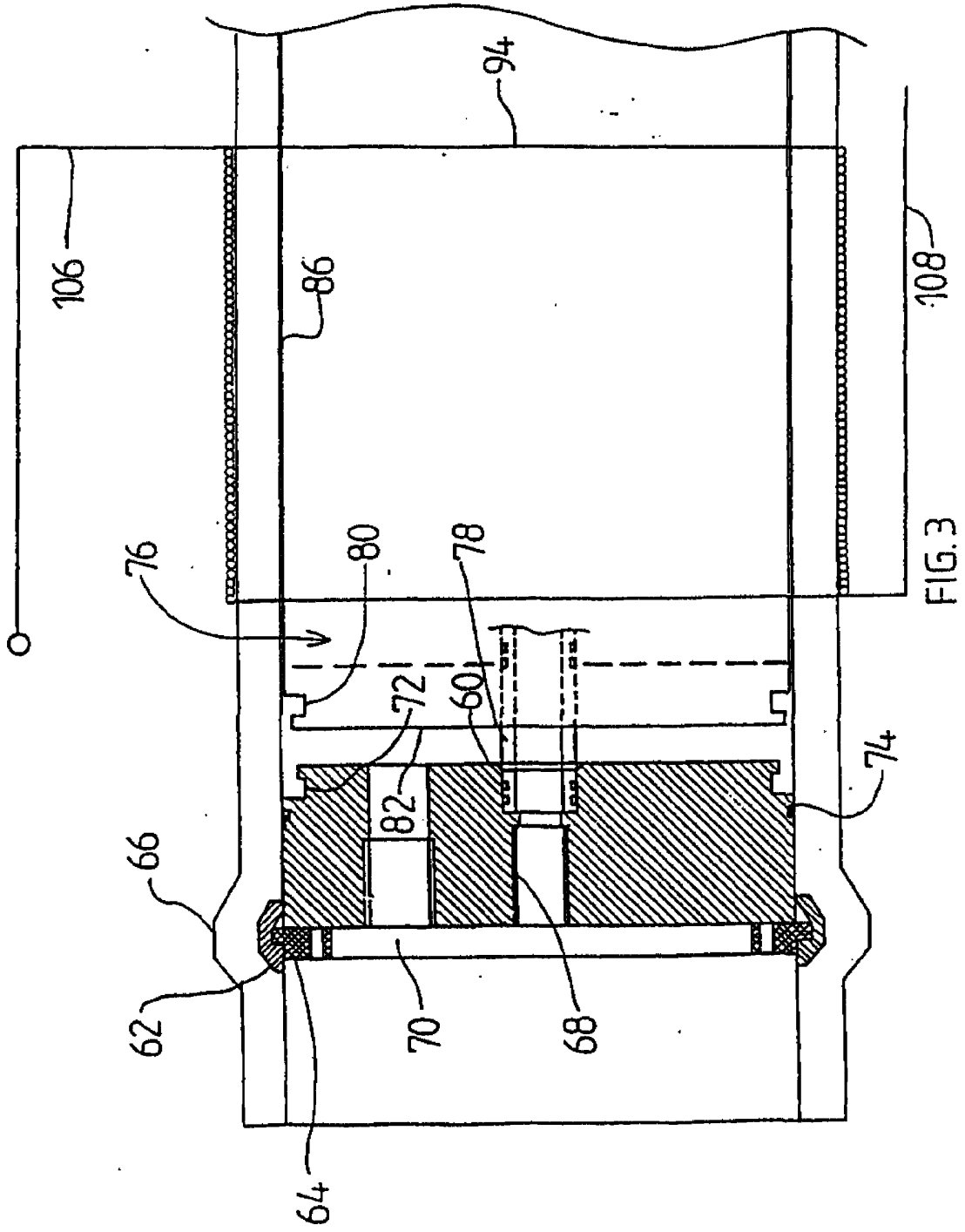


FIG. 2



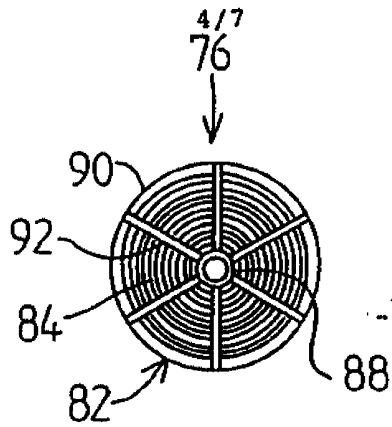


FIG. 4

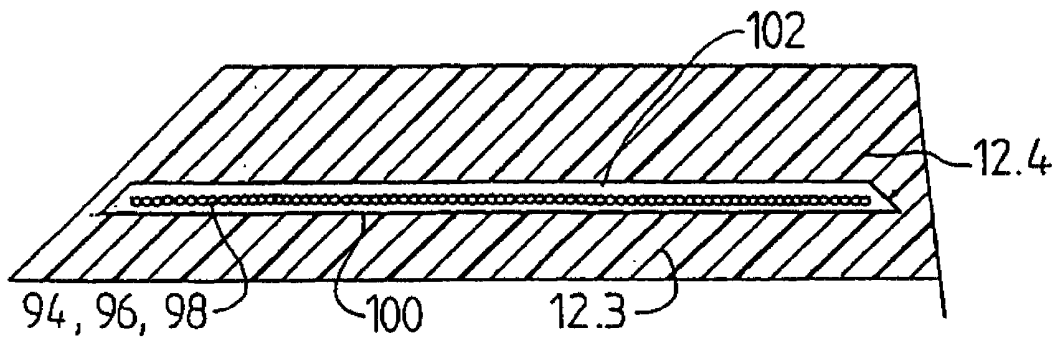


FIG. 5

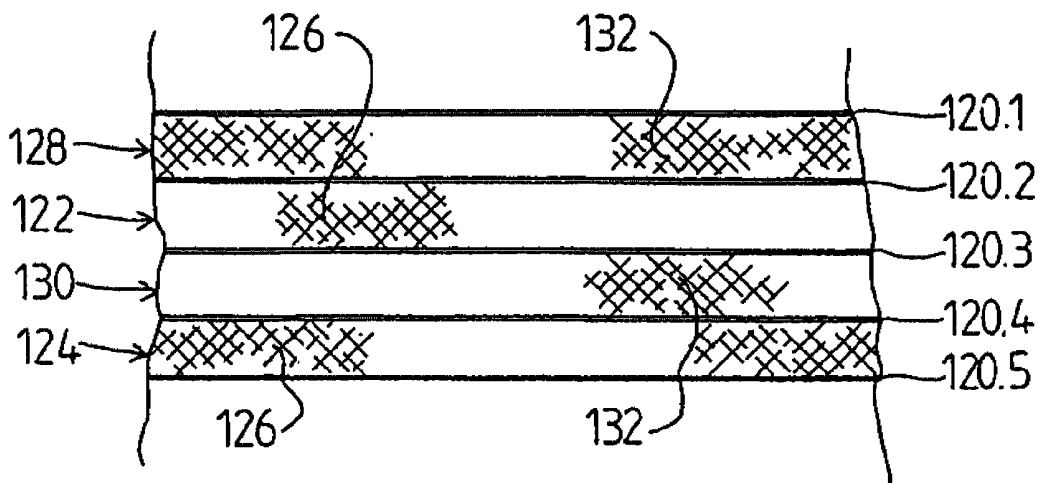


FIG. 6

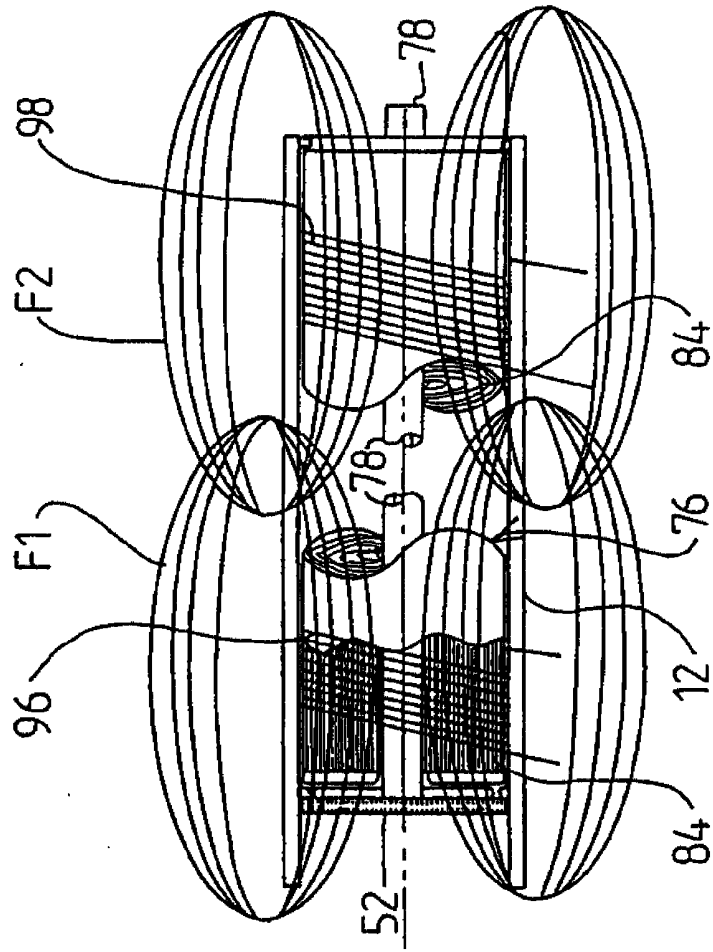


FIG. 7

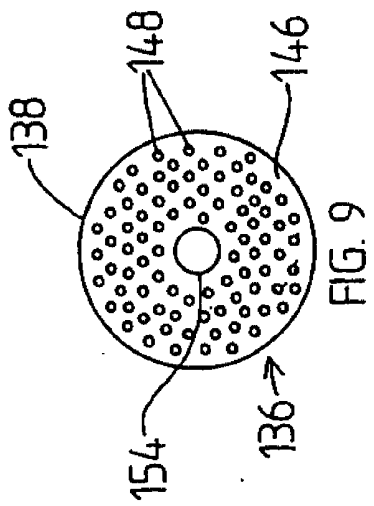


FIG. 9

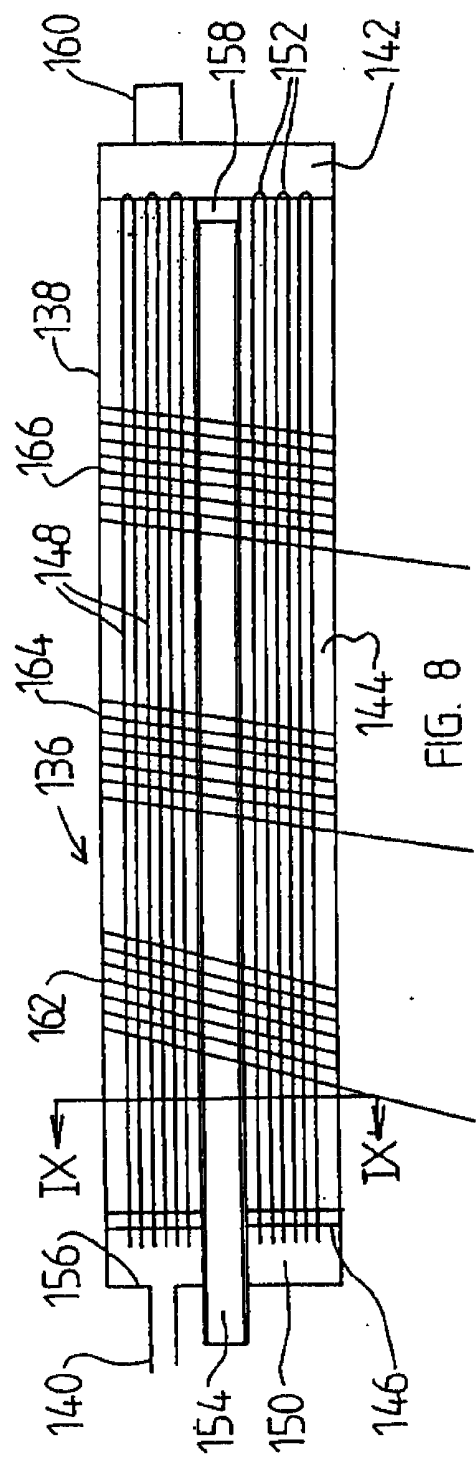


FIG. 8

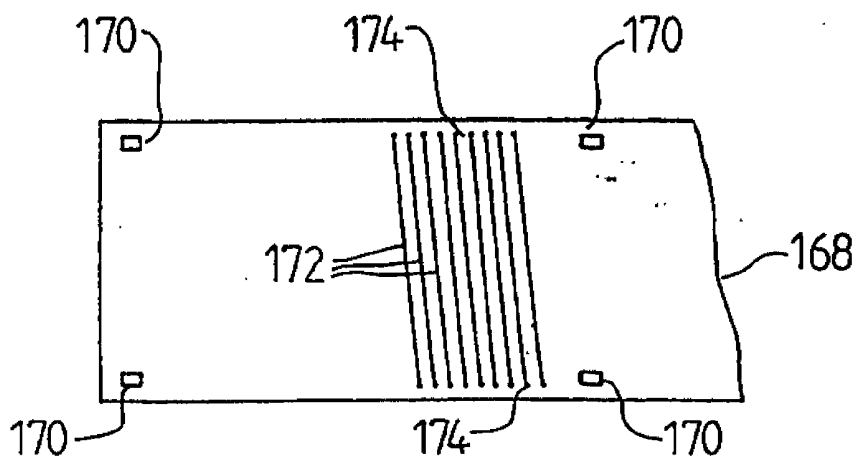


FIG. 10

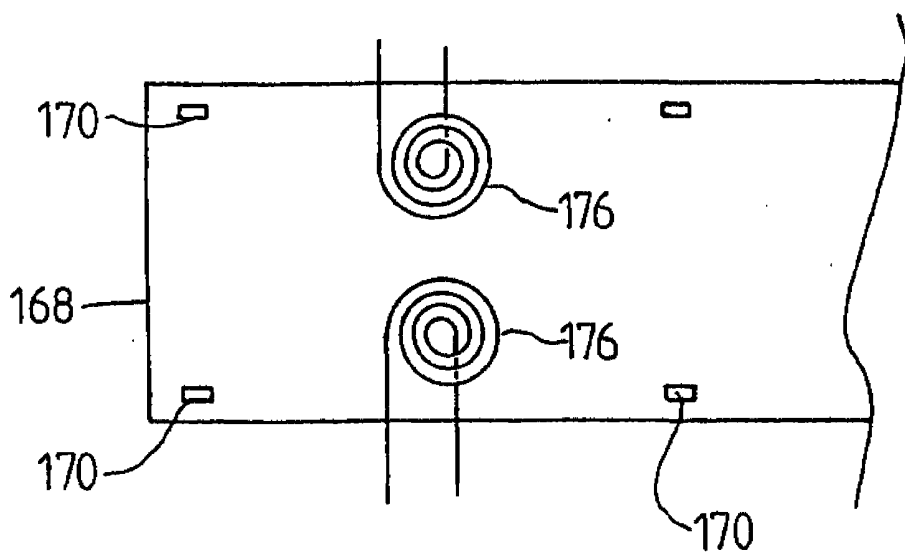


FIG. 11