

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 117031

Int. Cl. F 28 f 5/02 Kl. 17f-12/03

Patentsøknad nr. 168.857 Inngitt 29.VI 1967

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 23.VI 1969

Prioritet begjært fra: 30.VI-66 Sveits,
nr. 9525/66

Jan Richard de Fries,
Allenmostr. 124, 8057 Zürich, Sveits.

Oppfinner: Søkeren.

Fullmektig: Mag. scient. Knud-Henry Lund.

Varmeveksler.

Oppfinnelsen angår en varmeveksler med bevegelig varmeoverføringsorgan og turbulentsgeneratorer.

Det har allerede i lang tid vært kjent varmevekslere med bevegelige varmeoverføringsorganer, f.eks. av byggetypen Ljungstrøm for kraftverk, og keramiske celledsystemer av byggetypen Dow Corning for gassturbiner. Her blir to rom berørt av et bevegelig, som oftest et dreiet system, hvis elementer i det ene rom tar opp varme, går over i det andre rom og avgir varmen der. Disse varmevekslere har en større ytelse pr. volumenhet enn stasjonære varmevekslere, men er som oftest dyrere.

Mange anvendelsesområder for varmeveksling ble av økonom-

iske grunner inntil nu ikke utnyttet; f.eks. klimatiseringen av bygninger og kjøretøyoppvarming. En varmeoverføring mellom den forbrukte luft og den friske tilførte luften senker kaloribehovet ved gitt friskluftmengde betraktelig.

Oppfinnelsen har til hensikt å fremskaffe en enkel og lett, hvis mulig med videre anordninger kombinerbar og billig fremstillbar varmeveksler, som allerede arbeider meget godt ved små temperaturdifferanser.

Oppfinnelsen består deri, at ved en varmeveksler for gassformede media som er bevegelig mellom minst to som fylt med gassformet medium med forskjellig temperatur utgjøres varmeoverføringsorganet av et tredimensjonalt gitterverk, hvis staver virker som turbulensgeneratorer, og at den innbyrdes avstand mellom stavene er valgt slik, at ihvertfall en del av dem ligger i turbulensområdet fra forut omstrømmende staver.

Varmeutveksling mellom bevegelige medier og faste legemers overflater skjer ved overføring av den termiske energieringstilstanden for molekylene til de faste legemene. Skal det oppnås store varmeoverføringstall, så må flest mulig molekyler i mediet komme i berøring med det faste legemet. Dette oppnås ved teknikkens stand av idag i den overkritiske strømming etter definisjon av Reynolds, altså ved full turbulens. De grensesjiktene man får i det laminare området har bare meget liten utvekslingsfunksjon, da hovedsaklig bare grensesjiktetmolekylene når frem til overflaten på det faste legemet. Det er derfor ingen grunn til å gå inn i området med laminare strømningsandeler med de varmeutvekslende elementer.

Studier av insektenes flyvning og av en ny blåseinretning, såvel som tallrike forsøk har ført til at man har funnet en vei som tillater, også i strømningsområdet nedenfor den fullt utformede turbulens å konstruere varmevekslere med høy ydelsesevne. Derved er man gått ut fra den iakttagelse, at det også langt nedenfor det kritiske Reynoldske tall er mulig med en intensiv varmeutveksling, når det ved hjelp av mikroturbulensgeneratorer blir oppnådd en lokal hvirvling. Slike mikroturbulensgeneratorer har man hos insektene i form av børster, små horn, og hår av forskjellige typer og de har der den oppgave, å muliggjøre flyvningen i laminarområdet og å forsinke løsgjøringen fra grensesjiktet så mye, at motstanden forblir i ydelsesområdet for insektet.

Selv om denne oppgavestillingen er en helt annen, har den slektskap med foreliggende oppfinnelse, hvor forminskningen av omstrømningsfriksjonen bare er et fordelaktig sidefenomen.

Med mikroturbulensgenerator forstår man derved et i og for seg laminart omstrømmet legeme, hvor den laminare strømmingen blir frigjort. Det oppstår i strømningsretningen etter et slikt legeme en hvirvelgate (Karmán-gate), som på grunn av viskos demping avtar desto hurtigere, jo lenger borte man er fra det kritiske Reynoldske tall.

Ved fine fibre i en luftstrøm på 10 m pr. sek. er innflytelsesområdet til en slik turbulensgenerator i strømningsretningen bare kort, hvirvelen tilsvarende i høyden omtrent den dobbelte fiberdiameter, den fremkomne hvirvling er begrenset til et lite felt, slik at den her benyttede betegnelse "mikroturbulensgenerator" synes hensiktsmessig.

Varmeveksleren ifølge oppfinnelsen er nå fysikalsk sett basert på, at slike mikroturbulensgeneratorer i strømningsretningen blir koblet etter hverandre, de blir beskrevet som ligger i hvert fall delvis i hvirvelfeltet, som blir forårsaket av mikroturbulensgeneratorene som ligger foran i strømningsretningen. Varmeoverføringen kommer under slike forhold opp i meget store verdier, mens stavene selv blir benyttet som varmebærere. I forhold til de, for laminare forhold gjennomførte beregninger oppnåes målte verdier, som ligger om tierpotenser høyere. Naturligvis er varmekapasiteten for et slikt fint gitterverk med liten luftmotstand meget liten. Varmeveksleren må rotere hurtig eller løpe som et bånd. Ved forsøkene ble det valgt en gjennomløpstid for halvdelen av en sylindrisk radiaalt gjennomstrømmet fiberkrans, som lå ved 12 millisekunder.

Det oppstår en rekke av sideeffekter. Således opptrer på grunn av omstrømningsfriksjonen til mediene en kraftig lufttransport ved fibrene i tangensial retning; varmeveksleren virker som ventilator og gjør i mange tilfelle spesielle lufttransportinnretninger unødvendige.

Den fine gitterstrukturen fanger opp fremmedlegemer og virker som et grovt filter, noe som er en velkommen sideeffekt for klimaapparater og kjøretøyannlegg. Den sterkt viskose dempingen av luftsvingningene i et slikt system har dessuten en lydabsorpsjon som følge, som er meget fordelaktig på mange anvend-

117031

elsesområder, som f.eks. gjennomluftning av rom med friskluft.

En videre sideeffekt opptrer, hvis de gjennom varmeveksleren strømmende medier opptar fuktighet, som er kommet inn i varmeveksleren ved innsprøyting eller kondensering. På grunn av den store overflaten inntreer en intensiv fordampning, som blir sterkt understøttet på grunn av mikroturbulensen. Ved hjelp av et særskilt kretsløp lar denne intensive fordampningen seg utvide til en vidtgående fordampningskjøling ved hjelp av varmeveksleren.

Dessuten henvises det til, at det benyttede fine gitterverk virker som eksplosjonsbeskyttelse, idet en kjemisk reaksjon av to gjennomstrømmende og i løperen blandede medier ved normal hastighet ikke kan finne sted, altså ikke i det indre av kurven.

Oppfinnelsen skal i det følgende bli nærmere forklart ved hjelp av eksemplet på utførelsen som er fremstilt på tegningen, som viser:

fig. 1 et perspektivisk bilde av varmeveksleren ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 et perspektivisk bilde av en annen utførelsesform,

fig. 3 et sterkt forstørret bilde av materialet som blir benyttet i varmeveksleren,

fig. 4 et perspektivisk bilde av en videre utførelsesform av varmeveksleren ifølge oppfinnelsen,

fig. 5 et skjematisk strømningsdiagram for varmeveksleren.

Figur 1 viser en skjematisk, perspektivisk fremstilling av en enkel byggeform for den beskrevne varmeveksler. Ved hjelp av elektromotoren 1 blir en aksel 2 satt i omdreining i en retning mot urviseren. Flensplaten 3 og søylene 4 forbinder motorhuset med utvekslerhuset 5. Akselen 2 setter rotoren 8 i omdreining. Omkretsen av rotoren 8 består av et fint filtliggende gitterverk, gjennom hvilket luften kan strømme. Det indre av rotoren 8 er oppdelt i to halvdeler ved hjelp av en stillestående skillevegg 9.

Strømmer det nu luft inn i 13, så går den gjennom den halvsirkelformede kanal 11, dannet av røret 18 og den øvre skillevegg 10 (begge stiplet inntegnet) og inn i rommet til venstre for rotorskilleveggen 9. Den gjennomstrømmer rotoren og blir ført ut gjennom diffusorkanalen 15 i retning 16.

Strømmer luft inn ved 14, så går den på tilsvarende måte gjennom kanalen 12 og kommer inn i rommet til høyre for skille-

veggen 9. Den gjennomstrømmer likeledes rotoren 8 og blir ført ut gjennom diffusoren 7 i retning 17.

Kransen på rotoren 8 går på denne måte kontinuerlig fra det ene luftrom til det andre luftrom, og bare en liten luftmengde (ca. 5 %) strømmer over. Er det en temperaturforskjell mellom strømmene, så innstiller rotortemperaturen seg på grunn av liten masse og stor varmeoverføring bestandig nesten på strømtemperaturen, transporterer altså varme fra den ene strøm til den andre.

Målinger på maskiner med denne anordning ga et omdreiningstall for rotoren på 2.500 omdreininger pr. min., en rotordiameter på 150 mm., rotorhøyde på 45 mm og en temperaturforskjell på 20°C mellom de to strømmer, en forskjell på utstrømnings-temperaturene ved 17 og 16 på 8% eller 0,8°C, noe som tilsvarer en meget god varmeveksling. Lufttransportvirkningen kommer ved den frie utstrømningen opp i 84 liter pr. sek.

Figur 2 viser en lignende maskin, særlig beregnet på be-
luftning av rom. Fremstillingen er skjematisk og i perspektiv.

Motoren 20 driver ved hjelp av de på begge sider utragen-
de aksler 23 kurvene 21 og 22, de rotorere i retning mot urviseren. Kurvene 21 og 22 har ved deres omkretser et fint gjennomtrengelig gitterverk 24, som virker varmetvekslende og lufttrensporterende som ovenfor beskrevet..

Strømmer det luft inn gjennom den stiplede inntegnede spalt 26, så kommer den inn i den av skilleveggen 26a begrensede kurvehalvdel og gjennom rotoren 21 og 22 inn i utgangskanalene 27 og 28 og i retning av pilene 29 og 30 inn i det rom som skal beluftes.

Strømmer det luft på den (ikke synlige) bakside av appa-
ratet inn i området under skilleveggen 26a og kommer inn i de nedre halvsirkelformede rom i kurvene 21 og 22, deretter strømmer den gjennom rotorene og inn i utgangskanalene 31 og 32 og i retning av pilene 33 og 34 ut til det rom, hvorfra den friske luft blir tatt, vanligvis ute i det fri.

Kurvene 21 og 22 tar opp en del av varmen til den brukte luft og overfører denne varmen på grunn av sin rotasjon på den, som oftest kaldere tilførselsluft. Ved kjølte rom, f.eks. om sommeren, får man uten videre den motsatte virkning, den kjølige utførte luft kjøler ved hjelp av de roterende kurvene 21 og 22 den varme tilførselsluften. Det man kan oppnå ved denne enkle

117031

anordningen er blandingstemperaturen inntil grensen av varmevekslerevnen.

De omtalte tilleggseffektene, som lydemping på grunn av de benyttede kurver, filtervirkning, og lufttransporten, tillater at det i sine funksjoner for så mangfoldig benyttelse brukbare tilførsels-bortføringsapparat kan utformes meget enkelt og det fremstiller et vesentlig skritt ut over teknikkens stand, som benytter en hel rekke av enkeltapparater for å oppnå de samme formål.

På figur 3 er varmevekslerens struktur fremstilt. Stavene 35, forbundet i knutepunktene 36 og vist med belysning fra øverst til venstre, danner et uregelmessig tredimensjonalt gitterverk, spinkelt i sammenligning med de luftgjennomstrømmede rom 37.

Stavene 35 virker som mikroturbulensgeneratorer. De bevirker en hvirvling av den gjennomstrømmende luft, som når frem til de neste staver og har en, som de nevnte forsøk har vist, fremragende varmeovergang, selv om stavene 35, når man går ut fra det Reynoldske tall, for de vanlig strømningshastigheter ligger i området under de kritiske størrelser for de fullt utformet turbulens. På grunn av det store omdreiningsstall kan man fullstendig unngå en forminskelse av overføringsytelsen på grunn av den lave masse: forsøk ble gjennomført med kurvvekter på 24 gr.

Figur 4 viser en spesiell oppbygning av den beskrevne varmeveksler. For å få bedre oversikt er ikke drivmotoren og den øvre avslutningsplate inntegnet. Kurvene 38 roterer i retning mot urviseren, den blir drevet ved kjente drivanordninger. I det indre av kurven befinner seg, holdt fast ved kjente anordninger, skilleveggene 39-40, 41-42 og 43-44. De danner seks segmentformede tilstrømningskanaler som korresponderer med seks ved omkretsen til kurven anordnede diffusorer, tilstrømning 45 med diffusor 46, tilstrømning 47 med diffusor 48, tilstrømning 49 med diffusor 50, tilstrømning 51 med diffusor 52, tilstrømning 53 med diffusor 54, tilstrømning 55 med diffusor 56. Diffusorene blir dannet av blikkene 57 - 62.

Mellom alle disse seks del-strømmer foregår nå en varmeutveksling, som muliggjør en rekke spesielle koblinger.

Således kan det oppvarmede medium f.eks. bli tilført tilstrømningen 45, det blir av utstrømningen 46 matet inn gjennom en egnet krummet kanal til tilstrømningen 49 og tilført igjen av ut-

strømningen 50 fra tilstrømning 53, for til slutt å forlate systemet ved 54. Det medium som skal oppvarmes blir matet inn ved 55, dets utstrømning 56 blir ledet inn i tilstrømning 51, hvis utstrømning 52 blir tilført tilstrømning 47, for til slutt å gå ut av systemet ved 48. De to strømmer befinner seg i en motstrømskobling; det allerede avkjølte medium i 53 vil over kurven 38 oppvarme det kolde medium ved 55 bare om ett trinn, dog ankommer det allerede oppvarmede medium fra 56 så ved 51 en varmere kurv, for i det siste trinn ved 47 å bli enda mer oppvarmet.

Denne koblingen skal anskueliggjøre, at med en varmeveksler ifølge oppfinnelsen alle de kjente, også meget kompliserte oppbygningsformene for stasjonære varmevekslere kan oppnåes.

En spesiell anvendelse for varmevekslere er, som allerede nevnt, flertrinns fordampningskjøling.

Bli det ved 45 tilført luft og sprøytet inn vann, så inntreer i kurven 38 en intensiv fordampning og fordampningsvarmen blir trukket ut av luftstrømmen og kurven. Utstrømningsluften ved 46 er nå tilnærmet mettet. Kommer det nå ved 47 inn tørr luft uten vanntilsetning, så blir denne avkjølt av kurven og trer ut avkjølt, men umettet, ved 48. Denne luften blir nå igjen matet inn ved 49, nå med vanninnsprøyting. Igjen blir fordampningsvarmen trukket ut, men man går ut fra et allerede lavere temperaturnivå for tilstrømningsluften på grunn av det første trinn. Utstrømningsluften ved 50 er igjen tilnærmet mettet og blir blåst bort likedan som luften ved 46. Tørr luft som trer inn ved 51 blir nu meget sterkt avkjølet, tatt ut ved 52 og med vanntilsetning igjen ført inn ved 53. Den mettede kolde luft forlater ved 54 systemet. I et siste trinn kan nå ved 55 igjen tørr og lett befuktet tilførselsluft blir innført, som av den i mellomtiden meget kolde kurve 38 blir bragt til en lav temperatur og står til disposisjon ved 56. Den kulde som blir igjen i rotoren begunstiger igjen avkjølingen av luften som trer inn ved 45 osv. Det dreier seg om den regenerativkrets med fordampningskjøling, som koblingsteknisk er kjent i lignende form ved fremstillingsmetoder for flytende luft, og som her ved bruken av varmeveksler ifølge oppfinnelsen lar seg spesielt enkelt gjennomføre og med enkle midler.

Dessuten kan det henvises til at det i Aerosoler, som blir holdt tilbake i en kurvstruktur tilsvarende fig. 3 og i tidens løp ved konisk utforming av kurven blir slynget ut, ofte befinner seg betydelige varmeenergier, som på grunn av det omløp-

117031

ende, en tilbakeholdningsvirkning inneholdende system likeledes kan bli nyttiggjort for varmeutvekslingen.

I figur 5 er skjematisk vist et strømningsdiagram for en varmeveksler ifølge oppfinnelsen, hvilken varmeveksler er anordnet i veggen til et rom. Den i rommet herskende temperatur er betegnet med T_1 og temperaturen til luften ute med T_4 . Den fra utsiden innsugede luft T_4 passerer skumstoffkurven og blir avgitt til rommet med en temperatur T_2 . Den utstrømme luft går altså gjennom skumstoffkurven og trer ut i atmosfæren med en temperatur T_3 . Et forsøk ble gjennomført med en indre temperatur T_1 på $19,4^{\circ}\text{C}$, og en utetemperatur T_4 på $5,5^{\circ}\text{C}$, altså ved en temperaturforskjell på $13,9^{\circ}\text{C}$ mellom den indre og den ytre luft.

En måling viste, at den ytre luft ble varmet opp til temperaturen T_2 på $13,6^{\circ}\text{C}$. og at den utstrømme luft ble avkjølt til en temperatur T_3 på $14,1^{\circ}\text{C}$. Temperaturforskjellen mellom de to luftstrømmer etter passeringen av enheten var bare ca. $0,5^{\circ}\text{C}$.

Ved denne enheten ble det transportert 48 l. pr. sek. og utetemperaturen ble oppvarmet fra $5,5^{\circ}\text{C}$ til $13,6^{\circ}\text{C}$. En forskjell på $8,1^{\circ}\text{C}$ tilsvarer ca. 400 Watt pr. sek. som er blitt tilført luften. Den samme mengde luft ble i det samme tidsrom suget ut. Motoren hadde et forbruk på ca. 40 Watt pr. sek. slik at nettoenergigevinsten lå på 360 Watt pr. sek.

Varmeveksleren ifølge oppfinnelsen kan også med fordel bli benyttet f.eks. i kjølerom, hvor frukt, som bananer blir lagret. I dette tilfelle er det mulig, å avkjøle den luft som tjener som gjennomluftning, vesentlig hvorved den nødvendige kjøleenergi som er nødvendig for lagerrommet blir forminsket med ca. 60%.

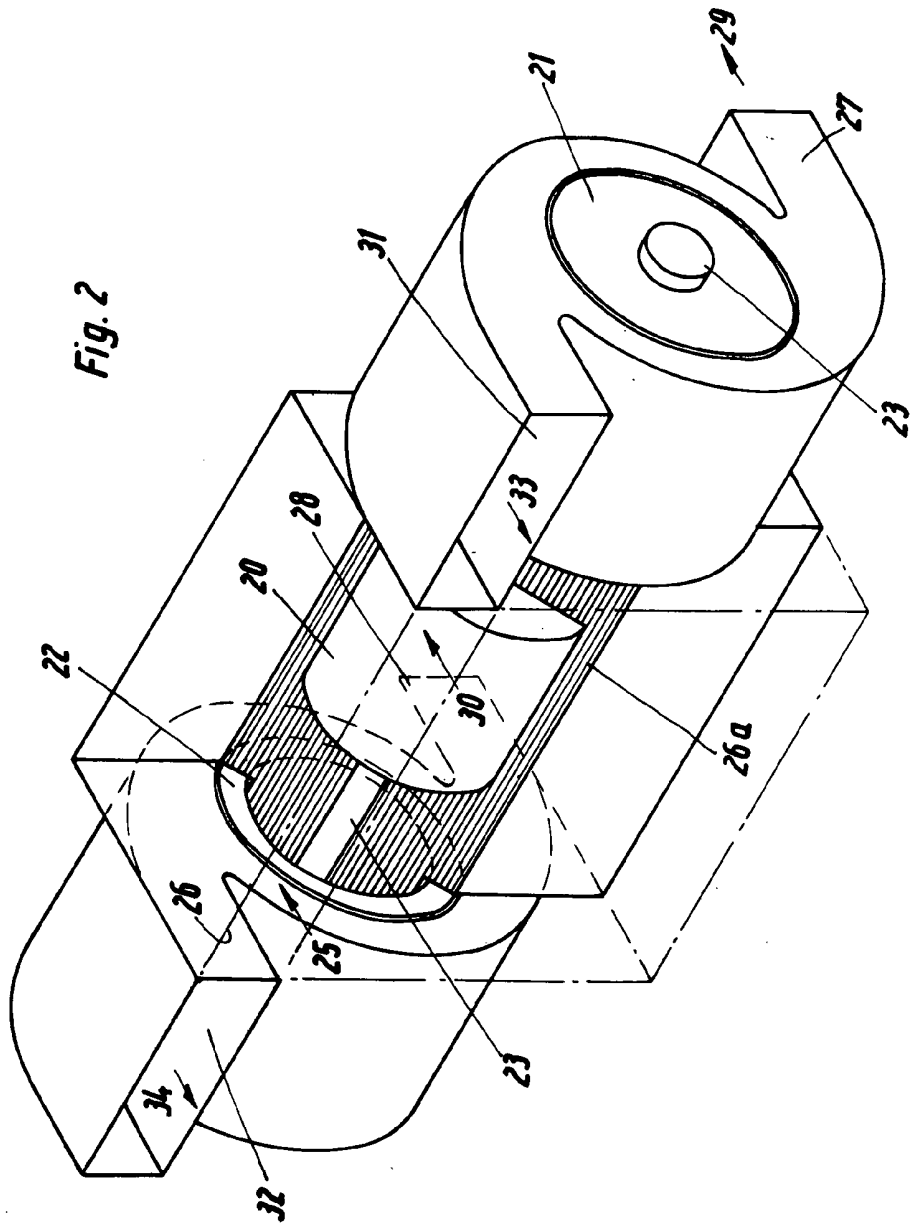
Den varme, som er bundet i Aerosoler, som er bundet i luften, kan bli benyttet til å forbedre varmeovergangen, og det ved hjelp av en fremgangsmåte, som innfanger Aerosolen ved kurvens filtervirkning. Aerosolen kan bli fjernet, idet kurvene og skummet får en kjeglestumpformet utforming, og Aerosolene blir deretter transportert tilbake til luftinnføringsledningen.

P a t e n t k r a v .

1. Varmeveksler for gassformede media med et varmeoverføringsorgan som er bevegelig mellom minst to rom fyllt med gassformet medium med forskjellig temperatur, k a r a k t e r i s e r t ved at varmeoverføringsorganet utgjøres av et tredimensjonalt gitterverk (fig. 3), hvis staver (35) virker som turbulensgeneratorene, og at den innbyrdes avstand mellom stavené (35) er valgt slik, at ihvertfall en del av dem ligger i turbulensområdet fra forut omstrømmende staver.
2. Varmeveksler ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at det tredimensjonale gitterverk (fig. 3) består av et organisk skum, hvis membranflater er fjernet ved hjelp av en etterbehandling.
3. Varmeveksler ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at det tredimensjonale gitterverk består av et løst, av enkelte fibre dannet og ved enkelte berøringssteder mellom fibrene sammenklebet materiale.
4. Varmeveksler ifølge et av kravene 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t ved at det tredimensjonale gitterverk (fig. 3) er fuktet med en fordampbar væske.
5. Varmeveksler ifølge et av kravene 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t ved at gitterverket er utformet som en ring (8), som er oppdelt ved hjelp av en midtvegg (9) og som kan rotere i et flerløps spiralhus (5) (fig. 1).
6. Varmeveksler ifølge et av kravene 1 - 5, k a r a k t e r i s e r t ved at avsnitt av et flerløps spiralhus og en flersellet skillevegg (39,41,43,40,42,44) utgjør et motstrøms-system for varmeutvekslingen (fig. 4).
7. Varmeveksler ifølge et av kravene 1 - 6, k a r a k t e r i s e r t ved at den kan benyttes til beluftning av rom under utnyttelse av varmen i den utstrømmende luft.

Anførte publikasjoner: -

117031



117031

Fig. 3

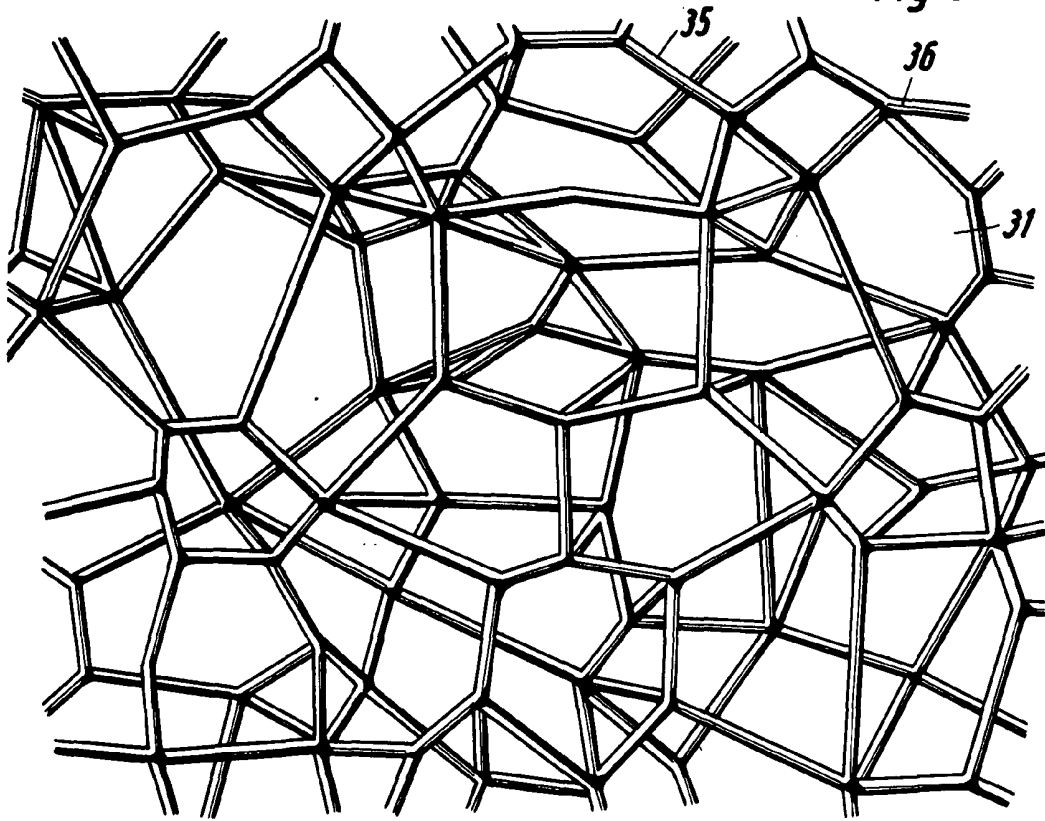
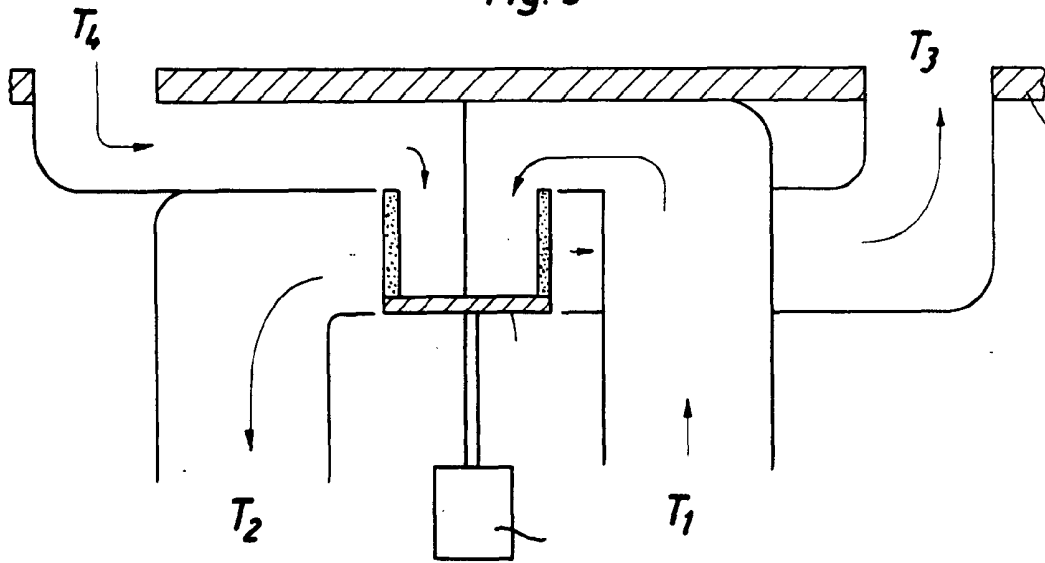


Fig. 5



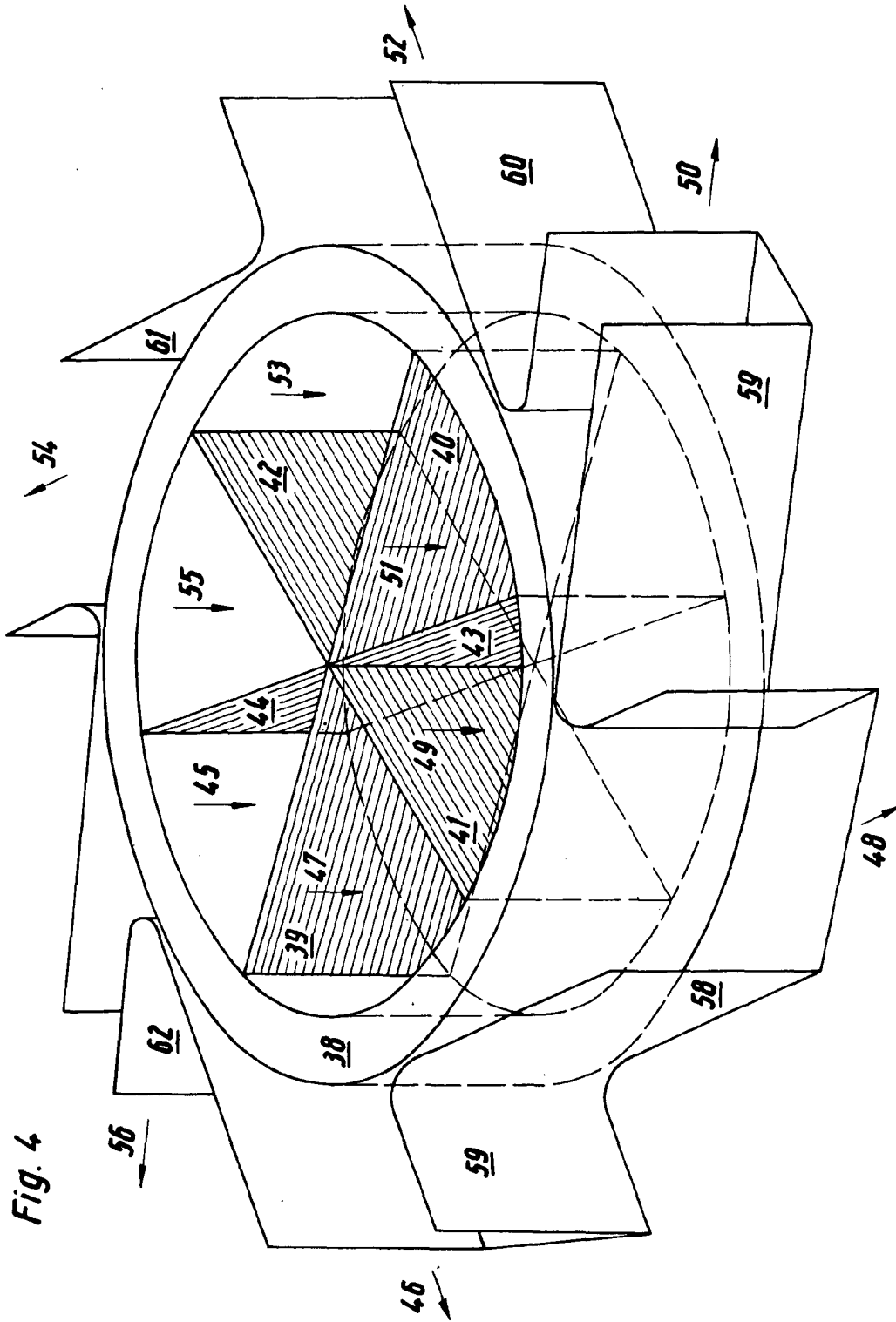


Fig. 4