(19) DANMARK (11) **DK 174652 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl⁷.: **B 01 F 3/04** **C 02 F 3/22**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1989 01053**

(22) Indleveringsdag: **1989-03-03**

(24) Løbedag: **1989-03-07**

(41) Alm. tilgængelig: **1989-09-11**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2003-08-11**

(30) Prioritet: **1988-03-10 FI 881132**

(73) Patenthaver: **Outukumpu Oy, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki, Finland**

(72) Opfinder: **Arvo Einari Andersson, Vilpunkatu 2 D 22, 02230 Espoo, Finland**
Tuomo Veikko Juhani Kivistö, Myllyniitty, 02420 Jorvas, Finland
Matti Olavi Leiponen, Kivitie 23, 02240 Espoo, Finland

(74) Fuldmægtig: **Larsen & Birkeholm A/S, Skandinavisk Patentbureau, Banegårdspladsen 1, 1570 København V, Danmark**

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og apparat til at danne små bobler i væske**

(56) Fremdragne publikationer:
US A 3829068
US A 4242199

(57) Sammendrag:

Opfindelsen vedrører en fremgangsmåde og et apparat til at danne små gasbobler i væske og til at skabe en effektiv materialeoverførsel mellem gas og væske i store tanke eller bassiner. En del af væsken bringes til at strømme gennem en stationær belufterenhed, hvor pumpeorganet sætter væsken i bevægelse i strømningskanalen, og samtidigt tilføres gas til væsken gennem små åbninger med en diameter mindre end 2 mm eller gennem en porøs overflade anbragt på bunden af strømningskanalen følgende efter pumpeorganet.

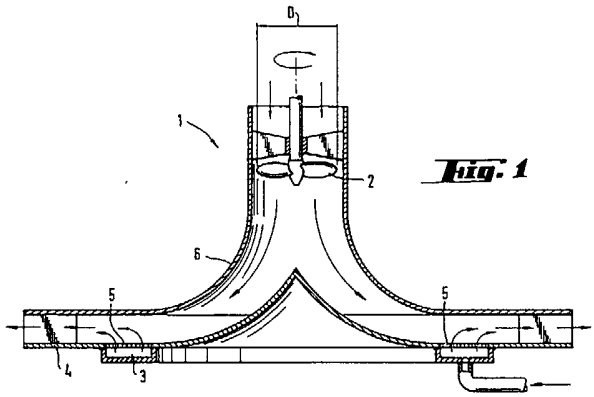


Fig. 1

FREMGANGSMÅDE OG APPARAT TIL AT DANNE SMÅ BOBLER I VÆSKE

Nærværende opfindelse vedrører en fremgangsmåde og et apparat til at danne små gasbobler i væske og til frembringelse af effektiv materialeoverførsel mellem gas og væske i større tanke eller bassiner. En del af væsken bringes til at strømme gennem en stationær belufterenhed, hvor et pumpeorgan afgiver kinetisk energi til væsken, der strømmer i strømningskanalen, og samtidig indføres gas i væsken gennem små åbninger (mindre end 2 mm) eller gennem en porøs overflade anbragt i bunden af strømningskanalen umiddelbart efter pumpeorganet.

Det vides fra kendt teknik, at effektiviteten for iltoverførsel fra hvilken som helst gas, for eksempel luft, der tilføres en væske, for eksempel spildevand eller koncentreret slam, forøges bemærkelsesværdigt, når boblestørrelsen formindskes. For eksempel fordobles stort set mængden af ilt, der optages fra samme mængde luft, ved en formindskelse af boblediameteren fra 4 til 2 mm. Dette betyder, at kapaciteten af gasforsyningsudstyret fordobles, og energivirkningsgraden forøges med 30-50%.

Indenfor den kendte teknik findes US patentskriftet 4.066.722, hvor gassen, der indblæses i væsken, forsøges brudt ned til små bobler ved hjælp af en roterende klokke. For at indføre og blande gassen i væsken er der i beluftertankens bund installeret en hul klokke, der roterer omkring sin akse, og koaksialt over klokken er der anbragt en mikser. Den roterende klokke og mikseren får væsken til at strømme langs klokkens yderflade, og gas indføres i væsken fra klokkens inderside gennem åbninger i klokkens overflade. Gassen, der tilføres fra klokkens inderside, blæses ud i væsken i relativt små bobler. For at give væsken tilstrækkelig kinetisk energi, så den ikke iltede væske kan strømme længere væk fra klokken, og en ny ikke iltet væske kan bringes til at strømme langs klokkens overflade, kræves der forholdsvis meget energi til rotation af klokke og mikser. Den roterende klokke er således ikke en økonomisk indretning. På den anden side nævner det samme patentskrift også et forsøg, hvor den samme klokke blev anvendt som stationær installation, i hvilket tilfælde tallene for iltoverførslen faldt meget. Eksperimenter under vore undersøgelser bekræfter denne kendsgerning.

Fra US patentskrift nr. 3.829.068 kendes der ligeledes en teknik til at fordele gas i væsker, hvor der anvendes en belufterenhed med en væskekanal, der er dannet

af en bunddel og en dækdel, hvilke begge er formede som omdrejningslegemer. Indeni belufterenheden er der anbragt en pumpeenhed, og umiddelbart uden for bunddelen er der anbragt en gastilførselsenhed, der sender gas til et antal i strømningskanalen anbragte vertikale rør, hver med et antal små åbninger. Rørene er udformede således, at de skaber en minimum af turbulens i strømningskanalen. Væske fra en tank ledes ind i belufterenhedens strømningskanal ved hjælp af pumpeenheden.

Efter at væsken har passeret pumpeenheden, passerer den de vertikale rør, hvor der tilføres gas til væsken gennem åbningerne, hvorefter væsken umiddelbart efter er uden for strømningskanalen og vender tilbage til tanken. Ved at væsken umiddelbart efter blandingen med gas forlader strømningskanalen og vender tilbage til tanken, opstår der den ulempe, at de små gasbobler har tendens til at forene sig til større bobler.

Fra US patentskrift nr. 4.242.199 kendes en lignende belufterenhed, hvor gastilførselsenheden yderligere er anbragt umiddelbart efter pumpeenheden og består af små åbninger i væggen i strømningskanalen. Også ved denne kendte teknik forlader væsken strømningskanalen umiddelbart efter blandingen med gas, således at der også her er tendens til dannelse af større bobler.

Nærværende opfindelse vedrører en fremgangsmåde til at danne små bobler i en væske, hvor væsken, der er under behandling og indeholdt i en tank, føres ind i en stationær strømningskanal indeholdende et pumpeorgan. Gassen føres ind i væsken, der strømmer i strømningskanalen, gennem små åbninger - mindre end 2 mm - anbragt i bunden af kanalen.

Opfindelsen vedrører ligeledes et apparat til at danne små bobler i en væske, hvilket apparat er af den art, der er angivet i indledningen til krav 7.

Når der tilstræbes en effektiv materialeoverførsel, er den lille boblestørrelse alene ofte ikke nok, men - især i store væsketanke - er boblernes forsinkelsestid i væsken en anden meget vigtig faktor. I store tanke opstår der let såkaldt "air-lift" fænomen, som betyder, at gasboblerne stiger hurtigt op til overfladen i nærheden af boblegeneratoren. Følgelig afkortes gasboblernes forsinkelsestid i væsken, og materialeoverførslen formindskes drastisk. Formålet med fremgangsmåden og

apparatet ifølge opfindelsen er at skabe så små bobler som muligt ved et så lavt energiforbrug som muligt og at bevæge den resulterende gas-væskeblanding tilstrækkelig langt og fordele den over et tilstrækkelig stort areal for at svække air-lift fænomenet.

Dette formål opnås med en fremgangsmåde af den nævnte art, der er karakteriseret ved de træk, der er angivet i den kendetegnende del af krav 1, samt med et apparat af den nævnte art, der er udformet med de træk, der er angivet i den kendetegnende del af krav 7.

Det er væsentligt for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, at de åbninger, hvorigennem gasses tilføres væsken, har en diameter, der er mindre end 2 mm, og at den strømmende væske skærer gasstrømmen, som kommer ind gennem disse åbninger, i små bobler. Dette i kombination med, at strømningskanalen - i modsætning til de kendte teknikker, der er nævnt ovenfor - strækker sig udover gastilgangsåbningerne i en længde, der er mindst halvdelen af pumpeorganets diameter, og ved, at væskestrømmen er opdelt i flere separate delstrømme, sikrer, at gasboblerne ikke stiger direkte op gennem væsken, men strømmer sideværts sammen med væsken og samtidig blandes deri. Den forlængede strømningskanal muliggør også dannelse af væsentligt mindre bobler (0,5-3 mm), end hvad der ville være muligt uden denne.

I forhold til den teknik, der kendes fra det ovennævnte US patentskrift nr. 3.829.068, adskiller fremgangsmåden ifølge opfindelsen sig endvidere ved, at der ved denne kendte teknik anvendes vertikale rør til at tilføre gas til væsken. Dette er en mere omkostningskrævende måde at tilføre gassen til væsken på end den, der er anvist ifølge opfindelsen. Endvidere tilstræbes der med denne kendte teknik at fjerne gasboblerne fra rørene med den mindst mulige turbulens, hvilket er en anden teknik end den, der anvendes ifølge opfindelsen, hvor den strømmende væske skærer gasstrømmen i små bobler.

Ved apparatet ifølge opfindelsen opnås i forhold til den kendte teknik, der kendes eksempelvis fra det ovennævnte US patentskrift nr. 4.242.199, at kombinationen af, at åbningerne for gasstrømmen har en diameter på 0,5 - 2,0 mm, og at strømningskanalen, der er dannet af dækdelen og bunddelen, strækker sig udover gastilførselsenheden i en længde, som er mindst halvdelen af pumpeorganets

diameter, at de dannede små bobler ikke stiger direkte op gennem væsken, men blandes sammen med væsken ved den sideværts strømning, således at det såkaldte "air-lift" fænomen undgås.

I de for nærværende anvendte spildevands-belufterenheder varierer iltningseffektiviteten E under standardbetingelser i rent vand indenfor området 2,0-2,5 kg O_2/kWh. Ved at anvende såkaldt fin-boblebeluftere opnås der bemærkelsesværdigt højere tal under passende testbetingelser, men ved på den ene side tilblænding og slimdannelse i de porøse plader eller lignende og på den anden side de specielle behov ved den pågældende proces, for eksempel særlige behov for blanding, resulterer det i en ydelse svarende til 2,0 kg O_2/kWh under standardbetingelser. Når fremgangsmåden ifølge opfindelsen anvendes til at danne gasbobler med en gennemsnitsstørrelse på 3 mm, stiger E-tallet op til størrelsesordenen 2,4-2,8 kg O_2/kWh, og med en gennemsnitsboblestørrelse på 2 mm er det opnåede E-tal over 3,0 kg O_2/kWh, hvilket betyder bemærkelsesværdige energibesparelser, når egnetheden ved fremgangsmåden og apparatet i industrimålestok også tages i betragtning.

Opfindelsen beskrives yderligere med henvisning til de vedlagte tegninger, hvori:

fig. 1 viser en illustration af princippet for virkeliggørelsen af fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

fig. 2 viser en illustration af princippet for virkeliggørelse af en anden fremgangsmåde ifølge opfindelsen,

fig. 3 viser et billede fra oven af udformningerne i fig. 1 og 2, når belufteren har fuldstændigt samme form som omdrejningslegemet,

fig. 4 og 5 viser billeder fra oven af udformningerne i fig. 1 og 2, når belufteren er delvis dannet af flere rør,

fig. 6 viser et billede af en belufterenhed, hvor strømningskanalen er drejet mindre end 90°,

fig. 7 viser en belufterenhed, hvor strømningskanalen i området ved pumpeorganet er ringformet i tværsnit.

Som det ses af den skematiske illustration i fig. 1, er belufterenheden 1 åben foroven, så den omgivende væske i tanken kan strømme fra rundt omkring akslen i pumpeorganet 2, der er monteret indeni belufterenheden og presser strømmen nedad, ind i belufterenheden. Det er naturligvis klart, at en aktivatorenhed til dette pumpeorgan kan være installeret over belufterenheden, selvom tegningen ikke indeholder en detaljeret beskrivelse af dette. Diameteren på propellen i pumpeorganet 2 er angivet med D. Fra gastilførselsenheden 3 forneden tilføres gas til belufterenheden gennem små åbninger anbragt i belufterens bunddel 4, som har en diameter på mindre end 2 mm, eller gennem en porøs overflade 5. Kendsgerningen er, at når de anbringes på en passende måde, danner små åbninger en porøs overflade. Apparatet omfatter en dækdel 6, hvorved dettes diameter er mindst 2 D, og gastilgangsåbninger, som befinder sig under dækdelen, så dækdelen strækker sig i givne længder efter gastilgangsåbningerne, som er mindst halvdelen af pumpeorganets diameter (det vil sige 1/2 D), hvilket betyder, at på dette sted er strømningskanalen lukket foroven. Dækdelen og bunddelen af belufterenheden er således udformet, at strømningskanalen først er lodret i retning, men kurver fleksibelt til siden mindst 30°, ofte omkring 90°, så den beluftede væske afgives fra belufterenheden i mere eller mindre vandret retning.

I tilfældet med fig. 1 og 2 er dækdelen 6 eller belufterenheden sammenhængende i huset og har samme form som omdrejningslegemet. I belufterenheden i fig. 2 er konstruktionen gjort lavere ved at gøre brug af det delvis sideværts rettede pumpeorgan. Fig. 3 viser udformningerne i fig. 1 og 2 set fra oven.

I tilfældene i fig. 4 og 5 er både bunddelen og dækdelen af belufterenheden først sammenhængende fra pumpeorganets akse og fremad, men er yderligere delt i flere separate dele, og sammen danner disse dæk- og bunddele separate rør 7. Således deles væskestrømmen i flere separate delstrømme, som strømmer radialt i forskellige retninger. Gas kan tilføres enten i den sammenhængende del af belufterenheden, før væskestrømmen deles i delstrømme, som vist i fig. 1-4, eller gas kan tilføres ved startpunktet for de separate rør 7, det vil sige separat til hver delstrøm, som det ses i fig. 5.

Fig. 6 viser en belufterenhed, hvor strømningskanalen er drejet mindst 30° men klart mindre end 90°.

Fig. 7 viser en udformning, som er en af de mest fordelagtige, set fra et teknisk synspunkt. Strømningskanalen 8 er ringformet i tværsnit, og pumpeorganet 9 er tilsvarende udformet for at passe til dette arrangement. Gastilførslen til væsken udføres stadigt i apparatets bunddel.

Som det fremgår af ovenstående tegninger og beskrivelser, er det et væsentligt træk ved udformningerne af belufterenheden ifølge nærværende opfindelse, at ved hjælp af denne kan et stort væskevolumen fremføres med lille energi, fordi det frembragte modtryk er lavt. I de fleste af tilfældene er den mest fordelagtige indretning til at sætte væske i bevægelse en propelpumpe. Ved således at sætte væsken i bevægelse og ved samtidig at ændre strømningsretningen ved hjælp af omformning af belufterenheden, så toppen af væskens hastighedsprofil opnås nær strømningskanalens væg, kan gastilførslen til væsken gøres så effektiv som muligt ved justering af tilførselspunktet, så det falder inden for denne top på væskens hastighedsprofil. I almindelighed drejes strømmen i strømningskanalen ca. 90°, men altid mindst 30°.

Endvidere er det væsentligt for apparatet ifølge nærværende opfindelse, at apparatet selv er stationært, at det indeholder et pumpeorgan, som giver bevægelsesenergi til væsken, og at det er forsynet med en dækdel, som strækker sig ud over punktet med gastilførslen. Den mest fordelagtige pumpe- og strømningskanalkombination udgøres af en pumpekanal, som er ringformet i tværsnit, som vist i fig. 7. Formen for strømningskanalen ved punktet med gastilførsel kan variere, og den kan også være andet end rund eller elliptisk i tværsnit, for eksempel en polygon.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til at danne små bobler i væske ved, at væsken, der indeholdes i en tank, føres ind i en stationær strømningskanal forsynet med et pumpeorgan, hvilken strømningskanal i det mindste delvis dannes af et omdrejningslegeme, og hvor væskestrømmen drejes fleksibelt mindst 30° til siden, k e n d e t e g n e t ved, at væsken føres ind i strømningskanalen ovenfra, at gas tilføres til væsken gennem små åbninger med en diameter mindre end 2 mm, som er udformet i bunden af strømningskanalen følgende efter pumpeorganet, at strømningskanalen er delt i flere separate dele, og den i begyndelsen sammenhængende væskestrøm er opdelt i flere separate delstrømme, at dele af strømningskanalen strækker sig i radial retning udover gastilgangsåbningerne i en længde, som er mindst halvdelen af pumpeorganets diameter, og at den strømmende væske skærer gasstrømmen, som kommer ind gennem disse åbninger, i små bobler, generelt af en størrelse indenfor størrelsesordenen 0,5-3,0 mm, ind i en strømningskanal, som er lukket foroven.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at strømningskanalen er kurvet i forhold til lodret.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at strømningskanalen er ringformet.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1 og 2, k e n d e t e g n e t ved, at væskestrømmen deles i flere separate delstrømme efter punktet med gastilførsel.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at væskestrømmen deles i flere separate delstrømme før punktet med gastilførsel, så gassen tilføres separat til hver delstrøm.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at væskestrømmens retning i strømningskanalen drejes ca. 90°.

7. Apparat til at danne små bobler i en væske og bestående af en belufterenhed (1) med en strømningskanal, der er dannet af en stationær dækdel (6), som i det mindste delvis har samme form som et omdrejningslegeme, såvel som af en

bunddel (4), et indeni belufterenheden anbragt pumpeorgan (2, 9), en umiddelbart uden for bunddelen anbragt gastilførselsenhed (3), hvorfra gas bringes til at strømme gennem små åbninger (5) ind i væsken, der strømmer i strømningskanalen, k e n d e t e g n e t ved, at strømmningskanalen kurver fleksibelt mindst 30° til siden, at gastilførselsenheden (3) er anbragt umiddelbart neden for bunddelen (4), idet de små åbninger (5), hvorigennem gassen strømmer, har en diameter på 0,5-2,0 mm og er anbragt på bunddelens overflade, at dækdelen (6) og bunddelen (4) strækker sig i bredderetning over gastilførselsenheden i en længde, som er mindst halvdelen af pumpeorganets (2, 9) diameter, og at dækdelen (6) strækker sig udad fra pumpeorganets akse over et areal med en diameter mindst to gange diameteren på propellen i pumpeorganet (2).

8. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at dækdelen (6) er sammenhængende igennem belufterenhedens hus.

9. Apparat ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at den i begyndelsen sammenhængende dækdel (6) og bunddelen (4) er delt i flere separate dele, der danner separate rør (7).

10. Apparat ifølge krav 7 og 9, k e n d e t e g n e t ved, at åbningerne (5), hvorigennem gas tilføres til be lufterenheden, er anbragt inden for arealet i den sammenhængende bunddel (4).

11. Apparat ifølge krav 7 og 9, k e n d e t e g n e t ved, at åbningerne (5), hvorigennem gas tilføres til belufterenheden, er anbragt ved begyndelsen af de separate rør (7).

12. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at åbningerne (5), hvorigennem gas tilføres til belufterenheden, dannes af en porøs overflade.

13. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at pumpeorganet (2) presser strømmen nedad.

14. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at pumpeorganet (2) presser strømmen skråt sideværts.

15. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at inden for pumpeorganets (2) område er belufterenhedens strømningskanal (8) ringformet.

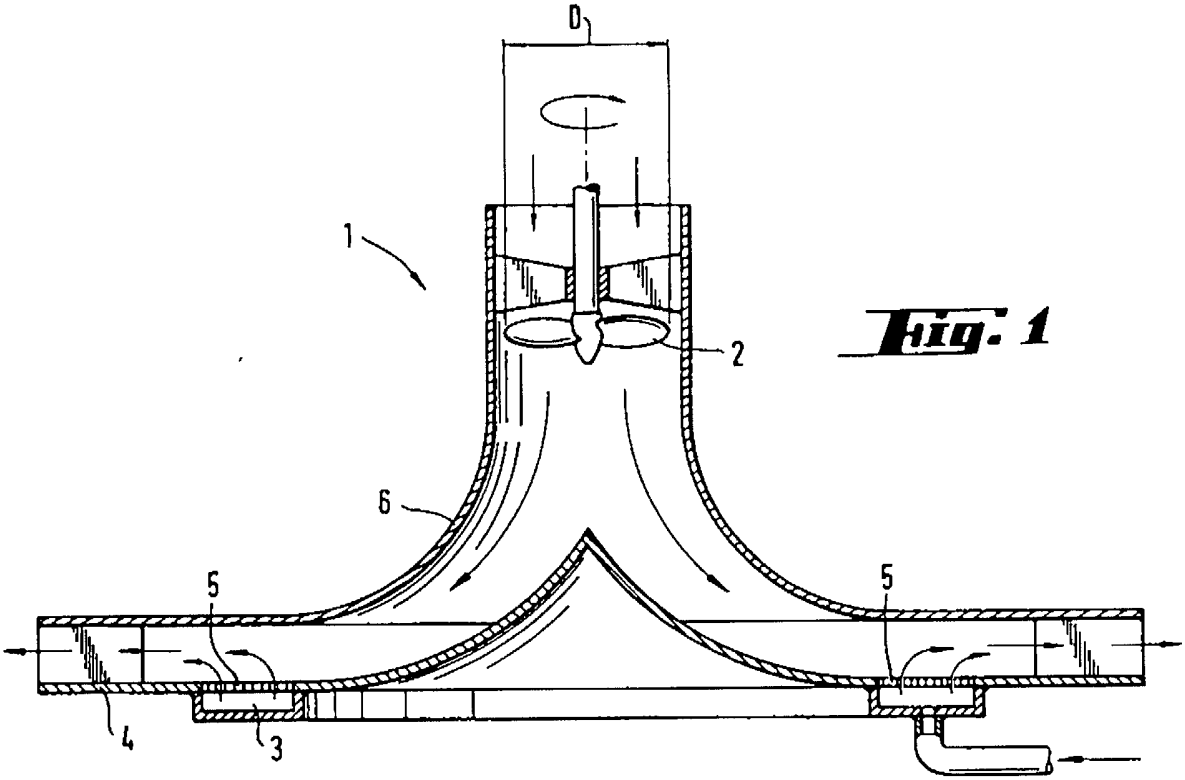


Fig. 1

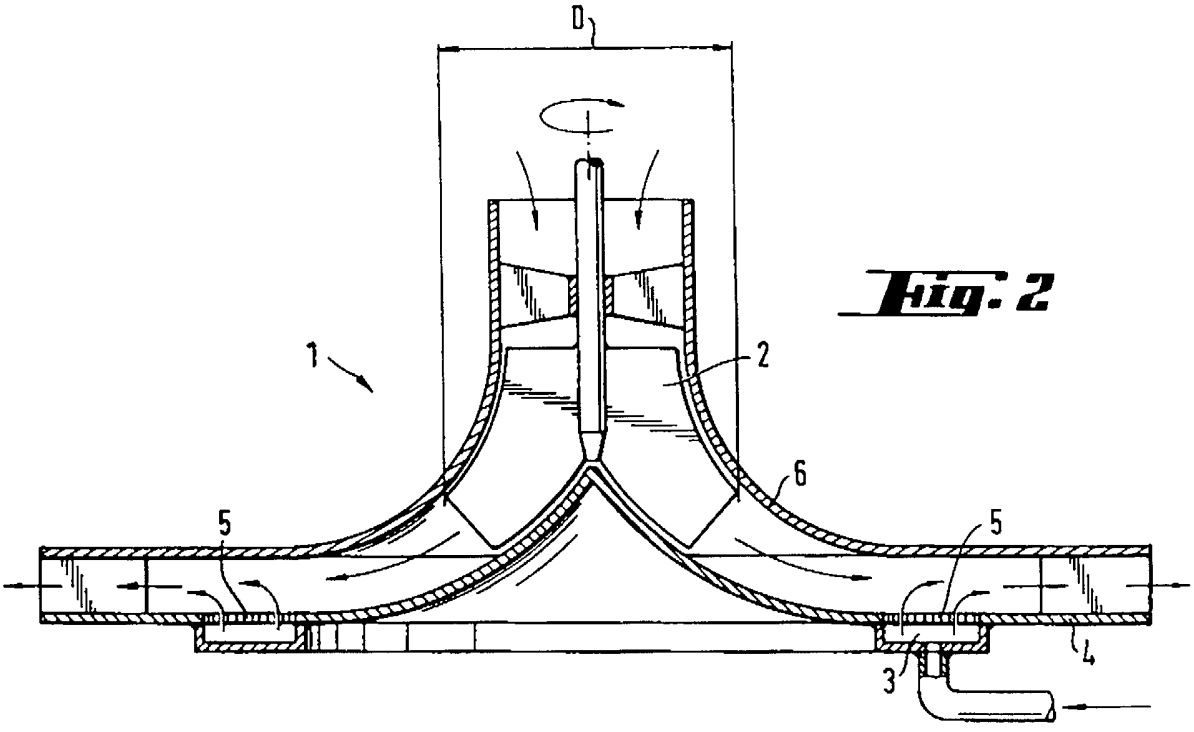


Fig. 2

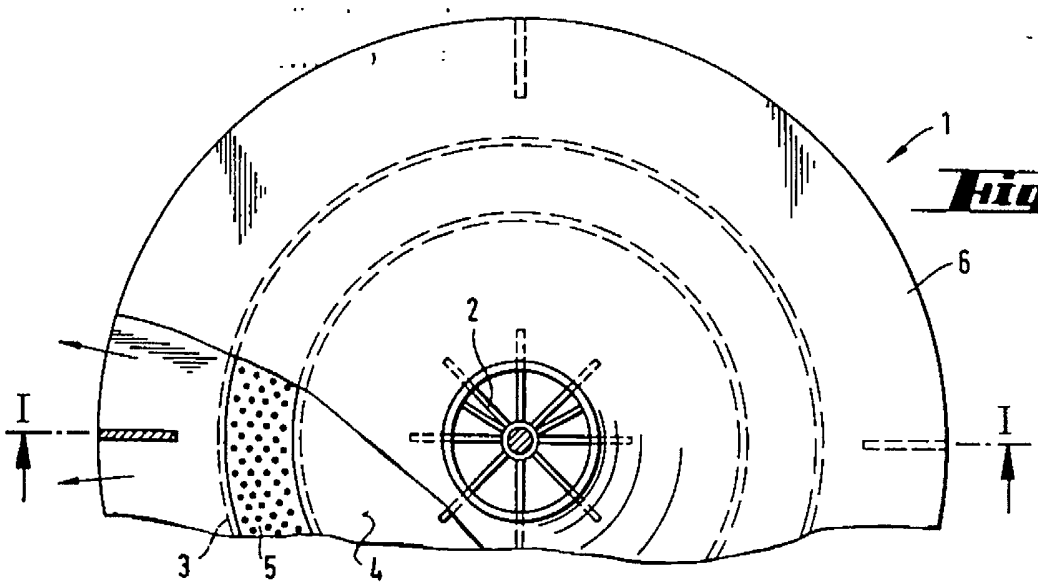


Fig. 3

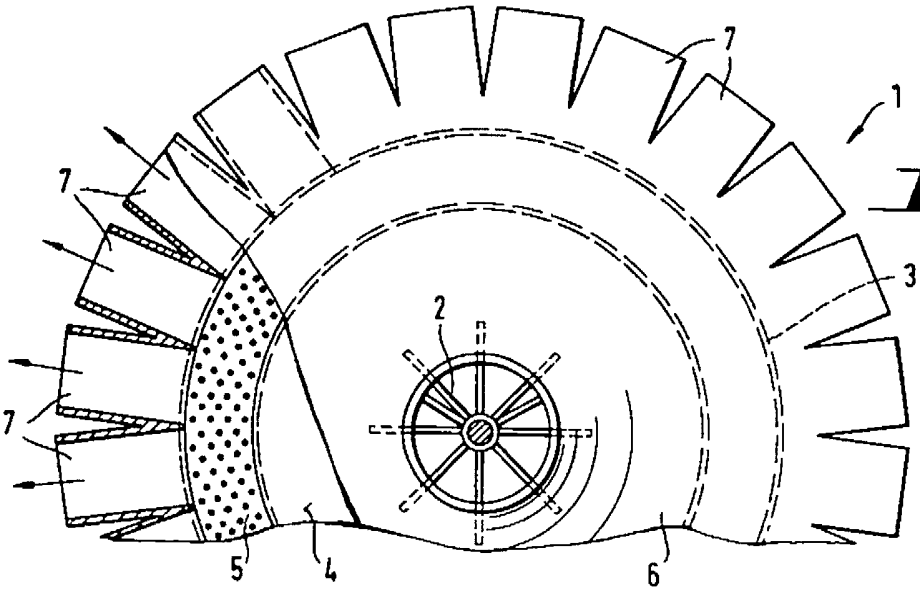


Fig. 4

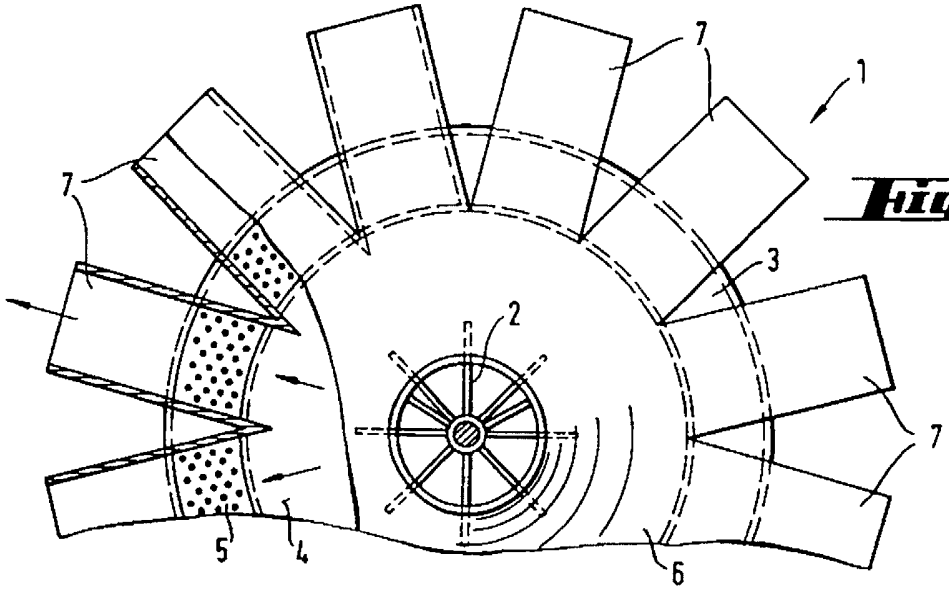


Fig. 5

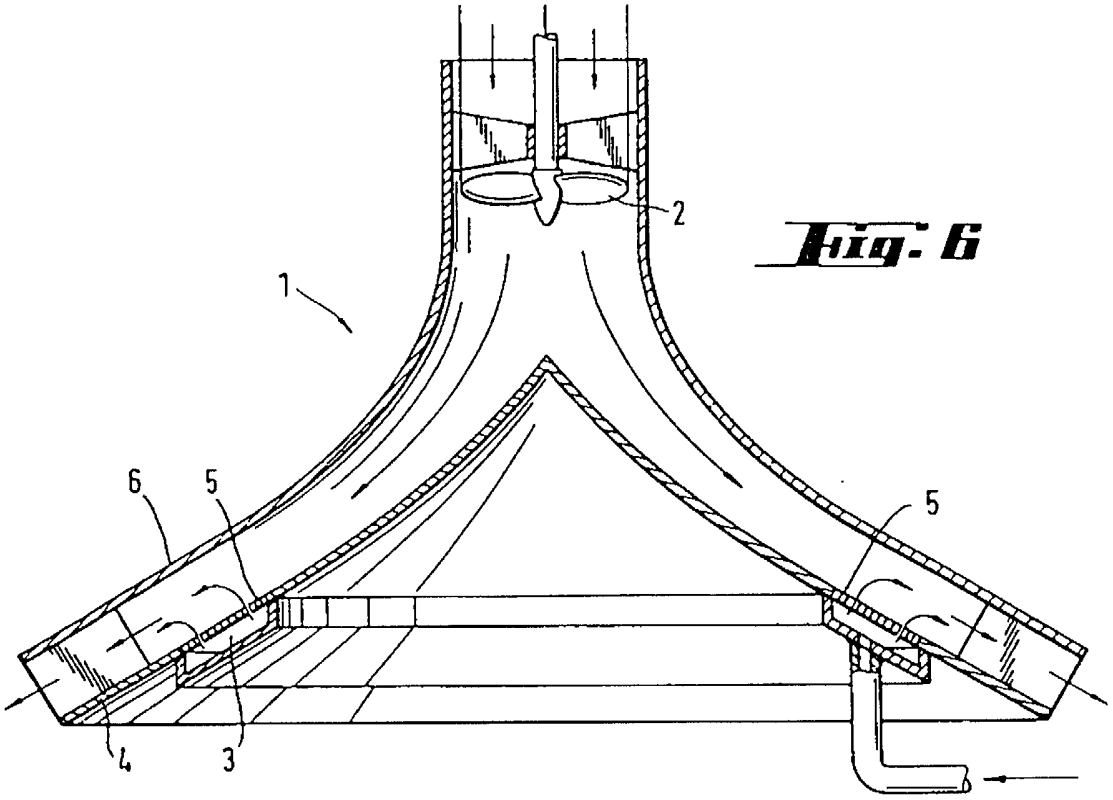


Fig. 6

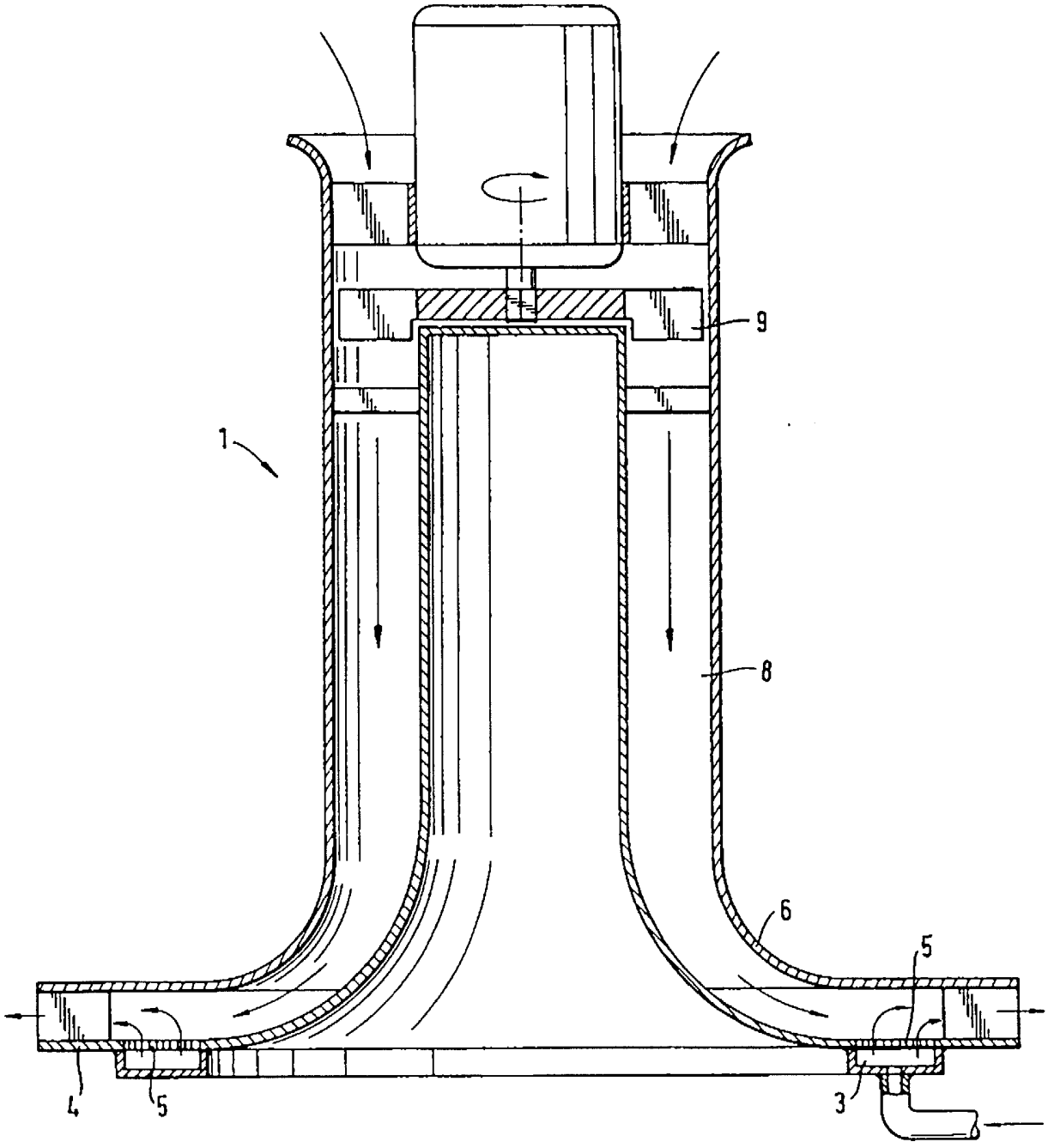


Fig. 1