

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT

(11) 166308 B

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 5437/86

(51) Int.Cl.5

B 01 F 7/18

(22) Indleveringsdag: 13 nov 1986

(41) Alm. tilgængelig: 22 maj 1987

(44) Fremlagt: 05 apr 1993

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 21 nov 1985 SE 8505508

(71) Ansøger: SVEN *HJORT; Skiftesvaegen 113; S-183 38 Tæby, SE, BOERJE *SKÅNBERG; Milstensvaegen 16; S-183 38 Tæby, SE

(72) Opfinder: SAMME

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Impellerapparat til omrøring af en væske

(56) Fremdragne publikationer

DE off.g.skrift nr. 2535088

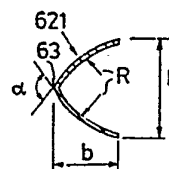
(57) Sammen drag:

5437-86

Et impellerapparat til omrøring af en væske og eventuelt en gas i et kar omfatter en radialstrømnings-turbine, hvis blade (621) er tildannet med en i det væsentlige strømliniet følgende overflade, som er afsluttet med skarpt fremtrædende ryg (63). Bladet er fremstillet ud fra et pladelignende udgangsemne, der udskåret i en form, som har en central symmetrilinie, og emnet er foldet langs den rette symmetrilinie.

5437-86

Fig. 3



DK 166308 B

Opfindelsen angår et impellerapparat til omrøring af en væske under dispergering af en gas i et kar, og omfattende en impeller og en drejelig, lodret aksel, som bærer impelleren for drejning i væsken omkring akselens akse, samt et organ for tilførsel af gas, hvor impelleren omfatter mindst to blade monteret adskilt ved kantområdet af og udragende fra en koaksialt på akslen fastgjort skive, hvilke blades førende overflader i drejningsretningen er udformet og orienteret til frembringelse af en radialt udadrettet væskestrømning.

Den konventionelle fremgangsmåde til fordeling af gasser i en væske er at anvende et blandingsapparat, som omfatter et væskekar, en drejende radial strømningsimpeller nedsænket i væsken med sin akse i lodret retning og en gasfordelingsdyse eller -hulring i karret under impelleren. Impelleren eller den radiale strømnings turbine spreder dermed den gas, der er tilført væsken via gasdyseorganerne. Når turbinens blade drejes i væsken, øges det hydrostatiske tryk foran bladene og mindskes bagved bladene. Dette er en naturlig følge af den hydrodynamiske modstand, som sammen med centrifugal- og Corioliskræfter tvinger fluidumet ud i radial retning. Trykforskellen resulterer dog i, at gasboblerne bevæges til lavtryksområderne bag ved bladene, hvor de samler sig og forbindes til større gaskaviteter. I praksis resulterer disse kaviteter i dannelsen af en strømlineform omkring bladene, hvilket giver en drastisk mindskning af den hydrodynamiske modstand, og dermed også en drastisk mindskning af den effekt, der kræves for turbinens drejning. For at opretholde en ønsket grad af omrøring er det derfor nødvendigt, at installere en meget større og dermed dyrere omrører, end der ellers ville være krævet. Derudover bliver spredningen af gassen i væsken mere besværlig på grund af den nævnte sammenvoksning af gasboblerne og dannelsen af større gasvolumener på bladenes følgende sider.

Der kan også tænkes en situation, hvor en væske, som skal blandes, indeholder opløste gasser, som det ønskes skal forblive opløst i væsken. Det kan så hende, at disse gasser forlader væsken på grund af de lave tryk-
5 kområder bag ved bladene, danner gaskaviteter bag ved bladene og gradvist forsvinder fra væsken i form af store gasbobler. Trykket på bladenes følgende kanter kan også være så lavt, at væsken fordampes, og den frembragte damp danner de nævnte gaskaviteter, så at disse
10 kaviteter i praksis på voldsom vis reducerer turbinens drivende kraft.

Formålet med opfindelsen er derfor at anvise en bladudformning for en turbine eller impeller af den viste art, så at impellerens drivende kraft ikke
15 mindskes på grund af forekomsten af sådanne gaskaviteter på bladenes følgende sider ved driften af apparatet, navnlig i forbindelse med udledningen af gas i væsken.

Dette formål opfyldes ved hjælp af et impellerapparat, der ifølge opfindelsen er særegent ved, at
20 hvert blads følgende overflader har et i det væsentlige strømliniet tværsnit, som i hovedsagen er symmetrisk i forhold til bladets bevægelsesplan, og som har en veldefineret ryg i symmetriplanet, at blandet omfatter et i det væsentlige V-formet tværsnit, hvis to ben er 25 symmetriske i forhold til bladets længderetning, og at bladets ryg har et retliniet forløb og ligger i skivens plan.

Foretrukne udførelsesformer ifølge opfindelsen fremgår af de uselvstændige krav.

30 Som nævnt ovenfor omrøres væsken ved hjælp af en kombination af høje og lave hydrostatiske tryk i væsken. Dette er analogt med situationen omkring et flys vinger, såvel som ved andre aero- og hydrofoiler. Ved opfyldning ifølge opfindelsen af lavtryksområdet bag ved bladene
35 med konstruktionsmateriale, hvor dette område ellers ville være fyldt med gas ved de kendte blade med en flad

følgende overflade, er disse områder ikke længere tilgængelige for dannelsen af store gaskaviteter. I henhold hertil er den følgende side af hvert blad ifølge opfindelsen fysisk strømliniet, og såfremt der fordeles en gas i væsken, betyder dette, at forholdet mellem turbinens starteffekt og driftseffekt i det væsentlige er konstant i forhold til kvotienten Q/ND^3 , hvor Q angiver gasstrømningsmængden, N turbinens omdrejningshastighed og D turbinediameteren, i det normalt anvendte kvotient-
10 interval.

I blandingsapparater af den aktuelle art kan bladene være udgjort af rette elementer, hvis effektive, rette ledende overflade er udformet, så at bladene er orienteret i et interval, der er afgænset af, at bladets
15 effektive førende overflade er drejet 45° bagud i drejningsretningen fra den radiale retning, og af bladets effektive førende overflade, der udgår radially. Da impeller- eller turbinebladene er tilpasset til at frembringe en i det væsentlige ren radial strømning, kan de
20 have en førende overflade, som er symmetrisk i forhold til bladenes drejningsplan. Dermed kan bladene have en flad førende overflade, eller den kan være konkavt udformet. For at bladenes følgende overflade kan betragtes som strømliniet, bør bladets følgende side have en skarp
25 kant, der afgrænser den del af den følgende side af bladet, der er anbragt længst væk fra dets førende side. Bladets følgende side kan generelt betragtes som havende et tværsnit med form som en ligebenet trekant, hvis grundlinier definerer kantlinierne på bladets førende
30 overflade. "Trekantbenene", der skærer hinanden i den nævnte kant, kan valgfrit være rette, men er foretrukket symmetrisk krummet, med deres konkave sider vendende mod hinanden. Bladene kan være tildannet af udsnit af rette, cirkulære eller tilspidsede rør, hvor disse udsnit er
35 foldet langs en central linie for at frembringe den nævnte skarpe kant. Ifølge opfindelsen er det således

ikke tilstrækkeligt at til danne bladets følgende kant ud fra et udsnit af et cirkulært-cylindrisk rør, uden at give dette udsnit en symmetrisk foldning.

Bladene ifølge opfindelsen kan have form som en i
5 det væsentlige V-formet plade, hvis konkave side kan være udfyldt med eller aflukket af konstruktionsmateriale. Bladene er fortrinsvis tildannet med førende overflade, hvis længste dimension, dvs. længdedimensionen, udgår radialt, og hvis breddedimension er konstant
10 eller tilspidser radialt udad.

Opfindelsen forklares herefter nærmere ved hjælp af en ikke-begrænsende udførelsesform og med henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 skematisk viser et impellerapparat til
15 fordeling af en gas i en væske,

fig. 2 et tværsnit efter linien II-II i fig. 1,

fig. 3 et tværsnit gennem en første udførelsesform for et impellerblad i apparatet taget efter linien A-A i fig. 2,

20 fig. 4 et tværsnit svarende til det i fig. 3 gennem et andet blad ifølge opfindelsen,

fig. 5 et tværsnit efter linien C-C i fig. 2 af bladet ifølge fig. 3 eller 4,

fig. 6 et billede af en anden udformning for et
25 blad ifølge opfindelsen,

fig. 7 et fra linien B-B i fig. 6 set billede til illustrering af en første tværsnitsudformning for et sådant blad,

fig. 8 en anden tværsnitsudformning set fra linien
30 en B-B i fig. 6,

fig. 9 et fra linien B-B i fig. 6 set tværsnit af en tredje variation af bladets tværsnitsudformning,

fig. 10 strømningsforløbet omkring et konventionelt impellerblad,

35 fig. 11 strømningsforløbet omkring et impellerblad ifølge opfindelsen, svarende til bladet i fig. 3,

fig. 12 et skematisk vist blad ifølge opfindelsen med en flad førende overflade og et homogent tværsnit, og

fig. 13 en grafisk afbildning af effektvariationen for et impellerdrev i afhængighed af den tilførte gasmængde, impelleromdrejningshastigheden og diameteren til spredning af gas i en væske ved hjælp af et apparat ifølge opfindelsen og ved hjælp af et kendt apparat.

Fig. 1 viser skematisk et cylindrisk, åbent kar 1, hvis væg er forsynet med lodrette ledeplader 2 til forhindring af væskedrejning i karret. I karrets nedre område er der et ringformet dyseorgan 3, som tjener til indføring af et cylindrisk gasboble-gardin i væsken. En lodret aksel 4 er anbragt koaksialt med organet 3 og kan drejes ved hjælp af en drivenhed 5. Akselen 4's nedre ende bærer en skive 61, der er koaksialt anbragt oven over dyseorganet 3. Ifølge opfindelsen har skiven 61 blade 62 i sit kantområde. Fig. 2 og 5 viser en første bladtype ifølge opfindelsen, som har i det væsentlige konstant højde langs sin radiale udstrækning. I fig. 3 ses en første tværsnitsudformning af dette blad, og det ses, at bladet 621 omfatter et segment af et cirkulær-cylindrisk rør med radius R , hvilket segment er udtaget langs rørfrembringere og er foldet langs en central frembringer for dannelselse af en ryg 63. Bladet er fortrinsvis delt ved den ene ende langs ryggen 63 for på kendt vis at muliggøre anbringelse på skiven 61. Bladet 621 har en bredde B , som er større end det halve af dets højde h . Bladet 621's konvekse overflade danner bladets følgende overflade, og dets konkave overflade er dets førende overflade. Bladet 621 er således monteret på skiven 61, at ryggen 63 forløber radialt eller er bagudvendt i en vinkel på højst 45° . Da bladet 621 har den skarpt markerede ryg 63, fremkommer der i drift kun ubetydelige gaskaviteter bag ved bladet. Da det i det væsentlige V-formede blad er tildannet ud fra

et rørformet emne, har dets følgende side en specielt favorabel strømlinieform. Fig. 4 viser et alternativt bladtversnit for den bladudformning, der fremgår af fig. 2 og 5. Bladet 622 ifølge fig. 4 er tildannet ud fra et fladt, trapezoidt pladeemne, der er foldet langs en symmetrilinie, så at en skarp, ret ryg 63 er dannet, og så at bladets højde h er mindre end dets bredde b . Som ved udførelsesformen ifølge fig. 3 sikrer ryggen 63 og forholdet b større end $h/2$, at bladet har en strømlinieform, der er passende til formålet, så at der i drift ikke kan dannes gaskaviteter bag ved bladet. Topvinklen α i fig. 3 er dermed mindre end 180° , og topvinklen α' i fig. 4 er mindre end 60° .

I de her vedrørte impellerapparater af arten med radialstrømning kan det være fordelagtigt at tillade bladets højde at mindske radialt udad. Fig. 6 viser skematisk et blad af denne art. I dette tilfælde kan et blad 623 ifølge fig. 8 være tildannet af et udsnit af et cirkulær-cylindrisk røremne, hvilket udsnit er tildannet ved afskæring af røret langs et plan, der står i en vinkel i forhold til emnets akse, og hvor det således frembragte udsnit er foldet langs en central frembringer for dannelse af en skarp ryg 63, så at bladet 623's tværsnitsform svarer til denne for bladet 621 i fig. 3. Alternativt kan bladet være tildannet ud fra et tilspidset røremne med et cirkulært tværnit, hvor et udsnit af det tilspidsende rør er skåret ud, dvs. langs to frembringere, hvorefter det i det væsentlige trapezoid udsnit er foldet langs en central frembringer, som er en symmetrilinie for udsnittet, for dannelse af en skarp ryg 63 på bladet 624 ifølge fig. 7. Tværsnitsformen af bladet ifølge fig. 7 svarer til denne ifølge fig. 3. Udførelsesformen for bladet ifølge fig. 6 og 9 er tildannet ved hjælp af et fladt trapezoidt pladeemne, som er foldet langs en symmetrilinie for dannelse af en skarp ryg 63, så at tværsnitsformen for bladet 625 ifølge fig. 9 svarer til denne ifølge fig. 4.

I udførelsesformerne i fig. 7, 8 og 9 ligger bladets lange kant i ét plan, som er parallel med impellerens aksiale retning, når bladet er monteret. Bladene ifølge fig. 4, 7, 8 og 9 har også fortrinsvis et indsnit
5 ved én kant langs ryggen 63 for tilladelse af let påsætning på kanten af skiven 61. Bladene i fig. 3, 4, 7, 8 og 9 kan være anvendt i den viste form, idet de er symmetriske i forhold til et plan gennem ryggen 63, så at når bladene er påsat til frembringelse af en radialstrømning, ligger begge de lange kanter af bladene i
10 et plan vinkelret på impellerens akse. I de udførelsesformer for bladene, der fremgår af fig. 3, 4, 7, 8, 9, dvs. blade med en konkav førende side, dannes et højtryksområde ved deres førende sider, så at strømnings-
15 billedet i et tværsnit gennem bladenes længderetning i det væsentlige er det samme, som hvis bladenes konkave førende sider var udfyldt med et konstruktionsmateriale.

I de i fig. 7, 8 og 9 viste udførelsesformer angiver retningen af ryggen 63 bladets effektive retning
20 i forhold til en radius i bladets monterede tilstand. Såfremt bladene ifølge fig. 7, 8 og 9 er udfyldt med konstruktionsmateriale på deres førende sider, hvilket giver en flad førende overflade i et plan gennem bladenes lange kanter, angiver denne overflade bladets effektive
25 retning i forhold til radiusen i bladets monterede tilstand.

Fig. 10 viser skematisk et tværsnit gennem et kendt impellerblad til et apparat af den i fig. 1 og 2 viste art i drift for fordeling af en gas i en væske.
30 Det fremgår, at der på bladets følgende side er dannet en stor gaskavitet. Bladene ifølge opfindelsen forhindrer forekomsten af disse gaskaviteter, idet de har en følgende side, der i det væsentlige har samme form som gaskaviteten bag ved et blad med en flad følgende over-
35 flade.

Fig. 11 viser strømningsmønstret i et tværsnit gennem et blad ifølge opfindelsen, dvs. et blad ifølge

fig. 3, 7 og 8, og fig. 12 viser strømningsbilledet i et tværsnit gennem et tilsvarende blad, hvor den førende, konkave side er udfyldt med konstruktionsmateriale.

Fig. 13 viser effektforbruget som en funktion af gasstrømningen for en kendt centrifugalturbine RFT og for centrifugalturbinen RGT ifølge opfindelsen, som drevet for fordeling af gas i en væske i et apparat, som generelt er vist i fig. 1 og 2. I fig. 13 indikerer P/P_0 driftseffekten/starteffekten og Q/ND^3 -forholdet mellem gasstrømningsmængden og produktet af turbineomdrejningshastigheden og den tredje potens af turbinediameteren. Det fremgår af fig. 13, at driftseffekten falder drastisk med øgende gasstrømningsmængde i den kendte centrifugalturbine, hvis blade har en flad følgende side, og at driftseffekten for en centrifugalturbine med blade ifølge opfindelsen i det væsentlige er konstant ved varierende gasstrømningsmængder inden for det interessante område for apparater af den omhandlede art. Resultaterne i fig. 13 er frembragt med en centrifugalturbine, som har en diameter på 150 mm, en omdrejningshastighed på 400 opm og flade blade, i sammenligning med en turbine ifølge opfindelsen med en diameter på 250 mm, en omdrejningshastighed på 180 opm og blade ifølge fig. 3 med vinklen $\alpha = 120^\circ$, $b = h\sqrt{3}/2$ og $R = h$.

Ifølge opfindelsen er der frembragt en centrifugalstrømningsimpeller med blade, der er symmetriske i forhold til et centralt plan, som er sammenfaldende med bladenes rotationsplan. Bladenes følgende overflade er afsluttet ved en skarpt markeret ryg i symmetriplanet. Ryggen har retliniet forløb. Bladene kan på let vis fremstilles ud fra et fladt pladeemne, et cirkulær-cylindrisk røremne eller et tilspidset røremne med cirkulært tværsnit. Emnet har hovedsageligt rektangulær eller trapezoid form og er foldet omkring en symmetrilinie til dannelsen af en skarp ryg. Såfremt der anvendes emner i form af udsnit af rørformet udgangsmateriale, er emnet

således foldet, at emnehalvdelenes konkave overflader vender mod hinanden. I et tværsnit efter bladenes længderetning er afstanden mellem bladets to frie kanter større end bladets udstrækning i dets symmetriplan. Idet
 5 bladets konkave side udgør den førende side, vil det hydrostatiske tryk være højt, og dermed vil ingen gaskavitet dannes ved bladets førende overfladekonkavitet. Hvis det ønskes, kan denne konkavitet udfyldes med konstruktionsmateriale op til en overflade, der strækker
 10 sig gennem bladets frie kanter.

I fig. 3 er vinklen $\alpha = 120^\circ$, $b = h\sqrt{3}/2$ og $R = h$.

I fig. 4 er vinklen $\alpha' \sim 60^\circ$.

Vinklen mellem en linie, som går gennem bladets øvre og nedre kanter, og den dertil stødende følgende
 15 bladoverflade er på mindst 55° og højest på omkring 90° i et tværsnit gennem bladene, dvs. i normalplanet til bladenes længderetning. Denne vinkel er fortrinsvis 90° i de i fig. 3, 7 og 8 viste udførelsesformer. I fig. 4 og 9 er denne vinkel omkring 60° . Det er dog klart, at
 20 udførelsesformerne i fig. 4 og 9 kan være modificeret med yderligere foldelinier, så at tværsnitsformen af bladets følgende overflade nærmer sig til denne i eksempelvis fig. 3, hvor vinklen kan være på 75° , mens α forbliver 60° . Fælles for alle udførelsesformerne er, at b
 25 fortrinsvis er af samme størrelse eller er større end $0,7 h$. I alle bladformerne er konturerne af bladets følgende kant afgørende for apparatets egenskaber, og bladets førende side kan være en konkav overflade, som er symmetrisk i forhold til symmetriplanet for den følgende
 30 bladoverflade, eller kan være en flad overflade, hvor sidstnævnte kan være tildannet ved hel eller delvis udfyldning med konstruktionsmateriale af et pladeudsnit, der afgrænser bladets følgende overflade, eller ved at en almindelig flad plade er forbundet mellem pladeud-
 35 snittets kanter og en valgfri udfyldning af enderne af det resulterende hule tværsnit.

Bladets længdeakse udgår fortrinsvis hovedsageligt radialt fra impellerakselen.

Selv om bladene normalt er orienteret med sine længdeakser i et normalplan til akselaksen, er det
5 klart, at afvigelser fra en sådan geometri er mulig. Således kan bladets længdeakse krumme (eventuelt i et akselaksialplan) og/eller danne en vinkel med nævnte normalplan. Den overflade, der er afgrænset af bladaksen, når impelleren drejer, kan så (stødende op til bladet)
10 anses for at være bladets "symmetriplan".

Det kritiske strømliniede tværsnit er bestemt ved hjælp af den relative væskestrømningsretning omkring bladet.

15

P A T E N T K R A V

1. Impellerapparat til omrøring af en væske under dispergering af en gas i et kar (1), og omfattende en impeller (6) og en drejelig, lodret aksel (4), som bærer impelleren for drejning i væsken omkring akselens (4)
20 akse, samt et organ for tilførsel af gas, hvor impelleren (6) omfatter mindst to blade (62) monteret adskilt ved kantområdet af og udragende fra en koaksialt på akslen (4) fastgjort skive (61), hvilke blades førende overflader i drejningsretningen er udformet og oriente-
25 ret til frembringelse af en radialt udadrettet væskestrømning, k e n d e t e g n e t ved, at hvert blads (62) følgende overflader har et i det væsentlige strømliniet tværsnit, som i hovedsagen er symmetrisk i forhold til bladets bevægelsesplan, og som har en veldefi-
30 neret ryg (63) i symmetriplanet, at bladet omfatter et i det væsentlige V-formet tværsnit (62, 621-625), hvis to ben er symmetriske i forhold til bladets længderetning (63), og at bladets ryg (63) har et retliniet forløb og ligger i skivens (61) plan.

35

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hvert blads (62) ryg (63) er slidset ved enden,

og at bladet er monteret på skiven (61) med skivens kantområde i slidsen.

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at bladet (621) omfatter et af to frem-
5 bringere afgrænset segment (6), som er et cirkulær-
cylindrisk, ret, rørformet element, der er skarpt foldet
langs segmentets centrale frembringer (63).

4. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at bladet omfatter et segment af et
10 ret, cirkulær-cylindrisk rørformet element, der er til-
dannet ved afskæring af det rørformede element langs et
plan, som står i en vinkel i forhold til elementets
akse, hvilket segment er bøjet langs en central frem-
bringer (63).

15 5. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at bladet er tildannet af et segment,
der er afgrænset af to frembringere, hvilket segment er
et tilspidset, cirkulært rørformet element, der er
skarpt foldet langs en central frembringer.

20 6. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at bladet (622, 625) omfatter et ho-
vedsageligt rektangulært eller trapezoidt fladt pladeem-
ne, som er skarpt foldet langs en symmetrilinie.

7. Apparat ifølge ethvert af kravene 1-6,
25 k e n d e t e g n e t ved, at i normalplanet til bla-
dets længderetning er afstanden ($h/2$) mellem symmetri-
planet og kanten af bladet mindre end bladets dimension
(b) i symmetriplanet.

8. Apparat ifølge ethvert af kravene 1-7,
30 k e n d e t e g n e t ved, at bladets førende konkave
overflade er fyldt med konstruktionsmateriale op til et
plan gennem bladets kanter.

9. Apparat ifølge ethvert af kravene 1-8,
k e n d e t e g n e t ved, at bladene er således mon-
35 teret, at deres effektive førende overflader i impelle-
rens drejningsplan ligger inden for et interval afgræn-

set af en impellerradius og en bagudvendt linie, som danner 45° med radiusen.

10. Apparat ifølge ethvert af kravene 1-9, k e n d e t e g n e t ved, at organet (3) for tilførsel af gas omfatter en under impelleren indrettet mundstykking med større diameter end skiven (61).

Fig. 1

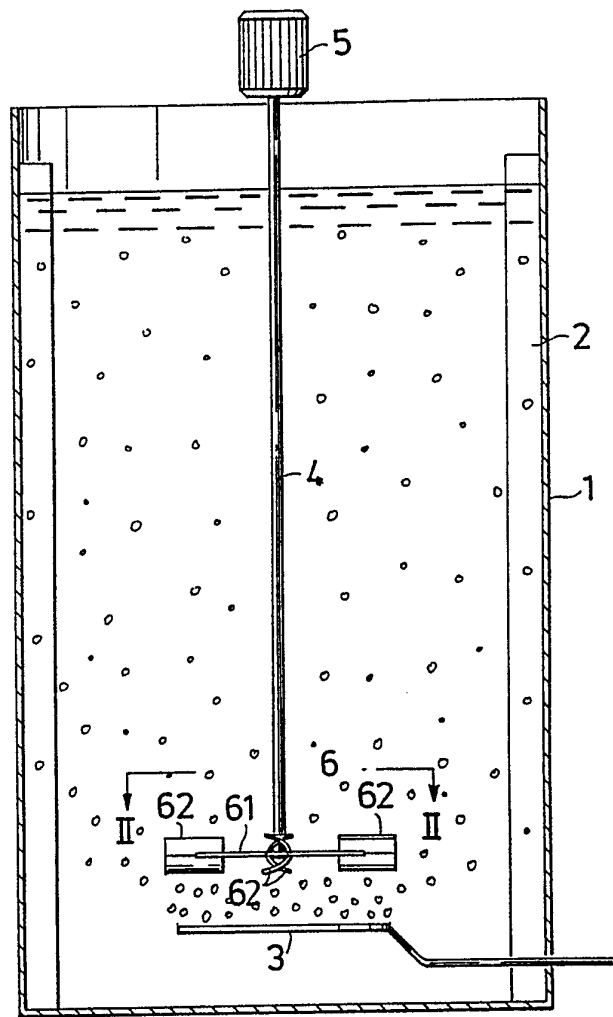


Fig. 2

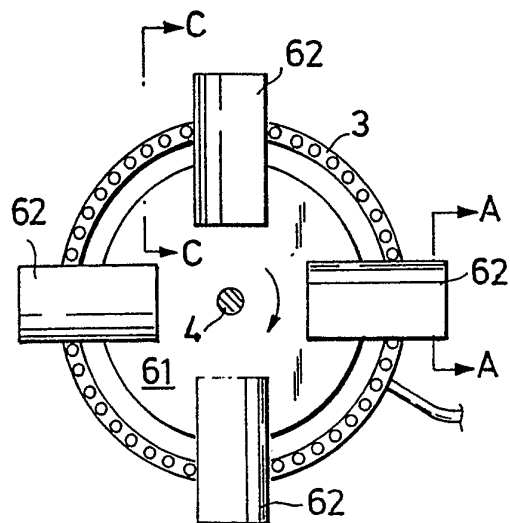


Fig. 3

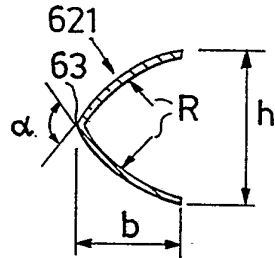


Fig. 4

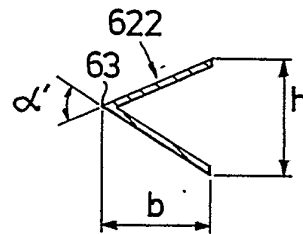


Fig. 5

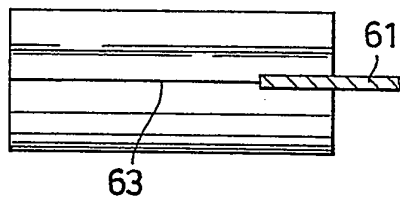


Fig. 6

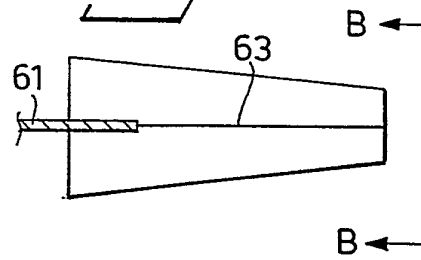


Fig. 7

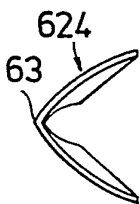


Fig. 8

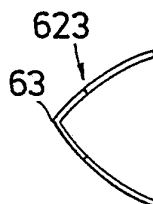


Fig. 9

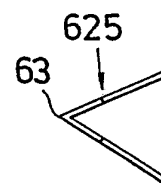


Fig. 10

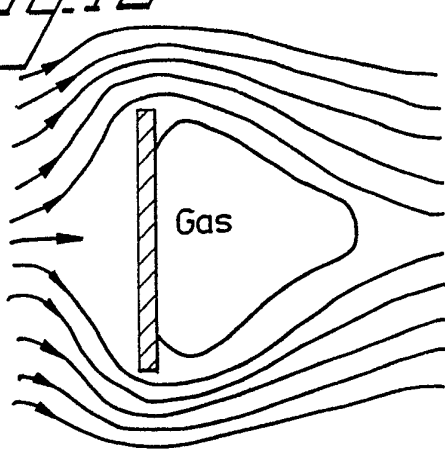


Fig. 11

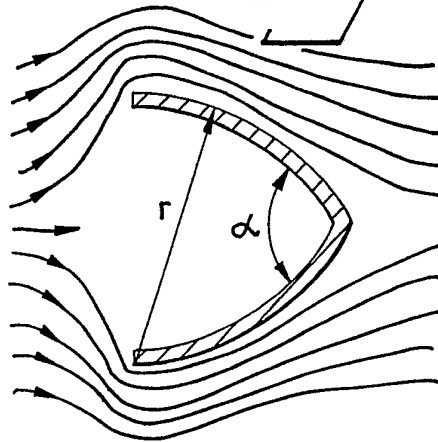


Fig. 12

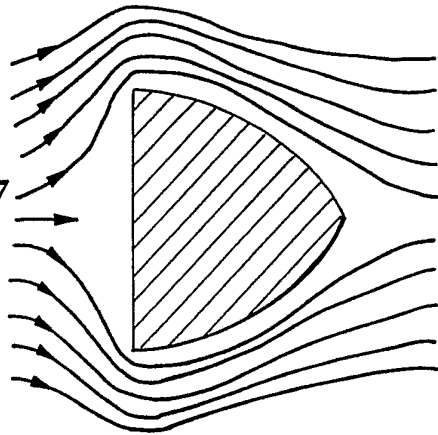


Fig. 13

