



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) Nr. 167363

(51) Int. Cl. 5 B 01 F 3/04, 7/18

(83)

(21) Patentsøknad nr.

864653

(22) Inngivelsesdag

20.11.86

(24) Løpedag

20.11.86

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -

(86) Internasjonal inngivelsesdag -

(85) Videreføringsdag -

(41) Alment tilgjengelig fra 22.05.87

(44) Utlegningsdag 22.07.91

(71)(73) Søker/Patenthaver

SVEN HJORT,
Skiftsvägen 113,
S-183 38 Täby,
BÖRJE SKANBERG,
Milstensvägen 16,
S-183 38 Täby, SE

(72) Oppfinner Søkerne.

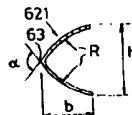
(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(10) Prioritet begjært 21.11.85, SE, nr 8505508.

(54) Oppfinneliens benevnelse Innretning for omrøring av en væske.

(57) Sammendrag

En skovlhjulsinnretning for blanding av en gass med en væske i et kar som omfatter en centrifugalstrømsturbin, hvis blader (621) er forsynt med vesentlige strømlinjeformede baksider avsluttet av en skarp, fremspringende rygg (63). Bladet er dannet av et plateliknende emne som er skåret til en form som har sentral symmetrilinje, og hvor emnet deretter er brettet langs den rette symmetrilinje.



(56) Anførte publikasjoner BRD (DE) utl.skrift nr. 2735388 (B 01 F 7/22)
USA (US) patent nr. 4305673 (B 01 F 7/16).

Oppfinnelsen angår en innretning for omrøring av en væske i et kar, ifølge kravinnledningen.

Den vanlige fremgangsmåte for blanding av gasser inn i en væske, er å bruke en blandingsinnretning som omfatter et kar for væskeren, et roterende radialstrømningsskøvlhjul neddykket i væskeren med den akse vertikalt orientert, og et gassfordelingsstrålerør eller hode i karet under skøvlhjulet. Skøvlhjulet eller radialturbinen fordeler således gassen som innføres i væskeren via gasstråleanordningen. Når turbinens blader dreies i væskeren, øker det hydrostatiske trykk på fremsiden av bladene og minsker på baksiden. Dette er en naturlig konsekvens av den hydrodynamiske motstand som sammen med centrifugal- og Coriolis-kreftene tvinger fluidet i en radial retning. I midlertid fører trykkforskjellen til at gassbobler flyttes til lavtrykksområdet på baksiden av bladene hvor de samles og fører til store gasslommer. I praksis fører disse lommer til en strømlinjeforming av bladene som fører til en drastisk reduksjon av den hydrodynamiske motstand og således en drastisk reduksjon av den kraft som kreves for å dreie turbinen. For å opprettholde et ønsket blandingsnivå er det derfor nødvendig å installere en meget større og således mer kostbar blander enn det som ellers ville være nødvendig. Dessuten er fordelingen av gassen i væskeren vanskelig gjort av de nevnte gassbobler som samler seg i større mengder på baksiden av bladene.

Et tilfelle kan også oppstå hvor en væske som skal blandes, inneholder oppløste gasser som det er ønskelig å beholde oppløst i væskeren. Det kan da hende at disse gasser fjernes fra væskeren på grunn av de lave trykkområder på baksiden av bladene og danne gasslommer på baksiden av bladene og gradvis fjerne seg fra væskeren i form av store gassbobler. Trykket på bladenes baksiden kan også være så lavt at væskeren fordamper og den genererte damp danner de nevnte gasslommer slik at disse lommer i praksis vil drastisk redusere turbinens drivkraft.

Et første formål med oppfinnelsen er derfor å frembringe en utforming av bladene for en turbin eller skøvlhjul av ovennevnte type, slik at skøvlhjulets drivkraft ikke svekkes ved at det oppstår slike gasslommer på baksiden av bladene under

drift av innretningen, især i forbindelse med fordeling av gass inn i væskan.

Dette oppnås med innretningen ifølge foreliggende oppfinnelse slik den er beskrevet med de i kravene anførte trekk,
5 mens foretrukne utførelser av oppfinnelsen er definert med underkravene.

Som nevnt ovenfor er væskan blandet ved en kombinasjon av høyt og lavt hydrostatisk trykk på innsiden av væskan. Dette er analogt med situasjonen rundt vingene på et fly såvel som
10 andre aero- og hydrofoiler. Ved i samsvar med oppfinnelsen å fylle lavtrykksområdet bak bladene med strukturmateriale, hvor dette område ellers kunne bli fylt med gass dersom bladene hadde en vanlig flat baksida, vil disse områder ikke lenger være utsatt
15 for dannelse av store gasslommer. Følgelig er baksiden av hvert blad i oppfinnelsen fysisk strømlinjeformet og når gass fordeles i væskan betyr dette at kvotienten av turbinens startkraft og driftkraft er i det vesentlige konstant i forhold til kvotienten
20 Q/ND^3 , hvor Q er gasstrømmengden, N er turbinens rotasjonshastighet og D er turbinens diameter i det normalt anvendte kvotientintervall.

I en omrøringsinnretning av ovennevnte type, kan bladene utformes som rette elementer hvor den rette fremre overflaten på disse er tilpasset slik at bladene er orientert i et intervall som dannes av den effektive fremre overflaten på
25 bladet som svinger bakover i rotasjonsretningen, 45° fra radialretningen, og av den effektive fremre overflaten bladet som strekker seg radialet. Siden skovlhjulet eller turbinbladene er tilpasset for å frembringe en vesentlig ren radialstrøm, kan de ha en fremre overflate som er symmetrisk i forhold til bladenes
30 rotasjonsplan. Følgelig kan bladene ha en flat fremre overflate eller det kan ha en konkav utforming. For at bladenes baksida kan anses som strømlinjet, bør baksiden av bladet ha en skarp kant som danner den del av baksiden på bladet som er lengst vekk fra dens fremside. Baksiden av bladet kan generelt anses å ha et
35 tverrsnitt i form av en likesidet trekant hvor grunnlinjen danner kanten for fremsiden av bladet. Benene på trekanten som går sammen mot nevnte kant kan enten være rette men er fortrinnsvis symmetrisk bøyet idet deres konkave sider vender mot hverandre. Bladene kan utformes fra sektorer med rette, sirkulære eller

skrånende rør, idet disse sektorer er foldet sammen langs en midtlinje som danner den nevnte skarpe kant. Ifølge oppfinnelsen er det således ikke tilstrekkelig å forme baksiden av bladet fra en del av et sirkulært- sylinderisk rør uten å symmetrisk folde denne del.

Bladene innretningen ifølge oppfinnelsen kan ha form som en V-formet plate, idet den konkave siden kan fylles eller lukkes av et strukturmaterialer. Fortrinnsvis er bladene utformet med en fremre overflate, idet den lengste dimensjon dvs. lengdedimensjon, strekker seg radialt og hvor breddedimensjonen er konstant eller skråner radialt utover.

Oppfinnelsen beskrives i detalj med et eksempel under henvisning til tegningen hvor fig. 1 viser skjematiske innretninger for blanding av gass i en væske, fig. 2 viser et riss langs II-II på fig. 1, fig. 3 viser et riss gjennom en første utførelse av et skovlhjuls blad i innretningen langs A-A på fig. 2, fig. 4 viser et riss tilsvarende fig. 3 av et annet utforming, fig. 5 viser et riss langs C-C på fig. 2 av et blad ifølge figurene 3 eller 4, fig. 6 viser et riss av et alternativt blad, fig. 7 viser et riss tatt langs B-B på fig. 6 som viser et første tverrsnitt av et slikt blad, fig. 8 viser et andre tverrsnitt langs B-B på fig. 6, fig. 9 er et tverrsnitt langs B-B på fig. 6 av en tredje variant av bladets tverrsnitt, fig. 10 viser strømningsforhold rundt et konvensjonelt skovlhjuls blad, fig. 11 viser strømningsforhold rundt skovlhjuls blad ifølge oppfinnelsen som samsvarer med bladet på fig. 3, fig. 12 viser skjematiske blad ifølge oppfinnelsen med en flat fremre overflate og et homogent tverrsnitt og fig. 13 viser et diagram av kraftvariasjonen i skovlhjulsdriften i forhold til tilført gassmengde, skovlhjulets rotasjonshastighet og diameter for innblanding av gass i en væske ved hjelp av en innretning ifølge oppfinnelsen og en innretning ifølge teknikkens stand.

Fig. 1 viser skjematiske et sylinderisk, åpent kar 1 hvor sidene er forsynt med vertikale kanter 2 som hindrer at væsken dreies rundt i karet. I bunnen av karet er der en ringformet stråleanordning 3 som hjelper til å innføre en sylinderisk gassboblegardin inn i væsken. En vertikal aksel 4 er anordnet koaksialt på innretningen 3 og er montert for dreining ved hjelp av en drivenhet 5. Bunnen av akselen 4 bærer en skive 61

koaksialt montert over stråleanordningen 3. Ifølge oppfinnelsen har skiven 61 blader 62 ved kanten. Figurene 2 og 5 viser en første type av de oppfunnede blad som har en vesentlig konstant høyde langs den radiale utstrekning. Fig. 3 viser et første tverrsnitt av dette blad og det vil fremgå at bladet 621 omfatter et segment av et sirkulært- sylinderisk rør med radius R , idet dette segment er tatt langs rørfrembringerne og er brettet langs en midtre frembringer slik at den danner en rygg 63. Bladet er fortrinnsvis delt i enden langs ryggen 63 for å kunne feste den til skiven 61 på vanlig måte. Bladet 621 har en bredde B som er større enn halve høyden h . Den konvekse overflate av bladet 621 danner baksiden av bladet og dens konkave overflate danner fremsiden. Bladet 621 er montert på skiven 61 slik at ryggen 63 strekker seg radialt eller med en bakover vendt krumning på maksimum 45° . Siden bladet 621 har en skarp definert rygg 63, vil det ikke oppstå vesentlige gasslommer bak bladet under drift. Ved at det generelt V-formede blad er dannet av et tomt rør, har dens bakside en særlig gunstig strømlinjeform. Fig. 4 viser et alternativt bladtverrsnitt for bladutførelsen på figurene 2 og 5. Bladet 622 ifølge fig. 4 er dannet av en flat trapesformet plate som er brettet langs en symmetrisk linje slik at en skarp, rett rygg 63 blir dannet, og slik at bladets høyde h vil være mindre enn bredden b . Som i utførelsen ifølge fig. 3 vil ryggen 63 og forholdet b større enn $h/2$, sikre at bladet får en strømlinjeform som passer for formålet og slik at ingen gasslommer kan dannes bak bladet under drift. Spissvinkelen α på fig. 3 er således mindre enn 180° og spissvinkelen α' på fig. 4 er mindre enn 60° .

I skovlhjulinnretningen av radialstrømningstypen som vist her kan det være formålstjenelig å la bladhøyden minske radialt utover. Fig. 6 viser skjematisk et slikt blad. I dette tilfellet er bladet 623 ifølge fig. 8 dannet av en sektor av et sirkulært- sylinderisk tomt rør idet sektoren som er dannet av det tomme rør er skåret langs et plan som danner en vinkel mot rørets akse og hvor sektoren blir brettet langs midtfrembringeren slik at den danner en skarp rygg 63, slik at tverrsnittet av bladet 623 samsvarer med bladet 621 på fig. 3. Alternativt kan bladet dannes av et skrått rør med et sirkulært tverrsnitt, idet et segment av røret er skåret vekk, f.eks. langs to frembringere,

hvoretter det generelt trapesformede segment blir brettet langs en midtfrembringer som er en symmetriline for segmentet, for å danne en skarp rygg 63 på bladet 624 ifølge fig. 7. Tverrsnittet av bladet ifølge fig. 7 samsvarer med bladet ifølge fig. 3.

5 Bladets utførelse ifølge figurene 6 og 9 er dannet ved hjelp av en flat trapesformet plate som er brettet langs en symmetriline slik at den danner en skarp rygg 63 idet tverrsnittet av bladet 625 ifølge fig. 9 således vil samsvare med bladet ifølge fig. 4.

I utførelsene ifølge figurene 7, 8 og 9 vil den lange
 10 kant på bladet være i ett plan som er parallelt med
 aksialretningen for skovlhjulet etter at bladet blir festet.
 Bladet ifølge figurene 4, 7, 8 og 9 er også fortrinnsvis delt ved
 kanten langs ryggen 63 for å muliggjøre lettvint montering til
 kanten av skiven 61. Bladene ifølge figurene 3, 4, 7, 8 og 9 kan
 15 brukes som vist, siden de er symmetriske i forhold til et plan
 gjennom ryggen 63, slik at når bladene er festet for å frembringe
 en ren radial strøm, vil begge langsidene av bladene være i et
 plan parallelt med skovlhjulets aksel. I utførelsen av bladet i
 figurene 3, 4, 8, 9, dvs. blader med en konkav fremre side, vil
 20 et høytrykksområde dannes på fremsiden slik at
 strømningsmønsteret i tverrsnitt gjennom bladenes langsgående
 retning vesentlig være den samme som hvis de konkave fremsidene
 av bladene var fylt av et strukturmateriale.

I utførelsene ifølge figurene 7, 8 og 9 vil retningen
 25 av ryggen 63 danne bladets effektive retning i forhold til en
 radius når bladet er festet. Hvis bladene ifølge figurene 7, 8
 og 9 derimot skulle være fylt med strukturmateriale på frem-
 sidene, hvilket vil resultere i en flat fremside i et plan
 gjennom bladenes langside, ville denne overflate danne bladenes
 30 effektive retning i forhold til radiusen i festet stilling.

Fig. 10 viser skjematisk et tverrsnitt gjennom et
 vanlig skovlhjuls blad for en innretning vist på figurene 1 og
 2 under drift for fordeling av en gass i en væske. Det vil fremgå
 at en stor gasslomme er dannet på baksiden av bladet. De
 35 oppfunnede blad eliminerer oppståelse av slike gasslommer ved at
 de har en bakside som er vesentlig av samme form som gasslommen
 bak et blad med en flat bakside.

Figur 11 viser strømningsmønsteret i et tverrsnitt
 gjennom et blad ifølge oppfinnelsen, f.eks. et blad ifølge

figurene 3, 7 og 8, og fig. 12 som viser strømningsmønsteret i tverrsnitt gjennom et tilsvarende blad ved en fremre konkav side fylt med strukturmateriale.

Fig. 13 viser kraftbehovet som funksjon av gasstrømmen på en konvensjonell centrifugalturbin og for den oppfunnede centrifugalturbinen RGT, drevet for fordeling av gass inn i en væske i en retning generelt ifølge figurene 1 og 2. På fig. 13 viser P/P_0 drivkraften/startkraften og Q/ND^3 kvotienten mellom gasstrømmen og produktet av turbinens omdreiningshastighet og kubikken av turbinens diameter. Det vil fremgå fra fig. 13 at drivkraften faller drastisk med økende gasstrøm for en vanlig centrifugalturbin, idet bladene på denne har en flat baksida, og at drivkraften for en centrifugalturbin med blader ifølge oppfinneren er konstant for varierende gasstrøm innenfor innretningens interesseområde. Resultatene ifølge fig. 13 er oppnådd med en centrifugalturbin som har en diameter på 150 mm, en omdreiningshastighet på 400 o/min og flate blad, sammenliknet med en turbin ifølge oppfinneren med en diameter på 250 mm, en omdreiningshastighet på 180 o/min og blad ifølge fig. 3 med vinkelen $\alpha = 120^\circ$, $b = \frac{1}{2}h\sqrt{3}$ og $R = h$.

Ifølge oppfinneren er et centrifugalstrømnings-skovlhjul tilveiebrakt som har blader som er symmetrisk i forhold til et sentralt plan som sammenfaller med bladenes dreiningsplan. Bladenes baksida er avsluttet av en skarp fremspringende rygg i symmetriplanet. Ryggen har en rettlinjet utstrekning. Bladet kan være ferdiglaget fra en flat plate, et sirkulært, sylinderisk rør eller et skrått rør med sirkelformet tverrsnitt. Emnet har en vesentlig rektangulært eller trapesformet utforming og er brettet rundt en symmetrilinje for å danne en skarp rygg. I tilfellet hvor emnet er dannet av sektorer av rørformet materiale, er emnet brettet slik at de konkave overflater står mot hverandre. I et tverrsnitt gjennom bladene i lengderetning, er avstanden mellom begge bladets frie kanter større enn utstrekningen av bladet i symmetriplanet. Siden bladets konkave side er fremsiden, vil det hydrostatiske trykk være høyt og således vil det ikke dannes noen gasslomme i bladets fremre, konkave overflate. Om ønskelig kan denne konkave del fylles med strukturmateriale opptil en overflate som strekker seg gjennom bladets frie kanter.

På fig. 3 er vinkelen $\alpha = 120^\circ$, $b = \frac{1}{2}h\sqrt{3}$ og $R = h$. På

167363

7

fig. 4 er vinkelen α' tilnærmet lik 60° .

Vinkelen mellom en linje som passerer gjennom bladets øvre og nedre kanter, og bladets tilliggende baksiden, oppgår til minst 55° og maksimum omtrent 90° i tverrsnitt gjennom bladene, 5 dvs. i det normale plan i bladets lengderetning. Denne vinkel er fortrinnsvis 90° i utførelsene ifølge figurene 3, 7 og 8. På figurene 4 og 9 er denne vinkel omtrent 60° . Det vil fremgå imidlertid at utførelsen ifølge figurene 4 og 9 kan modifiseres ved å brette linjene videre slik at tverrsnittet for bladets 10 baksiden nærmer seg utførelsen som vist på fig. 3, f.eks. når vinkelen holdes på 75° mens α forblir 60° . Felles for alle utførelsene er at b fortrinnsvis er lik eller større enn $0,7 h$. I alle utførelser av bladet er konturene av bladets bakkant bestemmende for innretningens egenskaper, og fremsiden av bladet 15 kan ha en konkav overflate som er symmetrisk i forhold til symmetriplanet for bladets baksiden, eller en flat overflate hvor den sistnevnte kan dannes av fremsiden av en plateseksjon som danner baksiden av bladet og som er fullstendig eller delvis fylt med et strukturmaterial, eller av en flat plate som er festet 20 mellom plateseksjonens kanter og som kan om ønskelig fylle ut endene av den resulterende hule seksjon.

Fortrinnsvis strekker bladets lengdeakse seg radialt i forhold til skovlhjulets aksel.

Selv om bladene normalt er orientert med sine 25 langsgående akser i normalplanet for akselens akse, er det fordelaktig at avvikler fra en slik geometri er mulig. Således kan bladets langsgående akse være buet (eventuelt i en aksels aksialplan) og/eller danne en vinkel i forhold til nevnte normalplan. Overflaten dannet av bladaksen ettersom skovlhjulet 30 roterer kun således (nærliggende bladet) anses for å være bladets plansymmetri.

Det kritiske strømlinjeformede tverrsnitt er bestemt av den relative strømretning for væsken rundt bladet.

P a t e n t k r a v

1. Innretning for omrøring av en væske under dispersjon av en gass i et kar (1), som omfatter et skovlhjul (6) og en 5 roterbar, vertikal aksel (4) som bærer skovlhjulet for rotasjon rundt akselens akse (4) i væskeren, samt innretninger (3) for tilførsel av gassen, hvor skovlhjulet (6) omfatter minst to blader (62) montert atskilt i kantområdet og utragende fra en koaksialt til akselen (4) festet skive (61), idet deres i 10 rotasjonsretningen fremre flate er slik utformet og orientert at det fremkommer en utad rettet, radial væskestrøm, KARAKTERISERT VED at hvert blads (62) bakside har et i det vesentlige strømlinjeformet tverrsnitt som er i det vesentlige symmetrisk til bladets bevegelsesplan og har en tydelig rygg (63) i symmetriplanet, at bladet omfatter en i det vesentlige V-formet profil 15 (62,621-625), hvis begge ben er symmetrisk i forhold til bladets lengderetning (63) og at bladets rygg (63) har rettlinjet forløp og ligger i skivens (61) plan.

2. Innretning ifølge krav 1, KARAKTERISERT VED at hvert 20 blads (62) rygg (63) er slisset ved sin ende, idet bladene er montert på skiven (61) med skivens kantområde i slissen.

3. Innretning ifølge krav 1-2, KARAKTERISERT VED at bladet (621) omfatter et av to frembringere avgrenset segment (6) 25 av et sylinderformet, rett rørstykke hvis segment er skarpt bukket ved segmentets sentrale generatrise (63).

4. Innretning ifølge krav 1-2, KARAKTERISERT VED at bladet omfatter et segment av et rett, sirkulært sylinderisk rørformet element dannet av et avskåret rørelment langs et plan som danner en vinkel i forhold til elementets akse, idet 30 segmentet er bøyet langs en sentral frembringer (63)

5. Innretning ifølge krav 1-2, KARAKTERISERT VED at bladet er dannet av et segment som fra to frembringere, idet segmentet er et skrått, sirkulært rørformet element som er skarpt brettet langs en midtfrembringer.

35 6. Innretning ifølge krav 1-2, KARAKTERISERT VED at bladet (622,625) omfatter en i det vesentlige rektangulær eller trapesformet flat plate som er skarpt bøyd om en symmetrilinje.

7. Innretning ifølge krav 1-6, KARAKTERISERT VED at avstanden ($h/2$) i normalplanet i forhold til den langsgående

167363

9

bladretning mellom symmetriplanet og bladets kant, er mindre enn dimensjonen (b) for bladet i symmetriplanet.

8. Innretning ifølge kravene 1-7, KARAKTERISERT VED at bladets fremre konkave overflate er fylt med strukturmaterialer
5 opp til et plan gjennom bladets kanter.

9. Innretning ifølge krav 1-8, KARAKTERISERT VED at bladene er slik montert at deres effektive fremre overflater i skovlhjulets rotasjonsplan er innenfor et intervall dannet av en skovlhjulradius og en bakoversvunget linje som danner 45° med
10 radiusen.

10. Innretning ifølge krav 1-9, KARAKTERISERT VED at en anordningen (3) for å tilføre gass omfatter en under skovlhjulet (6) montert munnstykking med større diameter enn skiven (61).

15

20

25

30

35

167363

Fig. 1

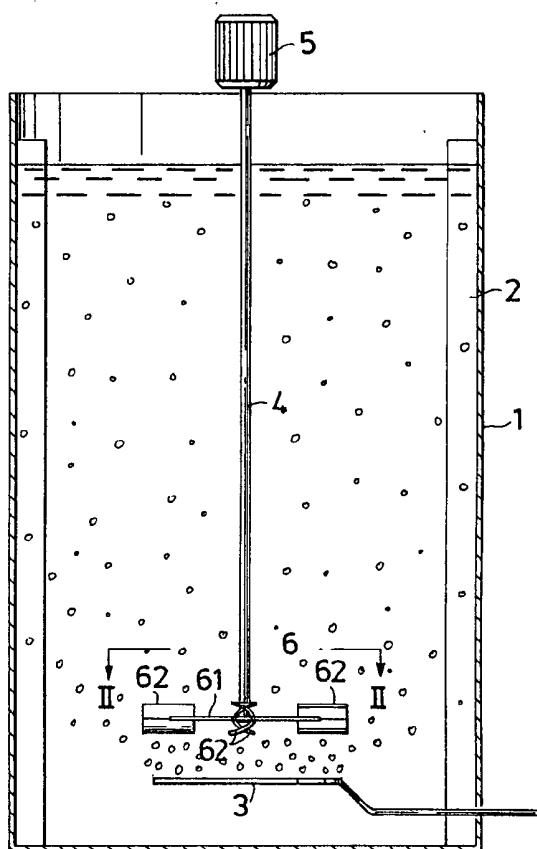
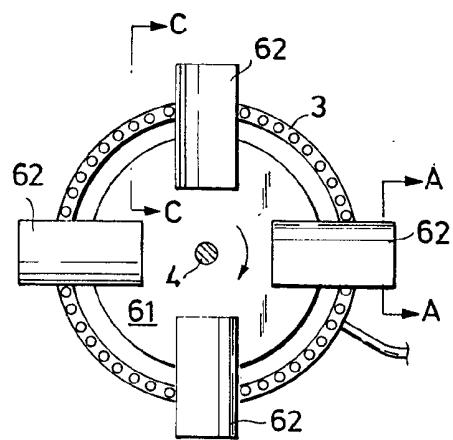


Fig. 2



167363

Fig. 3

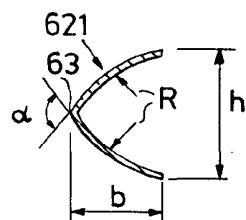


Fig. 4

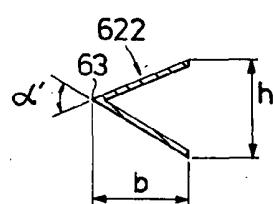


Fig. 5

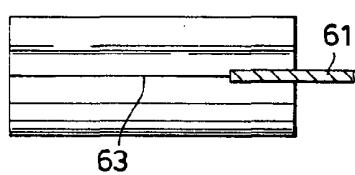


Fig. 6

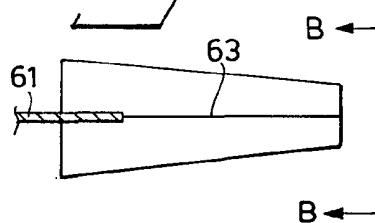


Fig. 7

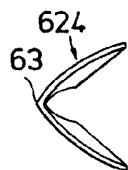


Fig. 8

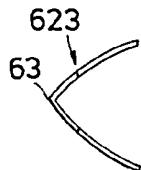
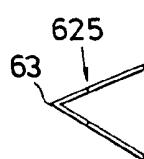


Fig. 9



167363

Fig. 10

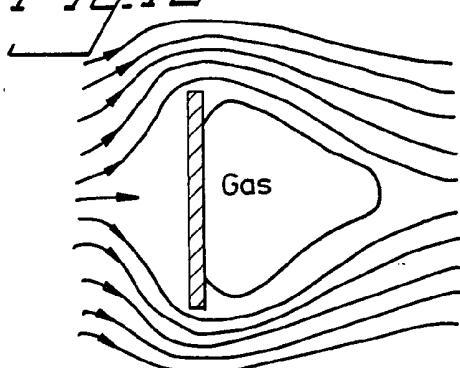


Fig. 11

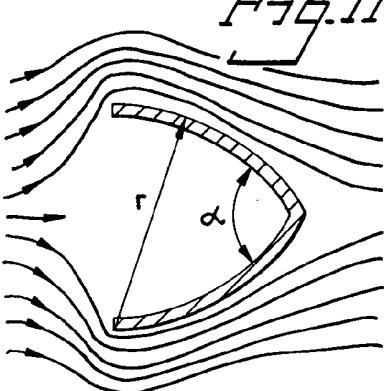


Fig. 12

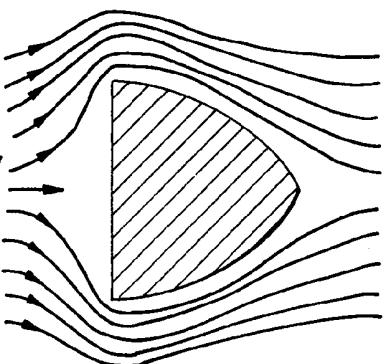


Fig. 13

