



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325508**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F03B 11/00 (2006.01)

F03B 11/04 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20065275	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2006.11.16	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2006.11.16	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2008.05.19		
(45)	Meddelt	2008.05.26		
(73)	Innehaver	GE Energy (Norway) AS, Gåsevikveien 6, 2027 KJELLER		
(72)	Oppfinner	Anders Wedmark, Sannumv 6 A, 2008 FJERDINGBY		
(74)	Fullmektig	ABC-Patent, Siviling, Rolf Chr. B. Larsen AS, Postboks 6150 Etterstad, 0602 OSLO		

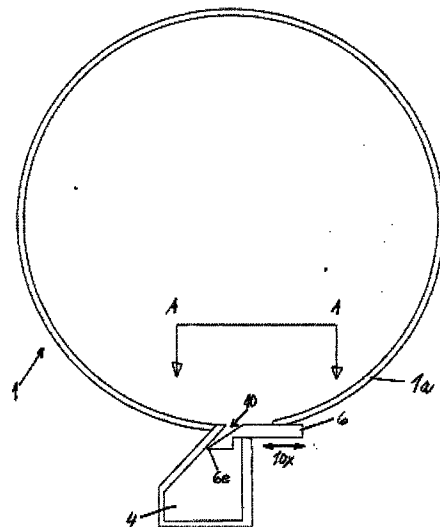
(54)	Benevnelse	Hydraulisk reaksjonsturbin
(56)	Anførte publikasjoner	JP02238177, JP61178563, WO2006/043824

(57)

Vannturbin av reaksjonstypen omfattende:

- et løpehjul,
- et sugerør (1) nedstrøms for løpehjulet,
- en injeksjonsanordning (4,10) for innføring av vann i sugerøret med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner i dette,
- og en reguleringsinnretning (6) for innføring av vann.

Reguleringsinnretningen omfatter i det minste ett bevegelig element (6) som er inkorporert i injeksjonsanordningen (4,10) og er plassert nær inntil sugerørets vegg (1a).



I sugerøret nedstrøms for løpehjulet i Francis-turbiner og andre vannturbiner av reaksjonstypen med faste løpehjulsskovler har det vært problemer i forbindelse med vibrasjoner og pulsasjoner under drift med høyere og/eller lavere belastninger enn den belastning som gir høyest virkningsgrad. Det er kjent forskjellige metoder som tar sikte på å redusere disse trykkfluktuasjonene, som har sammenheng med en uønsket rotasjonskomponent av vannet i sugerøret når de ugunstige belastningsforholdene opptrer.

Det er kjent mekaniske midler til å redusere eller eliminere forannevnte problemer. Et eksempel på en mekanisk løsning er å finne i US-patentpublikasjon 2004/0037698, som beskriver faste stagskovler etter løpehjulet.

Andre tidligere kjente løsninger baserer seg på luft- eller gassinjeksjon for samme formål, som for eksempel beskrevet i JP 02238177 og US 2004/0265117.

Videre er injeksjon av vann i sugerøret for å redusere trykkfluktuasjoner i dette, beskrevet i WO 2006/043824.

Dessuten kan nevnes JP 61178563, der også innføring av vann gjennom sugerørveggen er vist. Dette tjener imidlertid til å undertrykke strømningsavløsning i en turbin av Kaplan-typen der det ikke er noe problem med trykkpulsasjoner av den art som her er av interesse. Slike problemer opptrer jevnlig ved visse belastningsforhold i reaksjonsturbiner som har et løpehjul med faste skovler, mens turbiner av Kaplan-typen har skovler med innstillbar stigning.

Ved å injisere vann vil man hindre eller ødelegge den ugunstige dannelsen av strømningsvirvler som kan forekomme, hvilket gjør det mulig å kjøre turbinene over et større lastområde.

Mer spesielt vil injiseringen av vann (under høyt trykk) tjene til å eliminere den forannevnte rotasjons- eller virvelkomponent som opptrer i vannet som forlater turbinens løpehjul. Følgelig vil strømmingen nedstrøms bli nærmere aksiell og de uønskede trykkfluktuasjonene vil ikke lenger

representere et alvorlig problem. Det kan imidlertid anses å være en viss ulempe at injisering av vann under trykk vil kreve noe energi, hvilket kan redusere den totale virkningsgraden av slike turbiner.

5 Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å forbedre vanninjeksjonsanordningen i reaksjonsturbiner som angitt ovenfor. Således er oppfinnelsen i et generelt aspekt rettet mot en vannturbin av reaksjonstypen omfattende et løpehjul, et sugerør nedstrøms for løpehjulet, en injeksjonsanordning for
10 innføring av vann i sugerøret for å redusere trykkfluktasjoner i dette, og en reguleringsinnretning for den mengde vann som skal innføres. De nye og særegne trekk ifølge oppfinnelsen består i første rekke i at reguleringsinnretningen omfatter i det minste ett bevegelig element som
15 er inkorporert i injeksjonsanordningen og plassert nær inntil sugerørveggen.

En vesentlig fordel som blir oppnådd med denne løsningen er at det ikke går noe energi tapt ved regulering eller begrensning av innført vannstrømning oppstrøms for det punkt
20 der vannet innføres gjennom sugerørveggen, for eksempel ved hjelp av en ventil anbrakt i noen avstand fra sugerøret, slik det gjøres i henhold til tidligere kjent teknikk. Da slikt energitap blir unngått ved hjelp av foreliggende oppfinnelse, økes den totale driftsvirkningsgraden. Dette kan være meget
25 viktig i mange turbininstallasjoner, - så vel i eksisterende installasjoner som i nye anlegg som konstrueres.

Oppfinnelsen skal nå forklares mer i detalj under henvisning til flere utførelsesformer av denne, som illustrert på de ledsagende tegningene, hvor:

30 Fig. 1 er et forenklet tverrsnitt av et sugerør med en sliss-lignende injeksjonsåpning,
fig. 1A viser formen av vanninjeksjonsåpningen slik den sees etter pilene A-A på fig. 1,
fig. 2 er et lignende tverrsnitt som på fig. 1, og viser
35 en annen utførelsesform med et antall vanninjek-

- fig. 3 sjonsåpninger fordelt rundt omkretsen av sugerøret, er et forenklet vertikalt snitt ved en av vanninjeksjonsåpningene på fig. 2,
- fig. 4 viser i tverrsnitt en ytterligere utførelsesform med en vanninjeksjonsdyse anordnet i en skråstilling horisontalt i forhold til sugerørveggen,
- fig. 4A viser den grunnleggende formen av en vanninjeksjonsåpning som kan etableres med dysestrukturen på fig. 4,
- fig. 5 viser en injeksjonsdyse som kan ansees å være en modifikasjon av den på fig. 4,
- fig. 5A viser endeflaten av dysen på fig. 5,
- fig. 6 viser en videre modifikasjon fra utførelsen på fig. 5, som en mer typisk dyse med sirkulær tverrsnittsf
- fig. 7 er en skjematisk oversiktsillustrasjon i aksielt snitt som viser vesentlige deler av en reaksjonsturbin, inkludert løpehjulet og sugerøret samt et vanninjeksjonsapparat.

20

Betraktes først fig. 7 er det illustrert en konvensjonell Francis-turbin med et løpehjul 100 og et sugerør 1 med en rotasjonsakse 100a, som også er senteraksen for sugerøret 1 umiddelbart nedstrøms for løpehjulet 100. I veggen på sugerøret 1 er det skjematisk angitt et injeksjonsapparat 100 for vann som skal innføres med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner slik som omtalt ovenfor.

Fig. 1, som er et tverrsnitt som angitt ved I-I på fig. 7, illustrerer en første utførelsesform der reguleringsinnretningen for innføringen av vann omfatter et bevegelig element 6 plassert nær inntil sugerørveggen 1a. Videre omfatter injeksjonsapparatet i denne utførelse et vannfordelingskammer 4 utvendig på sugerørveggen 1a og i kommunikasjon med en sliss eller åpning 10 i veggen. Den sliss-lignende injeksjonsåpningen 10 er regulerbar ved hjelp

av det bevegelige elementet 6, som kan beveges ved
translasjon slik som illustrert med piler 10x, slik at et
kantparti 6e på dette elementet kan etablere et mindre eller
større utstrømnings-tverrsnittsareal i dysen 10. Som det vil
5 innsees vil det bevegelige elementet 6 under slik regulering
bli beveget i en retning nær parallelt med sugerørveggen 1a
ved posisjonen for dysen eller slissåpningen 10.

Som vist på fig. 1A har åpningen 10 en i det vesentlige
langstrakt form, der det forannevnte kantparti 6e på det
10 bevegelige elementet 6 vil danne en langside eller
begrensning av åpningen 10. Denne konstruksjonen vil innebære
en fordelaktig styring av den vannmengde som innføres gjennom
dyseåpningen 10 fra kammeret 4.

I utførelsen på fig. 2 er det anordnet et forholdsvis
15 stort antall sliss-lignende åpninger 20 som er jevnt fordelt
langs omkretsen av sugerørveggen 1a. Det vil forstås at selv
om en fullstendig dekning av hele omkretsen slik det er
illustrert på fig. 2, er fordelaktig, kan det være
modifikasjoner der noen partier av omkretsen ikke har slike
20 injeksjonsåpninger. Dette kan være med sikte på å sikre at
vannet har riktig vinkel i forhold til sugerørets akse når
det trer inn i sugerøret. Vannet blir tilført under trykk
gjennom en ledning 2 og fordelt rundt sugerøret ved hjelp av
en ekstern, lukket kanal 3. Således vil vanninjeksjonen finne
25 sted som indikert med det to pilene 25, gjennom alle
åpningene 20.

Det er et ytterligere, fordelaktig konstruksjonstrekk
som er felles for utførelsesformene på fig. 1 og 2: Som det
sees, divergerer åpningene 10 og 20 utad gjennom veggen 1a,
30 slik at hastigheten av det innførte vannet reduseres mens det
strømmer fra de respektive kamre 4 og 5, inn i sugerøret 1.
Under slik strømming vil det meste av energien i dette vannet
blir bibeholdt, hvilket er en fordel for den totale
virkningsgraden av turbinen.

35 Tverrsnittsdetaljen på fig. 3 viser hvordan styring av

vanninjeksjonen kan finne sted i denne utførelsesformen. Fra et ringformet kammer 5 som utgjør kanalstrukturen 3 er det dannet en åpning 20 i sugerørveggen 1a, delvis ved et bevegelig element 7 som er innrettet til å bli regulert slik det er indikert med pilene 20x, det vil si i en hovedsakelig vertikal retning. Fortrinnsvis er det bevegelige elementet 7 en del av en integrert struktur som strekker seg rundt hele omkretsen av sugerøret 1. Således kan den integrerte enhet av slike bevegelige elementer 7 innstilles i fellesskap i aksiell retning slik som indikert. Ved 7e er det vist et kantparti av det bevegelige elementet 7, som tjener til å definere åpningen 20 i en retning oppad og dermed mengden av vann som injiseres.

I utførelsen på fig. 4 er en rørformet dyse 40 arrangert med en vinkel i horisontalplanet i forhold til sugerørveggen 1a og har en rektangulær tverrsnittsform. Dette har sammenheng med en struktur av platedeler, omfattende på en (den indre) side en platedel 41 og på den andre siden en platedel 42 som er innstillbar ved translasjonsbevegelser slik at den utgjør et reguleringsselement. Platedelen 42 kan under regulering beveges utad eller innad i forhold til veggen 1a, det vil si mellom en fremre stilling der injeksjonsåpningen er nesten lukket, og en tilbaketrukket stilling som angitt ved 42', som vil resultere i et maksimalt tverrsnittsareal for utstrømning. I den sistnevnte stillingen er avstanden mellom platedelene 41 og 42 angitt ved 44. Den tilsvarende form av åpningen er illustrert på fig. 4A. Henvisningstallet 42e angir kantpartiet av platedelen 42 som virker til å definere injeksjonsåpningen sammen med den indre overflate av platedelen 41. I den viste struktur har denne funksjonen tilknytning til det faktum at platedelen 42 som et bevegelig reguleringsselement, er innrettet til å bli innstilt i retning nær parallelt med lengderetning av dysen 40.

I motsetning til utførelsen på fig. 4 er den som er illustrert på fig. 5 basert på en rørformet dyse 50 som har

en sirkulær tverrsnittsform. Her er det anordnet en bevegelig hylse 52 som samvirker med en konusformet, stasjonær innsatsdel 51. Denne er dimensjonert slik at den sammen med hylsen 52 mer eller mindre begrenser strømningsarealet ved utløpet av dysen. I den fullstendig fremre stilling som vist tjener hylsen 52 til nesten å blokkere for enhver vanninjeksjon, mens mer tilbaketrukne stillinger av hylsen 52 gradvis vil resultere i et øket strømningsareal i dysen. I en maksimalt tilbaketrukket stilling som indikert ved 52', vil en maksimal mengde vann bli injisert gjennom dysen. Med andre ord er dette bevegelige elementet i form av en hylselignende tupp 52 på den rørformede dysen 50, innrettet til å innstilles teleskopisk på dysen, og den utad divergerende innsatsdelen 51 er anordnet og utformet for samvirke med ytre endepartier 52e på hylsen eller tuppen 52.

Som det fremgår av fig. 5A vil endeflaten på dysestrukturen med sirkulært tverrsnitt på fig. 5, ha en i det vesentlige elliptisk form i betraktning av vinkelen mellom dysen 50 og sugerørveggen 1a.

På fig. 6 er det igjen en form for regulering av vannmengden som injiseres gjennom sugerørveggen 1a, basert på relativ bevegelse av et element 62 og ytre endepartier 60e på en rørformet dyse 60. Elementet 62 er her generelt stavformet og forsynt med en ytre endedel 64 for samvirke med endepartiene 60e. I likhet med dysen 50 på fig. 5 har dysen 60 på fig. 6 en sirkulær tverrsnittsform. Dyseåpningen eller endepartiene 60e vil normalt ha en elliptisk form i betraktning av den skråttliggende stilling av dysen 60 i forhold til veggen 1a. Endedelen 64 vil ha en tilsvarende form og er i tillegg divergerende utad slik at den fortrinnsvis er i stand til fullstendig å lukke dyseåpningen 60e. Dette er illustrert i en tilbaketrukket stilling som vist ved 62' på fig. 6.

På den annen side vil endedelen 64, som følge av den divergerende eller koniske formen, ha en gunstig innvirkning

for spredning av det injiserte vannet inn i et stort volum av den vertikale hoved-vannstrømningen fra løpehjulet 100 (fig. 1).

5 Det vil forstås at i mange av de beskrevne utførelsesformene kan de bevegelige reguleringselementene være eksponert for hovedvannstrømningen i sugerøret i det minste i noen av de innstilte posisjonene av de bevegelige elementene.

10 Selv om visse praktiske utførelsesformer i henhold til oppfinnelsen er blitt beskrevet og skjematisk illustrert på tegningene, kan mange modifikasjoner være mulig, så som i antallet og formen av dyser eller injeksjonsåpninger eller retningen av vanninjeksjonen, avhengig av hva som kreves i de enkelte vannturbiner av reaksjonstypen der trykkfluktuasjoner i sugerøret kan være et problem.

P a t e n t k r a v

1. Vannturbin av reaksjonstypen omfattende
 - et løpehjul (100),
 - 5 - et sugerør (1) nedstrøms for løpehjulet,
 - en injeksjonsanordning (4,10,5,20,30,40,50) for innføring av vann i sugerøret med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner i dette,
 - og en reguleringsinnretning (6,7,11,42,52) for mengden
 - 10 av vann som skal innføres,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t

reguleringsinnretningen omfatter i det minste ett bevegelig element (6,7,11,42,52,62) som er inkorporert i injeksjonsanordningen (4,10,5,20,30,40,50,60) og er plassert nær inntil

 - 15 sugerørets vegg (1a).
-
2. Turbin ifølge krav 1, der injeksjonsanordningen omfatter i det minst en sliss-lignende åpning (10,20) i sugerørveggen (1a) for den nevnte vanninnføring, og det bevegelige
 - 20 elementet (6,7) er innrettet til å bli regulert i en retning nær parallell med sugerørveggen (1a) ved posisjonen av den sliss-lignende åpningen (10,20).
-
3. Turbin ifølge krav 2, der ett kantparti (6e,7e) av det
 - 25 bevegelige elementet (6,7) danner en langside av den sliss-lignende åpningen (10,20).
-
4. Turbin ifølge krav 1, 2 eller 3, der et flertall av de sliss-lignende åpningene (20) er jevnt fordelt rundt en
 - 30 vesentlig del av omkretsen av sugerøret (1).
-
5. Turbin ifølge krav 4, der det bevegelige elementet (7) er et integrert element som er felles for det nevnte flertall sliss-lignende åpninger (20) og fortrinnsvis er innrettet til
 - 35 å reguleres i aksiell retning i forhold til sugerøret (1).

6. Turbin ifølge krav 1, der injeksjonsanordningen omfatter i det minste en rørformet dyse (40,41,42,50,60) rettet med en vinkel gjennom sugerørveggen (1a), og det bevegelige elementet (42,52,62) er innrettet til å reguleres i en retning nær parallelt med den aksielle retningen av den rørformede dysen.

7. Turbin ifølge krav 6, der den rørformede dysen (40,41,42) har en stort sett rektangulær tverrsnittsform og er forsynt med en sliss-lignende åpning (44) for vanninjeksjonen, og et kantparti (42e) på det bevegelige elementet (42) danner en langside av den sliss-lignende åpningen (44).

8. Turbin ifølge krav 6, der det bevegelige elementet dannet en hylselignende tupp (52) på den rørformede dysen (50) og er innrettet til å reguleres teleskopisk og aksielt i forhold til den rørformede dysen, og der en utad divergerende innsatsdel (51) er anordnet og formet for samvirke med ytre endepartier (52e) på den hylselignende tuppen (52).

9. Turbin ifølge krav 6, der det bevegelige elementet omfatter en aksielt forløpende stav (62) som er innstillbar i sin lengderetning i den rørformede dysen (60) og har en ytre endedel (64) som er innrettet til å samvirke med ytre endepartier (60e) av dysen (60).

10. Turbin ifølge krav 9, der endedelen (64)) har en utad divergerende form.

11. Turbin ifølge ett av kravene 1-5, der injeksjonsanordningen (4,10,5,20) omfatter i det minste en åpning (10,20) i sugerørveggen (1a) med et utad divergerende strømnings-tverrsnittsareal.

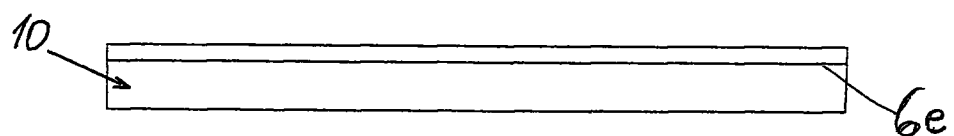
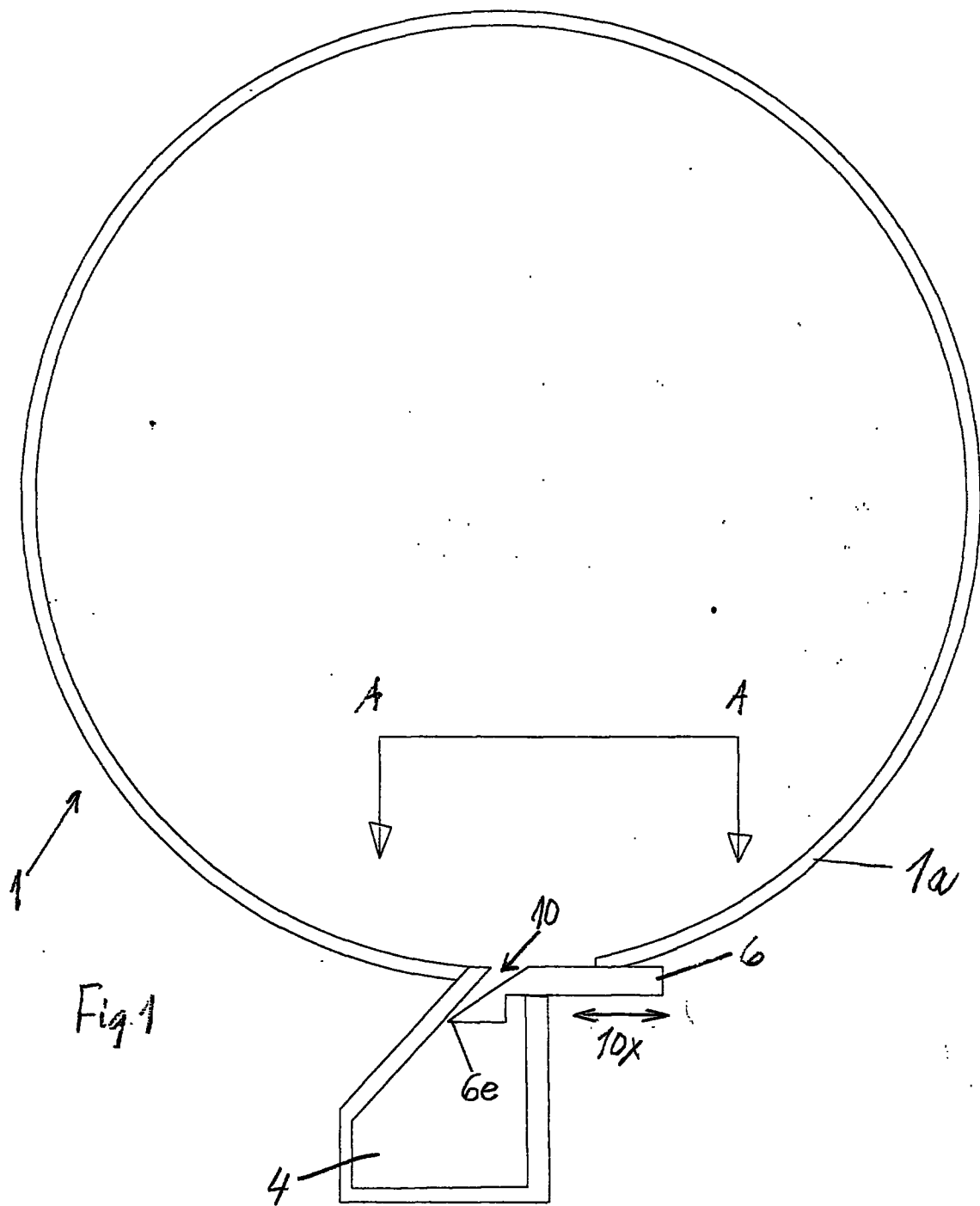


Fig 1A

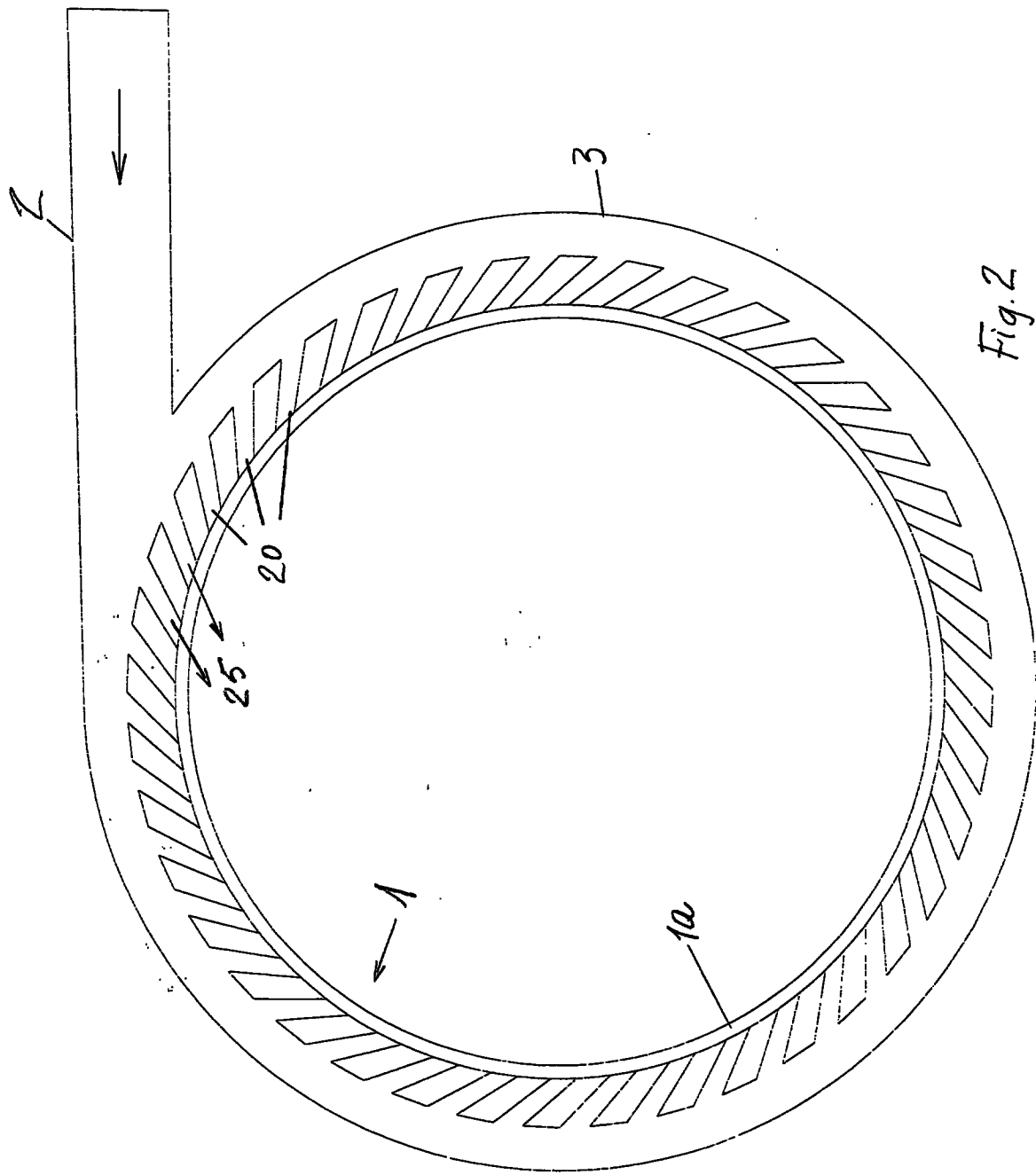


Fig. 2

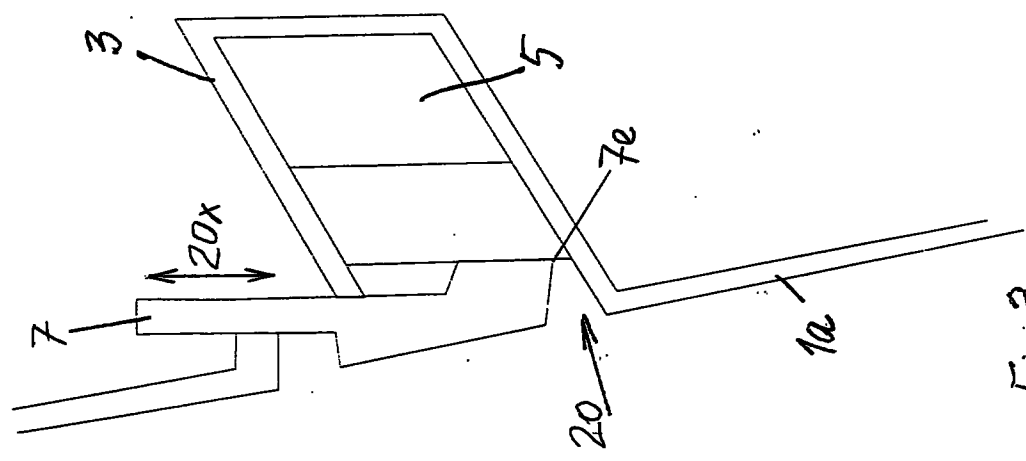


Fig. 3

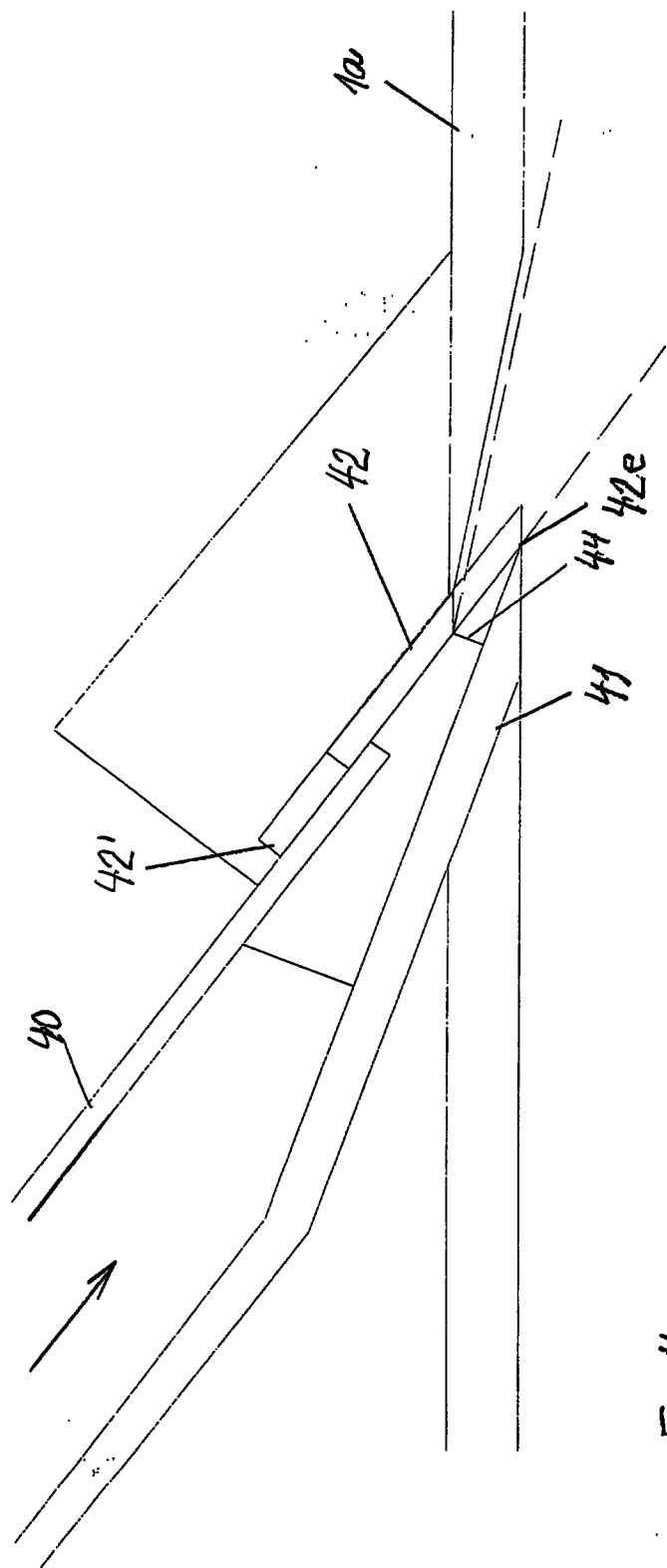


Fig. 4



Fig. 4A

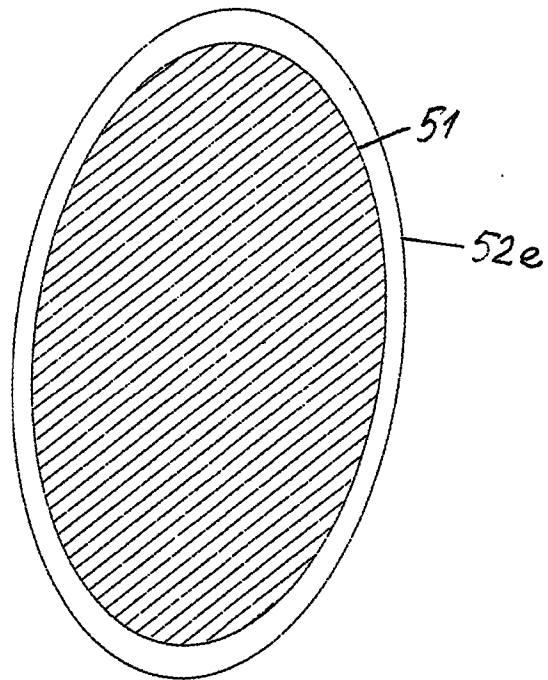
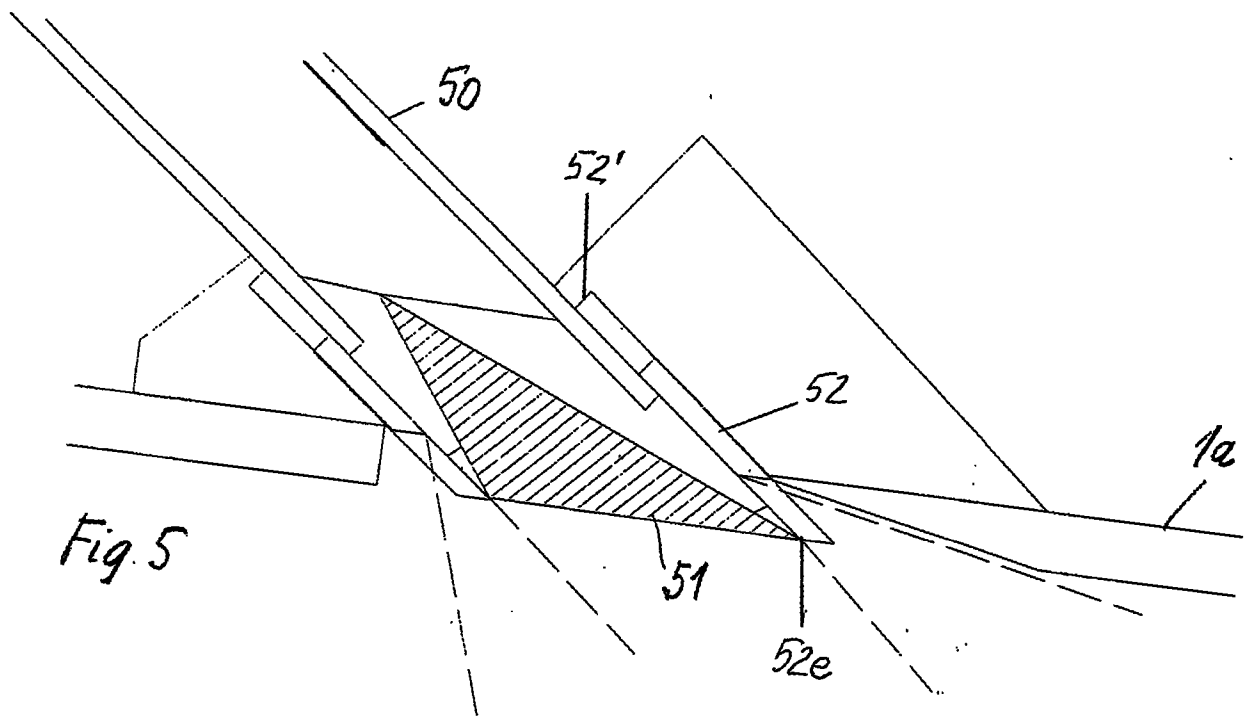


Fig. 5A

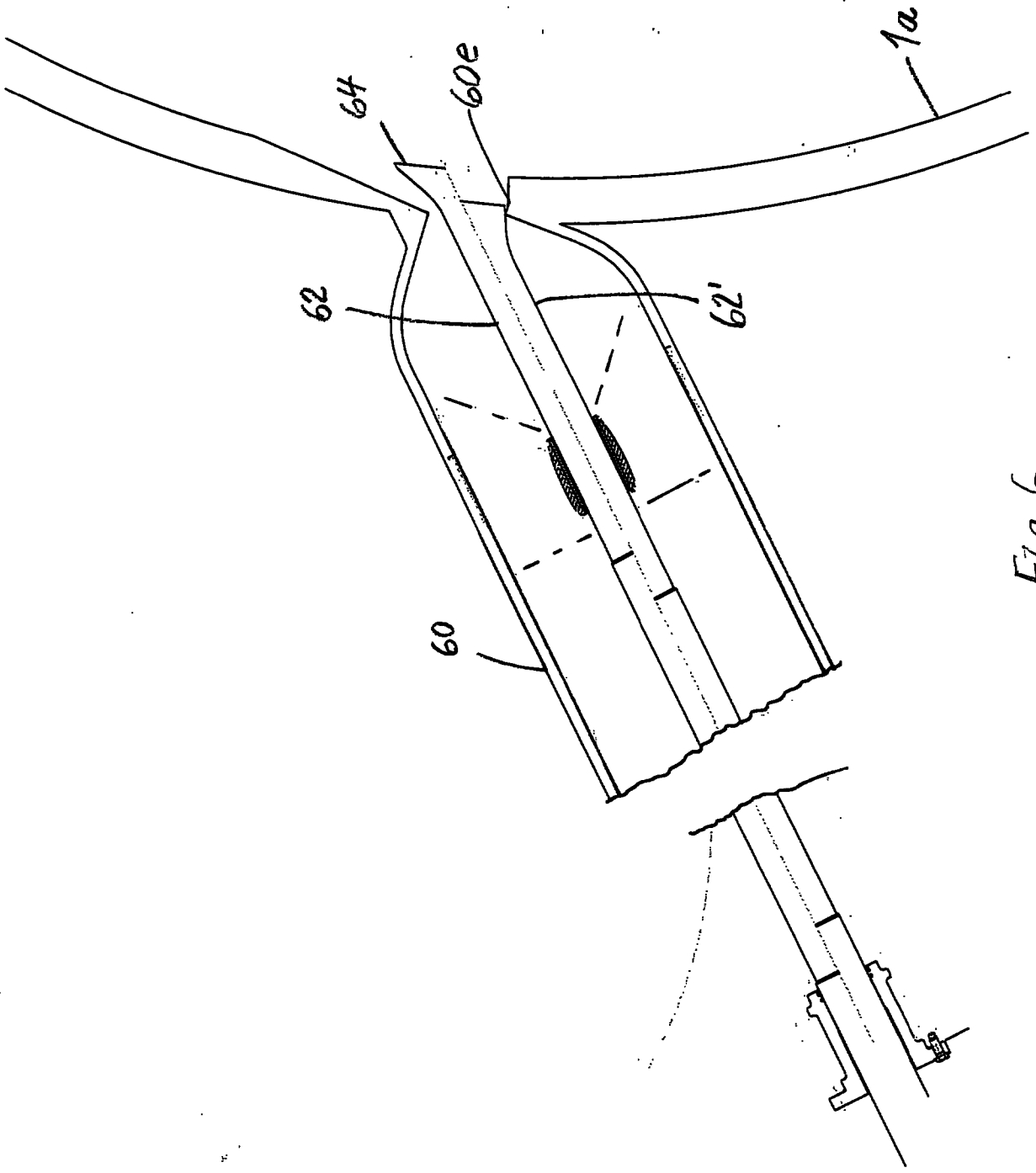


Fig. 6

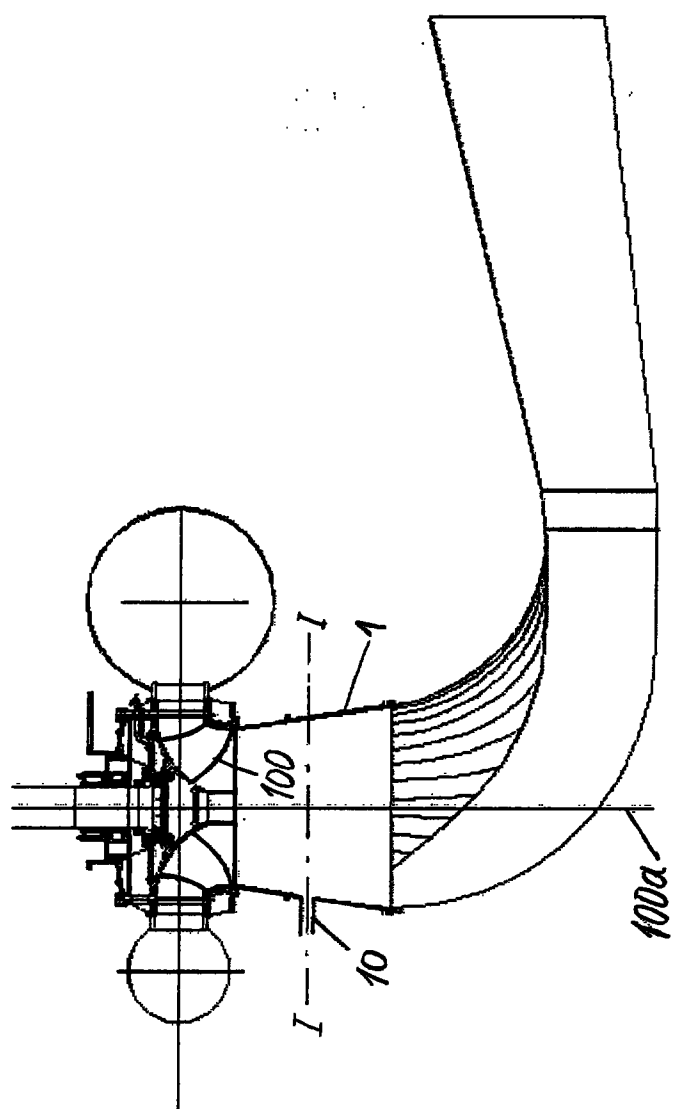


Fig. 7