



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325509**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F03B 11/00 (2006.01)

F03B 11/04 (2006.01)

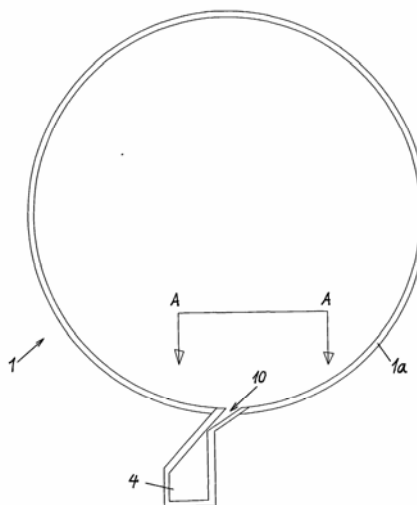
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20065276	(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 og fremgangsmåte for reduksjon av trykkfluktuasjoner
(56)	Anførte publikasjoner	EP1491765, US4515524
(57)	Sammendrag	

Vannturbin av reaksjonstypen omfattende:

- et løpehjul,
- et sugerør (1) nedstrøms for løpehjulet, og
- en injeksjonsanordning (4,10) for innføring av vann i sugerøret med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner i dette, med en eller flere åpninger (10) i sugerørveggen (1a) innrettet til i det vesentlige jevn fordeling av injisert vann i aksiell retning og/eller omkretsretningen av sugerøret (1).



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.

Videre kan nevnes JP 61178563, der også innføring av vann gjennom sugerørveggen er vist. Dette tjener imidlertid til å undertrykke avflaking eller strømningsavløsning i en turbin med lav trykkehøyde (typisk 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.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å forbedre vanninjeksjonsanordningen og -metoden 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 og en injeksjonsanordning for innføring av vann i sugerøret for å redusere trykkfluktuasjoner i dette. De nye og særegne trekk ifølge oppfinnelsen angår generelt den nevnte injeksjonsanordningen som omfatter en eller flere åpninger i sugerørveggen innrettet til å fordele injisert vann i det vesentlige jevnt i aksiell retning og/eller omkretsretningen av sugerøret.

Når det gjelder fordelingen rundt omkretsen av sugerøret kan dette være rundt hele omkretsen eller bare delvis av denne, fortrinnsvis omfattende i det minste halvparten av omkretsen. Et hovedpoeng er å sørge for en i prinsippet kontinuerlig injisering av vann over et område eller separate områder av sugerørveggen, i motsetning til de konsentrerte stråler av vann fra typiske dyser i henhold til tidligere kjent teknikk. Således vil med denne oppfinnelsen en vesentlig andel eller et vesentlig volum av hoved-vannstrømmingen som har en uønsket rotasjonskomponent, bli gunstig influert av det injiserte vannet.

Andre særegne trekk ifølge oppfinnelsen og oppnådde fordeler vil fremgå av den følgende beskrivelse.

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

Fig. 1 er en skjematisk oversiktsillustrasjon i aksielt snitt, som viser vesentlige deler av en reaksjonsturbin, inkludert løpehjulet og sugerøret samt en vanninjeksjonsanordning,

5 fig. 2 er et forenklet tverrsnitt av sugerøret på fig. 1 som indikert ved I-I, med en spaltelignende vanninjeksjonsåpning,

fig. 2A viser formen av vanninjeksjonsåpningen slik den sees i henhold til pilene A-A på fig. 2,

10 fig. 3 er et lignende tverrsnitt som fig. 2 og viser en annen utførelsesform med et antall vanninjeksjonsåpninger fordelt rundt omkretsen av sugerøret, og

fig. 3A viser et forenklet vertikalt tverrsnitt ved en av vanninjeksjonsåpningene på fig. 3.

15

På fig. 1 er det illustrert en konvensjonell Francis-turbin med et løpehjul 100 og et sugerør 1, med en rotasjonsakse 100a som også er den sentrale akse for sugerøret 1 umiddelbart nedstrøms for løpehjulet 100. I veggen på

20 sugerøret 1 er det skjematisk vist en injeksjonsåpning 10 for vann som skal innføres med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner som omtalt ovenfor. I det tilfellet som er vist på fig. 1 har åpningen 10 en utstrekning som avviker noe fra den aksielle retning 100a av sugerøret 1, hvilket er en fore-

25 trukket utførelse under visse forhold. Skråvinkelen kan være større eller mindre i forhold til aksene 100a enn det som er illustrert på fig. 1, blant annet avhengig av størrelsen av de rotasjonskomponenter som kan forventes i hovedvannstrømmingen fra løpehjulet 100.

30 Fig. 2, som er et tverrsnitt som angitt ved I-I på fig. 1, illustrerer mer i detalj en utførelse der injeksjonsanordningen omfatter et vannfordelingskammer 4 utvendig på sugerørveggen 1a og i kommunikasjon med en spalte eller åpning 10 i veggen. Den spaltelignende injeksjonsåpningen 10

35 er her vist som forløpende parallelt med sugerøraksen og har

i likhet med den på fig. 1 en i det vesentlige langstrakt form. Ifølge oppfinnelsen er det således foretrukket at den longitudinale eller aksielle dimensjon av åpningen 10 er flere ganger så stor som dennes breddedimensjon. Mer spesielt kan dette dimensjonsforholdet tilsvare opptil en eller to størrelsesordner, hvorved åpningen kan anta formen av en ganske smal, lang sliss i sugerørveggen 1a.

I utførelsen på fig. 3 er det anordnet et forholdsvis stort antall spaltelignende åpninger 20 som er jevnt fordelt langs omkretsen av sugerørveggen 1a. Det vil innses at skjønt en fullstendig dekning av hele omkretsen, slik som illustrert på fig. 3, er gunstig, kan det tenkes modifikasjoner der partier av omkretsen ikke har slike injeksjonsåpninger. Dette kan være for å sikre at vannet har den riktige vinkelen i forhold til sugerørets akse når det trer inn i sugerøret.

Det skal bemerkes at for å oppnå den kontinuerlige eller jevne fordeling av injisert vann som forklart ovenfor, er det fordelaktig å ha en total utstrekning av åpninger 20 omkring omkretsen av sugerøret 1, som er mer enn en liten brøkdel av sugerørets diameter umiddelbart nedstrøms for løpehjulet 100 (se fig. 1). Det samme foretrukne forhold gjelder med hensyn til den aksielle lengden eller utstrekningen av åpningen 10 på fig. 1 og 2/2A.

Vann tilføres under trykk gjennom en ledning 2 på fig. 3 og fordeles rundt sugerøret ved hjelp av en ekstern, lukket kanal 3. Således vil vanninjeksjonen finne sted slik som indikert med to piler 25, gjennom alle åpningene 20.

Tverrsnittsdetaljen på fig. 3A viser videre hvordan vanninjeksjonen besørges i denne utførelsen. Fra et ringformet kammer 5 som dannes av kanalstrukturen 3, har hver åpning 20 i sugerørveggen 1a et divergerende strømnings-tverrsnittsareal mot det indre av sugerøret 1. Det samme gjelder åpningen 10 på fig. 2. Denne divergerende formen bidrar til en jevn fordeling som omtalt ovenfor, da den divergerende eller koniske formen vil ha en gunstig virkning

til å spre det injiserte vannet inn i et stort volum av den vertikale hovedvannstrømning fra løpehjulet 100 (fig. 1). Videre vil denne spredningseffekten i det injiserte vannet bli oppnådd uten noe betydelig energitap.

5 I en modifikasjon av utførelsen på fig. 3 kan rekken av åpninger 20 strekke seg langs en skrå eller skrueformet linje istedenfor at alle åpningene er plassert i det samme radielle plan, slik at det fremkommer en utstrekning som nevnt ovenfor også i aksiell retning.

10 Mens det er beskrevet noen praktiske utførelsesformer ifølge oppfinnelsen med skjematisk illustrasjon på tegningene, kan mange modifikasjoner være mulig, så som i antall og form av injeksjonsåpninger eller retningen for vanninjeksjonen, avhengig av kravene ved individuelle
15 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, og
 - en injeksjonsanordning (10,20) for innføring av vann i sugerøret med sikte på å redusere trykkfluktuasjoner i dette, k a r a k t e r i s e r t v e d at injeksjonsanordningen omfatter en eller flere åpninger (10,20) i sugerørets vegg
 - 10 (1a) innrettet til å fordele injisert vann i det vesentlige jevnt i aksiell retning og/eller omkretsretningen av sugerøret (1).
2. Turbin ifølge krav 1, der nevnte ene eller flere
- 15 åpninger sammen har en total utstrekning i aksiell retning og/eller omkretsretningen av sugerøret, som er større enn en liten brøkdel av sugerørets diameter umiddelbart nedstrøms for løpehjulet.
- 20 3. Turbin ifølge krav 1 eller 2, der den nevnte utstrekning er på skrå i forhold til sugerørets akse.
4. Turbin ifølge krav 1, 2 eller 3, der i det minste en åpning (10) har en langstrakt form med en lengdedimensjon som
- 25 er flere ganger så stor som breddedimensjonen av åpningen, idet lengdedimensjonen fortrinnsvis er en eller to størrelsesordner større enn den nevnte breddedimensjon.
5. Turbin ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, der det nevnte
- 30 flertall åpninger (20) er fordelt rundt en vesentlig del av omkretsen av sugerøret (1), fortrinnsvis rundt i det minste halvparten av omkretsen.
6. Turbin ifølge et av kravene 1-5, der de(n) nevnte
- 35 åpning(er) (10,20) har et utad divergerende

strømningstverrsnittetsareal.

7. Fremgangsmåte til å redusere trykkfluktuasjoner i sugerøret nedstrøms for løpehjulet i vannturbiner av reaksjonstypen, ved injisering av vann gjennom sugerørets vegg på et nivå i avstand fra løpehjulet,
- 5 k a r a k t e r i s e r t v e d at vannet injiseres slik at det blir i det vesentlige jevnt fordelt i sugerørets aksielle retning og/eller omkretsretning.

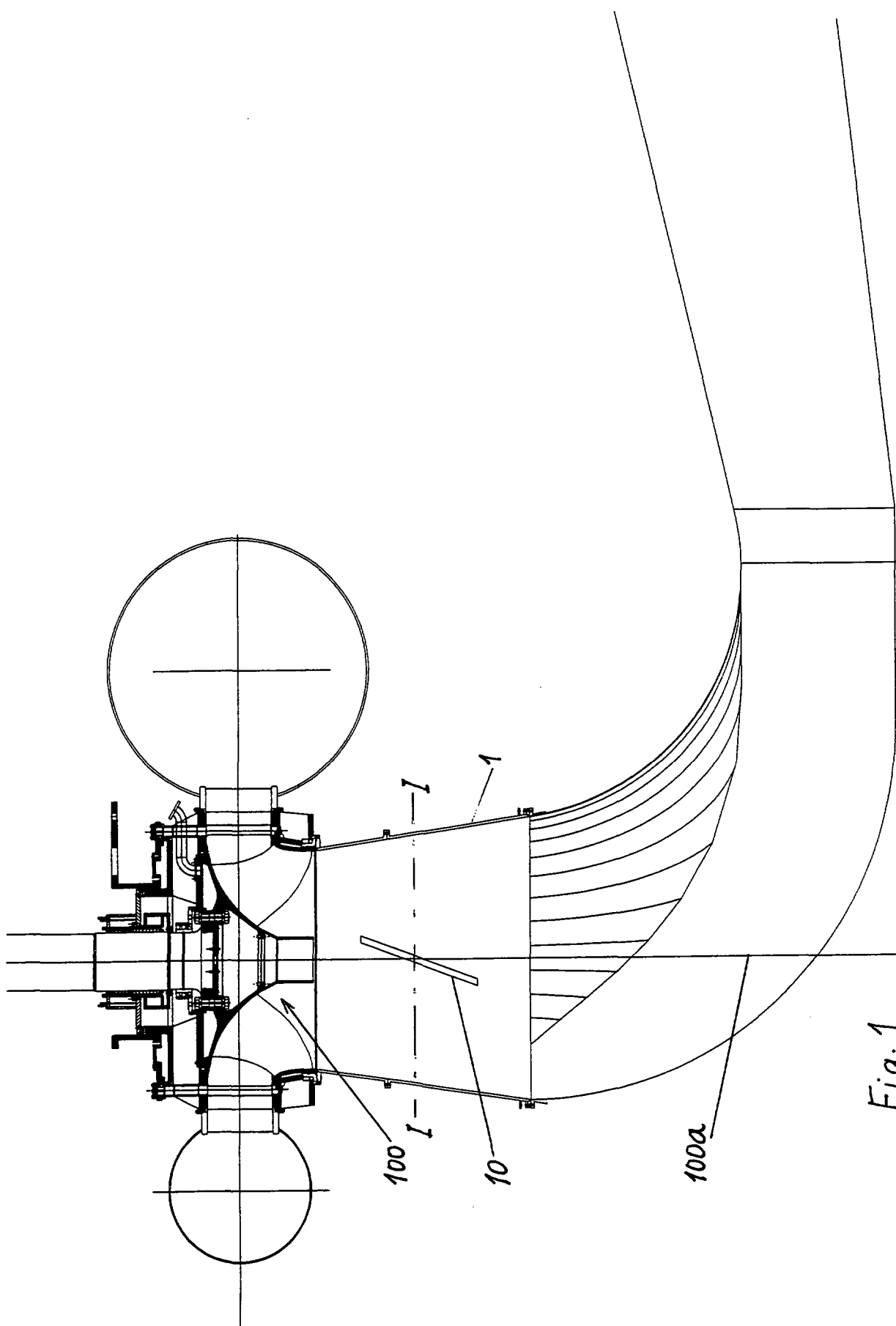


Fig. 1

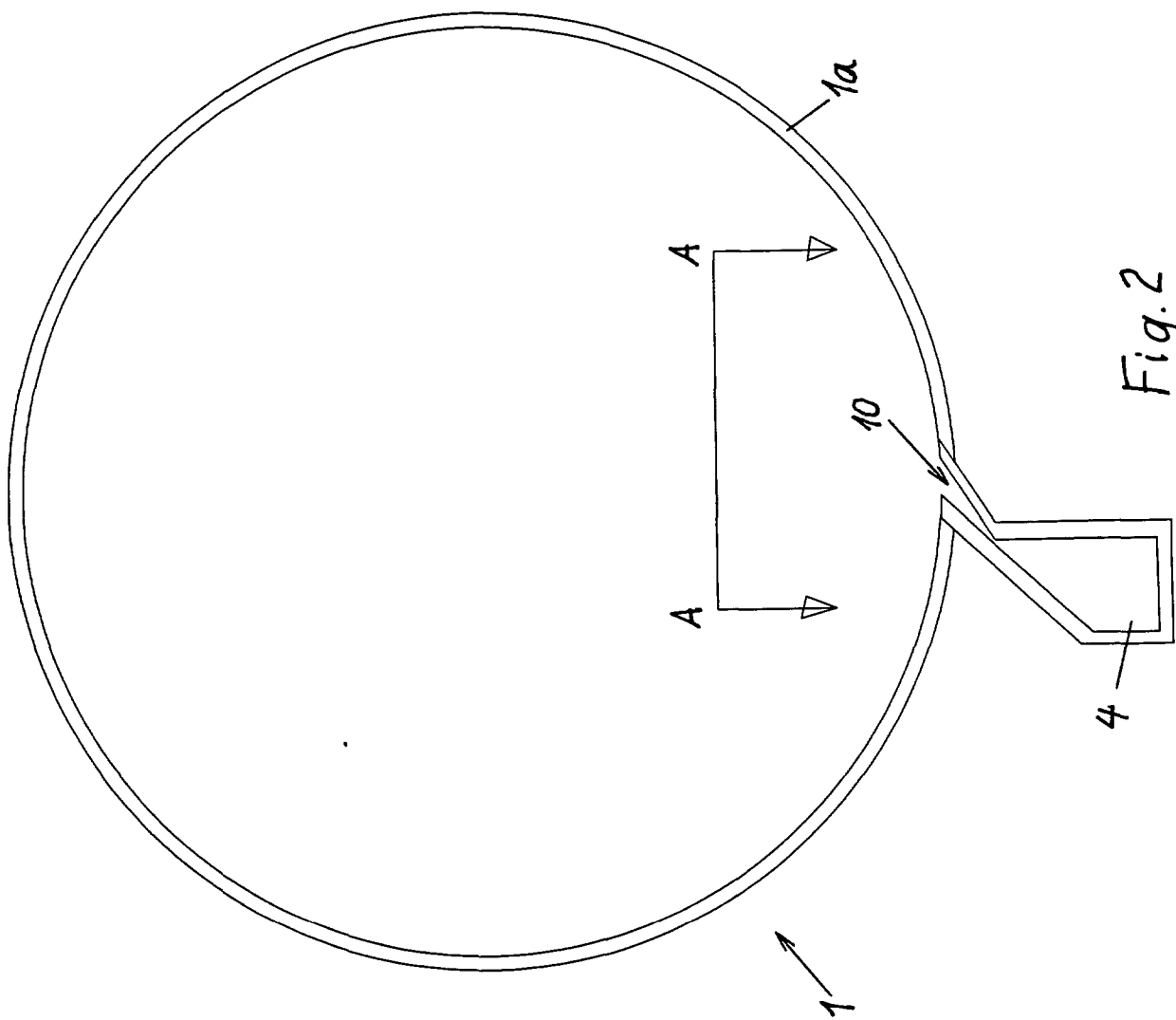
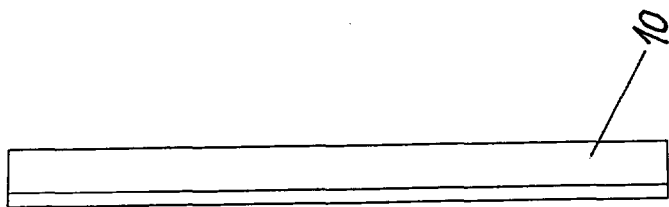


Fig. 2A



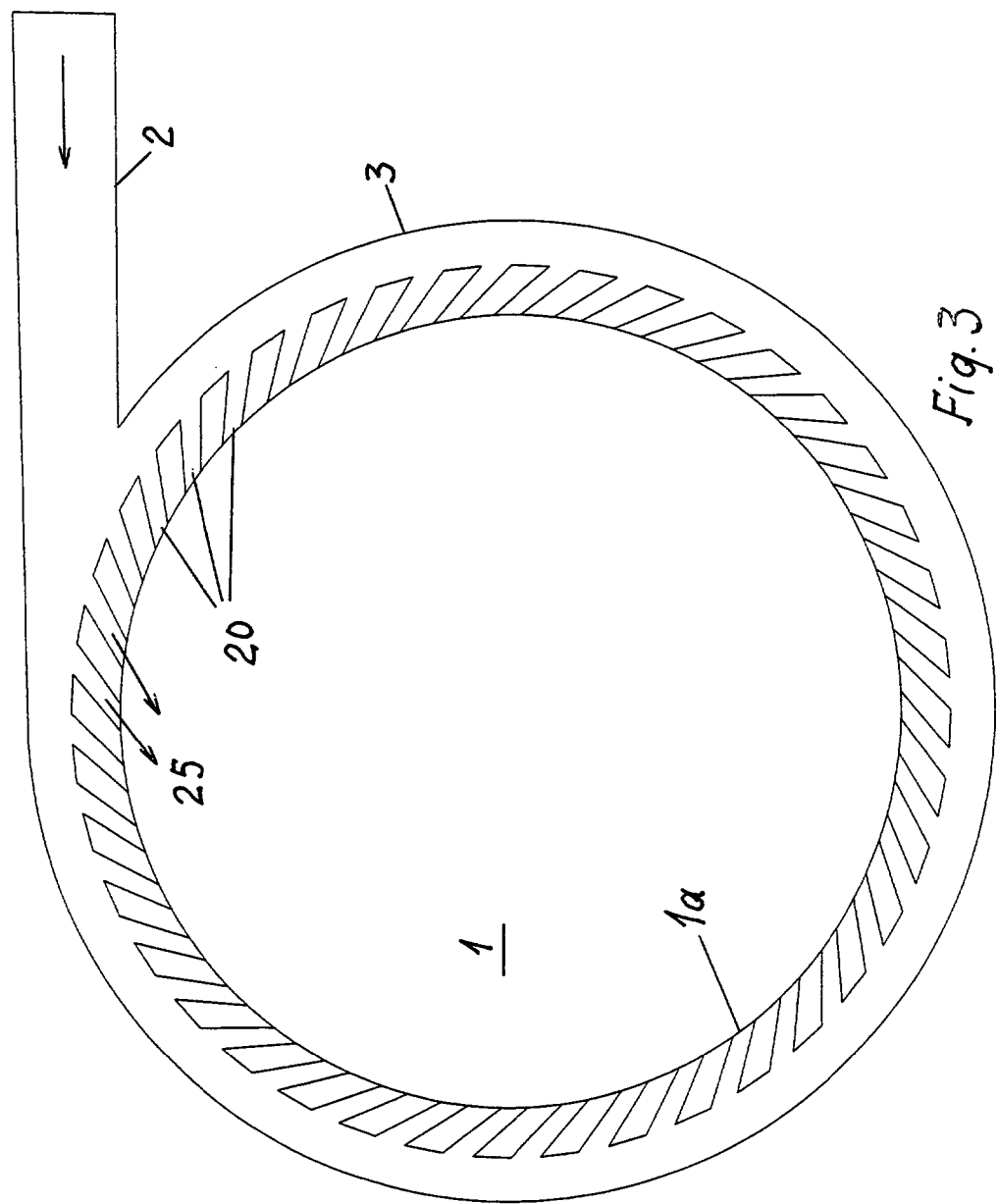


Fig. 3

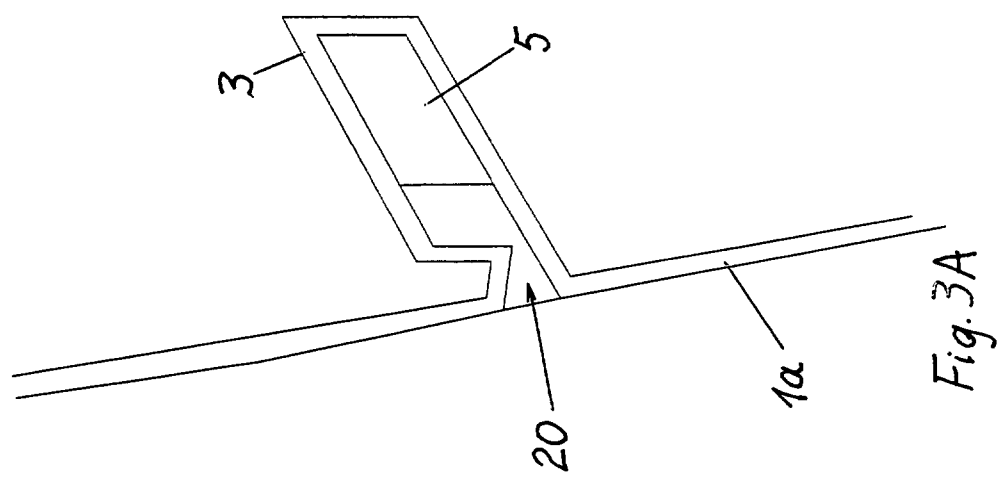


Fig. 3A