



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8602097**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Windturbinerotor met twee rotorbladen.**
- ⑤1 Int.Cl⁴: F03D 1/06.
- ⑦1 Aanvrager: Strijense Kunststof Technieken B.V. te Strijen.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8602097.
- ②2 Ingediend 18 augustus 1986.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 maart 1988.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Titel:

Windturbinerotor met twee rotorbladen.

De uitvinding heeft betrekking op een windturtinerotor met twee rotorbladen die via een op de turbinenaaf aan te brengen verbindingskonstruktie met elkaar zijn verbonden en die in dwarsdoorsnede een aerodynamisch gevormd profiel met ronde neus en scherp toelopende staart bezitten.

Bekende windturbines vertonen de nadelen, dat de bevestigingskonstruktie, waarmee de rotor op de naaf is bevestigd, stijf en voor het kunnen opnemen van buig- en torsiemomenten stevig en zwaar moet zijn uitgevoerd. Een aerodynamische sturing van de bladhoek, zodanig dat bij toenemende wind of toerental, de invalshoeken van het rotorblad kleiner worden, zal slechts met een gecompliceerde konstruktie mogelijk zijn.

Met de uitvinding wordt beoogd deze bezwaren te ondervangen en een windturbinerotor van het in de aanhef genoemde type te verschaffen, welke zodanig aan de windturbineas kan worden bevestigd, dat hij zonder dure gecompliceerde voorzieningen een torsie- en buigvrijheid heeft.

Volgens de uitvinding is de windturbinerotor hiertoe gekenmerkt doordat de verbindingskonstruktie een buig- en tordeerbare balk omvat, die aan beide einden een stijf verbindingorgaan ter verbinding met een rotorblad heeft en dat koppelmiddelen aanwezig zijn om torsie van het aan één zijde van de naaf gelegen deel van de balk over te brengen naar het deel van de balk dat zich aan de andere zijde van de naaf bevindt.

De torsievrijheid verschaft de mogelijkheid de bladen van de rotor passief en door aerodynamische momenten te sturen, d.w.z. dat bij toenemende wind of toerental de

8602097

rotorbladen zo draaien dat de invalshoek van de bladen kleiner wordt waardoor toerental en vermogen beperkt blijven tot aanvaardbare waarden. De koppelmiddelen dienen ertoe om de asymmetrische effecten van de zwaartekracht en scheve aanstroming te elimineren; de bladhoeken gaan steeds tegelijk open en hebben dezelfde waarde.

De verend opgehangen rotorbladen kunnen vrij klappen, echter grote afwijkingen, in het bijzonder in geval van starten uit stilstand in harde wind, kunnen worden voorkomen wanneer er aanslagorganen om het buigen van de balk te beperken aanwezig zijn.

Een relatief simpele uitvoering van de koppelmiddelen omvat twee stijve kokers, die zich elk uitstrekken rond een deel van genoemde balk tussen een stijf verbindingsorgaan en een aanslagschijf, waarbij de twee kokers door een hefboom zijn gekoppeld die scharnierbaar om de naafas is bevestigd.

Genoemde aanslagorganen kunnen in de rotor zijn geïntegreerd, doordat elke koker twee op enige afstand van elkaar geplaatste inwendige ringflenzen heeft, waar-tussen de omtreksrand van genoemde aanslagschijf valt.

Om de bladhoek onder het regeltoerental en winddruk constant te houden dienen de aerodynamische momenten te worden tegengewerkt door een voorspanveer. Deze zou als afzonderlijke torsieveer op de turbineas of in de vorm van staalbladen in genoemde kokers te kunnen zijn uitgevoerd. De voorkeur verdient echter dat de verende voorspanmiddelen in de buigzame balk zijn geïntegreerd.

Bekende uit hout, staal, met glasvezels versterkt kunststof of aluminium vervaardigde rotorbladen voor windturbines zijn relatief zwaar en hebben een ongunstige gewichtsbouw. In een snel draaiende windturbine leidt dit tot wisselende buigmomenten. Het gevolg is het optreden van vermoeiingsschade ten gevolge van zwaartekracht in het

rotorblad. Hoe zwaarder het rotorblad, hoe zwaarderwegender het probleem van de wisselende buigmomenten. Het relatief grote gewicht van de bestaande rotorbladen voor snel draaiende windturbines is bovendien nadelig omdat het blad 5 duur is en langzaam op gang komt, terwijl ook andere onderdelen van de turbine zwaarder moeten worden uitgevoerd. De gewichtsofbouw moet zodanig zijn, dat instabiliteit zoals flutter wordt voorkomen. Hiervoor is het vaak noodzakelijk om tipmassa toe te voegen.

10 Genoemde nadelen worden voorkomen indien het rotorblad bestaat uit de combinatie van een neusprofiel dat weerstand biedt tegen wisselende buigmomenten en een slechts een aerodynamische functie vervullende staart uit licht gewicht materiaal.

15 Het neusprofiel neemt de sterktefunctie van het rotorblad voor zijn rekening, terwijl de lichtgewichtstaart slechts een vormfunctie heeft. Het gewicht van het blad is zo laag, dat door snellere responsie op windvlagen het rendement van een windturbine aanmerkelijk kan worden 20 verhoogd en op de investeringskosten voor de onderdelen van een turbine wezenlijk kan worden bespaard.

 Het neusprofiel is een kokerprofiel dat is vervaardigd door extrusie van een aluminiumlegering of door het wikkelen of lamineren van met glasvezel versterkte kunst- 25 hars.

 De kokers aan de voorzijde kunnen zijn voorzien van een afzonderlijk rond neusstuk uit licht materiaal, echter verdient het de voorkeur dat het kokerprofiel D-vormig is, zodat de neus deel uitmaakt van een stevig neusprofiel.

30 In geval in het D-vormige profiel een ribverstijving is aangebracht die de koker in twee delen verdeelt, kunnen zware voorwerpen worden ingebracht in één van die kokers voor het uitbalanceren van het rotorblad en om de gewichtsverdeling te kunnen reguleren.

De lichtgewichtstaart kan bestaan uit met glasvezels versterkte polyester, dunne aluminiumplaten en dergelijke; de voorkeur verdient echter de toepassing van door aramideweefsel versterkte hars. De staart is zodanig aan het neusprofiel vastgelijmd, dat geen verhogingen worden gevormd.

In het algemeen is de dwarsverstijving in de staart noodzakelijk en deze kan bestaan uit op onderlinge afstand aangebrachte ribben terwijl een andere mogelijkheid is dat de staart is opgevuld met PVC-schuim.

Van belang is dat de combinatie van neusprofiel en staart glad is, waartoe een gladde laklaag is aangebracht.

De uitvinding zal nu aan de hand van de figuren, waarin een uitvoeringsvoorbeeld is weergegeven, nader worden toegelicht.

Fig. 1 toont een perspectivisch aanzicht van een deel van de rotor volgens de uitvinding, waarbij sommige delen in gedemonteerde toestand zijn getoond.

Fig. 2 toont een ander perspectivisch aanzicht van de rotor volgens fig. 1, doch nu in samengebouwde toestand.

Fig. 3 toont een perspectivisch aanzicht van een rotorblad.

De weergegeven windturbinerotor heeft twee rotorbladen 1, die met elkaar zijn verbonden door een verbindingskonstruktie 2, welke toelaat dat de bladen torderen en in klaprichting buigen.

Genoemde verbindingskonstruktie 2 omvat een buigen tordeerbare plaat 3, die aan twee einden is bevestigd aan een stijf gietstuk 4 en in het midden een verstijfd deel 5 heeft, waarin een naafopening 6 is uitgespaard.

Aan weerszijden van het verstijfde deel 5 is een schijf 7 bevestigd die een nader te beschrijven aanslagfunctie vervult. De gietstukken 4 hebben ook een holte, waarin de wortel 8 van een rotorblad kan worden geschoven

en b.v. door bouten kan worden vastgezet.

Elk gietstuk 4 omvat een schijf 9 en een aantal verdikkingen 10. Aan de schijf 9 worden de helften 11a en 11b van een kokerhelft bevestigd en wel doordat een schot 12 door middel van bouten (niet weergegeven) aan de schijf 9 wordt vastgemaakt en genoemde verdikkingen 10 in uitsparing 14 van het schot 12 vallen. De openingen in de schijf 9 en het schot 12, waardoorheen de bouten worden gevoerd, zijn met 15 aangeduid.

Om de kokerhelften 11a en 11b tot een koker 11 met elkaar te verbinden, bezitten zij flenzen 16 met boutgaten 17.

De naar het verstijfde deel 5 toegekeerde einde van elke koker 11 is aan de binnenzijde voorzien van ringflenzen 18, die enige onderlinge afstand hebben. In gemonteerde toestand van de kokers 11 bevindt elke schijf 7 zich tussen twee ringflenzen 18. Deze konstruktie laat een torsiebeweging volledig en een buigbeweging tot het aanslaan van de schijf 7 tegen een ringflens 18 toe. De konstruktie verschaft dus enige speling in axiale richting van de koker 11, hetgeen voor het kunnen buigen van de plaat 3 noodzakelijk is.

Beide kokers 11 zijn aan elkaar gekoppeld door middel van een hefboom 19 die bij elk einde sleuven heeft waardoorheen met een koker 11 verbonden scharnierpennen 20,21 steken. Deze hefboom is in het midden scharnierbaar verbonden met een as 23, waarvan de hartlijn samenvalt met de hartlijn van de rotornaaf van de windturbine die in de opening 6 is gestoken. Het zal duidelijk zijn, dat bij torsie van één van de rotorbladen 11 de bijbehorende koker 11 over een bepaalde hoek wordt gedraaid en deze draaibeweging via de hefboom 19 wordt doorgegeven aan de andere koker 11 welke daardoor over dezelfde hoek in tegengestelde richting draait en het andere rotorblad tordeert. Om bladverdraaiing onder het regeltorental te voorkomen is op de naaf tegen de hefboom 19 een aanslag aangebracht.

De uitvoering van de rotorbladen is in fig. 3 getoond. De vorm in dwarsdoorsnede is aerodynamisch.

Elk blad omvat een stevig D-vormig geëxtrudeerd neusprofiel 25 uit een hoogwaardige aluminiumlegering en een daarop vastgelijmde staart 26 uit een licht gewicht materiaal, in het bijzonder een met aramide (aromatische polyamide) weefsel versterkte epoxyhars.

De tweebladige windturbinerotor volgens de uitvinding laat torsie en buiging in klapproductie toe. Te grote buigvervormingen in klapproductie van elk rotorblad worden echter voorkomen doordat de betreffende schijf 7 aanslaat tegen een ringflens 18.

De plaat 3 is bij voorkeur een laminaat van dunne platen van metaal of kunststof. Eventueel is tussen de dunne platen een visco-elastische strook gelegd om de torsiebeweging te dempen en de plaat 3 een betere vormvastheid te geven. De torsiekoker 11 van een rotorblad neemt bij het aanslaan van schijf 7 tegen een ringflens 18 het buigend moment van het rotorblad grotendeels op waardoor de effectieve buigstijfheid vele malen (b.v. viermaal) groter wordt zonder dat de torsiestijfheid van de flexibele plaat 3 wordt veranderd.

Als gevolg van de torsievrijheid kunnen de rotorbladen passief door aerodynamische momenten worden gestuurd. Met andere woorden zullen de bladen bij een bepaald toerental een bepaalde bladhoek vertonen; bij toenemend aerodynamisch moment (groter toerental, toegenomen wind) zal de bladhoek groter en dus de z.g. invalshoek kleiner worden. De turbine regelt af. Uiteraard is daarbij van belang dat het aerodynamische moment wordt tegengewerkt door torsievering. Bij het weergegeven uitvoeringsvoorbeeld is de torsiegever geïntegreerd in de buigzame plaat 3. De mogelijkheid bestaat echter een afzonderlijk voorgespannen torsiegever toe te passen, b.v. in de vorm van een om de naaf gewikkelde torsiegever of in de vorm van staalbladen in een koker.

Door de spanning van de torsieveen regelbaar uit te voeren, kan het regeltoerental worden ingesteld.

5 De koppeling van beide kokers 11 door middel van de scharnierhefboom 19 leidt ertoe, dat nadelige effecten van scheve aanstroming en zwaartekracht, in het bijzonder vermoeiingsbelastingen worden gecompenseerd. Het moment wordt via torsiekokers 11 en de hefboom 19 van het ene rotorblad aan het andere rotorblad doorgegeven.

10 Het lage gewicht van de rotorbladen leidt tot een snelle responsie bij windvlagen, een verbetering van het rendement van de turbine en een relatief goedkopere konstruktie.

15 Door middel van het tipgewicht 31 kunnen stabiliteit, rotorbladbelasting en regeleigenschappen gunstig worden beïnvloed.

20 Binnen het kader van de uitvinding zijn verschillende wijzigingen van de weergegeven rotor mogelijk. De uit schijf 7 en ringflenzen 18 bestaande verbinding tussen koker 11 en plaat 3 zou door elke pen-sleufverbinding-konstruktie kunnen worden vervangen; de konstruktie moet torsie en een relatief kleine axiale beweging, nodig voor buiging, toe kunnen laten.

C O N C L U S I E S

1. Windturbinerotor met twee rotorbladen die via een op de turbinenaaf aan te brengen verbindingskonstructie met elkaar zijn verbonden en die in dwarsdoorsnede een aerodynamisch gevormd profiel met een ronde neus en
5 scherp toelopende staart bezitten, m e t h e t k e n -
m e r k , dat de verbindingskonstructie (2) een buig- en
tordeerbare balk (3) omvat, die aan beide einden een
stijf verbindingsorgaan (4) ter verbinding met een rotor-
blad (1) heeft, en dat koppelmiddelen (11,19) aanwezig
10 zijn om torsie van het aan één zijde van de naaf gelegen
deel van de balk over te brengen naar het deel van de
balk dat zich aan de andere zijde van de naaf bevindt.

2. Windturbinerotor volgens conclusie 1, g e k e n -
m e r k t door aanslagorgaan (7, 11, 18) om het buigen
15 van de balk (3) te beperken.

3. Windturbinerotor volgens conclusie 1 of 2, m e t
h e t k e n m e r k , dat genoemde koppelmiddelen twee
stijve kokers (11) omvatten, die zich elk uitstrekken rond
een deel van genoemde balk (3) tussen een stijf ver-
20 bindingsorgaan (4) en een aanslagschijf (7), waarbij de
twee kokers (11) door een hefboom (19) zijn gekoppeld die
scharnierbaar om de naafas is bevestigd.

4. Windturbinerotor volgens conclusie 3, m e t
h e t k e n m e r k , dat elke koker (11) twee op enige
25 afstand van elkaar geplaatste inwendige ringflenzen (18)
heeft, waartussen de omtreksrand van een aanslagschijf
(7) valt.

5. Windturbinerotor volgens één van de voorgaande
conclusies, m e t h e t k e n m e r k , dat verende voor-
30 spanmiddelen de aerodynamische opgewekte torsiemomenten
tegenwerken.

6. Windturbinerotor volgens conclusie 5, m e t h e t k e n m e r k , dat de voorspanmiddelen in de buigzame balk (3) zijn geïntegreerd.

5 7. Windturbinerotor volgens één van de voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k , dat elk rotorblad bestaat uit een neusprofiel (25) dat weerstand biedt tegen wisselende buigmomenten, en een slechts een aerodynamische functie vervullende staart (26) uit licht gewicht materiaal.

10 8. Rotorblad volgens conclusie 7, m e t h e t k e n m e r k , dat het neusprofiel (25) een kokerprofiel is, dat is vervaardigd door extrusie van een aluminiumlegering of het wikkelen of lamineren van met glasvezel versterkte kunsthars.

15 9. Windturbinerotor volgens conclusie 8, m e t h e t k e n m e r k , dat het kokerprofiel (25) D-vormig is.

20 10. Windturbinerotor volgens conclusie 9, m e t h e t k e n m e r k , dat in het D-vormige profiel (25) een ribverstijving (27) is aangebracht die de koker in twee delen (28, 29) verdeelt.

11. Windturbinerotor volgens één van de conclusies 7-10, m e t h e t k e n m e r k , dat de staart (26) bestaat uit door aramideweefsel versterkte hars.

25 12. Windturbinerotor volgens één van de conclusies 7-10, m e t h e t k e n m e r k , dat het voorste deel van de neus uit door aramideweefsel versterkte hars bestaat.

30 13. Windturbinerotor volgens één van de voorgaande conclusies 7-12, m e t h e t k e n m e r k , dat in de staart een dwarsverstijving (30) is aangebracht.

14. Windturbinerotor volgens conclusie 13, m e t h e t k e n m e r k , dat de dwarsverstijving bestaat uit een op onderlinge afstand aangebrachte ribbe (30).

15. Windturbinerotor volgens conclusie 13, m e t
h e t k e n m e r k , dat de staart is gevuld met
PVC-schuim.

5 16. Windturbinerotor volgens één van de ocnclusies
7-15, m e t h e t k e n m e r k , dat de combinatie
van neusprofiel en staart is voorzien van een gladde
laklaag.

Fig-1

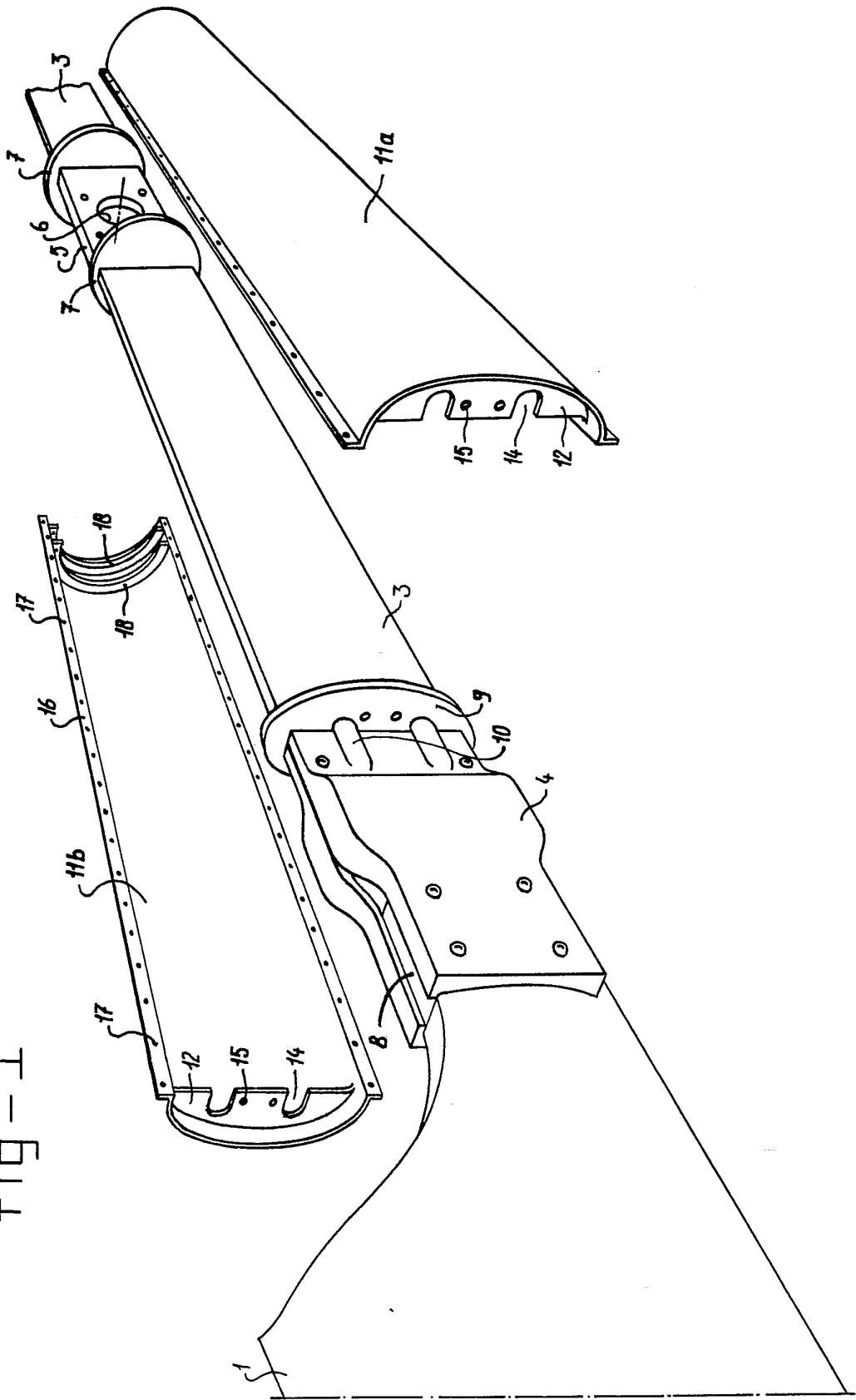


fig-2

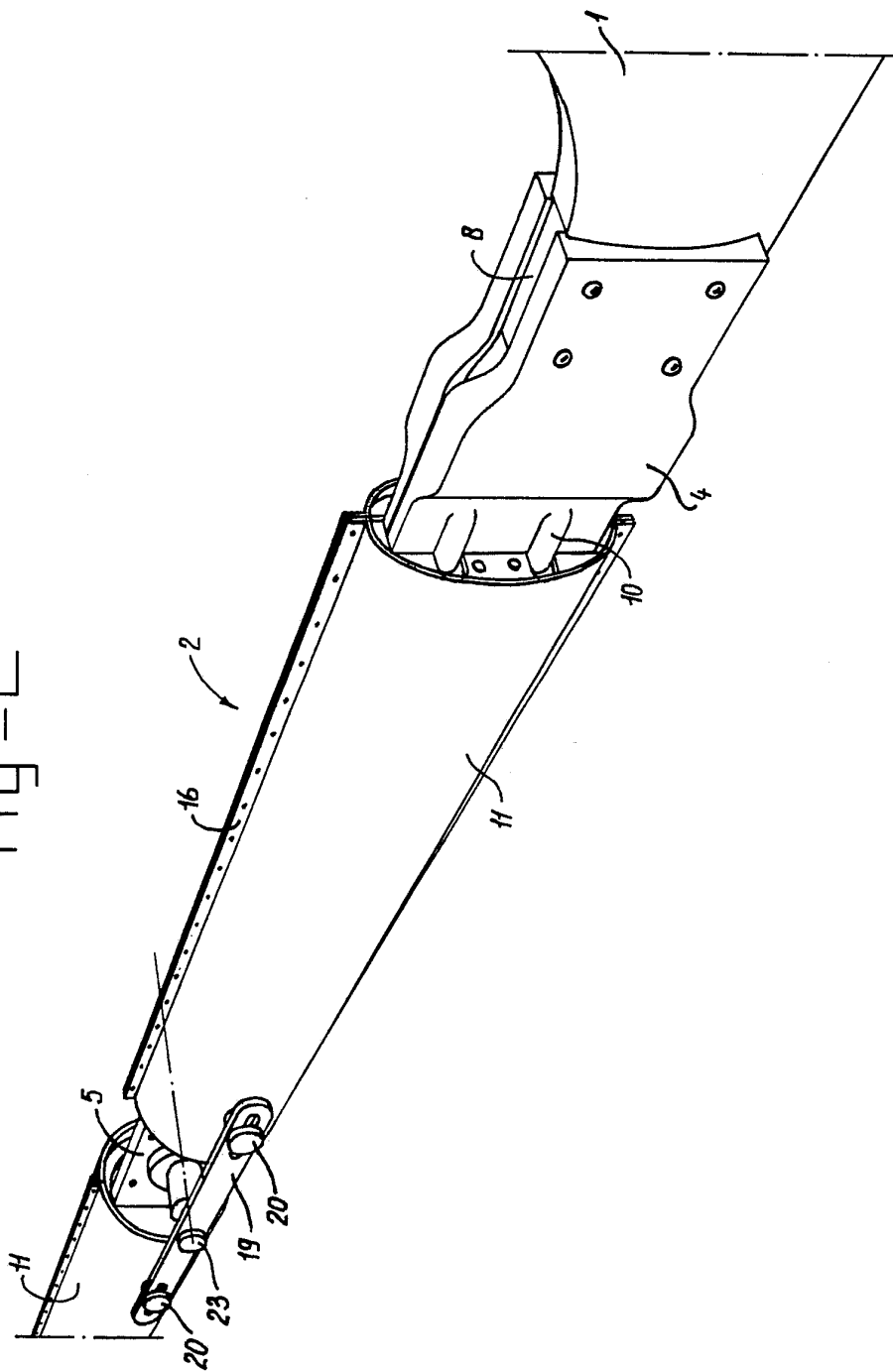
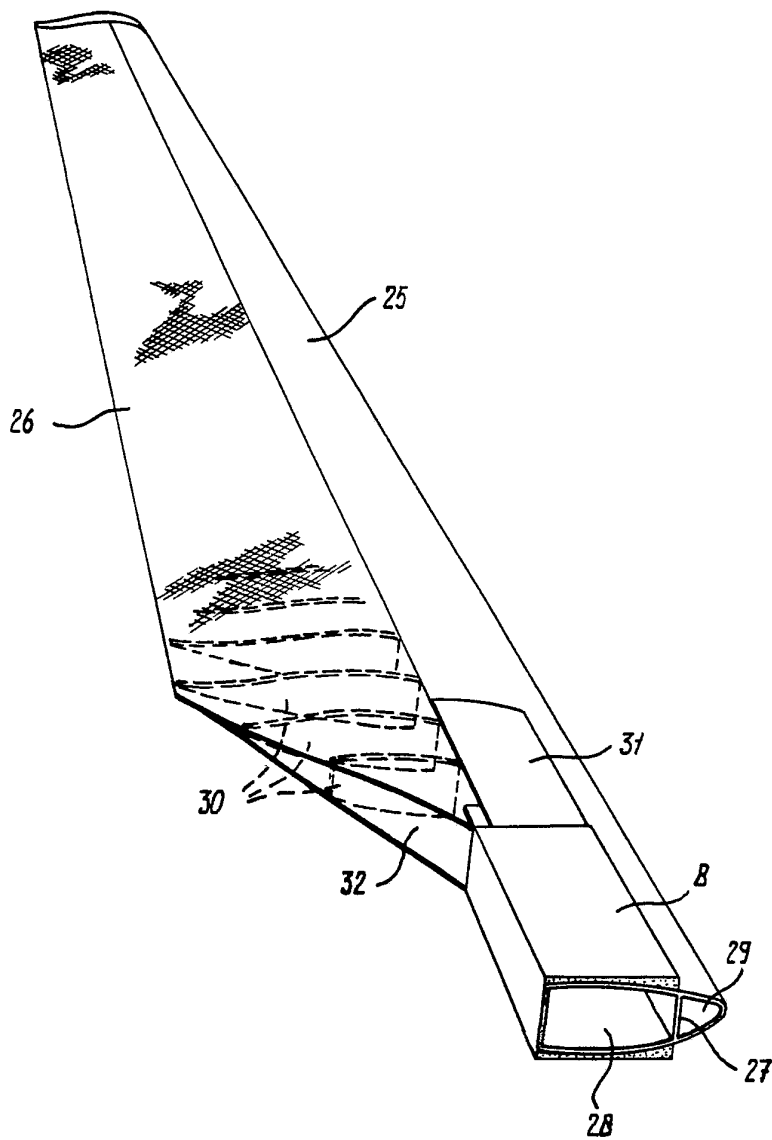


fig-3



8602097