

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 3875751 T3**



(12)

Oversættelse af europæisk patentskrift

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **F 03 D 1/06 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2024-08-05**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2024-05-01**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **20160359.4**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2020-03-02**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2021-09-08**
- (84) Designerede stater: **AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Nordex Energy SE & Co. KG, Langenhorner Chaussee 600, 22419 Hamburg, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Ohlerich, Nick, Beim Hornschen Hof 6, 18055 Rostock, Tyskland**
Doosttalab, Mehdi, Kohfurth Str. 38C, 22850 Norderstedt, Tyskland
Rautmann, Christof, Jütlandring 45, 22419 Hamburg, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **AWA Denmark A/S, Strandgade 56, 1401 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **ROTORBLAD TIL ET VINDENERGIANLÆG OG ROTORBLADSSPIDS**
- (56) Fremdragne publikationer:
US-A1- 2017 335 830
US-A1- 2011 103 963

BESKRIVELSE

Opfindelsen angår et rotorblad til et vindenergianlæg, hvilket omfatter et rotorbladshovedlegeme og en rotorbladsspids. Opfindelsen angår også en sådan rotorbladsspids.

- 5 Nuværende tendenser i vindenergisektoren fører til stadig længere rotorblade, for eksempel over 80 meter lange rotorblade. Rotorbladene er lavet af fiberkompositmaterialer og er hule på indersiden. Der er tilsvarende store mængder luft inde i disse hulrum. Vandet, som er bundet i luften, kan kondensere på indersiden af rotorbladene under visse forhold, som for eksempel temperaturændringer, hvilket fører
- 10 til, at der ophobes vand i rotorbladet. Dette vand skal kunne strømme ud af rotorbladet for at forhindre følgeskader. Et problem opstår for eksempel under lynnedslag, hvor den kortvarige høje strøm kan føre til pludselig fordampning af det kondenserede vand inde i rotorbladet. Det damptryk, der opbygges ved fordampningen, kan forårsage mekaniske skader inde i rotorbladet.
- 15 Når rotorbladet roterer under vindenergianlæggets drift, samles vandet typisk i området omkring bladsspidsen på grund af centrifugalkraften. En mulig løsning til at dræne vandet i området omkring bladsspidsen er en drænboring, som typisk bores i en vinkel i forhold til stigningsaksen. Hullet strækker sig gennem laminatet og/eller gennem en metallisk bladspidsreceptor til rotorbladets endekant. Rotorbladet har kun en lille profiltykkelse i
- 20 området omkring bladspidsen. Dette begrænser diameteren på drænboringen, hvilket har den ulempe, at snavs, for eksempel produktionsrester og klæberester, kan samle sig i bladorrådet foran boringen og tilstoppe den relative lille boring, så vandet ikke kan dræne på en pålidelig måde. Afhængigt af temperatur og lufttryk kan der desuden opbygges et undertryk i bladet, som gør det vanskeligt at åbne adgangslågerne ved
- 25 bladets rod eller endda beskadiger dem.

US20110103963A1 angår en fremgangsmåde til fremstilling af et rotorblad til et vindenergianlæg, som omfatter en drænboring i området ved rotorbladsspidsen, et rotorblad til et vindenergianlæg med en drænboring i området ved rotorbladsspidsen, et vindenergianlæg med et tilsvarende rotorblad og brugen af et overfladeelement i et

30 rotorblad til et vindenergianlæg, hvilket rotorblad omfatter en drænboring i området af rotorbladsspidsen.

US2017/0335830A1 angår en lynreceptor til et rotorblad af et vindenergianlæg, hvor lynreceptoren fremstilles i ét stykke i en støbeproces.

En opgave, der ligger til grund for opfindelsen, er at tilvejebringe et koncept for et

35 rotorblad, som bidrager til en særlig effektiv dræning af vand fra et rotorblad.

Et rotorblad til et vindenergianlæg er beskrevet. Rotorbladet omfatter et rotorbladshovedlegeme, som begrænser et rotorbladshulrum. Rotorbladshovedlegemet består for eksempel af to halvskaaller af fiberkompositmateriale, som er fast forbundet med hinanden langs forkanten og endekanten. Rotorbladet omfatter en rotorbladsspids,

40 som er fast forbundet med rotorbladshovedlegemet. Rotorbladshovedlegemet og

rotorbladsspidsen kan være fremstillet i ét stykke, for eksempel af et fiberkompositmateriale. Alternativt kan rotorbladshovedlegemet være fremstillet af et fiberkompositmateriale, og rotorbladsspidsen kan være fremstillet af et strømledende materiale, for eksempel metal, og rotorbladshovedlegemet er fast forbundet med rotorbladsspidsen ved hjælp af en klæbende forbindelse. Rotorbladsspidsen omfatter en drænboring, som er flydende koblet til rotorbladshulrummet. Drænboringen er åbnet til en sugesideoverflade, således at væske, især vand, kan drænes ud af rotorbladshulrummet på sugesideoverflade af rotorbladsspidsen ved hjælp af drænboringen. Boringsmidteraksen af drænboringen er skråtstillet i forhold til en stigningsakse af rotorbladet på en sådan måde, at boringsmidteraksen løber fra retningen af en tryksideoverflade mod sugesideoverfladen af rotorbladsspidsen. Boringsmidteraksen af drænboringen løber yderligere i en bestemt vinkel i forhold til stigningsaksen af rotorbladet i retningen af en spidssideende af rotorbladsspidsen. Ved en drænboring i opfindelsens forstand forstås både en lige boring og en kanal, der er fremstillet ved en anden fremstillingsproces, og som kan have et lige eller let buet forløb.

I det beskrevne rotorblad forbinder drænboringen rotorbladshulrummet flydende med sugesideoverfladen på rotorbladsskallen således at kondenseret vand fra rotorbladshulrummet kan drænes direkte til ydersiden via bladsspidsen. En indløbsåbning af drænboringen vender mod rotorbladshulrummet, mens en udløbsåbning af drænboringen er anbragt ved sugesiden (sugesideoverfladen) af rotorbladsspidsen. Med andre ord er drænboringen åbent mod rotorbladshulrummet på den ene side og mod sugesiden på den anden side. Drænboringen er f.eks. en enkel, retlinet boring.

Den beskrevne drænboring muliggør en særlig effektiv dræning af vand fra rotorbladet. Især gør placeringen og udløbet på sugesiden det muligt at aktivt suge luft ud af bladets inderside i området med undertryk under drift af rotorbladet. Dette bidrager væsentligt til forbedret afvanding af rotorbladet. Desuden påvirkes bladsspidsens aerodynamiske profil ikke eller kun i ubetydelig grad negativt. Det hjælper også med at undgå omkostningsulempen på grund af følgeskader forårsaget af vandindtrængning inde i bladet. Desuden kan boringen laves med en større diameter, da det strækker sig gennem et område af profiltværsnittet, hvor det er tilstrækkeligt tykt. Tilstopning af boringen kan dermed reduceres eller endda forhindres. Som følge heraf kan der opnås omkostningsbesparelser ved at undgå servicearbejde (fri boring).

På grund af udformningen som en enkel, lige boring er det ikke nødvendigt med yderligere (tappe)boringer, så vandet kan ledes væk i en lige linje. Dette bidrager til forenklet eller reduceret servicearbejde, da drænboringen nemt kan bores fri. Dermed undgås et vinklet forløb af drænboringen eller en drænkanaal op til udløbet fra bladsspidsen, hvilket ville øge boringens eller kanalens tendens til tilstopning eller behovet for service.

Rotorbladsspidsen er fortrinsvis en separat del af rotorbladet. Rotorbladsspidsen er f.eks. udformet til at være ledende. Rotorbladsspidsen er f.eks. lavet af aluminium, men man kan også forestille sig flerkomponentstrukturer lavet af metal, fibermateriale og ikke-

strømledende materialer. Rotorbladsspidsen er eventuelt udformet som en lynbeskyttelsesanordning, f.eks. en såkaldt receptor. Rotorbladsspidsen er typisk forbundet med rotorbladets suge- og trykside under fremstillingsprocessen af rotorbladet, især limet eller lamineret mellem de to bladskaller.

- 5 Ifølge opfindelsen er en boringsmidterakse af drænboringen skrånstillet i forhold til en stigningsakse af rotorbladet på en sådan måde, at boringsmidteraksen løber fra retningen af en tryksideoverflade mod sugesideoverfladen af rotorbladsspidsen. Med andre ord skrårer boringsmidteraksen i forhold til et hovedudvidelsesplan eller et midterplan for rotorbladsspidsen. Dette er også med til at sikre, at vand kan drænes særligt effektivt.
- 10 Ifølge opfindelsen løber boringsmidteraksen af drænboringen i en bestemt vinkel i forhold til stigningsaksen af rotorbladet i retningen af en spidssideende af rotorbladsspidsen. Rotorbladets stigningsakse er den akse, som rotorbladet kan drejes omkring. Dette indstiller en indfaldsvinkel for rotorbladet under drift. Især løber boringsmidteraksen og dermed drænboringen ikke parallelt med stigningsaksen.
- 15 Drænboringen strækker sig i retning af profilendekanten, dvs. boringsmidteraksen peger i retning af profilendekanten. Justeringen af boringsmidteraksen forhindrer lodret overløb af drænboringen og dermed aeroakustisk resonans. Dette bidrager også til en omkostningsfordel.

- Den forudbestemte vinkel er i et interval på 1° til 45° , fortrinsvis 1° til 15° . Det optimerer de fordele og funktioner, der er nævnt ovenfor.
- 20

- Ifølge én udførelsesform er drænboringen udformet således, at den kun er tilgængelig fra sugesiden. Dette har fordelen at profilendekanten af rotorbladsspidsen (bagkant), har et lukket, kontinuerligt forløb modsat løsningerne fra den kendte teknik. Dette muliggør en særlig effektiv aerodynamisk profil ved rotorbladsspidsen og bidrager væsentligt i positiv
- 25 forstand til de aerodynamiske egenskaber af rotorbladsspidsen og dermed af rotorbladet, hvorved især de akustiske egenskaber optimeres. Især kan bladsspidsbagkanten gøres særlig tynd. Vindenergianlægget kan også drives i en særlig kraftig tilstand med et sådant rotorblad.

- Ifølge én udførelsesform er drænboringen frit tilgængelig udefra i en lige forlængelse af sin boringsmidterakse. Som nævnt ovenfor gør dette det lettere at udføre
- 30 vedligeholdelsesarbejde på boringen. Især en boring, der er blevet tilstoppet af snavs, kan nemt bores fri igen. Boringen er derfor direkte tilgængelig udefra til vedligeholdelsesarbejde.

- Ifølge én udførelsesform omfatter sugesideoverfladen af rotorbladsspidsen en fordybning ved en udløbsåbning af drænboringen. Dette bidrager igen til forbedret tilgængelighed af boringen udefra. Fordybningen er også med til at sikre særligt gode aerodynamiske og
- 35 aeroakustiske egenskaber af rotorbladsspidsen. Fordybningen er f.eks. en kanal eller et trug i bladsspidsen, der strækker sig i forlængelse af boringen. Generelt set løber drænboringen i et område af bladet med tilstrækkelig profiltykkelse og munder ud i

fordybningen på sugesiden. Der er stadig en "restprofiltykkelse" i dette område af fordybningen, så tryksiden forbliver lukket.

- 5 Ifølge én udførelsesform er fordybningen udformet således, at drænboringen er frit tilgængelig udefra i en lige forlængelse af boringsmidteraksen af drænboringen, dvs. at når boringen kommer ud på ydersiden, ender den i en flad, plan overflade. Det forenkler produktionen og vedligeholdelsen, da det f.eks. er nemmere at placere et bor.

- 10 Ifølge én udførelsesform er fordybningen udformet således, at sugesideoverfladen omfatter i det væsentlige en kontinuerlig kontur i en retning vinkelret til boringsmidteraksen. Med andre ord er fordybningen langs boringsmidteraksen fri for kanter og/eller trin, f.eks. er den afrundet. Med andre ord har fordybningen ingen kanter på tværs af rotorbladets luftstrøm under drift. Dette bidrager især til et optimalt strømningsmønster, hvorved de aerodynamiske og aeroakustiske egenskaber optimeres.

Ifølge én udførelsesform er et tværmål af drænboringen mellem 1 mm og 20 mm, især 8 mm, 9 mm eller 10 mm.

- 15 Ifølge én udførelsesform er rotorbladsspidsen forsynet med en afskærmning. Afskærmningen er monteret i området af fordybningen (udsparring) og er gennemtrængelig for vand. Afskærmningen har en kontur på ydersiden, der er tilpasset rotorbladets overflade, hvilket gør det muligt at optimere luftstrømmen yderligere på den ydre kontur.

- 20 I henhold til et yderligere aspekt beskrives en rotorbladsspids til et rotorblad af et vindenergianlæg. Rotorbladsspidsen er udformet til at være fast forbundet med et rotorbladshovedlegeme af rotorbladet. Rotorbladsspidsen omfatter en drænboring, som kan kobles flyende til rotorbladshulrummet og er åbnet til en sugesideoverflade af rotorbladsspidsen, således at drænboringens væske kan drænes ud af rotorbladshulrummet på sugesideoverfladen af rotorbladsspidsen. En boringsmidterakse af drænboring er
25 skråtstillet i forhold til en stigningsakse af rotorbladet på en sådan måde, at boringsmidteraksen løber fra retningen af en tryksideoverflade mod sugesideoverfladen af rotorbladsspidsen. Boringsmidteraksen af drænboringen løber i en bestemt vinkel i forhold til stigningsaksen af rotorbladet i retningen af en spidssideende af
30 rotorbladsspidsen.

Rotorbladsspidsen muliggør de ovennævnte fordele og funktioner. De yderligere udviklinger, der er beskrevet ovenfor, gælder analogt for rotorbladsspidsen.

- Yderligere fordele, funktioner og videreudviklinger er vist i det følgende udførelseseksempel, som forklares i forbindelse med figurerne. Elementer, der er
35 identiske, ligner hinanden eller har samme virkning, er mærket med de samme henvisningstegn i figurerne. For overskuelighedens skyld er ikke alle de elementer, der er beskrevet i alle figurerne, mærket med de tilsvarende henvisningstegn.

Det viser figurerne:

Figur 1 er en skematisk fremstilling af et vindenergianlæg,

Figur 2 er en skematisk, perspektivisk fremstilling af et rotorblad og

Figur 3 til 5 er forskellige visninger af en rotorbladspids af et rotorblad i henhold til et udførelseseksempel af opfindelsen.

Figur 1 viser en skematisk fremstilling af et vindenergianlæg 100. Vindenergianlægget 100 omfatter et tårn 102. Tårnet 102 er fastgjort til en undergrund ved brug af et fundament 104. En gondol 106 er drejeligt monteret til en ende af tårnet 102 modsat undergrunden. Gondolen 106 omfatter for eksempel en generator, som er koblet til en rotor 108 via en rotoraksel (ikke vist). Rotoren 108 har en eller flere (vindenergianlæg)rotorblade 110, som er monteret på et rotornav 112.

- 10 Rotoren 108 sættes i rotation af en luftstrøm, for eksempel vind, under drift. Denne rotationsbevægelse overføres til generatoren via rotorakslen og eventuelt en gearkasse. Generatoren omdanner rotorens 108 kinetiske energi til elektrisk energi.

Figur 2 viser skematisk et rotorblad 110. Rotorbladet 110 har facon som et konventionelt rotorblad og består af et rotorbladshovedlegeme 111 og en rotorbladsspids 119.

- 15 Rotorbladsspidsen 119 er udformet som et separat element og er lavet af et aluminiumsmateriale. Rotorbladsspidsen 119 er fast forbundet med rotorbladshovedlegemet 111 via en klæbende forbindelse. Rotorbladshovedlegemet 111 er udformet af to sammenkoblede halvskaller af fiberkompositmateriale og er stort set hul på indersiden, hvilket afgrænser et rotorbladshulrum 113. Rotorbladet 110 har et
- 20 rotorbladsrodsområde 114, som vender mod rotornavet 112. Rotorbladsrodsområdet 114 har typisk i det væsentlige et cirkulært tværsnit. Rotorbladsrodsområdet 114 støder op til et overgangsområde 116 og et profilområde 118 af rotorbladet 110. I forhold til en længdeudstrækningsretning 120 har rotorbladet 110 en trykside 122 og en modsat sugeside 124. En rotorbladstilslutningsende 126 med en flangeforbindelse 128 er
- 25 tilvejebragt i rotorbladsrodsområdet 114, ved hjælp af hvilken rotorbladet 110 er mekanisk forbundet med et pitchleje eller en ekstender.

Rotorbladet 110, dvs. både rotorbladshovedlegemet 111 og rotorbladsspidsen 119, har en profilendekant 140 og en profilnæsekant 142. En profildybde 144 er defineret som en afstand fra profilendekanten 140 til profilnæsekanten 142 i forhold til et profiltværsnit. En

30 profiltykkelse 146 er defineret som en afstand fra tryksiden 122 til sugesiden 124, hvorved der i denne sammenhæng menes den maksimale profiltykkelse af et profiltværsnit. Profiltykkelsen 146 måles vinkelret på længdeaksen 120 og på profildybden 144. Et (profil)tværsnit ligger i et plan, der er normalt til længdeaksen 120.

- I det følgende beskrives en rotorbladspids 119 i henhold til ét udførelseseksempel af opfindelsen i detaljer med henvisning til figur 3 til 5. Figur 3 viser en perspektivisk fremvisning mod sugesiden 124 af rotorbladsspidsen 119, figur 4 viser en fremvisning langs rotorbladsspidsen 119, og figur 5 viser en fremvisning ovenfra af sugesiden 124 af rotorbladsspidsen 119.

- I udførelseseksemplet er rotorbladsspidsen 119 forbundet med rotorbladshovedlegemet 111, således at der er en stort set sømløs overgang fra rotorbladshovedlegemet 111 til
- 40

rotorbladsspidsen 119 med hensyn til den aerodynamiske profil (rotorbladets ydre kontur), dvs. inklusiv profilende- og profilnæsekanten 140, 142. Rotorbladsspidsen 119 har en sugesideoverflade 150 (på sugesiden 124) eller en modsat tryksideoverflade 152 (på tryksiden 122).

- 5 Rotorbladsspidsen 119 omfatter en drænboring 154, som strækker sig fra rotorbladshulrummet 113 (vist i figur 3 og 4) mod sugesideoverfladen 150. En indløbsåbning 156 i drænboringen 154 vender mod rotorbladshulrummet 113, og en udløbsåbning 158 af drænboringen 154 er anbragt på sugesiden 124. Drænboringen 154 er kun åbnet mod sugesideoverfladen 150. I udførelseseksemplet har drænboringen 154
10 et tværmål 170 på 8 mm.

Drænboringen 154 har en boringsmidterakse 160, løber i en bestemt spids vinkel 162, som ligger i området fra ca. 1° til 10°, fra en stigningsakse 164. Boringsmidteraksen 160 ligger i et hovedudvidelsesplan 166 i retning af en spidssideende 165 af rotorbladspidsen 119. Hovedudvidelsesplanet 166 er f.eks. et midterplan af bladspidsen 119, langs hvilket
15 bladspidsen har den største udstrækning, f.eks. sammenlignet med den betydeligt mindre udstrækning i tykkelsesretningen af bladspidsen 119. Det er vigtigt, at boringsmidteraksen 160 ikke falder sammen med stigningsaksen 164, således at lodret overløb af drænboringen 154 forhindres under drift. Drænboringen 154 løber i en afstand fra profilendekanten 140 og profilnæsekanten 142 inde i rotorbladsspidsen 119.

- 20 Desuden er drænboringen 154 let skråtstillet i forhold til stigningsaksen 164, således at boringsmidteraksen 160 løber fra retningen af tryksideoverfladen 152 mod sugesideoverfladen 150 af rotorbladsspidsen 119. Med andre ord løber drænboringen 154 i en vinkel i forhold til hovedudvidelsesplanet 166 på rotorbladsspidsen 119.

Desuden omfatter sugesideoverfladen 150 en fordybning 168 i en lige forlængelse af
25 boringsmidteraksen 160. Fordybningen 168 støder direkte op til drænboringen 154 og er udformet som en slags kanal eller trug. Fordybningen 168 støder op til udløbsåbningen 158 af drænboringen 154. Fordybningen 168 er udformet således, at drænhullet 154 er frit tilgængeligt udefra i en lige forlængelse af boringsmidteraksen 160. Fordybningen 168 er udformet således, at dens tværsnit mindst svarer til boringens tværmål 170 i en lige
30 forlængelse af boringsmidteraksen 160. Med andre ord repræsenterer fordybningen 168 en slags udløb fra drænboringen 154, som drænboringen 154 munder ud i.

Desuden er fordybningen 168 udformet "harmonisk" således, at der ikke er nogen kanter eller trin i det mindste parallelt med boringsmidteraksen 160. Linjerne, der afgrænser fordybningen 168 mod sugesideoverfladen 150, er blot synlige kanter. I stedet har
35 fordybningen en afrundet, kontinuerlig kontur. Med andre ord er fordybningen optimeret med hensyn til dens aerodynamiske egenskaber, idet man undgår afbrydelser og skarpe kanter.

Den beskrevne drænboring 154 er ikke åbent mod tryksiden 122, således at tryksideoverfladen 152 ikke gennemtrænges af drænboringen 154 og kan danne en lukket
40 overflade. Drænboringen 154 er kun tilgængelig via sugesiden 124. I rotorbladsspidsen

119 er det yderligere forudsat, at profilnæsekanten 142 og profilendekanten 140 har et stort set lukket, kontinuert forløb. I særdeleshed er disse kanter 140, 142 ikke perforeret af drænboringen 154.

- Den beskrevne rotorbladspids 119 muliggør de fordele og funktioner, der blev nævnt i begyndelsen. Især muliggøres en meget effektiv og billig fjernelse af væske, især (kondens)vand, fra rotorbladshulrummet 113. Væske, som kan samle sig i rotorbladshulrummet 113 som beskrevet i begyndelsen, ledes kun ud i det fri via drænboringen 154 på sugesideoverfladen 150. Vedligeholdelse af drænboringen 154 er meget brugervenligt og omkostningseffektiv, da drænboringen 154 er let tilgængelig og nemt kan bores ud.

HENVISNINGSTEGNSLISTE

	100	Vindenergianlæg
15	102	Tårn
	104	Fundament
	106	Gondol
	108	Rotor
	110	Rotorblad
20	111	Rotorbladshovedlegeme
	112	Rotornav
	113	Rotorbladshulrum
	114	Rotorbladsrodsområde
	116	Overgangsområde
25	118	Profilområde
	119	Rotorbladsspids
	120	Længdeudstrækningsretning
	122	Trykside
	124	Sugeside
30	126	Rotorbladtilslutningsende
	128	Flangeforbindelse
	140	Profilendekant

	142	Profilnæsekant
	144	Profildybde
	146	Profiltykkelse
	150	Sugesideoverflade
5	152	Tryksideoverflade
	154	Drænboring
	156	Indløbsåbning
	158	Udløbsåbning
	160	Boringsmidterakse
10	162	Forudbestemt vinkel
	164	Stigningsakse
	165	Spidssideende
	166	Hovedudvidelsesplan
	168	Fordybning
15	170	Tværmål

P A T E N T K R A V

1. Rotorblad (110) til et vindenergianlæg (100), omfattende
et rotorbladshovedlegeme (111), som begrænser et rotorbladshulrum (113), og
en rotorbladspids (119), som er fast forbundet med rotorbladshovedlegemet (111),
5 hvor rotorbladsspidsen (119) omfatter en drænboring (154), som er flydende koblet til
rotorbladshulrummet (113) og åbnet til en sugesideoverflade (150) af rotorbladspidsen
(119), således at væske kan drænes ud af rotorbladshulrummet (113) på sugesideoverfla-
de (150) af rotorbladspidsen (119) ved hjælp af drænboringen (154), hvor
en boringsmidterakse (160) af drænboringen (154) er skråtstillet i forhold til en
10 stigningsakse (164) af rotorbladet (110) på en sådan måde, at boringsmidteraksen (160)
løber fra retningen af en tryksideoverflade (152) mod sugesideoverfladen (150) af rotor-
bladsspidsen (119), k e n d e t e g n e t ved, at boringsmidteraksen (160) af drænboringen
(154) løber i en bestemt vinkel (162) i forhold til stigningsaksen (164) af rotorbladet i ret-
ningen af en spidssideende (165) af rotorbladsspidsen (119).
15
2. Rotorblad (110) ifølge krav 1, hvor drænboringen (154) er dannet således, at den
kun er tilgængelig fra sugesiden (124).
3. Rotorblad (110) ifølge krav 1 eller 2, hvor en tryksideoverflade (152) af rotor-
20 bladsspidsen (119) ikke er åbnet ved drænboringen (154).
4. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor en profilendekant (140) af
rotorbladsspidsen (119) omfatter et lukket, kontinuerligt forløb.
- 25 5. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor en profilnæsekant (142) af
rotorbladsspidsen (119) omfatter et lukket, kontinuerligt forløb.
6. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor drænboringen (154) er frit
tilgængelig udefra i lige forlængelse af sin boringsmidterakse (160).
30
7. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor sugesideoverfladen (150) af

rotorbladsspidsen (119) omfatter en fordybning ved en udløbsåbning (158) af drænboringen (154).

8. Rotorblad (110) ifølge krav 7, hvor fordybningen er dannet således, at drænboringen (154) er frit tilgængelig udefra i lige forlængelse af boringsmidteraksen (160) af drænboringen (154).

9. Rotorblad (110) ifølge krav 7 eller 8, hvor fordybningen er dannet således, at sugesideoverfladen (150) omfatter en kontinuerlig kontur i en retning vinkelret til boringsmidteraksen (160).

10. Rotorblad (110) ifølge ét af kravene 1 til 9, hvor den forudbestemte vinkel er i et interval på 1° til 45°, fortrinsvis 1° til 15°.

11. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor et tværmål (170) af drænboringen (154) er mellem 1 mm og 20 mm, især 8 mm, 9 mm eller 10 mm.

12. Rotorblad (110) ifølge ét af de foregående krav, hvor rotorbladsspidsen (119) er forsynet med en afskærmning.

13. Rotorbladsspids (119) til et rotorblad (110) af et vindenergianlæg (100), hvor rotorbladsspidsen (119) er dannet til at være fast forbundet med et rotorbladshovedlegeme (111) af rotorbladet (110), og hvor rotorbladsspidsen (119) omfatter en drænboring (154), som kan kobles flyende til rotorbladshulrummet (113) og er åbnet til en sugesideoverflade (150) af rotorbladsspidsen (119), således at væske kan drænes ud af rotorbladshulrummet (113) på sugesideoverfladen (150) af rotorbladsspidsen (119) ved hjælp af drænboringen (154), hvor

en boringsmidterakse (160) af drænboringen (154) er skråtstillet i forhold til en stigningsakse (164) af rotorbladet (110) på en sådan måde, at boringsmidteraksen (160) løber fra retningen af en tryksideoverflade (152) mod sugesideoverfladen (150) af rotorbladsspidsen (119), og

3

boringsmidteraksen (160) af drænboringen (154) løber i en bestemt vinkel (162) i forhold til stigningsaksen (164) af rotorbladet i retningen af en spidssideende (165) af rotorbladsspidsen (119).

5

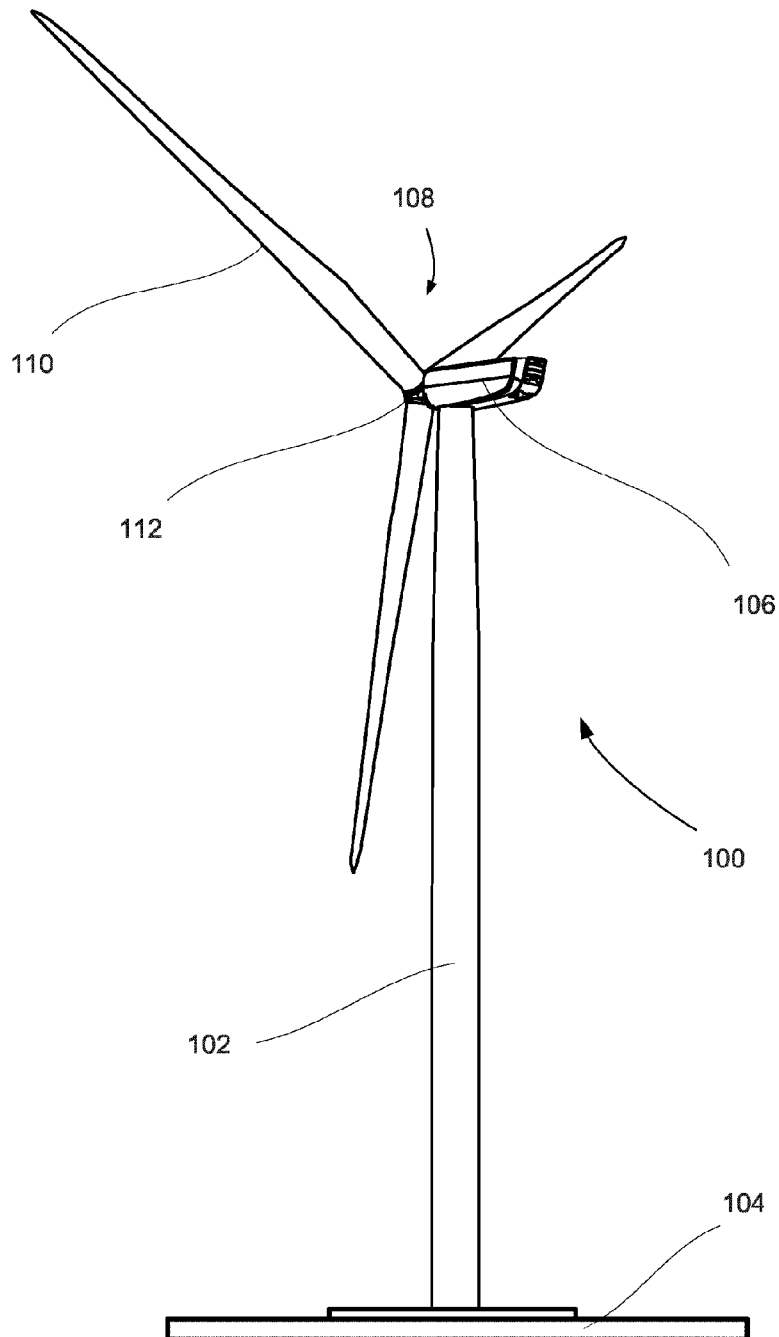
Fig. 1

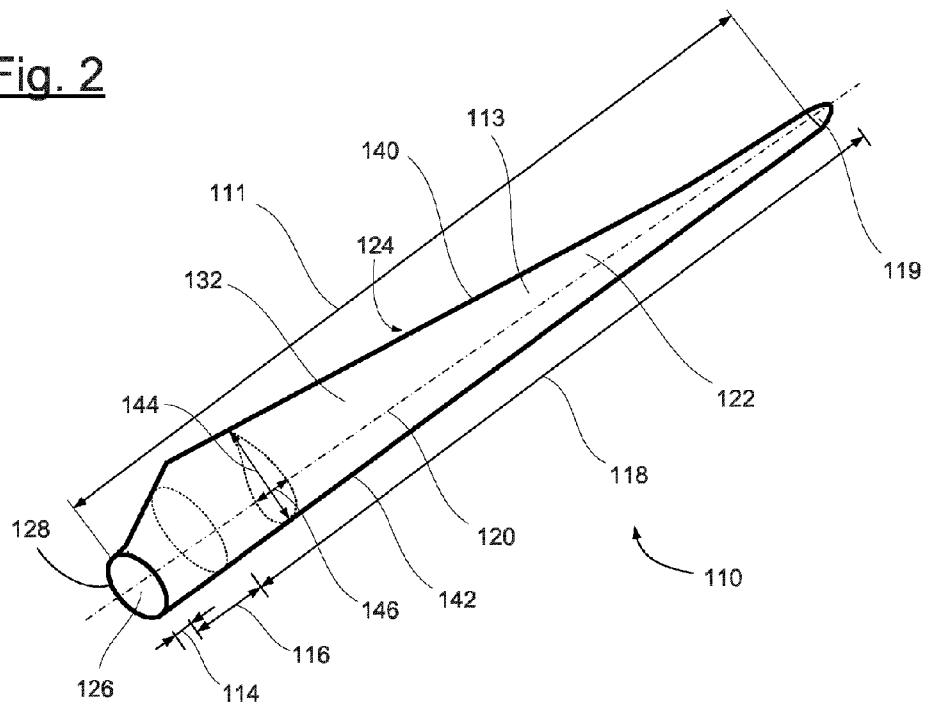
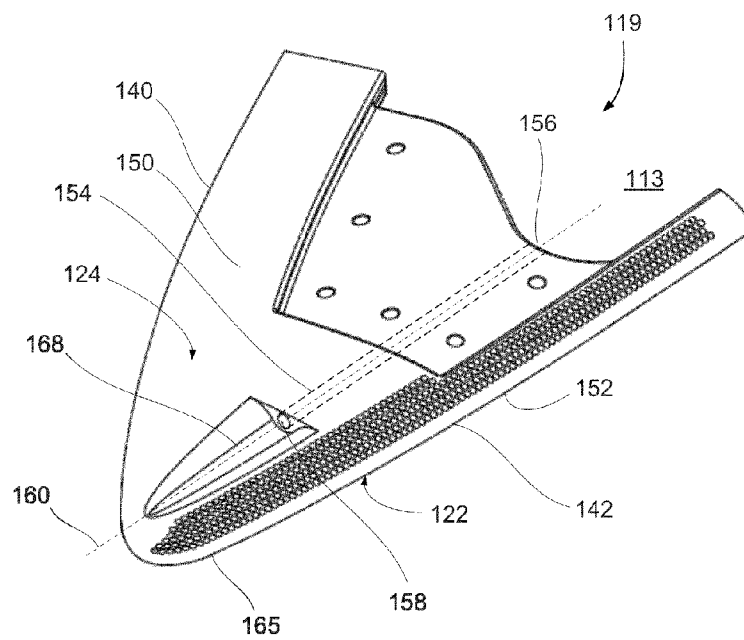
Fig. 2Fig. 3

Fig. 4

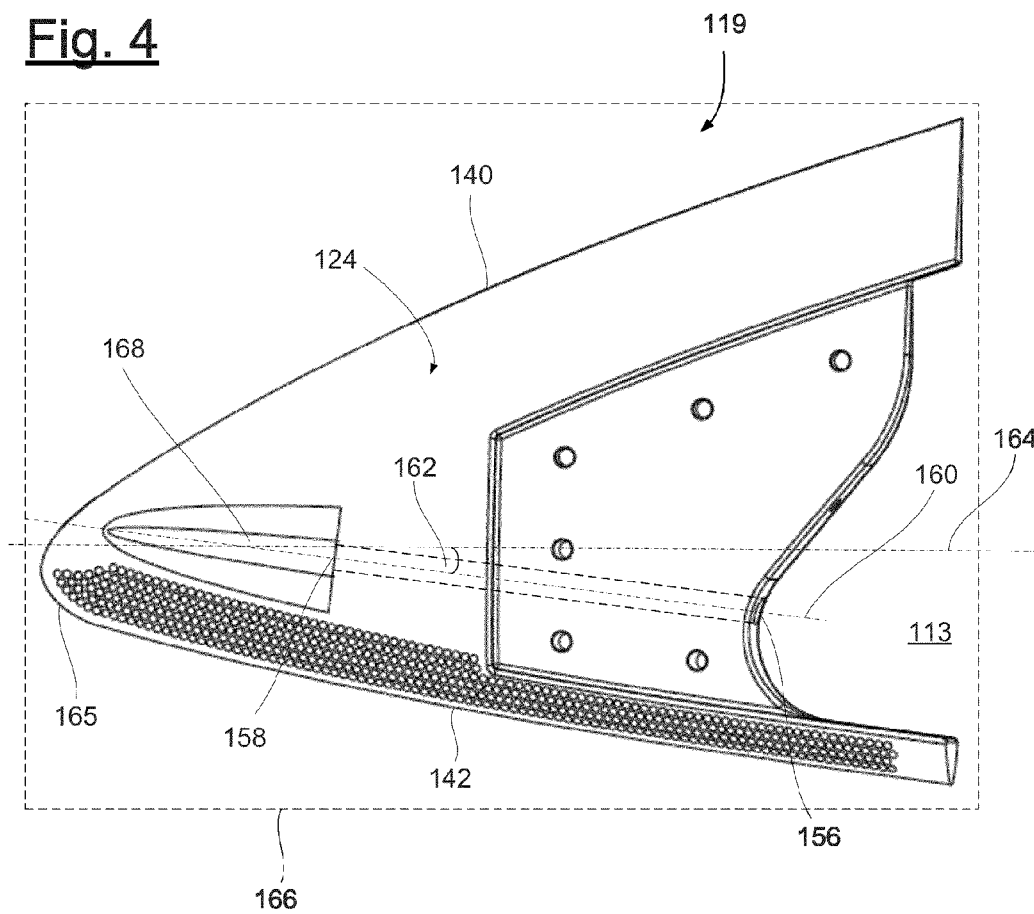


Fig. 5

