

(19) **DANMARK**

(10)

DK 178167 B1



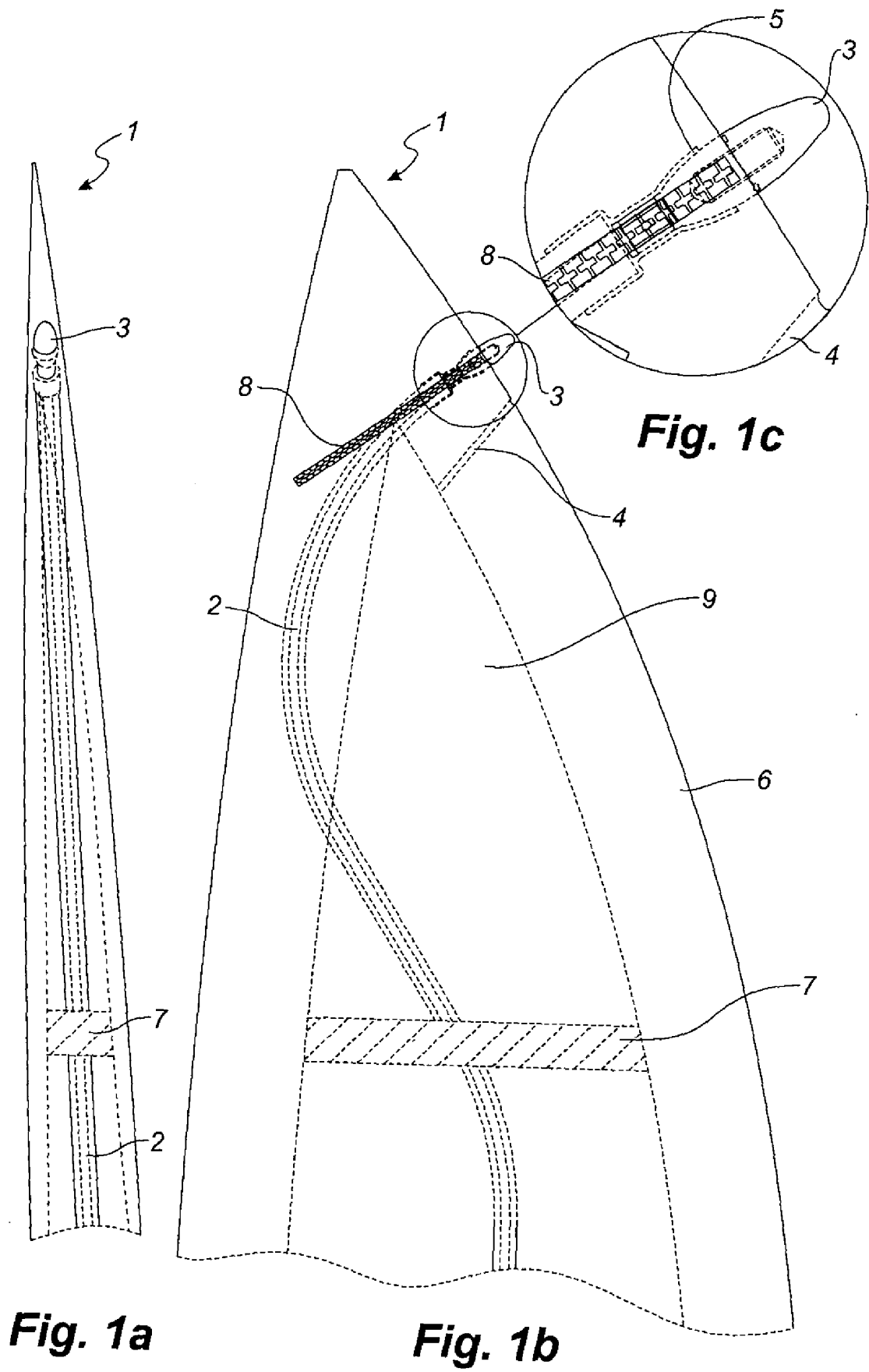
(12)

PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **H 02 G 13/00 (2006.01)** **F 03 D 1/06 (2006.01)**
- (21) Ansøgningsnummer: **PA 2005 01707**
- (22) Indleveringsdato: **2005-12-02**
- (24) Løbedag: **2005-12-02**
- (41) Alm. tilgængelig: **2007-06-03**
- (45) Patentets meddelelse bkg. den: **2015-07-13**
- (73) Patenthaver: **LM WIND POWER A/S, Jupitervej 6, 6000 Kolding, Danmark**
- (72) Opfinder: **Lars Bo Hansen, Sønderbyen 32, 6534 Agerskov, Danmark**
- (74) Fuldmægtig: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Lynsikringssystem til vinge til et vindenergianlæg**
- (56) Fremdragne publikationer:
WO 96/07825 A1
- (57) Sammendrag:
Opfindelsen angår et lynsikringssystem til en vinge til et vindenergianlæg, hvor vingen er et skallegeme af et kompositmateriale og omfatter et rod område og en tipende. Lynsikringssystemet omfatter mindst en lynreceptor, der er placeret frit tilgængeligt i eller på skallegemets overflade ved eller i umiddelbar nærhed af vingens tip, og en lynnedleder af elektrisk ledende materiale, der forløber i den i skallegemet langs i hovedsagen hele vingens længderetning. Lynreceptoren og lynnedlederen er elektrisk forbundet via et forbindelsesområde. Lynnedlederen, i hele sin længderetning, samt forbindelsesområdet mellem lynnedlederen og lynreceptoren er elektrisk isoleret med henblik på forhindring af indslag gennem vingens overflade.

Fortsættes ...



Titel: Lysikringssystem til vinge til et vindenergianlæg

Den foreliggende opfindelse angår et lysikringssystem til en vinge til et vind-
energianlæg, hvor vingen er et skallegeme af et kompositmateriale og omfatter
5 et rodområde og en tipende, og hvor lysikringssystemet omfatter mindst en
lynreceptorer, der er placeret frit tilgængelig i eller på skallegemets overflade
ved eller i umiddelbar nærhed af vingens tip, og en lynnedleder af elektrisk le-
dende materiale, der forløber inden i skallegemet langs i hovedsagen hele vin-
gens længderetning, hvor lynreceptoren og lynnedlederen er elektrisk forbundet
10 via et forbindelsesområde.

Det er kendt at forsyne vinger med lynbeskyttelsessystemer for at beskytte dem
mod lynindslag. Eksempelvis kendes der fra WO 96/07825 et lynbeskyttelses-
system, hvor vingens tip er forsynet med en såkaldt lynreceptor af elektrisk le-
15 dende materiale. Denne lynreceptor kan "fange" et lynindslag og lede strømmen
gennem en lynnedleder, som strækker sig i vingens længderetning, og som via
vindenergianlæggets rotornav er jordforbundet. Dette system har vist sig ofte at
give en tilstrækkelig beskyttelse mod lynindslag.

20 Der er dog risiko for, at der kan ske et overslag eller gnistspring fra lynrecepto-
ren eller lynnedlederen til ansamlinger af vand i vingen, idet vandet er elektrisk
ledende. I dette tilfælde vil lynstrømmen opvarme vandet, så at der kan opstå
en "dampekspllosion". Dette kan medføre så kraftige trykstigninger, at vingen
beskadiges. Overslag kan også forekomme på grund af aflejringer af eksempel-
25 vis partikler fra luften, salte eller insekter på vingernes overflade. Skaderne der
forekommer på grund af overslag medfører, at vingen skal repareres eller i
værste fald udskiftes, hvilket er en tidskrævende og dyr proces, idet det er
kompliceret at udføre reparationer eller udskiftning af vinger - især ved off-shore
vindenergianlæg.

30

Endvidere er der risiko for indslag gennem vingens overflade til lynnedlederen,
hvilket i bedste fald kun laver et lille hul gennem vingens overflade men ofte la-
ver større skader på vingen. For bedre at kunne styre lynstrømmen gennem

vingen uden at beskadige denne, kan lynsikringssystemet som f.eks. beskrevet i WO 2004/111686 være forsynet med adskillige lynreceptorer (multireceptorer) og lynnedledere i vingens længderetning. Lynreceptorerne skal helst placeres med maksimalt fem meters mellemrum for at sikre, at der ikke forekommer indslag gennem vingens overflade. Dette er dog en forholdsvis dyr og kompliceret løsning.

Formålet med opfindelsen er at anvise et nyt og forbedret lynsikringssystem til vinger til et vindenergianlæg.

10

Formålet ifølge opfindelsen opnås ved, at forbindelsesområdet mellem lynnedlederen og lynreceptoren er elektrisk isoleret med henblik på forhindring af dannelse af streamers og/eller leaders. Disse streamers og leaders er forstadier til et lynindslag og ved at forhindre dannelsen af disse, forhindrer man således også lynindslaget. Dette giver en forbedret virkning i forhold til eksisterende lynsikringssystemer, der oftest anvender uisolerede lynnedledere. Desuden kan man undgå nødvendigheden af multireceptorer.

Lynnedlederen er ved rodenden fortrinsvis jordet via navet, så at strømmen fra et lynindslag sikkert kan ledes fra lynreceptoren til lynnedlederen og videre til jord. Det kan dog også være tilstrækkelig at have et gnistgab mellem lynnedlederen og navet.

Ifølge en særlig udførelsesform for opfindelsen er lynnedlederen og/eller lynreceptoren elektrisk isoleret i det mindste frem til vingens skallelegeme og fortrinsvis i det mindste delvis gennem skallelegemet. Herved minimeres risikoen for skadelige indslag ved vingens tipende.

Ifølge en foretrukken udførelsesform for lynsikringssystemet ifølge opfindelsen omfatter lynnedlederen en inderleder af elektrisk ledende materiale, såsom kobber eller aluminium, og en beklædningsisolering af polyethylen, fortrinsvis HDPE. Denne sammensætning har overraskende vist sig at være særlig modstandsdygtig over for indslag gennem vingens overflade.

Fortrinsvis har inderlederen en diameter i området fra 3-30 mm, 5-15 mm eller 7,5-12 mm og beklædningsisoleringen har en tykkelse på 2-15 mm, 3-10 mm eller 4-7 mm. Disse dimensioner har vist sig at være tilstrækkelige for at forhindre indslag gennem vingens overflade samt at lede strømmen fra et lynindslag gennem lynnedlederen.

Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform er der mellem inderlederen og beklædningsisoleringen tilvejebragt et lag af halvledermateriale. Dette halvledermateriale er fortrinsvis 0,5-1 mm tykt. Halvledermaterialet giver en yderligere sikring mod overslag ved at minimere elektriske feltkoncentrationer i ledere.

Ifølge en særlig udførelsesform er lynreceptoren og forbindelsesområdet mellem lynreceptoren og lynnedlederen isoleret ved hjælp af et i forhold til beklædningsisoleringen separat isoleringsmateriale. Dette isoleringsmateriale kan f.eks. være krympeflex eller silikone. Den ekstra isolering minimerer risikoen for et indslag ved forbindelsesområdet mellem lynreceptoren og lynnedlederen.

Ifølge en alternativ udførelsesform for opfindelsen er vingens tip udformet som et i hovedsagen massivt legeme af isolerende materiale. Fortrinsvist er dette isolerende materiale et plastmateriale, såsom PVC, fiberforstærket polymer eller polyurethan (PUR), f.eks. opskummet PUR. Herved er der tilvejebragt en særlig enkel udførelsesform, hvor risikoen for indslag ved forbindelsesområdet mellem lynreceptoren og lynnedlederen er minimeret.

Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform for opfindelsen har lynnedlederen ved en ydre ende et forbindelsesmiddel, f.eks. et gevind, til at forbinde den med et tilsvarende middel på lynreceptoren. Lynreceptoren kan f.eks. udformes, så at det har et indvendigt gevind, så at lynreceptoren og lynnedlederen kan skrues sammen. Ifølge en anden hensigtsmæssig udførelsesform er lynreceptoren tilvejebragt med en studs med et udvendigt gevind, mens lynnedlederen har et indvendigt gevind, f.eks. skåret i isoleringsbeklædningen af HDPE.

Ifølge en udførelsesform for opfindelsen er lynreceptoren placeret ved vingens bagkant. Herved kan støjgener fra vingen ved rotation mindskes. Det kan være hensigtsmæssigt at forsyne vingens overflade med en diverter, så at lyn, der slår ind ved vingens forkant bliver ledt over til lynreceptoren.

5

Ifølge en særlig hensigtsmæssig udførelsesform er der desuden ved eller i umiddelbar nærhed af vingens tip placeret mindst et drænhul, og eventuelt på vingens overflade placeret en diverter, der strækker sig i hovedsagen mellem drænhullets placering og lynreceptorens placering. Drænhullet sikrer, at der ikke opstår ansamlinger af vand inden i vingen, hvilket vil øge risikoen for overslag fra lynnedlederen til disse ansamlinger af vand. Diverteren sikrer, at lyn, der slår ind i et drænhul, via diverteren bliver ledt over til lynreceptoren og videre til jord via lynnedlederen. Fortrinsvis er der desuden inden i vingen placeret et filter til at opsamle partikler, så at disse ikke stopper drænhullet til.

15

Ifølge en foretrukken udførelsesform er lynreceptoren udformet som en Franklin rod eller har i det væsentlige en udformning som et æg. Denne form, sikrer at lynreceptoren ikke har nogen "skarpe" kanter, som kan rammes af lynet og blive beskadiget ved f.eks. afsmeltning. En afrundet receptoroverflade vil forlænge levetiden af receptoren, da dennes geometri ved et lynindslag kun minimalt vil blive ændret.

Ifølge en alternativ udførelsesform for opfindelsen er en del af vingens tip udformet som lynreceptor af f.eks. wolfram, kobber eller messing. Dette tilvejebringer en særlig enkel udformning af vingens tip. Lynreceptoren er fortrinsvis udformet strømlinet, så at den passer til vingens tip.

25

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere forklaret ved hjælp af udførelsesformer, der er vist på tegningen, på hvilken

30

fig. 1a skematisk viser en del af en vinge ifølge en første udførelsesform for opfindelsen, set mod vingens bagkant,

fig. 1b samme vinge, set fra oven,

fig. 1c en forstørret detalje af den i fig. 1b viste vinge,

- 5 fig. 2a skematisk en del af en vinge ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen, set i snit efter linien IIb-IIb i fig. 2b,

fig. 2b samme vinge, set delvist i snit efter linien IIa-IIa i fig. 2a,

- 10 fig. 3 skematisk en del af en vinge ifølge en tredje udførelsesform for opfindelsen, set delvist i snit fra oven, og

fig. 4 et snit gennem en lynnedleder ifølge opfindelsen.

- 15 Opfindelsen relaterer sig fortrinsvis til vindenergianlæg af den type, der i branchen er kendt som vindenergianlæg ifølge det danske koncept. Et sådant vindenergianlæg består typisk af et tårn, en nacelle med gear og generator og en rotor, der består af et nav og tre vinger, hvor rotoraksen er i det væsentlige vandret.

20

Eksisterende lynbeskyttelsessystemer til vinger på et vindenergianlæg ifølge det danske koncept anvender ofte en opbygning, hvor der ved vingens tip er tilvejebragt en såkaldt lynreceptor af elektrisk ledende materiale. Denne lynreceptor kan "fange" et lynindslag og lede strømmen gennem en lynnedleder, som strækker sig i vingens længderetning, og som via navet er jordforbundet. Receptoren er typisk forbundet med den ene side af en forankringsblok, mens lynnedlederen er forbundet med den anden side af samme forankringsblok. Denne opbygning har vist sig at give en effektiv beskyttelse mod lynindslag, men har dog også vist sig at være sårbar over for indslag gennem vingens overflade -

25

30 især ved situationer, hvor lynet slår ind mens vingen under rotorens rotation befinder sig omkring en vandret position. Desuden er forankringsblokken ofte rektangulær med skarpe kanter, hvilket øger sandsynligheden for streamerdannelse ved disse skarpe kanter og dermed også sandsynligheden for et indslag.

For bedre at kunne styre lynstrømmen gennem vingen uden at beskadige den kan man forsyne vingens lynesikringssystem med adskillige lynreceptorer og lynnedledere i vingens længderetning. Lynreceptorerne skal helst placeres med

5 maksimalt fem meters mellemrum for at sikre, at der ikke forekommer indslag gennem vingens overflade. Dette er dog en forholdsvis dyr og kompliceret løsning.

Fig. 1 viser en første udførelsesform for en vinge 1 ifølge opfindelsen. Ifølge

10 denne udførelsesform er der ved vingens 1 tipende placeret en lynreceptor 3, der fortrinsvis, men ikke nødvendigvis er i hovedsagen ægformet eller udformet som en såkaldt Franklin rod. Lynreceptoren 3 er forbundet med en lynnedleder 2, der forløber i hovedsagen i hele vingens 1 længderetning fra lynreceptoren 3 ved vingens 1 tip til vingens 1 rodområde ved rotornavet. Lynnedlerdelen er

15 fortrinsvist elektrisk forbundet til navet, og lynstrømmen fra et lyn, der rammer lynreceptoren 3, kan herved ledes til jord via lynnedlederen 2 og navet, som er jordforbundet via en ikke vist anden lynnedleder, der f.eks. gennem tårnet og nacellen kan være forbundet til et jordspyd. Der kan også være et eller flere gnistgab mellem lynnedlederen 2 og navet eller mellem lynnedlederen 2 og tårnet.

20 Lynnedlederne og jordspydet kan være kobberledere eller af ethvert andet elektrisk ledende materiale.

Lynnedlederen 2 er isoleret i hovedsagen i hele dens længderetning fra vingens 1 rodområde til forbindelsesområdet mellem lynnedlederen 2 og lynreceptoren

25 3. Vingen 1 er opbygget som et skallegeme, fortrinsvist af fiberforstærket polymer, så at vingen 1 har henholdsvis en laminatskal 6 og et hulrum 9 inden i vingen 1. Lynnedlederen 2 og lynreceptoren 3 er forbundet f.eks. ved hjælp af et skruegevind, hvor lynreceptoren 3 fortrinsvist har et indvendigt gevind. Man kan dog også tænke sig en udførelsesform, hvor receptoren 3 har en studs med et

30 udvendigt gevind, der kan skrues sammen med et indvendigt gevind i lynnedlederen 2.

Lynreceptoren 3 er placeret i vingens 1 laminatskal 6 på en sådan måde, at en del af receptoren 3 rager ud fra vingens 1 overflade ved dennes bagkant, hvor lynnedlederen 2 er ført gennem en del af laminatskallen 6. Den her viste lynnedleder 2 har en første isolering i form af en beklædningsisolering. Forbindelsesområdet mellem receptoren 3 og lynnedlederen 2 er desuden elektrisk isoleret ved hjælp af en yderligere isolering 5 i form af krympeflex. Krympeflexen 5 strækker sig et stykke ind på lynnedlederens 2 beklædningsisolering og et stykke ind på receptoren 3. Herved er lynnedlederen 2 fuldstændig isoleret frem til receptoren 3.

10

Vingen 1 har desuden et drænhul 4, som ligeledes er ført gennem laminatet 6, og som er placeret ved vingens 1 bagkant. Drænhullet 4 står i forbindelse med hulrummet 9, som således kommunikerer med omgivelserne. På denne måde, kan man kontinuerligt undgå, at der opstår ansamlinger af vand inden i vingen 1, idet vandet på grund af centrifugalkraften ved rotorens rotation vil blive tømt fra vingen 1 via drænhullet 4. Samtidig kan vingen 1 være forsynet med et filter 7 til at opsamle støv eller andet snavs, der måtte forekomme inden i vingen 1, så at disse ikke bliver slynget ud til drænhullet 4 og stopper dette til. Dette filter 7 vil fortrinsvis være beliggende i hele hulrummets 9 tværsnit. Ved at placere receptoren 3 og drænhullet 4 ved vingens 1 bagkant kan man reducere den støj, der opstår, når rotoren bringes til rotation.

Vingen 1 er desuden på overfladen tilvejebragt med en diverter 8, som forløber fra et område i nærheden af receptoren 3 ved vingens 1 bagkant til et område ved vingens 1 forkant. Denne diverter sikrer, at lyn, der slår ind i vingens 1 forkant, mens vingen 1 befinder sig i en i hovedsagen vandret position, hvor receptoren 3 vender nedad, bliver ledt til receptoren 3 og via denne videre til lynnedlederen 2. Diverteren 8 kan være en sammenhængende strimmel af elektrisk ledende materiale men kan også være segmenteret, hvor der ved et lynindslag, dannes en leader af ioniseret luft mellem de enkelte segmenter, hvorved lynstrømmen således forløber langs diverteren 8 i dennes længderetning.

30

Receptoren 3 kan som vist i fig. 1c være todelt, så at en del af receptoren er støbt ind i vingens 1 laminatskal 6, mens den anden del monteres til den første del ved hjælp af f.eks. en gevindforbindelse. Dermed kan den del af receptoren 3, der rager ud fra vingens 1 overflade på simpel vis udskiftes, hvis denne er
5 blevet slidt eller beskadiget efter et lynindslag.

Fig. 2 viser en anden udførelsesform for en vinge 101 ifølge opfindelsen. Vingen 101 ifølge denne udførelsesform har en tip 105, der er udformet som massivt legeme af f.eks. polyurethan, PVC eller fiberforstærket polymer. Resten af vingen 101 er fremstillet som et skallegeme med en laminatskal 106. Som ved
10 den i fig. 1 viste udførelsesform har vingens lynesikringssystem en lynnedleder 102, der forløber i hovedsagen i hele vingens 101 længderetning fra rodenden ved rotorens nav og ud til tipenden. Lynnedlederen 102 er ført ud af vingens 101 hulrum og ind i et i tippet 105 udformet hul, der passer til lynnedlederen
15 102. Lynnedlederen kan fastlimes i dette hul. Lynnedlederen er forbundet med en lynreceptor 103, der i hovedsagen har form som et æg. Lynnedlederen 103 er placeret ved tippens 105 overflade, så at en lille del af denne rager ud fra overfladen. Receptorens 103 placering og form er således indrettet, at den passer til de ønskede aerodynamiske egenskaber for vingens 101 tip 105 og samtidig har en stor metaloverflade, der sikrer en god holdbarhed og lang levetid,
20 da der er meget materiale, der ved et lynindslag kan afsmeltes.

Ligesom ved den i fig. 1 viste udførelsesform er lynnedlederen 102 og receptoren 103 fortrinsvis forbundet ved hjælp af en gevindforbindelse, hvor forbindelsesområdet mellem lynnedlederen 102 og receptoren 103 kan være elektrisk
25 isoleret ved hjælp af en yderligere isolering i form af f.eks. krympeflex eller silikone. Den massive tip 105 kan dog være tilstrækkelig til at tilvejebringe den ønskede elektriske isolering.

30 Tippet 105 er udformet med et hulrum 109, der står i forbindelse med to drænhuller 104, så at hulrummet via disse kan være i forbindelse med omgivelserne. Vand, der måtte forekomme i vingens 101 indre, vil derfor ved rotation af rotoren på grund af centrifugalkraften blive ført ud til tippens 105 hulrum 109 og vi-

dere ud af drænhullerne 104. Fortrinsvis vil tippet 105 desuden være forsynet med en diverter, der forløber på tippens 105 overflade mellem et område i nærheden af drænhullerne 104 og et område i nærheden af receptoren 103. Lyn, der måtte slå ind i drænhullerne 104, vil således via diverteren blive ledt over til
5 receptoren 103 og via denne videre til lynnedlederen 102 og videre til jord via navet, tårnet eller lignende. Tippet 105 er fastgjort til resten af vingen 101 ved hjælp af en limsamling 108.

Fig. 3 viser en tredje udførelsesform for en vinge 201 ifølge opfindelsen. Vingen
10 201 ifølge denne udførelsesform har lige som ved den i fig. 2 viste udførelsesform en tip 205, der er udformet som et i det væsentlige massivt legeme af f.eks. polyurethan, PVC eller fiberforstærket polymer. Resten af vingen 201 er fremstillet som et skallegeme med en laminatskal 206. Som ved de i fig. 1 og fig. 2 viste udførelsesformer har vingens 201 lynesikringssystem en lynnedleder
15 202, der forløber i hovedsagen i hele vingens 201 længderetning fra rodenden ved rotorens nav og ud til tippenden. Lynnedlederen 202 er ført ud af vingens 201 hulrum og ind i et i tippet 205 udformet hul, der passer til lynnedlederen 202.

20 Lynnedlederen 202 er forbundet med en lynreceptor 203, som har en afrundet udformning, og som er placeret ved tippens 205 spids. Lynreceptoren 203 er således udformet, at der er en i hovedsagen glat overgang mellem tippet 205 og receptoren 203, og så at denne har de ønskede aerodynamiske egenskaber for vingen 201. Man kan sige, at receptoren 203 ifølge denne udførelsesform er
25 en del af vingens 201 tip.

Ligesom ved de i fig. 1 og fig. 2 viste udførelsesformer er lynnedlederen 202 og receptoren 203 forbundet ved hjælp af en klemmeforbindelse eller gevindforbindelse 211. Derudover er lynnedlederen forankret til tippet 205 ved hjælp af
30 to plaststænger 210 med udvendigt gevind og to gevindskårede huller i receptoren 203. Forbindelsesområdet mellem lynnedlederen 202 og receptoren 203 er elektrisk isoleret ved hjælp af en yderligere isolering i form af f.eks. krympeflex

eller silikone. Den massive tip 205 kan dog være tilstrækkelig til at tilvejebringe den ønskede elektriske isolering.

Da lyn vil "forsøge" at finde den korteste vej til en jordforbindelse, vil et lynindslag oftest slå ind i den vinge af rotoren, der ved indslagstidspunktet rager højest i vejret. Der er dog en risiko for, at lynet kan ramme en vinge, mens den under rotorens rotation befinder sig i en i det væsentlige vandret position. Det er i dette tilfælde, at der er størst sandsynlighed for, at der sker et indslag gennem vingens laminat eller ved sammenføjninger mellem vingeskalhalvparterne.

10

En række tests blev af indeværende ansøger udført for at afprøve lynesikrings-systemer til vinger under disse "worst case"-tilfælde. Disse såkaldte koblingsimpuls-lynsimuleringer (eng. high voltage switching and lightning impulse simulation) blev udført ved at ophænge en vinge i en vandret position over et laboratoriegulv eller -plan, der under testen simulerer en ækvipotentialeflade, der før et lynindslag forekommer over vingen, mens den befinder sig nær den vandrette position. En potentialeforskel blev opbygget mellem laboratorieplanet og vingens lynesikringssystem for at fremkalde et overslag mellem vingens lynesikringssystem og laboratoriegulvet. Testene blev udført ved både positiv og negativ polaritet, hvor overslagene ved positiv polaritet blev udført ved 1050 kV, mens overslagene ved negativ polaritet blev udført ved 1400 kV.

Testene blev udført på forskellige LM28.8P vinger fra LM Glasfiber med forskellige lynesikringssystemer. Konventionelle lynesikringssystemer, hvor receptoren og lynnedlederen er forbundet til en forankringsblok viste sig meget hurtigt at være utilstrækkelig til at forhindre indslag gennem vingens laminat eller sammenføjninger mellem vingeskalhalvparterne.

Ved test af forskellige lynnedledere til et lynesikringssystem, der svarer til det i fig. 2 viste lynesikringssystem, viste det sig overraskende, at en lynnedleder i form af et kabel med en kobberkerne og en isolering af tværbundet højdensitetpolyethylen (HDPE) i særlig grad var effektiv til at forhindre indslag gennem vingens overflade. Efter 22 simulerede lynindslag, 12 positive og 10 negative,

viste vingen med dette kabel ingen synlige skader eller anden påvirkning. Ved alle de simulerede lynindslag forekom der kun streamerdannelse ved vingens receptor.

- 5 Det afprøvede kabel er opbygget som vist i fig. 4 med en 50 mm² kerne 21 af kobbertråde og en ca. 4,5 mm tyk isoleringsbeklædning 22 af HDPE. Mellem kernen 21 og isoleringen 22 er der tilvejebragt et halvledermateriale 23, der har til formål at minimere elektriske feltkoncentrationer ved individuelle kobbertråde. Dette halvledermateriale er dog ikke strengt nødvendigt for at opnå den ønske-
- 10 de virkning for lynesikringssystemet. Det viste sig at være tilstrækkelig at benytte en forholdsvis tynd isolering af HDPE. Dette er en fordel, da kablet i så fald ikke påfører en unødvendig stor forøgelse af vingens vægt. Desuden er dette kabel meget prisbilligt. Herved er det nye lynesikringssystem ikke kun mere effektivt til at forhindre indslag gennem vingens overflade, men tilvejebringer også en mere
- 15 enkel opbygning og er billigere at fremstille end konventionelle lynesikringssystemer med eller uden multireceptorer.

- Opfindelsen er blevet beskrevet under henvisning til foretrukne udførelsesformer. Der kan foretages mange ændringer uden, at man herved afviger fra op-
- 20 findelsens idé. Modifikationer og variationer, der vil være indlysende for fagfolk, betragtes som faldende inden for den foreliggende opfindelses rækkevidde.

Liste over henvisningstal

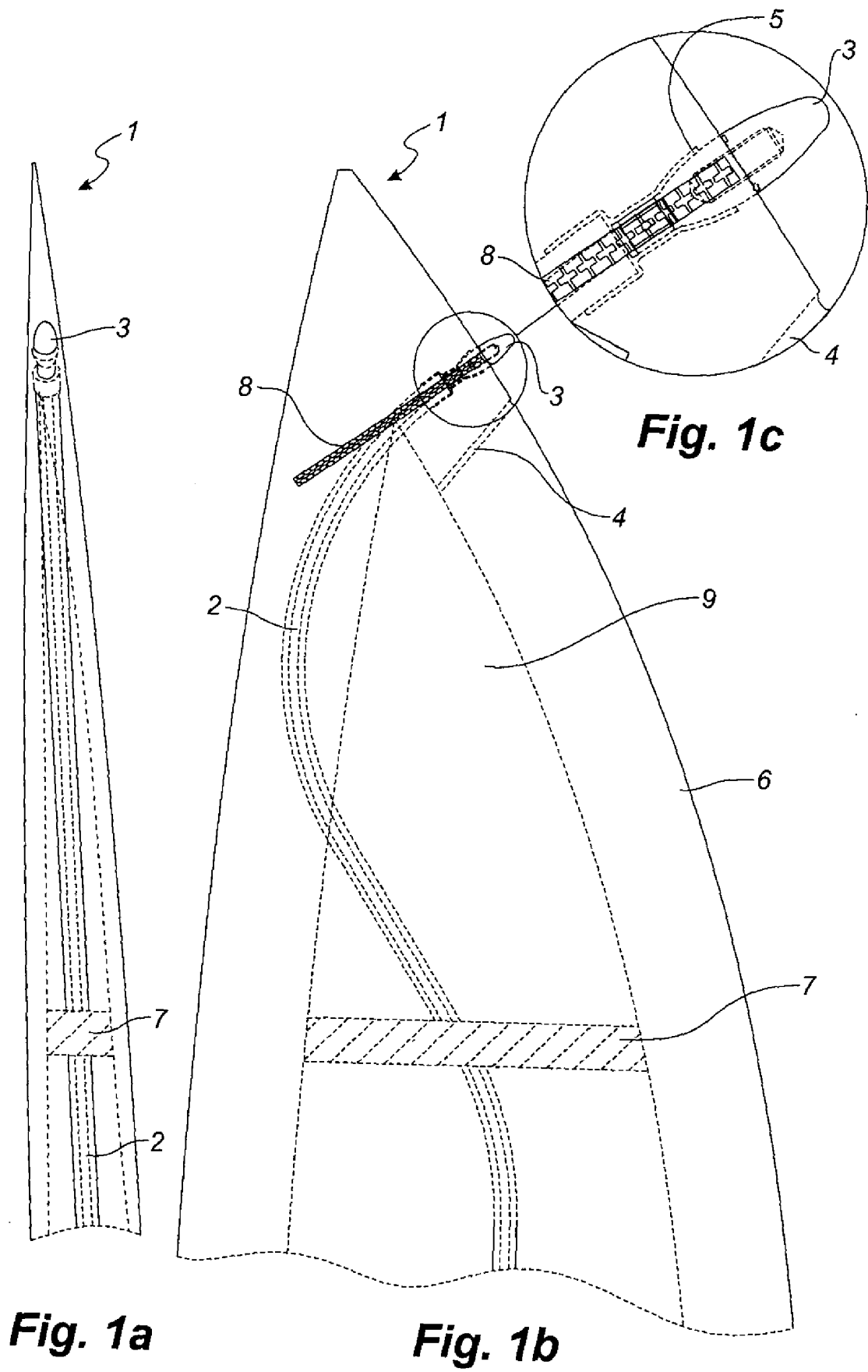
	1, 101, 201	vinge
	2, 102, 202	lynnedleder
5	3, 103, 203	lynreceptor
	4, 104, 204	drænhul
	5	krympeflex
	105, 205	tip
	6, 106, 206	laminatskal
10	7	filter
	8	diverter
	108, 208	limsamling
	9, 109, 209	hulrum
	21	inderleder
15	22	isoleringsbeklædning
	23	halvledermateriale
	210	plaststang
	211	gevindforbindelse
	212	gevindskåret hul
20		

Patentkrav

1. Lysikringssystem til en vinge (1, 101, 201) til et vindenergianlæg, hvor vingen (1, 101, 201) er et skallegeme af et kompositmateriale og omfatter et ro-
5 dområde og en tipende, og hvor lysikringssystemet omfatter:
 - mindst en lynreceptor (3, 103, 203), der er placeret frit tilgængelig i eller på skallegemets overflade ved eller i umiddelbar nærhed af vingens (1, 101, 201) tip, og
 - en lynnedleder (2, 102, 202) af elektrisk ledende materiale, der forløber
10 inden i skallegemet langs i hovedsagen hele vingens (1, 101, 201) længderetning, hvor
 - lynreceptoren (2, 102, 202) og lynnedlederen (3, 103, 203) er elektrisk forbundet via et forbindelsesområde, og hvor lynnedlederen (2, 102, 202) i hele sin længderetning er elektrisk isoleret, **kendetegnet ved**, at forbindelsesområdet
15 mellem lynnedlederen (2, 102, 202) og lynreceptoren (3, 103, 203) er elektrisk isoleret med henblik på forhindring af dannelse af streamers og/eller leaders.
2. Lysikringssystem ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at lynnedlederen (2,
20 102, 202) og/eller lynreceptoren (3, 103, 203) er elektrisk isoleret i det mindste frem til vingens (1, 101, 201) skallegeme og fortrinsvis i det mindste delvis gennem skallegemet.
3. Lysikringssystem ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved**, at lynnedlederen
25 (2, 102, 202) omfatter en inderleder (21) af elektrisk ledende materiale, såsom kobber eller aluminium, og en beklædningsisolering (22) af polyethylen, fortrinsvis HDPE.
4. Lysikringssystem ifølge krav 3, **kendetegnet ved**, at inderlederen (21)
30 har en diameter i området fra 3-30 mm, 5-15 mm eller 7,5-12 mm og beklædningsisoleringen (22) har en tykkelse på 2-15 mm, 3-10 mm eller 4-7 mm.

5. Lynsikringssystem ifølge krav 3 eller 4, **kendetegnet ved**, at der mellem inderlederen (21) og beklædningsisoleringen (22) er tilvejebragt et lag af halvleder materiale (23).
- 5 6. Lynsikringssystem ifølge et af kravene 3-5, **kendetegnet ved**, at lynreceptoren (3, 103, 203) og forbindelsesområdet mellem lynreceptoren (3, 103, 203) og lynnedlederen (2, 102, 202) er isoleret ved hjælp af et i forhold til beklædningsisoleringen separat isoleringsmateriale.
- 10 7. Lynsikringssystem ifølge et af kravene 3-6, **kendetegnet ved**, at vingens (1, 101, 201) tip (105, 205) er udformet som et i hovedsagen massivt legeme af isolerende materiale.
8. Lynsikringssystem ifølge krav 7, **kendetegnet ved**, at det isolerende mate-
15 riale er et plastmateriale, såsom PVC, fiberforstærket polymer eller polyurethan (PUR), f.eks. opskummet PUR.
9. Lynsikringssystem ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at lynnedlederen (2, 102, 202) ved en ydre ende har et forbindelsesmiddel, f.eks.
20 et gevind, til at forbinde den med et tilsvarende middel på lynreceptoren.
10. Lynsikringssystem ifølge et af de tidligere krav, **kendetegnet ved**, at der desuden ved eller i umiddelbar nærhed af vingens (1, 101, 201) tip er placeret mindst et drænhul (4, 104, 204), og at der på vingens (1, 101, 201) overflade
25 eventuelt er placeret en diverter, der strækker sig i hovedsagen mellem drænhullets (4, 104, 204) placering og lynreceptorens (3, 103, 203) placering.
11. Lynsikringssystem ifølge et af de tidligere krav, **kendetegnet ved**, at lynreceptoren (3, 103, 203) er udformet som en Franklin rod eller i det væsentlige
30 har form som et æg.

12. Lysikringssystem ifølge et af de tidligere krav, **kendetegnet ved**, at en del af vingens (201) tip (205) er udformet som lynreceptor (203), fremstillet af f.eks. wolfram, kobber eller messing.



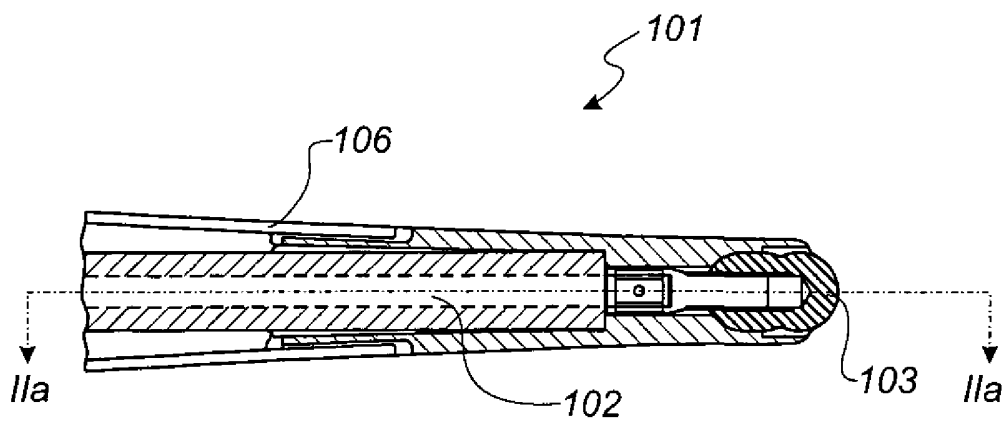


Fig. 2a

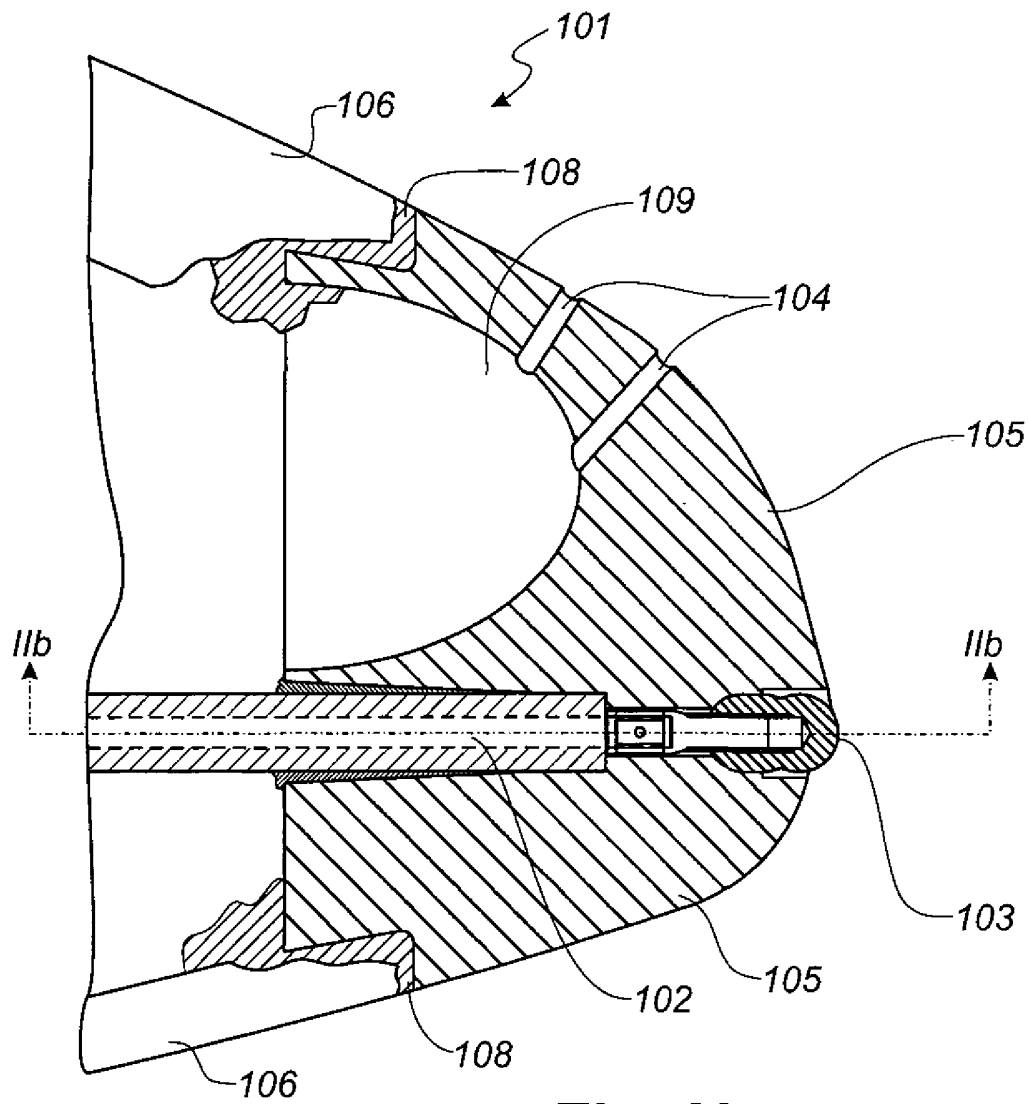
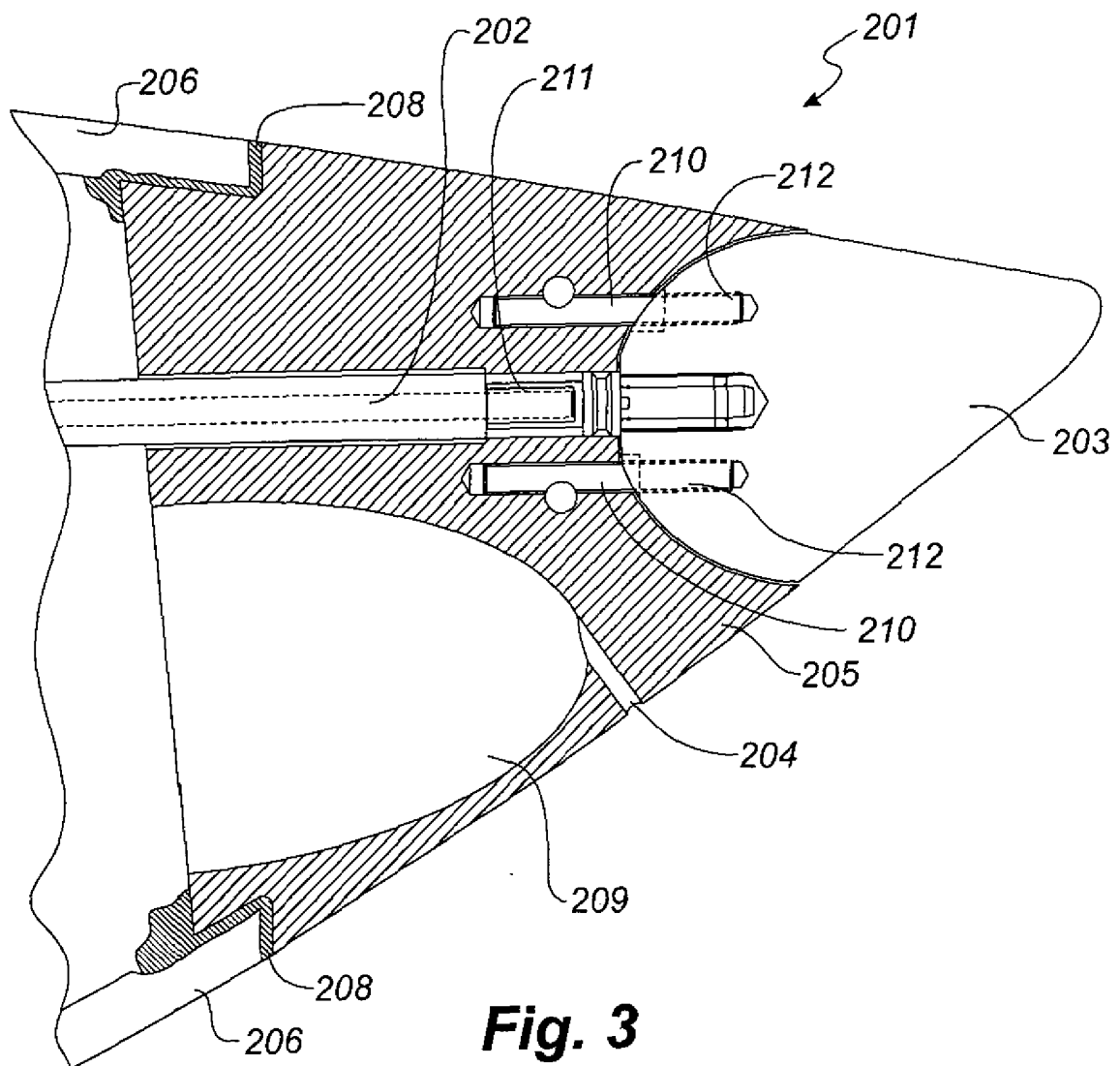


Fig. 2b



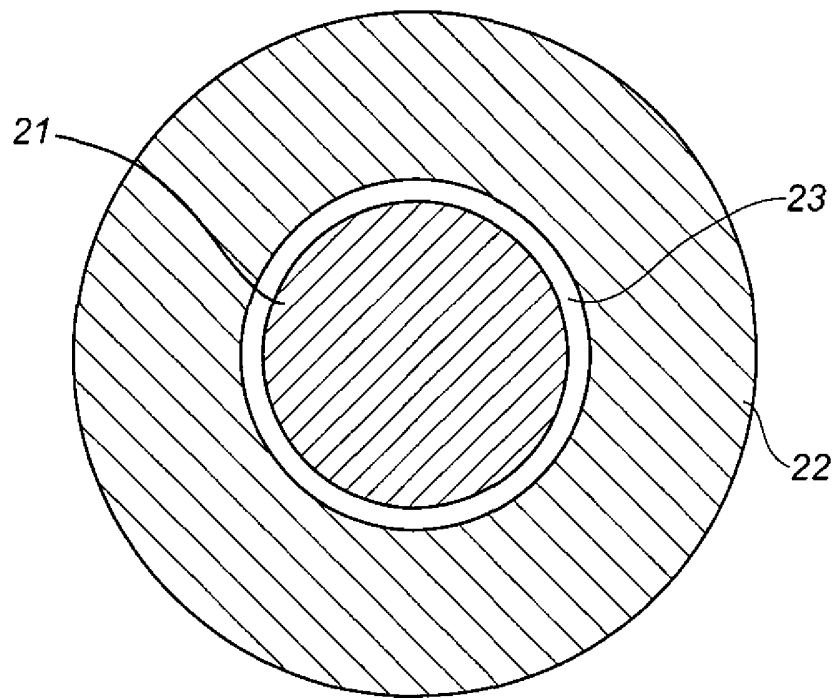


Fig. 4