

(19) **DANMARK**

(10)

**DK 178388 B1**



(12)

**PATENTSKRIFT**

Patent- og  
Varemærkestyrelsen

---

- (51) Int.Cl.: **F 03 D 1/06 (2006.01)**
- (21) Ansøgningsnummer: **PA 2007 00639**
- (22) Indleveringsdato: **2007-04-30**
- (24) Løbedag: **2007-04-30**
- (41) Alm. tilgængelig: **2007-10-31**
- (45) Patentets meddelelse bkg. den: **2016-01-25**
- (30) Prioritet: **2006-04-30 US 11/380,938**
- (73) Patenthaver: **General Electric Company, 1 River Road, Schenectady, New York 12345, USA**
- (72) Opfinder: **Florian Doorenspleet, Askanierring 84, D 48429 Rheine, Tyskland**  
**Rainer Arelt, Forellengang 3, D 48499 Salzbergen, Tyskland**  
**Enno Eyb, Mellerstrasse 84, DE-49082 Osnabruck, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig: **Zacco Denmark A/S, Arne Jacobsens Allé 15, 2300 København S, Danmark**
- (54) Benævnelse: **ROTORVINGE TIL EN VINDMØLLE**
- (56) Fremdragne publikationer:  
**US 4412784 A**  
**WO 01/42647 A2**  
**US 5660527 A**  
**JP H 11182408 A**
- (57) Sammendrag:  
**Der er tilvejebragt et rotorblad (40) til en vindturbine (100), hvor rotor- bladet indbefatter radiale borer i en væg af et bladrodsafsnit (400) hvor de radiale borer er forskudte i en langsgående retning af rotor bladet, og langsgående borer i væggen af bladrodsafsnittet (400), hvor hver af de langsgående borer strækker sig fra en bladfiange (410) til en tilsvarende radial boring.**

Fortsættes ...

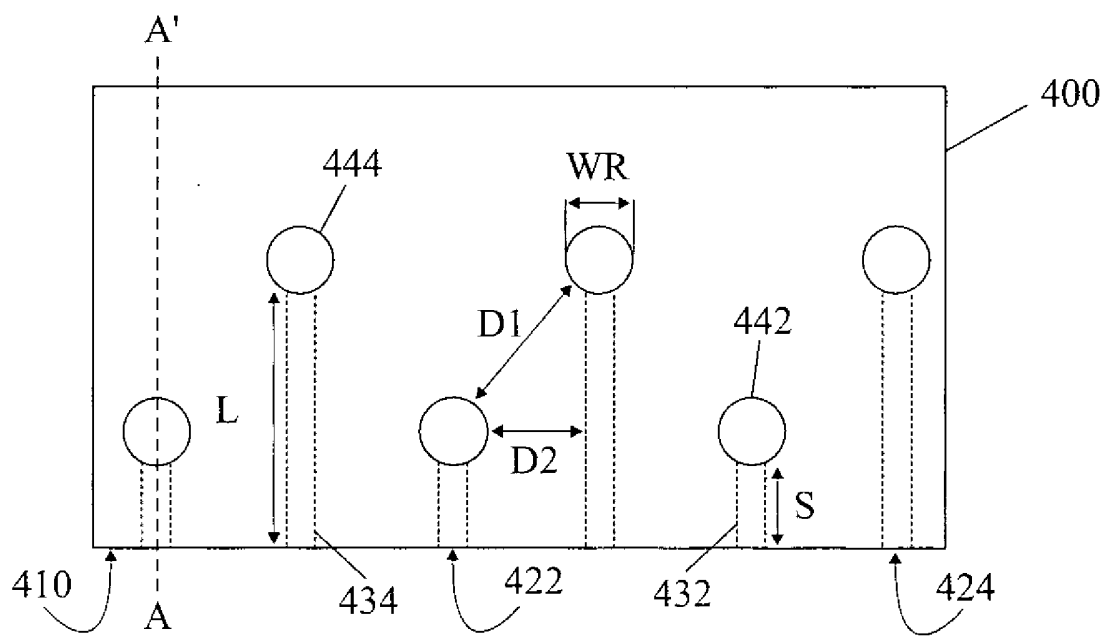


Fig. 4

## ROTORVINGE TIL EN VINDMØLLE

## OPFINDELSENS OMRÅDE

Den foreliggende opfindelse angår en rotorvinge til en vindmølle og især til  
5 udførelsen af rodafsnittet af en sådan rotorvinge. Opfindelsen angår desuden en  
vindmølle, som har en sådan rotorvinge.

## OPFINDELSENS BAGGRUND

Ud over den aerodynamiske udførelse af en vindmøllerotorvinge bestemmes  
kvaliteten og vægten af rotorvingerne i det væsentlige af udførelsen af  
10 vingeforbindelsen til rotornavet, dvs. vingerodafsnittet. Det, der gør det vanskeligt at  
udføre en vingeforbindelse til rotornavet, er belastningsoverførslen fra rotorvingens  
fiberkompositstruktur til rotornavets metalstruktur. En sådan belastningsoverførsel er  
vanskelig, hvilket i princippet skyldes de i det væsentlige forskellige egenskaber ved  
materialerne, der anvendes. En kendt teknik med hensyn til at fastgøre rotorvingerne  
15 til navet er at etablere T-bolt- eller krydsboltforbindelser mellem vingeroden og navet.

Imidlertid samler rotorbelastningerne sig omkring vingeroddelen og rotornavet.  
Desuden udviser rotorbelastningerne et meget dynamisk belastningsspektrum. Man  
skal derfor overholde specifikke udførelsestolerancer både for boltene og for  
rodlaminatet i vinge-/navforbindelsen. Det er især vingeboltudførelsestolerancerne,  
20 der kan overskrides, således at der kræves et større antal bolte til et givet  
belastningsspektrum. Hvis man imidlertid øger antallet af bolte, vil det til gengæld  
reducere den resterende mængde af rodlaminat mellem nærliggende T-  
boltforbindelser. Som følge heraf kan vingerodforbindelsen være utilstrækkelig til at  
modstå ekstreme belastninger, således vingerodforbindelsen kan blive beskadiget eller  
25 sågar kan knække af. De ovennævnte forhold, som skal tages i betragtning, er især af  
afgørende betydning i de tilfælde, hvor det påtænkes at eftermontere større  
rotorvinger på eksisterende vindmøller.

## KORT BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

Set i lyset af ovenstående er der tilvejebragt en rotorvinge til en vindmølle som defineret i krav 1.

På grund af den ovennævnte udførelse af vingeroden er de radiale boringer anbragt i afstand fra hinanden i en spændvis retning af rotorvingen. Antallet af bolte for en given vingeroddiameter kan således øges, mens der stadig er tilvejebragt tilstrækkeligt rodlaminat mellem liggende radiale boringer, således at krydsboltforbindelsen også modstår ekstreme belastninger. Rotorbelastningerne er dermed fordelt blandt flere bolte, og der sikres tilstrækkelige rodlaminattolerancer på grund af det forskudte layout. Det er især større rotorvinger, der kan installeres på eksisterende vindmøller, uden at der kræves omfattende konstruktionsændringer af navet, pitchlejet og vingeroden. Rotordiameteren og vindklassen for en eksisterende vindmølle kan således forbedres med relativt få anstrengelser.

Yderligere aspekter, fordele og træk ved den foreliggende opfindelse fremgår af de afhængige krav, beskrivelsen og de medfølgende tegninger.

Ifølge et aspekt af opfindelsen er der tilvejebragt en vindmøllerotorvinge, som i et vingerodafsnit deraf omfatter en flerhed af radiale huller og en flerhed af langsgående huller, hvor hvert langsgående hul forbinder en navende af rotorvingen og et radiale hul, hvor flerheden af langsgående huller omfatter en første gruppe af korte huller og en anden gruppe af huller, således at de radiale huller, som hører til den første gruppe, og de radiale huller, som hører til den anden gruppe, er anbragt i afstand fra hinanden i en længderetning af rotorvingen.

Ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse er der anbragt liggende radiale boringer i afstand fra hinanden i længderetningen med 0,5 til 10 gange den anden diameter. Afstanden mellem radiale naboboringer er således tilpasset til at tilvejebringe en tilstrækkelig strukturel styrke til at bære ekstreme belastninger.

Ifølge en yderligere udførelsesform af den foreliggende opfindelse er diameteren af radiale boringer i nærheden af rotorvingens navende mindre end diameteren af radiale

boringer i afstand fra rotorvingens navende. Mængden af rodlaminat mellem en radial boring i nærheden af navenden og en langsgående naboboring, der strækker sig til en radial boring i afstand fra navenden, er således forøget sammenlignet med det tilfælde, hvor alle radiale boringer har samme diameter. Som følge heraf er rod-  
5 /navforbindelsen yderligere forstærket og kan optage større belastninger.

Ifølge et andet aspekt af den foreliggende opfindelse er der tilvejebragt en vindmølle med mindst en rotorvinge. Rotorvingen er fastgjort til et nav ved hjælp af en T-boltforbindelse, hvor T-boltforbindelsen er defineret i krav 9. Der er således tilvejebragt en vindmølle med en forbedret vinge-/navforbindelse. Denne forbedrede  
10 forbindelse mellem rod og nav gør det især muligt at eftermontere på vindmøllen større vinger, der har samme roddiameter som de mindre vinger, der blev monteret forinden.

#### KORT BESKRIVELSE AF TEGNINGERNE

Der er givet en udførlig og understøttende redegørelse for den foreliggende opfindelse, herunder den bedste udførelsesform deraf, i forhold til en fagmand, især i  
15 den resterende del af beskrivelsen, herunder henvisning til medfølgende figurer, hvor:

Fig. 1 er en skematisk visning af en vindmølle.

Fig. 2 er en visning af en vindmøllerotorvinge set forfra.

Fig. 3 er en visning af et flangeafsnit af en vindmøllerotorvinge.

20 Fig. 4 er en sidevisning af en vingeroddel ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

Fig. 5 er en tværsnitsvisning af en T-boltforbindelse i et flangeafsnit ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

25 Fig. 6 er en tværsnitsvisning af en T-boltforbindelse mellem vingeroden og en flangedel af et rotornav ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

Fig. 7 viser fastgørelsesbolte ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

Fig. 8 er en sidevisning af en T-boltforbindelse mellem vingeroden og en flangedel af et rotornav ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

Fig. 9 er en sidevisning af en vingeroddel ifølge en anden udførelsesform af den foreliggende opfindelse.

## 5 DETALJERET BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

Der henvises nu detaljeret til de forskellige udførelsesformer af opfindelsen, hvoraf en eller flere eksempler er vist i figurene. Hvert eksempel er stillet til rådighed med henblik på at forklare opfindelsen og er ikke ensbetydende med en begrænsning af opfindelsen. Træk, som er vist eller beskrevet som del af en udførelsesform, kan  
10 f.eks. anvendes på eller sammen med andre udførelsesformer for at frembringe endnu en yderligere udførelsesform. Det er tilsigtet, at den foreliggende opfindelse omfatter sådanne ændringer og variationer.

Figur 1 er en skematisk visning af en traditionel vindmølle 100. Vindmøllen 100 omfatter et tårn 10, på hvilket der er monteret en maskinenacelle 20 ved dets topende.  
15 Et nav 30, som bærer tre rotorvinger 40, er monteret på en sideende af maskinenacellen 20.

Basisudførelsen af en rotorvinge 40 er vist i fig. 2. Her omfatter rotorvingen 40 et rodafsnit 400, som anvendes til montering af rotorvingen 40 på navet 30. Den spidse ende 42 af rotorvingen 40 er anbragt over for rodafsnittet 400. Et legemesafsnit 41 af  
20 rotorvingen 40 strækker sig mellem rodafsnittet 400 og den spidse ende 41.

Dernæst er udførelsen af rodafsnittet 400 og især en flangedel af rodafsnittet forklaret under henvisning til fig. 3 til 6.

Fig. 3 viser vingeflanger 410 af en rotorvinge set nedefra, dvs. fra roden 400 til spidsen 41 af rotorvingen. Flangeafsnittet 410 har et i det væsentlige cirkulært ringformet  
25 tværsnit. Vingeflanger 410 omfatter desuden et antal af åbninger 420, som svarer til (ikke viste) langsgående borer. Åbningerne 420 har en bredde WL og er jævnt fordelt med en afstand DH langs med en omkredsretning af flangeafsnittet 410. Når rotorvingen 40 er monteret på et rotornav 30, sættes der fastgørelsesbolte ind i de

langsgående boringer, så der etableres en T-boltforbindelse, hvilket forklares nærmere nedenfor.

Fig. 4 er en sidevisning af vingeroden 400. Her er det vist, at der er tilvejebragt radiale boringer 442, 444 i vingens rodafsnit. Disse radiale boringer 442, 444 er udformet til at modtage krydsboltene af T-boltforbindelsen. Langsgående boringer 432, 434 (vist med stiplede linjer) strækker sig fra de radiale boringer 442, 444 til vingens navende 410. Ved navenden stiller de langsgående boringer 432, 434 åbninger 422, 424 til rådighed, hvorigennem der kan indsættes fastgørelsesbolte. Som vist i fig. 4 er de radiale boringer anbragt langs med omkredsen af vingeroden 400. De radiale boringer er imidlertid inddelt i en første gruppe 442 af boringer, som er anbragt i nærheden af vingens navende, og en anden gruppe af boringer 444, som er anbragt i en afstand fra denne ende. Med andre ord er den første gruppe af radiale boringer 442 anbragt i en kort længdeafstand S fra navenden 410 af vingen, og den anden gruppe af radiale boringer 444 er anbragt i en lang længdeafstand L fra navenden 410. I overensstemmelse hermed er de langsgående boringer også inddelt i en første gruppe 432, der strækker sig kun i en kort længdeafstand S fra navenden 410 af vingen, og en anden gruppe 434, der strækker sig i den lange længdeafstand L fra navenden 410. De radiale boringer 442 af den første gruppe er således anbragt i længderetningen i afstand fra de radiale boringer 444 af den anden gruppe med forskellen L-S mellem den lange og korte længdeafstand. Denne afstand L-S er typisk i området fra 0,5 til 10 gange, fortrinsvis i området fra 1 til 3 gange, diameteren WR af de radiale boringer. Afstanden L-S kan alternativt eller endvidere være i området fra 1 til 60 %, fortrinsvis 5 til 40 %, sågar mere foretrukket 10 til 30 %, af den lange længderetning L. Som det er vist i figur 4, er de radiale boringer skiftevis udvalgt fra den første gruppe 442 og den anden gruppe 444. Der er således tilvejebragt en afstand D1 med en tilstrækkelig mængde af rodlaminat mellem liggende radiale boringer 442, 444 af den første og anden gruppe. Som følge heraf kan den periferiske afstand DH (se fig. 3) reduceres, således at der kan tilvejebringes flere boltforbindelser for en given roddiameter.

I den ovenfor beskrevne udførelsesform er diametrene WR, WL af hhv. de radiale (ikke viste) og langsgående boringer blevet udvalgt til at være identiske. Der er

desuden kun tilvejebragt en enkelt kort længdeafstand S fra navenden 410 og kun en enkelt lang længdeafstand L fra navenden 410. Man skal imidlertid være klar over, at den foreliggende opfindelse også kan udføres med varierende værdier af diametrene WR, WL af de radiale eller langsgående borer. Der kan ligeledes være tilvejebragt

5 flere korte og lange længdeafstande, så længe det overholdes, at to radiale naboboringer er anbragt med et tilstrækkeligt mellemrum i forhold til rodlaminattolerancerne.

Fig. 5 er en tværsnitsvisning i længderetningen af flangeafsnittet af vingeroden 400 langs med linjen A-A' i fig. 4. Den langsgående boring 432 befinder sig i det væsentlige i midten mellem den udvendige sidevægsoverflade og den indvendige sidevægsoverflade af rotorvingevæggen. Derudover er der tilvejebragt en radial boring 442 i sidevæggen ved den ene ende af den langsgående boring 432. Ved den modsatte ende har den langsgående boring 432 en åbning 422 i vingeflanger. Når rotorvingen 40 er monteret på rotornavet 30, sættes der krydsbolte ind i den radiale

10 boring 442 for at etablere en T-boltforbindelse med fastgørelsesbolte, der er sat ind i den langsgående boring 432, hvilket forklares nærmere forneden under henvisning til fig. 6.

Fig. 6 er en tværsnitsvisning af en krydsboltforbindelse udformet mellem rodafsnittet 400 og en flange 300 af rotornavet 30. Her er krydsbolten 600 sat ind i den radiale

20 boring 442. Krydsbolten 600 omfatter en åbning med et indvendigt gevind 610. Åbningen 610 flugter med positionen for den langsgående boring 432. Flangen 300 af rotornavet 30 støder desuden op til undersiden af flangeafsnittet 410. Navflangen 300 har et gennemgangshul 310, som er dimensioneret således, at det passer til den langsgående boring 432 af vingeflanger 400. Gennemgangshullet 310 og den

25 langsgående boring 432 flugter med hinanden, således at en fastgørelsesbolt 500 kan sættes ind i gennemgangshullet 310 og den langsgående boring 432. Fastgørelseshullet 500 omfatter et udvendigt gevind 530, der passer til det indvendige gevind 610 af krydsbolten 600. Fastgørelsesbolten 500 er fikseret på krydsbolten 600 via en skrueforbindelse, således at der etableres en krydsboltforbindelse. Rotorvingen

30 40 kan således fikseres på rotornavet 30.



Selvom udførelsen af krydsboltforbindelsen mellem rotorvingen og navet var beskrevet under henvisning til en kort langsgående boring 432, gøres det opmærksom på, at udførelsen af en lang langsgående boring 434 som udgangspunkt er identisk bortset fra længdeudvidelsen af den langsgående boring. Ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse er det kun i længderetningen af de langsgående boringer og tilsvarende fastgørelsesbolte for hhv. korte og lange boringer, at udførelsen af krydsboltforbindelsen adskiller sig særligt.

I den ovenfor beskrevne boltforbindelsesordening er flangen 310 af rotornavet, krydsbolten 600 og fastgørelsesbolten 500 typisk fremstillet af stål. Vingeflanger 400 er typisk fremstillet af fiberforstærket matrix. Den fiberforstærkede matrix af vingeflanger er f.eks. et materiale, som indbefatter glasfibre og/eller carbonfibre, der er indlejret i et matrixmateriale. Matrixmaterialet er f.eks. udvalgt fra gruppen af en epoxyharpiks, en epoxynovolak, en termohærdende harpiks såsom epoxyharpiks, epoxynovolakker, polyestere, polyimider, både kondenserings- og tilsætningstyper, phenolharpikser og bismaleimider. En hvilken som helst af disse harpikser kan vælges i henhold til det specifikke tekniske formål, som matrixmaterialet skal anvendes til. Det er især harpikssystemet, der skal vælges i relation til en særlig fiberforstærkning til fremstilling af en færdigbearbejdet hybridfiberforstærket del med de ønskede mekaniske og miljømæssige egenskaber. Harpiksen bliver normalt vakuumafgasset, efter et hærdemiddel/en katalysator er blevet iblandet harpiksen, med henblik på at eliminere eller fjerne al indesluttet luft fra den flydende harpiks. Harpiksen skal derfor være i stand til at fortsætte gennem vakuumtrykciklusomgivelser med varme og tidsrum, uden at der dannes gasbobler eller hulrum. Der er indlejret carbon- og/eller glasfibre i et sådant matrixmateriale og er typisk tilvejebragt i form af fibermåtter. Fibrene kan dog også være tilvejebragt i form af et ikke-vævet eller roving stof.

Fig. 7 viser fastgørelsesbolte ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse. På venstre side i fig. 7 er der vist en fastgørelsesbolt 502 af en kort type. Fastgørelsesbolten 502 er tilpasset således, at den kan sættes ind i en kort langsgående boring 432. Den korte fastgørelsesbolt 502 omfatter et hylsemøtrikafsnit 510, et kort skaft 522 og en ende 530 med udvendigt gevind over for hylsemøtrikafsnittet.

Endedelen 530 med udvendigt gevind er tilpasset således, at den kan skrues ind i et udvendigt gevind 610 af en krydsbolt 600. Skaftdelen 522 har en kort længde LS, som er dimensioneret på en sådan måde, at den strækker sig over den korte længde S af den langsgående boring 432 og et gennemgangshul 310 af navflangen.

5 Hylsemøtrikafsnittet 510 indeholder typisk også en del med indvendigt gevind (ikke vist), hvorpå en hylsemøtrik med indvendigt gevind kan fastgøres. Alternativt kan hylsemøtrikafsnittet 510 kan være udformet sammen med skaftet 522. I dette tilfælde kan hylsemøtrikafsnittet 510 være udformet som en hexmøtrik. På højre side i fig. 7 er der vist en fastgørelsesbolt 504 af den lange type. Den basisudførelse er den

10 samme som for bolten 502 af den korte type.

Fig. 8 er en sidevisning af en T-boltforbindelse mellem vingeroden 400 og en flangedel 300 af rotornavet ifølge en udførelsesform af den foreliggende opfindelse. I en sådan T-boltforbindelse er krydsboltene 600 sat ind i de radiale boringer 442, 444 med deres åbning 610 med indvendigt gevind, vendende mod de langsgående

15 boringer 432, 434. Korte og lange langsgående bolte 502, 504 er sat ind i de korte og lange langsgående boringer 432, 434 respektivt tilsvarende gennemgangshuller 310 af navflangen 300. Fastgørelsesboltene 502, 504 er fastgjort ved hjælp af hylsemøtrikker. Krydsboltene 600 og fastgørelsesboltene 502, 504 formonteres typisk i rotorvingen under fremstillingen. I dette tilfælde har fastgørelsesboltene 502, 504 en

20 del med udvendigt gevind på begge endesider. Derefter monteres rotorvingen på navflangen på arbejdsstedet, dvs. enderne af fastgørelsesflangerne 502, 504, der strækker sig fra åbningerne 420, sættes ind i gennemgangshullerne 310 af navflangen 300. Derefter færdiggøres T-boltforbindelsen indefra, ved at der fastgøres hylsemøtrikker på fastgørelsesboltenes endedele med udvendigt gevind.

25 Fig. 9 er en sidevisning af en vingeroddel ifølge en anden udførelsesform af den foreliggende opfindelse. Basisudførelsen er på samme måde som vingeroden vist i fig. 4. Diametrene af de radiale boringer afviger imidlertid i forhold til boringernes afstand fra vingens navende. I denne særlige udførelsesform er diametrene WRS af de radiale boringer 942 i nærheden af navenden mindre end diametrene WRL af de

30 radiale boringer 944 i afstand fra navenden. Derfor er det ikke kun afstanden D1 mellem to liggende radiale boringer, der reduceres, men også sideafstanden D2

mellem en radial boring 942 i nærheden af navenden og en lang langsgående boring 434, der strækker sig vertikalt, ved siden af den. Mængden af rodlaminat mellem de radiale boringer 942 i nærheden af navenden og de lange langsgående boringer 434, som passerer de radiale boringer i sideretningen, forøges således, og rodforbindelsen  
5 forstærkes yderligere.

Denne udfærdigede beskrivelse gør brug af eksempler til at redegøre for opfindelsen, herunder den bedste udførelsesform, og til også at gøre det muligt for en fagmand at udføre og anvende opfindelsen. Mens opfindelsen er blevet beskrevet ud fra forskellige specifikke udførelsesformer, vil fagmanden kunne se, at opfindelsen kan udføres  
10 modificeret inden for patentkravenes rammer. Det patenterbare opfindelsesomfang er defineret af kravene og kan omfatte andre eksempler, som fagmanden støder på. Det er tilsigtet, at sådanne andre eksempler skal være inden for patentkravenes rammer, eller de har strukturelementer, som ikke adskiller sig fra patentkravenes bogstavelige sprog, eller hvis de indbefatter tilsvarende strukturelementer med uvæsentlige forskelle fra  
15 patentkravenes bogstavelige sprog.

## PATENTKRAV

1. Rotorvinge (40) til en vindmølle (100), som omfatter  
  
en første flerhed af radiale borer i en væg af en vingeroddel (400), hvor den første flerhed af radiale borer har en første diameter;  
  
5 en anden flerhed af radiale borer i væggen af vingeroddelen, hvor den anden flerhed af radiale borer har en anden diameter, som er forskellig fra den første diameter, hvor den første og anden flerhed af radiale borer er forskudt for hinanden i en længderetning af rotorvingen, og  
  
en flerhed af langsgående borer i væggen af vingerodden (400), hvor hver af de  
10 langsgående borer strækker sig fra en vingeflange (410) til en tilsvarende en af den første og anden flerhed af radiale borer.
2. Rotorvinge ifølge krav 1, hvor den første flerhed af radiale borer (442) er anbragt i en første længdeafstand (S) fra vingeflengen (410), og den anden flerhed (444) af radiale borer er anbragt i en anden længdeafstand (L) fra vingeflengen  
15 (410), hvor den første afstand (S) er mindre end den anden afstand (L).
3. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor de radiale borer skiftevis er udvalgt fra den første og anden flerhed af radiale borer (442, 444) set i en omkredsretning af vingeroden (400).
4. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor den første  
20 diameter er mindre end den anden diameter.
5. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor liggende radiale borer (442, 444) er anbragt i længderetningen i afstand fra hinanden med 0,5 til 10 gange den anden diameter.
6. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor en første  
25 gruppe af korte langsgående borer (432) har en første langsgående længde (S), og en anden gruppe af lange langsgående borer (434) har en anden langsgående længde (L), hvor den første længde (S) er mindre end den anden længde (L).

7. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor de langsgående boringer skiftevis er udvalgt fra den førte og anden gruppe (432, 434) set i en omkredsretning af vingeroden (400).
8. Rotorvinge ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvor forskellen i længderetningen mellem de lange og korte langsgående boringer (L-S) er i området fra 1 % til 60 %, fortrinsvis 5 % til 50 %, af den langsgående længde (L) af de lange langsgående boringer (434).
9. Vindmølle (100) med mindst en rotorvinge (40) ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvilken rotorvinge (40) er fastgjort til et nav (30) ved hjælp af en T-boltforbindelse,
- hvor T-boltforbindelsen omfatter fastgørelsesbolte (500), der er sat ind i de langsgående boringer (432, 434), som er tilvejebragt i vingeroddelen (400) af rotorvingen, hvilke fastgørelsesbolte er fikseret på krydsbolte (600), der er sat ind i de radiale boringer, som er tilvejebragt i vingeroddelen af rotorvingen,
- hvor korte fastgørelsesbolte (502) til de korte langsgående boringer (432) og lange fastgørelsesbolte (504) til de lange langsgående boringer (434) er tilvejebragt i T-boltforbindelsen.

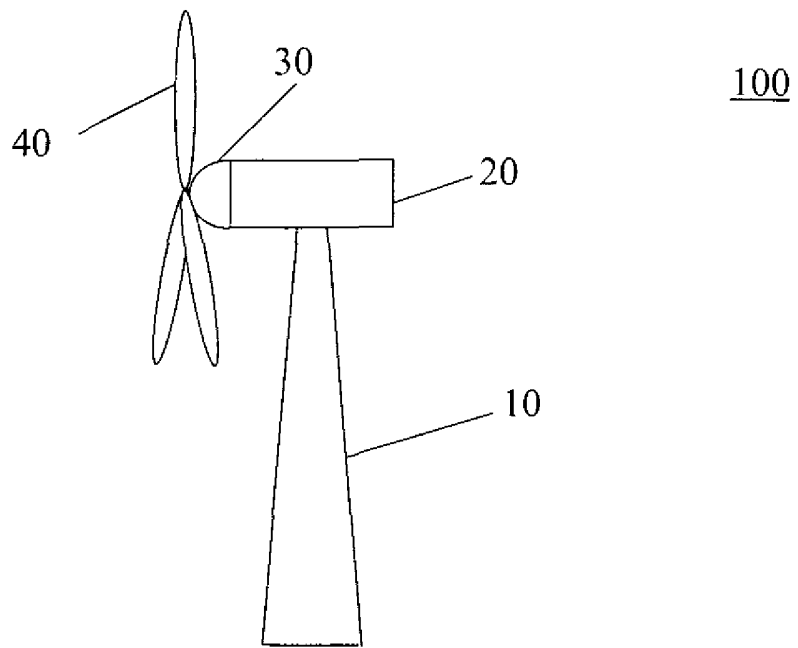


Fig. 1

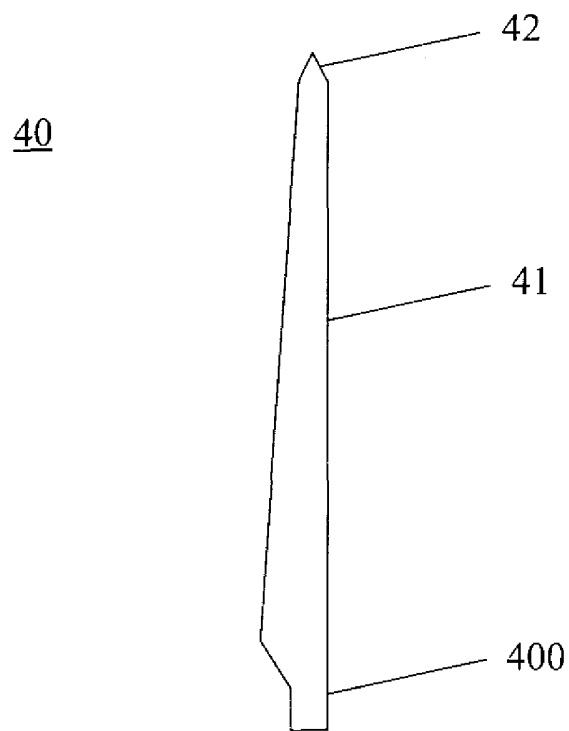


Fig. 2

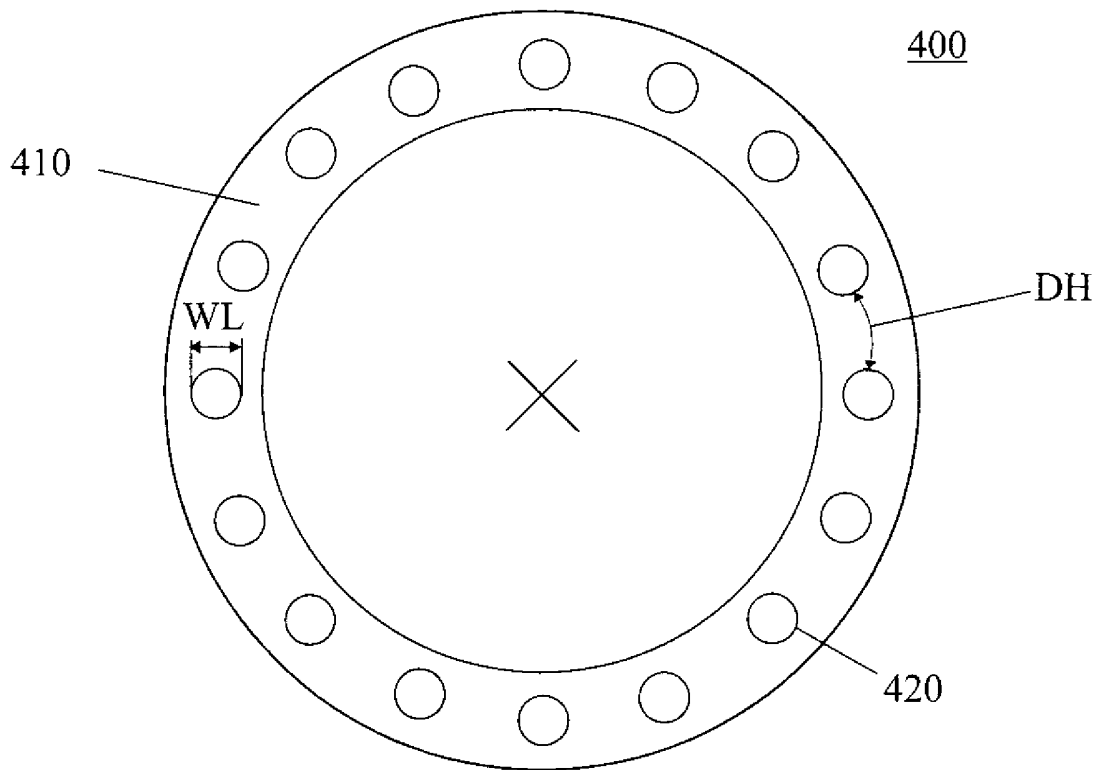


Fig. 3

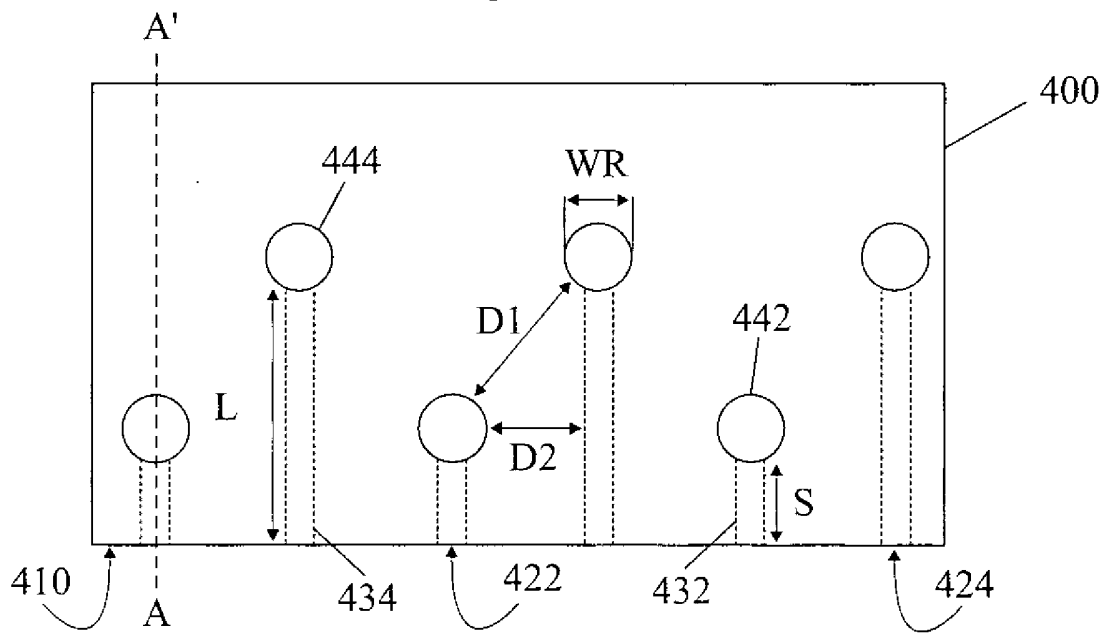


Fig. 4

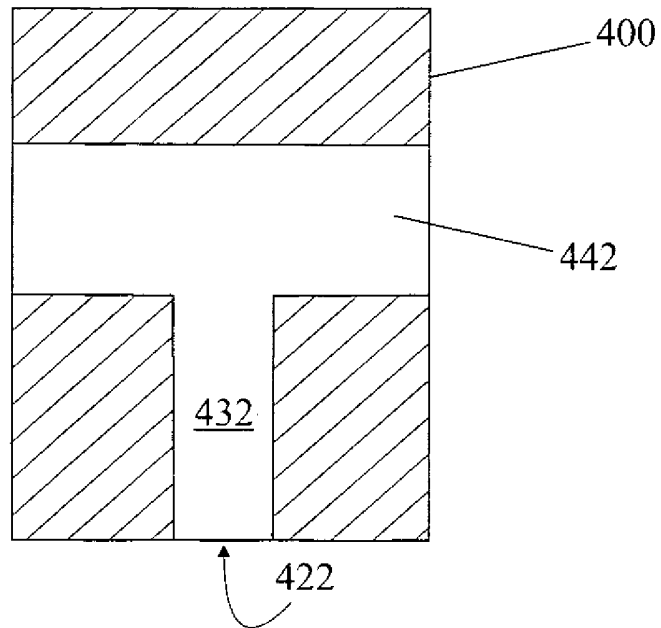


Fig. 5

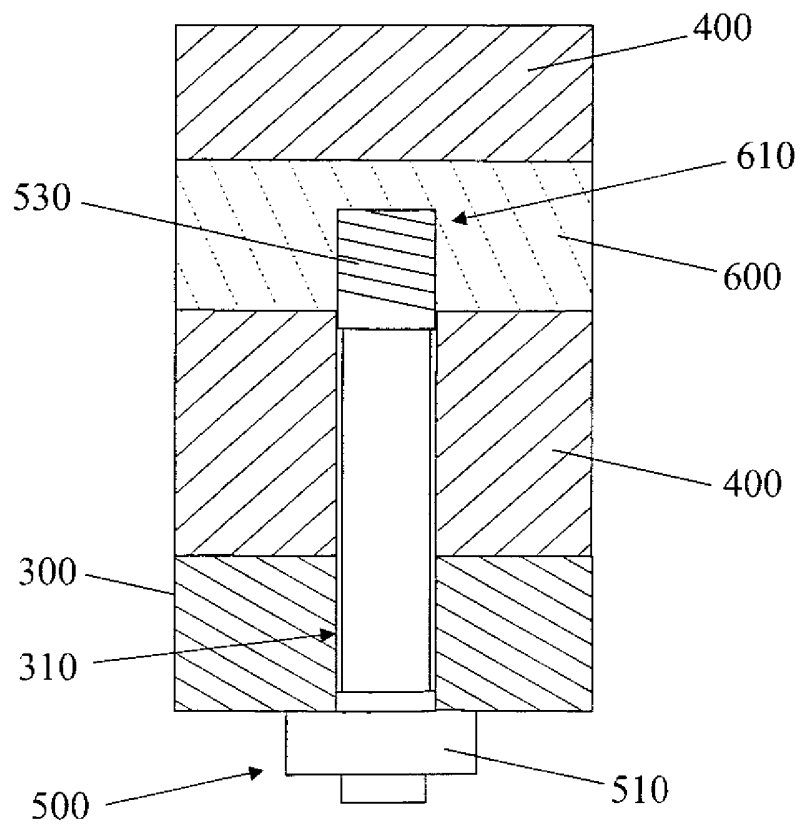


Fig. 6



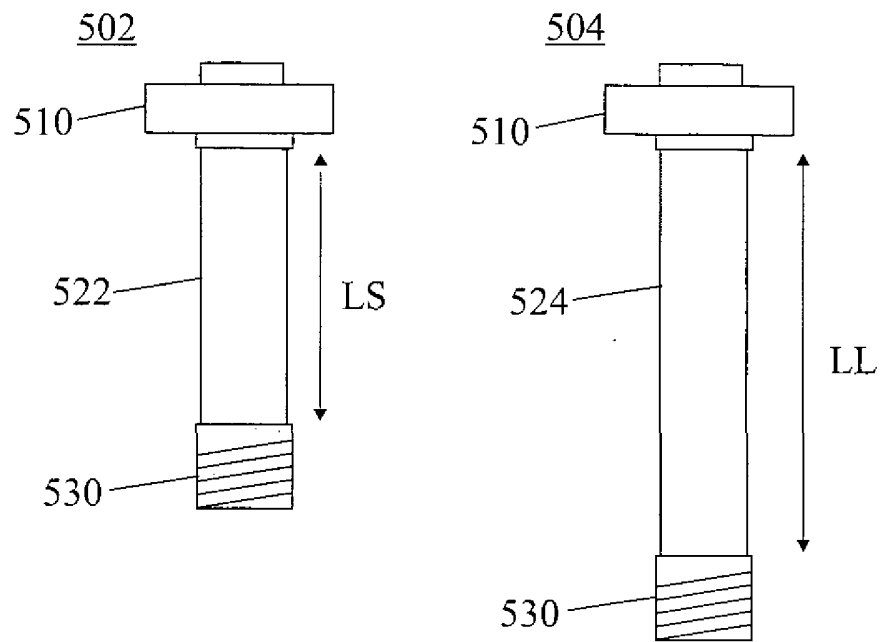


Fig. 7

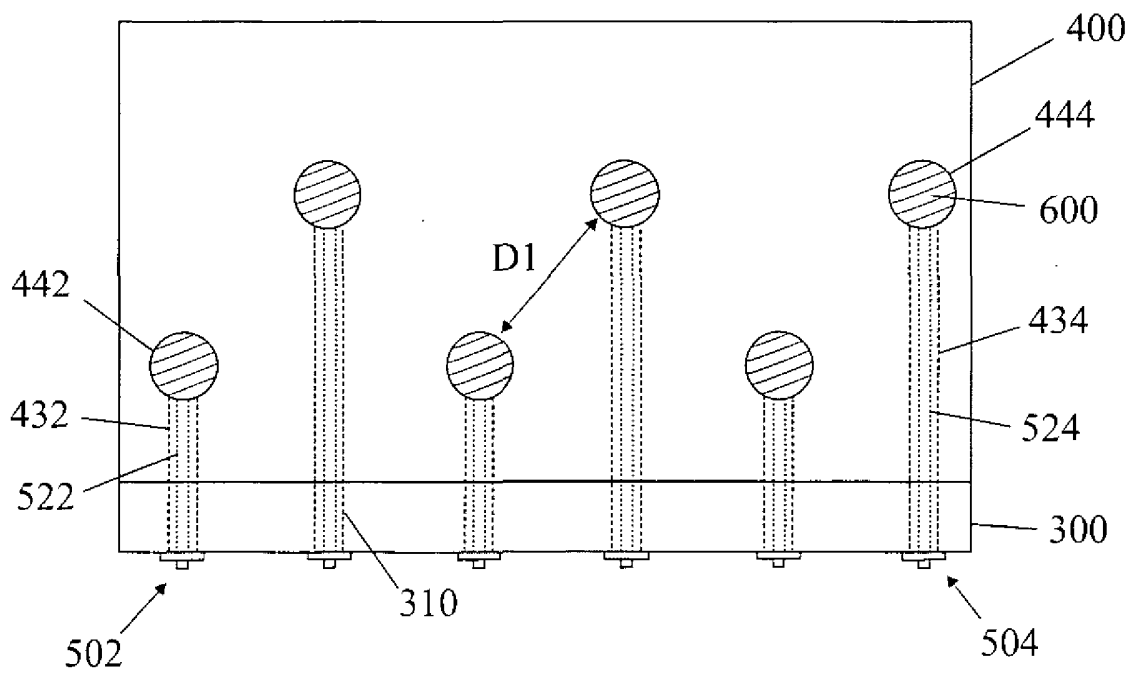


Fig. 8

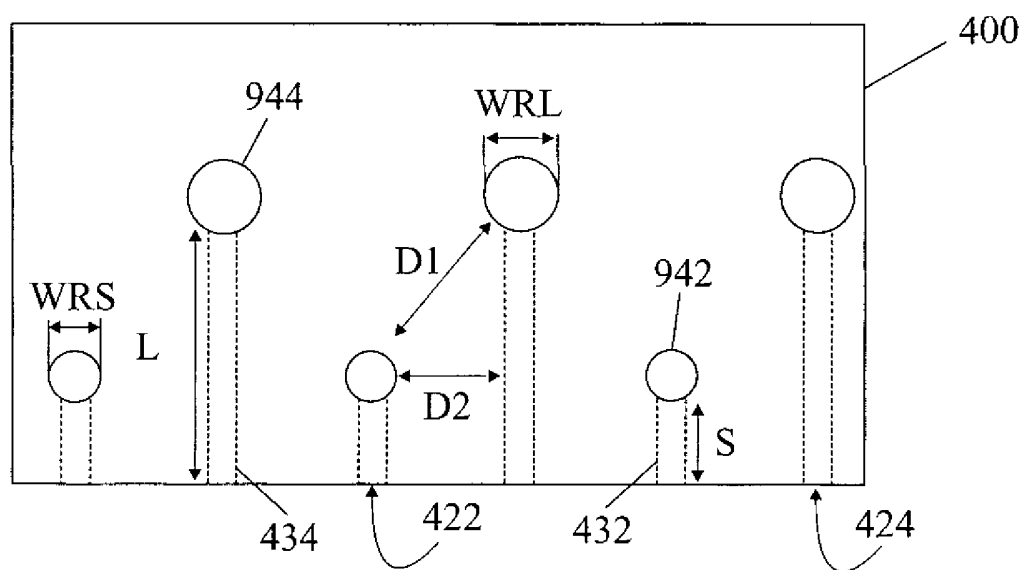


Fig. 9