

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 4038294 T3**



(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **F 16 H 57/04 (2010.01)** **F 03 D 80/70 (2016.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2024-04-15**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2024-02-14**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **20774874.0**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2020-09-03**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2022-08-10**
- (86) International ansøgning nr.: **DE2020100771**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2021063437**
- (30) Prioritet: **2019-10-02 DE 102019126551**
- (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: **Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach, Tyskland**
- (72) Opfinder: **HEMPEL, Thomas, Adam-Lang-Str. 5, 97422 Schweinfurt, Tyskland**
JUNGHAEHNEL, Mario, Am Nützelbach 5, 97447 Gerolzhofen, Tyskland
PLOGMANN, Michael, Hammerbacher Straße 37, 91074 Herzogenaurach, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Plougmann Vingtoft A/S, Strandvejen 70, 2900 Hellerup, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Planetgear til en vindmølle**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A1- 2 383 480
WO-A1-2016/119788
WO-A1-2019/120870
DE-U- 1 985 822
SU-A1- 1 090 941

BESKRIVELSE

Teknisk område

5 Opfindelsen angår planetgear til vindmøller, især glidelejet til planethjul på planetaksler i sådanne planetgear.

 Vindmøller omfatter generelt en generator, der er anbragt i en nacelle, til omdannelse af vindenergi til elektrisk energi. Denne generator drives af en rotor, der påvirkes af vindkræfter. For at øge de relativt lave hastigheder, som genereres af
10 rotorerne, til en hastighed, der kan anvendes til at generere elektricitet og er egnet til generatoren, har planetgear, som også er anbragt i nacellen på vindmøllen, vundet frem. Til dette formål bliver hastigheden af rotoren, der er forbundet med en transmissionsindgangsaksel, omsat fra langsom til hurtig af planetgearet og stillet til rådighed for generatoren via en transmissionsudgangsaksel.

15 Sådanne planetgear er generelt konstrueret på en sådan måde, at der er tilvejebragt et ringhjul koaksialt med et solhjul, hvor solhjulet er forsynet med en udvendig fortanding og ringhjulet er forsynet med en indvendig fortanding. Planetgear med udvendig fortanding er tilvejebragt i en radial afstand mellem solhjulet og ringhjulet. Disse udvendige fortandinge på planetgearene er i indgreb med de respektive fortandinge på
20 ring- og solhjul. Til roterbar montering af planethjulene er der tilvejebragt planetaksler, som optager planethjulene på en rotationsbevægelig måde, og som er rotationsfast forbundet med en planethjulsholder. Ud over denne sædvanlige lejrning af planethjul kan det også være indrettet, således at planethjulene er rotationsfast forbundet med planetakslene, og planetakslene er drejeligt monteret i planethjulsholderen.

25 Sådanne planethjul er sædvanligvis drejeligt monteret på planetakslene ved hjælp af rulningslejer.

 Foruden dette rulningsleje kendes også glidelejer til planethjul på planetaksler. DE102013221265 A1 præsenterer et planetgear, ved hvilket de respektive planethjul udelukkende er i glidende kontakt med de respektive planetaksler. For at forbedre den
30 indbyrdes glidning af de involverede overflader og for at aflede opstået varme dannes der en smøremiddelfilm mellem de involverede overflader, idet der er tilvejebragt et smøremiddelvæskebad, som planethjulene passerer igennem, når de roterer rundt om

solhjulet.

Ud over denne dypsmøring kendes også glidelejer, hvor smøremidlet indføres direkte mellem de glidende overflader, der er i glidende kontakt med hinanden.

5 DE 19 85 822 U præsenterer et planetgear til en vindmølle, på hvis planetaksler planethjulene er lejret glidende, og et hulrum er dannet på en overflade af en af de glidende elementer, der er i glidende kontakt med hinanden. Den specielle olieføring tjener i den forbindelse til for det første at levere tilstrækkelig smøring af glidelejet og for det andet den nødvendige mængde olie til at afkøle lejet, når der er høje drejningsmomenter på planethjulsholderen og høje planethjulshastigheder.

10 En anden mulighed for smøring kendes fra DE 2702321 A1, hvor der i en af de involverede glideflader er indført hulrum, i hvilke udmundinger på en smøremiddeltilførselsanordning ender direkte. Enden af smøremiddeltilførselsanordningen, der vender væk fra udmundingen, er operativt forbundet med en pumpe, som pumper smøremiddel ind i
15 smøremiddeltilførselsanordningen, som derefter løber ud ved udmundingerne og fylder hulrummene.

Den konstante fyldning af disse hulrum med en tilstrækkelig mængde smøremiddel sikrer, at smøremidlet under rotationen af de involverede glidende elementer når belastningszonen for dette glideleje, som danner en smøremiddelfilm, der
20 adskiller de to glidende elementer under de der herskende hydrodynamiske trykforhold. Denne fyldning af hulrummene kan uden tvivl også opnås ved, at en pumpe tilfører smøremiddel under højt tryk til smøremiddeltilførselsanordningen, som kompenserer for de uundgåeligt opståede smøremiddeltab. Dette er imidlertid uønsket, fordi sådanne høje pumpetryk uundgåeligt også øger mængden af smøremiddel, der løber ud af glidelejet.
25 Hvis man vil undgå, at der slipper for meget smøremiddel ud af glidelejet, kan hulrummene også fyldes tilstrækkeligt effektivt ved at indføre store mængder smøremiddel i hulrummene ved lavt pumpetryk. Dette kræver dog tilsvarende en smøremiddelfordelingsanordning med et stort tværsnit, idet smøremiddelfordelingsanordningen enten har et stort antal kanaler med et lille tværsnit
30 eller nogle få kanaler med et stort tværsnit. Da kanalerne i smøremiddelfordelingsanordningen til forsyning af glidelejets hulrum er ført gennem mindst ét af de glidende elementer, ville sådanne kanaler imidlertid medføre en svækkelse

af det pågældende glidende element. Hvis man ønsker at kompensere for denne svækkelse af det glidende element, så det fortsat er i stand til at overføre store belastninger, kan dette kun opnås ved at gøre det pågældende glidende element eller hele glidelejet større. Ud over installationspladskravet fører en sådan større dimensionering uundgåeligt også til større vægt, hvilket er uønsket i en vindmølle på grund af anbringelsen af sådanne planetgear i nacellen.

Formålet med opfindelsen er således at præsentere et planetgear til en vindmølle, hvis planethjul har et forbedret glideleje på planetaksler, der eliminerer de ovennævnte ulemper.

10 **Præsentation af opfindelsen**

Dette formål opnås ved hjælp af kendetegnene, der er angivet i krav 1. Fordelagtige udformninger og videreudviklinger af opfindelsen fremgår af de afhængige krav.

Glidelejet er altid tilstrækkeligt fyldt med smøremiddel ved lavt pumpetryk, hvis hvert hulrum, der er tilvejebragt på overfladen af et af de to glidende elementer, der er i glidende kontakt med hinanden, er en smøremiddellomme, hvis aksiale længde L udgør mindst 60 % af den aksiale bredde B af planethjulet, der er tilvejebragt en periferisk not, som over hele omfanget forløber i det glidende element, som er anbragt koaksialt med det andet glidende element, der er forsynet med mindst én sådan smøremiddellomme, og/eller som strækker sig i det glidende element, der er forsynet med mindst én smøremiddellomme, over omfanget af dette udelukkende mellem smøremiddellommen eller smøremiddellommerne, og

at smøremiddelfordelingsanordningen omfatter yderligere udmundinger, som ender enten i eller over for periferiske noter.

Dette er baseret på viden om, at tilvejebringelsen af periferiske noter skaber et smøremiddelreservoir i selve glidelejet, som kan fyldes med lavt pumpetryk via en eller to radiale kanaler, hvorfra smøremiddel, der er optaget i dette, dernæst løber ind i smøremiddellommerne og sørger for en tilstrækkelig fyldning af disse smøremiddellommer med smøremiddel, selv hvis den første aksiale længde L_1 af smøremiddellommerne er større end/lig med 60 % af planethjulets aksiale bredde B for at sikre god adskillelse af de to glidende elementer i belastningsområdet for glidelejet. Derudover er den aksiale forbindelse af den eller de respektive smøremiddellommer med

den periferiske not udformet med den samme yderligere radiale fordybningsdybde T2. Ved hjælp af forlængelser af de respektive smøremiddellommer ved deres aksiale ender, som har en reduceret udstrækning B4 i det mindste i den periferiske retning sammenlignet med udstrækningen af denne smøremiddellomme i den periferiske retning B5 og den første radiale fordybningsdybde T1, undgås kantløbere på glidelejet ved en lateral forskydning af planethjulene på planetakslerne.

Monteringen forenkles, hvis den aksiale bredde B1 af den periferiske not er større end diameteren D af de yderligere udmundinger og mindre end den første aksiale længde L1 af den i det mindste ene smøremiddellomme, fordi den større bredde B1 af den periferiske not betyder, at de yderligere udmundinger altid ender fuldstændigt i den respektive periferiske not, selv hvis de to glidende elementer er orienteret forkert på grund af tolerancer, dvs. deres diameter D ikke eksempelvis er dækket af en fejljustering.

I forbindelse med udformningen af en smørefilm i glidelejets belastningszone LZ er det fordelagtigt, når den aksiale symmetriakse for hver smøremiddellomme har en vinkel α på mellem 90° og 120° i forhold til midten af belastningszonen LZ for de to glidende elementer, der er i glidende kontakt med hinanden.

Fremstillingen af planetgear eller udformningen af glidelejer på planethjul og planetakslers forenkles mht. håndteringen, hvis der i modsætning til store og tunge planethjul eller planetakslers er tilvejebragt bøsninger, hvis første sideflader er forbundet rotationsfast enten med planethjulets indre boring eller planetakslens ydre omkreds og gennembrydes af radiale gennembrydninger, og hvis anden sideflade, der strækker sig i radial afstand fra den første sideflade, er den overflade, som er i glidende kontakt med overfladen af det andet glidende element.

sideflader modsat de første sideflader danner de overflader, som er i glidende kontakt med overfladerne på de andre glidende elementer.

Orienteringen af bøsninger på planethjulet eller planetakslens forenkles, hvis smøremiddelfordelingsanordningen omfatter radiale kanaler, der strækker sig i et af de glidende elementer, der er omløbende riller, som ligger enten på den første sideflade af bøsningen eller på en perifer overflade af planethjulet eller planetakslens, med hvilken bøsningen er forbundet rotationsfast, og

når de radiale kanaler, hvis aksiale bredde er mindre end den aksiale bredde af de periferiske riller, munder ud i de respektive riller, fordi de aksialt bredere riller betyder,

at selv en lille aksial fejljustering af bøsningen i forhold til planetgearret eller i forhold til planetakslen ikke forstyrrer passagen af smøremiddel.

Det aksiale stop forbedres, hvis der på planethjulene eller planethjulsholderen er anbragt aksiale skiver, af hvilke i hvert enkelt tilfælde én ringkant er i aksial glidende kontakt med et aksialt glidende element.

Der opnås en god slidstyrke ved glidelejet, når overfladen af det ene glidende element har en større hårdhed end overfladen af det andet glidende element.

Der opnås gode glideegenskaber med lille lukning og enkel fremstilling, når den lave hårdhed af overfladen på det ene glidende element er en ren stålhårdhed, og når den større hårdhed af overfladen af det andet glidende element er dannet af en belægning af hårdt materiale.

Kort beskrivelse af figurerne

Der vises på:

- fig. 1 en første udførelsesform for et planetgear til en vindmølle;
- 15 fig. 2 en anden udførelsesform ifølge fig. 1;
- fig. 3 en tredje udførelsesform ifølge fig. 1;
- fig. 4 en fjerde udførelsesform ifølge fig. 1;
- fig. 5 en afbildning af en vindmølle;
- fig. 6a og b to snit gennem en planetaksel og
- 20 fig. 7a og b en anden udførelse af en bøsning

Måder til udførelse af opfindelsen

Opfindelsen skal nu forklares nærmere på baggrund af figurerne.

Fig. 5 viser skematisk en vindmølle 1, som blandt andet rummer et planetgear 4 og en generator 5 i en nacelle 3 monteret på et tårn 2. Endvidere er der tilvejebragt en rotor 7, der er forbundet med en transmissionsindgangsaksel 6. Når vinden blæser mod denne rotor 7, sættes transmissionsindgangsakslen 6 i rotation, og omdrejningstallet på transmissionsindgangsakslen 6 omsættes fra langsom til hurtigere ved hjælp af planetgearret 4 og leveres til generatoren 5 via en transmissionsudgangsaksel 8.

Fig. 1 viser en første udførelsesform for et planetgear 4 til en vindmølle 1. Dette planetgear 4 er dannet af et ringhjul 9 og et solhjul 10, hvor solhjulet 10 og ringhjulet 9 er anbragt koaksialt i forhold til hinanden. I den radiale afstand mellem ringhjulet 9 og solhjulet 10 er der anbragt planethjul 11, hvoraf der kun er vist ét planethjul 11 på figur

1 til 4. Den udvendige fortanding (ikke vist) på planethjulene 11 er i indgreb med den udvendige fortanding (ikke vist) på solhjulet 9 og den indvendige fortanding (ikke vist) på ringhjulet 10. De respektive planethjul 11 er drejeligt anbragt på en planetaksel 12. Som følge af den koaksiale placering af de respektive planethjul 11 på de respektive

5 planetakser 12 dannes et glideleje mellem den indvendige overflade 13.1 af det glidende elements planethjul 11 og den ydre overflade 13.2 af planetakslen 12 i form af det andet glidende element. Når planetgearet 4 er monteret, opstår der mellem overfladerne 13.1, 13.2 af de glidende elementer 11, 12, der medvirker på fig. 1, en smal ringformet spalte 14, som er vist forstørret på fig. 1, 2-4 og 7 for bedre at kunne vise forholdene.

10 Som det fremgår af figur 1, er planetakserne 12 rotationsforbundet med en planethjulsholder 15.

Derudover er der tilvejebragt to aksiale skiver 16 på planetakslen 12, som hver især er anbragt mellem planethjulsholderen 15 og planethjulet 11 og er forbundet med planethjulsholderen 15, som har en lille aksial afstand A1 til planethjulene 11, og som

15 sammen med planethjulet 11 danner et aksialt glideleje, idet ringformede kanter 33 af de aksiale skiver 16 er i aksial glidende kontakt med planethjulene 11. For fuldstændighedens skyld skal det bemærkes, at de aksiale skiver 16 i et andet ikke vist udførelseseksempel også kan forbindes med planethjulet 11, i hvilket tilfælde planethjulsholderen 15 udgør det andet aksiale glidende element.

20 For at forbedre glideevnen og langtidstabiliteten ved planetakslen 12 og planethjulene 11, som begge er fremstillet af stål, er det indrettet, således at en overflade 13.1; 13.2 af et af de to glidende elementer 11; 12 kun er hærdet, dvs. har en ren stålhårdhed, og at overfladen 13.1; 13.2 af det andet glidende element 11; 12 yderligere er belagt med en belægning 17 af hårdt materiale, som sammenlignet med stålhårdheden

25 af den anden overflade 13.1; 13.2 har en højere hårdhed. Denne belægning af hårdt materiale kan særligt være udformet som en oxid-, nitrid-, oxynitrid- eller karbidbelægning 17. Dette hårde materialelag indeholder i en første foretrukket udførelsesform særligt et af grundstofferne titan, aluminium, krom og molybdæn. Laget af hårdt materiale er fortrinsvis dannet af mindst ét materiale fra gruppen, der omfatter

30 TiN, TiCN, AL2O3, TiAlN, CrN, AlCrN, MoN. I en yderligere foretrukket udførelsesform er det første lag dannet som et amorf kulstoflag eller et diamantlag. I udførelseseksemplet, der er vist på figur 1, er den ydre overflade 13.1 af planetakslen 12,

der er fremstillet af stål, belagt med en belægning 17 af Triondur CX⁺, som er en kendt DLC-belægning fra ansøgeren, og som har en laghårdhed på mere end eller lig med 1000 HV. Denne belagte overflade 13.2 af planetakslen 12 er i direkte glidende kontakt med de indre overflader 13.1 af planethjulene 11, som kun har en overfladehårdhed svarende til en stålhårdhed på 55 til 62 HRC. Alene for fuldstændighedens skyld skal det bemærkes, at udførelsen af opfindelsen ikke nødvendigvis er begrænset til en belægning 17 af overfladen 13.2 af den stationære komponent, nemlig planetakslen 12. Tværtimod er det i et andet udførelseseksempel muligt, at overfladen 13.2 af planetakslen 12 kun har en stålhårdhed, og at overfladen 13.1 af planethjulet 11 er belagt med en af ovennævnte belægninger 17 for at opnå en større hårdhed end stålhårdheden af overfladen 13.2 af planetakslen 12.

Det, der blev forklaret i sidste afsnit i forbindelse med det radiale glideleje mellem planethjul 11 og planetaksel 12, gælder naturligvis også tilsvarende for de aksiale glidelejer mellem planethjulsholderne 15 og de aksiale skiver 16 eller mellem de aksiale skiver 16 og planethjulet 11. Således er de aksiale skiver 16 på fig. 1 også forsynet med en belægning 17 af hårdt materiale på deres side, der vender mod planethjulene 11.

Det radiale glideleje og de aksiale glidelejer, der er vist på fig. 1, er et hydrodynamisk glideleje. Sådanne hydrodynamiske glidelejer er baseret på ideen om, at et tilstrækkeligt højt smøremiddeltryk, der adskiller de to glidende elementer 11, 12, dannes uafhængigt på det punkt af lejet, hvor kraften overføres mellem de to glidende elementer 11, 12. Da kraftoverførslen ved glidelejer ligesom ved rulningslejer foregår i dette glidelejes belastningszone LZ, det vil sige det sted, hvor belastningerne, der absorberes af en af de glidende elementer, forsøger at blive understøttet på det andet glidende element, indsnævres den ringformede spalte 14 så at sige kileformet i belastningszonens LZ område, således at smøremiddel, der forefindes uden for denne kileformede indsnævring i den ringformede spalte 14, som følge af rotationen det ene glidende element 11; 12 i forhold til det andet glidende element 12; 11 trækkes ind i indsnævringen, hvorved der dannes en smørefilm med et tilstrækkeligt højt smøremiddeltryk, der adskiller de to glidende elementer 11, 12.

For at sikre, at den ringformede spalte 14 er tilstrækkeligt fyldt med smøremiddel, er der tilvejebragt en smøremiddelfordelingsanordning 18, som forsynes af en pumpe 19. I detaljer er dette ifølge figur 1 realiseret på en sådan måde, at pumpen 19 transporterer

smøremiddel ind i en aksial kanal 20, der forløber i planetakslen 12, under lavt tryk, som er under 5 bar. Radiale kanaler 21.1 - 3, der er anbragt i tre grupper, støder op til denne aksiale kanal 20, hvor de radiale kanaler 21.1 - 3, som tilhører én gruppe, i forhold til de radiale kanaler 21.1 - 3 i enhver anden gruppe har en aksial afstand A_2 langs planetakslen 12 og en diameter D . Derudover er de radiale kanaler 21.1 - 3 åbne i retning af den ringformede spalte 14, idet de har første og yderligere udmundinger 22.1, 22.2. Disse åbne udmundinger 22.1, 22.2 sikrer, at smøremiddel, der transporteres uden for glidelejet, til sidst når ind i den ringformede spalte 14.

Som det let kan ses af fig. 1 og fig. 6a og b, der vedrører snit bb; aa og cc ifølge fig. 1, er der i overfladen 13.2 på planetakslen 12 indarbejdet to hulrum i form af smøremiddellommer 23, hvis respektive aksiale længde L i dette udførelseseksempel svarer til ca. 90 % af bredden B på planetakshjulet 11 og dermed er egnede til at skabe en hydrodynamisk tilstand mellem de to glidende elementer 11, 12 under drift af dette glideleje næsten over hele det område, hvor planetakshjulene 12 dækker planetakserne 11, også ved lavt pumpetryk. Disse smøremiddellommer 23 er dannet ved at indføre plane overflader ind i den oprindeligt runde kappekontur af planetakslen 12, for eksempel ved fræsning. Som det fremgår af fig. 6a og b, har aksiale symmetriakser af hver af de to smøremiddellommer 23 i udførelseseksemplet, der er vist på figur 1, hver især en vinkel α på 90° i forhold til midten af belastningszonen LZ, som i et andet - ikke vist - eksempel kan øges til 120° for at optimere de hydrodynamiske virkninger i det respektive glideleje.

Som det fremgår af figur 1, 6a og 6b, opnås glideegenskaberne for glidelejet, der er vist på figur 1, i det væsentlige ved at fylde smøremiddellommerne 23 tilstrækkeligt med smøremiddel, fordi dette sikrer, at der altid transporteres en tilstrækkelig stor mængde smøremiddel ind i belastningszonen LZ i dette glideleje, når de to glidende elementer bevæger sig i forhold til hinanden, for at adskille de to glidende elementer fra hinanden ved hjælp af det hydrodynamiske tryk, der opstår i denne. Da det imidlertid ved drift af hydrodynamiske glidelejer ikke kan undgås, at der løber smøremiddel ud af glidelejet, er der tilvejebragt første og yderligere udmundinger 22.1, 22.2, hvorfra smøremiddel, som transporteres af pumpen 19 via kanalerne 20, 21, løber ud og kompenserer for de resulterende tab. Som det let kan ses af fremstillingen ifølge fig. 6b, der viser et snit aa eller cc ifølge fig. 1, ender de første udmundinger 22.1 direkte i smøremiddellommerne 23. De yderligere udmundinger 22.2 er imidlertid kun i indirekte

kontakt med smøremiddellommerne 23, idet de udmunder over for en periferisk not 24, som i forhold til diameteren D af de radiale kanaler 22.1 har en lidt større aksial bredde $B1$, og som er blevet indført i planethjulet 11, eksempelvis ved rotation i overfladen 13.1, hvorved smøremiddel, som transporteres af pumpen 19, først når ind i den periferiske not 24 og derefter i overlappingsområdet mellem smøremiddellommen 23 og den periferiske not 24 strømmer ind i smøremiddellommerne 23. Den snarere tangentielle fyldning af smøremiddellommerne 23 gennem de yderligere åbninger 22.2 og den periferiske not 24 er af afgørende betydning her, fordi der altid er lagret en tilstrækkelig mængde smøremiddel i selve glidelejet via den periferiske not 24, som er egnet til at kompensere for underfyldninger af smøremiddel i smøremiddellommerne 23 ved efterfølgende at strømme ind i smøremiddellommerne 23, selv hvis pumpetrykket kortvarigt ikke er tilgængeligt. Man kan uden tvivl også kompensere for sådanne underfyldninger ved hjælp af radiale kanaler 21, som kun har første udmundinger 22.1, der udelukkende ender i smøremiddellommerne 23. Dette ville imidlertid indebære den ulempe, at der for at kunne tilvejebringe et tilstrækkeligt stort og hurtigt strømmende volumen af smøremiddel skulle tilvejebringes et stort antal tynde radiale kanaler 21 eller nogle få tykke radiale kanaler 21, hvilket så imidlertid fører til en svækkelse af planetakslen 12 på grund af de mange eller tykke radiale kanaler 21, der i dette tilfælde for at kompensere for styrkereduktionen nødvendigvis medfører en - inden for vindmølleområdet - uønsket realisering, fordi der kræves større og tungere planetakslar 12 eller planetgear 4 . Denne enestående effekt af samspillet mellem de yderligere udmundinger 22.2 og den periferiske not 24 til fyldning af smøremiddellommerne 23 med smøremiddel kan endda føre til, at man i et andet, ikke vist udførelseseksempel fuldstændigt giver afkald på radiale kanaler 21.1 hhv. 21.3 med første udmundinger 22.1, 22.3, der ender direkte i smøremiddellommer 23, og fyldningen af smøremiddellommerne 23 endelig sker via smøremiddel, der befinder sig i den periferiske not 24 og efterfølgende transporteres via yderligere udmundinger 23.2.

Udførelseseksemplet ifølge fig. 2 adskiller sig fra udførelseseksemplet ifølge fig. 1 ved, at kanalerne 20, 21 forløber i planetgearet 11, idet der imidlertid kun er tilvejebragt en radial kanal 21.2, som munder ud i den perifere not 24 på planethjulet 11.

I modsætning til udførelsesformen ifølge figur 1 er der i udførelsesformen ifølge figur 3 tilvejebragt en bøsning 25, hvis første sideflade 27.1 er rotationsfast forbundet med den ydre periferiske flade 32 af planetakslen 12. Tilsvarende danner den anden

sideflade 27.2 af bøsningen 25, der har en afstand X til den første sideflade 27.1, planetakslen 12's glidende element, der er i glidende kontakt med planethjulet 12 som det andet glidende element. Alene for fuldstændighedens skyld skal det nævnes, at den anden sideflade 27.2 af bøsningen 25 i form af overfladen 13.3, der er i glidende kontakt med planetgearet 11, også er forsynet med en belægning 17 af hårdt materiale og således har en højere hårdhed end overfladen 13.2 af planethjulet 11, som kun har en stålhårdhed. Ligesom planetakslen 12 ifølge figur 1 er planetakslen 12 ifølge figur 3 også gennemtrængt af kanaler 20, 21. I fig. 3 forstætter de radiale kanaler 21, der flugter med de radiale kanaler 21 i planetakslen 12, som radiale, rørformede gennembrydninger 26 i bøsningen 25, idet det imidlertid ikke er de radiale kanaler 21, men derimod radiale gennembrydninger 26, der er forsynet med de tilsvarende udmundinger 22.1, 22.2, og derfor er de første udmundinger 22.1 indført direkte i smøremiddellommerne 23, der er indarbejdet i bøsningen 25, eller ender der, mens de andre udmundinger 22.2 går ud af bøsningen 25 over for en periferisk not 24, der er tilbage i planetgearet 11. Endvidere er der tilvejebragt omløbende riller 28 på den første sideflade 27.1 af bøsningen 25, som de radiale gennembrydninger 26 i bøsningen 25 slutter sig til. Disse riller 28 letter monteringen af bøsningen 25 på planetakslen 12, fordi de radiale gennembrydninger 26 og de radiale kanaler 21 i modsætning til fremvisningen på figur 3 hertil ikke nødvendigvis skal flugte i den periferiske retning for at sikre en sikker passage af smøremiddel gennem bøsningen 25. Rillerne 28 og de radiale kanaler 21 behøver heller ikke at flugte nøjagtigt aksialt under monteringen, da kanalerne 28 har en større aksial bredde B3 end den aksiale bredde B2 af de radiale kanaler 21. Selv om rillerne 28 ifølge udførelsen ifølge figur 3 er tilvejebragt på bøsningen 25, opstår de samme fordele naturligvis også, hvis rillerne 28 tilvejebringes direkte i planetakslen 12, dvs. dér, hvor de radiale kanaler 21 ender.

Fig. 4 viser en løsning på en bøsning til en udførelsesform ifølge fig. 2. I modsætning til udførelsesformen ifølge figur 3 er bøsningen 25 i henhold hertil med en første sideflade 27.1 rotationsfast forbundet med planethjulets 11 indvendige periferiske flade 32. De radiale kanaler 21, der forløber i planethjulet 11, fortsætter også i bøsningen 25 som en radial gennembrydning 26, idet der også her er tilvejebragt en rille 28 i bøsningen 25 for på den allerede beskrevne måde at lette orienteringen af bøsningen 25 på planethjulet 11. Ved anvendelse af en bøsning 25 indføres den periferiske not 2, som

den radiale gennembrydning 26 munder ud i, heller ikke som i udførelsesformen ifølge figur 2 i planethjulet 11, men derimod i bøsningen 25. I modsætning til udførelsesformen ifølge figur 2 er planetakslen 12 i udførelsesformen ifølge figuren, men bøsningen 25 forsynet med en belægning 17 af hårdt materiale.

5 I de tidligere udførelseseksempler blev det antaget, at den respektive smøremiddellomme 23 er dannet af en enkelt plan overflade, der er nedsænket i det respektive glidende elements runde kontur. I modsætning til bøsningen 25, der er vist på fig. 3, er der på fig. 7a og b vist en udførelsesform for en bøsning 25, hvor forlængelser 29, der forlænger denne i aksial retning, slutter sig til de aksiale ender af den respektive smøremiddellomme 23. Bredden B4 af disse forlængelser 29 i den periferiske retning er, som tydeligt vist i figur 7a, en smule reduceret i den periferiske retning i forhold til bredden B5 af smøremiddellommen 23. Denne reduktion sikrer, at der forhindres kantløbere ved den uundgåelige laterale forskydning af de respektive glidende elementer, der ellers ville opstå, hvis forlængelserne 29 havde en bredde B5 svarende til smøremiddellommen 23. Selvom snittet i fig. 7b viser, at forlængelserne 29 med en første radial fordybningsdybde T1 har en reduceret første fordybningsdybde T1 i forhold til den anden radiale fordybningsdybde T2 af smøremiddellommen 23, kan forlængelserne 29 for at øge smøremiddelvoluminet naturligvis også have den samme anden fordybningsdybde T2 som smøremiddellommen 23 i et andet - ikke vist - udførelseseksempel.

Udførelsesformen, der er vist som eksempel med en bøsning 25 i henhold til fig. 7a og b, adskiller sig også fra de foregående udførelsesformer ved, at den periferiske not 24 ikke er dannet i det glidende element, som er uden smøremiddellommer 23, men strækker sig i det glidende element, der er forsynet med mindst én smøremiddellomme 23, på dettes omkreds udelukkende mellem smøremiddellommen eller -lommerne 23. Da bøsningen 25, der er vist på fig. 7a, er forsynet med to modstående smøremiddellommer 23 svarende til fremstillingen på fig. 6a og b, er der også en periferisk not 24, der er dannet af to delsektioner 31.1, 31.2, i udførelsesformen ifølge fig. 7a og b. Disse delsektioner 31.1, 31.2 strækker sig udelukkende mellem de respektive smøremiddellommer 23 langs den periferiske kant 30 af bøsningen 25, før de munder ud i de tilvejebragte smøremiddellommer 23 og således sikrer en tangentiell efterfølgende strøm af smøremiddel ind i smøremiddellommerne 23. Da bøsningen 25 ifølge fig. 7a og b er en

bøsning, der er forbundet med en planetaksel 12, der ikke er vist på fig. 7a og b, ifølge udførelsesformen ifølge fig. 3, er denne bøsning 25 - som det fremgår af fremstillingen ifølge fig. 7B - også gennemtrængt af radiale gennembrydninger 26 i udførelsesformen ifølge fig. 7a og b. I modsætning til udførelsesformen ifølge figur 3 ender de radiale forlængelser 26 i udførelsesformen ifølge figur 7a og b med deres yderligere udmundinger 22. 2 således heller ikke på den anden sideflade 27.2 af bøsningerne 25 som i fig. 3, men i delsektionerne 31.1, 31.2 af den periferiske not 24. Hvis smøremiddelreservoiret, der er dannet af delsektionerne 31.1, 31.2, endnu ikke er egnet til at levere tilstrækkeligt smøremiddel til den efterfølgende strømning i smøremiddellommerne 23, kan der i planetgearret 11, der er vist på fig. 7b og omgiver bøsningen 25, også være tilvejebragt en yderligere periferisk not 24', der ligger over for delsektionerne 31.1, 31.2. Da denne yderligere periferiske not 24' kun skal tilvejebringes ved behov, er den kun vist med stiplede linjer. For fuldstændighedens skyld skal det også bemærkes, at de mange yderligere udmundinger 22.2, der er vist på figur 7a og b, kun er eksempler og i et andet - ikke vist - udførelseseksempel også kan være begrænset til en eller to sådanne yderligere udmundinger 22.2.

Liste over henvisningsbetegnelser

20	1	Vindmølle
	2	Tårn
	3	Nacelle
	4	Planetgear
	5	Generator
25	6	Transmissionsindgangsaksel
	7	Rotor
	8	Transmissionsudgangsaksel
	9	Solhjul
	10	Ringhjul
30	11	Planethjul
	12	Planetaksel
	13.n	Overflader

- 14 Ringformet spalte
- 15 Planethjulsholdere
- 16 Aksiale skiver
- 17 Belægning
- 5 18 Smøremiddelfordelingsanordning
- 19 Pumpe
- 20 Aksial kanal
- 21 Radial kanal
- 22.1, 22.2 Første hhv. yderligere udmundinger
- 10 23 Smøremiddellomme
- 24 Periferisk not
- 25 Bøsning
- 26 Radial gennembrydning
- 27.1, 27.2 Første hhv. anden sideflade
- 15 28 Periferiske riller
- 29 Forlængelse
- 30 Periferisk kant
- 31.1, 31.2 Delsektioner
- 32 Periferisk flade
- 20 33 Ringkant
- B Aksial bredde
- B4 Udvidelse i den periferiske retning
- D Diameter
- L1 Første aksiale længde
- 25 LZ Belastningszone
- T1 Første radiale fordybningsdybde (T1)
- T2 Anden radial fordybningsdybde (T2)
- X Radial afstand

PATENTKRAV

1. Planetgear til en vindmølle

med et ringhjul (10), et solhjul (9), flere planetjul (11) og en planetjulsholder
5 (15), på hvis planetakslar (12) planetjulene (11) er anbragt med glidelejer, idet planetjulene (11) er anbragt koaksialt med planetakslerne (12) på disse,

med mindst én smøremiddellomme (23) på en overflade (13.1; 13.2) af en af de
to glidende elementer (11, 12), der er i glidende kontakt med hinanden, hvor hver
smøremiddellomme (23) udvider sig aksialt og i den periferiske retning på overfladen
10 (13.1; 13.2) af det respektive glidende element (11; 12) og i forhold til den resterende
overfladekontur af dette glidende element (11; 12) er udformet med en radial fordybning,
og

med en smøremiddelfordelingsanordning (18; 20, 21), som fødes af en pumpe
(19), og som har første udmundinger (22.1), idet disse første udmundinger (22.1) ender i
15 smøremiddellommen eller -lommerne (23),

hvor hver enkelt på en overflade (13.1; 13.2) af et af de to glidende elementer (11;
12), der er i glidende kontakt med hinanden, er en tilvejebragt smøremiddellomme (23),
hvis aksiale længde (L) udgør mindst 60 % af den aksiale bredde (B) af planetjulet (11),

hvor der er tilvejebragt en periferisk not (24; 31.1, 31.2), som forløber
20 fuldstændigt i det glidende element (11; 12), som er anbragt koaksialt i forhold til det
andet glidende element (12; 11), der er forsynet med mindst én sådan smøremiddellomme
(23), og/eller som i det glidende element (11; 12), der er forsynet med den i det mindste
ene smøremiddellomme (23), strækker sig over dettes omfang udelukkende mellem
smøremiddellommen eller -lommerne (23), og

25 hvor smøremiddelfordelingsanordningen (18) omfatter yderligere udmundinger
(22.2), som ender enten i eller over for periferiske noter (24; 31.1, 31.2),

kendetegnet ved,

at den aksiale forbindelse af den respektive smøremiddellomme (23) eller
smøremiddellommerne (23) med den periferiske not (24, 30.1, 30.2) er udformet
30 gennemgående med en ens anden radial fordybningsdybde (T2), og at den respektive
smøremiddellomme (23) ved sine aksiale ender har forlængelser (29), som i det mindste
i den periferiske retning har en reduceret udstrækning (B4) i forhold til udstrækningen af

denne smøremiddellomme (23) i den periferiske retning (B5) og en første radial fordybningsdybde (T1).

2. Planetgear til en vindmølle ifølge krav 1,
kendetegnet ved,

5 at den aksiale symmetriakse af hver smøremiddellomme (23) har en vinkel α på mellem 90° og 120° i forhold til midten af belastningszonen (LZ) for de to glidende elementer (11, 12), der er i glidende kontakt med hinanden.

3. Planetgear til en vindmølle ifølge et af kravene 1 eller 2,
kendetegnet ved,

10 at der er tilvejebragt en bøsning (25), hvis første sideflade (27.1) er forbundet rotationsfast enten med planetgarets (11) indvendige boring eller med planetakslens (12) ydre omkreds, og som er gennembrudt af radiale gennembrydninger (26), og

at dens anden sideflade (27.2), som strækker sig i en radial afstand (X) til den første sideflade (27.1), er overfladen (13.3), som er i glidende kontakt med overfladen
15 (13.1; 13.2) af det respektive andet glidende element (11; 12).

4. Planetgear til en vindmølle ifølge krav 3,
kendetegnet ved,

at smøremiddelfordelingsanordningen (18) omfatter radiale kanaler (21), som strækker sig i et af de glidende elementer (11; 12),

20 at der er tilvejebragt omløbende riller (28), som ligger enten på den første sideflade (27.1) af bøsningen (25) eller på en periferisk overflade (32) af planethjulet (11) eller planetakslens (12), som bøsningen (25) er forbundet rotationsfast med, og

at de radiale kanaler (21), hvis aksiale bredde er mindre end den aksiale bredde af de omløbende riller (28), udmunder i de respektive riller (28).

25 5. Planetgear til en vindmølle ifølge et af kravene 1 til 4,
kendetegnet ved,

at der er tilvejebragt aksiale skiver (16) på planethjulene (11) eller planethjulsholderen (15), på hvilke i hvert enkelt tilfælde en ringformet kant (33) er i aksial glidende kontakt med et aksialt glidende element (11; 15).

30 6. Planetgear til en vindmølle ifølge et af kravene 1 til 5,
kendetegnet ved,

at overfladen (13.1, 13.2, 13.3) af det ene glidende element (11, 12, 25) har en

større hårdhed end overfladen (13.1, 13.2, 13.3) af det glidende element (11, 12, 25).

7. Planetgear til en vindmølle ifølge krav 6,

kendetegnet ved,

at den lave hårdhed af overfladen (13.1, 13.2, 13.3) af det ene glidende element

5 (11, 12, 25) er ren stålhårdhed, og

at den højere hårdhed af overfladen (13.1, 13.2, 13.3) af det andet glidende element (11, 12, 25) er dannet af en belægning (17) af hårdt materiale.

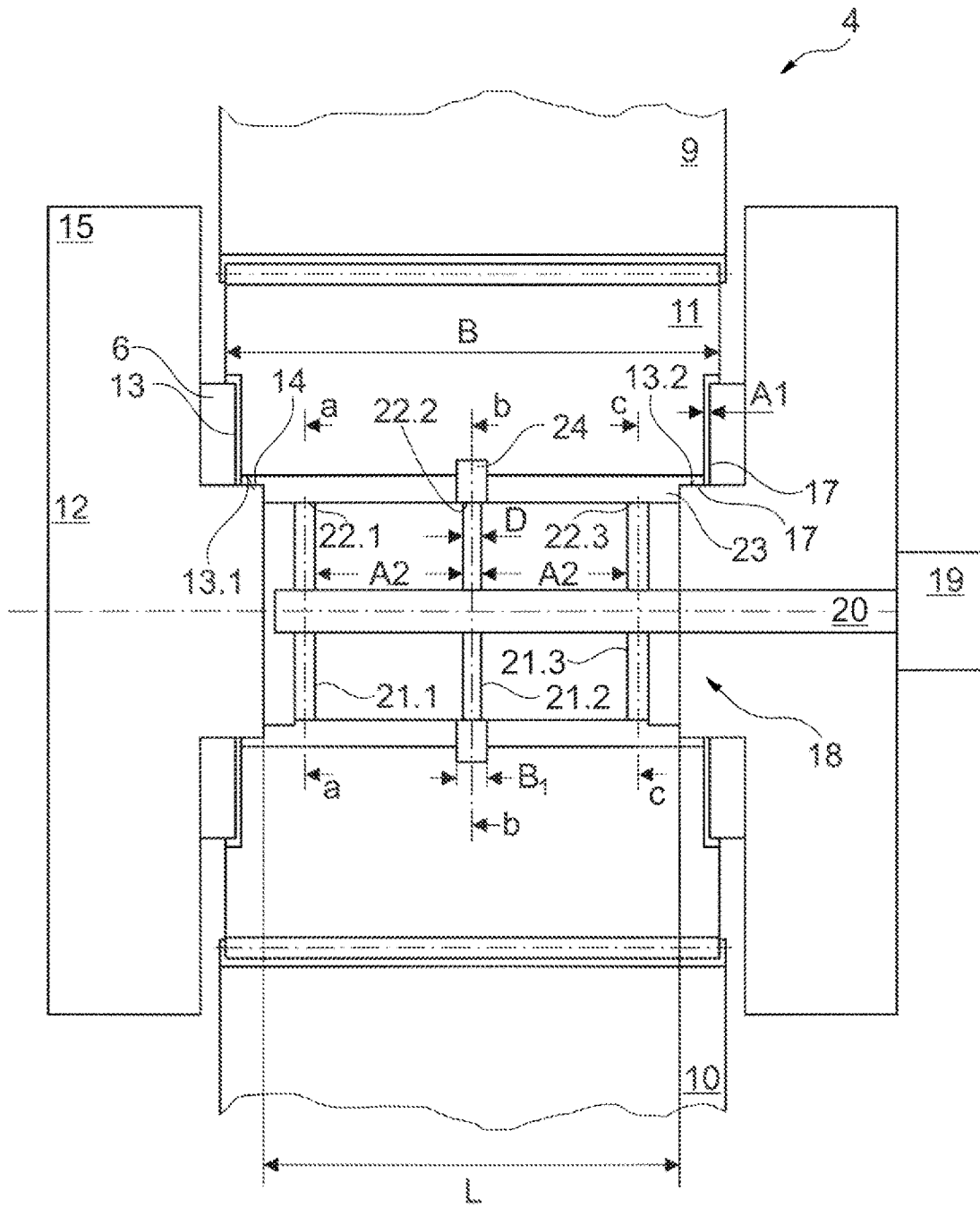


Fig. 1

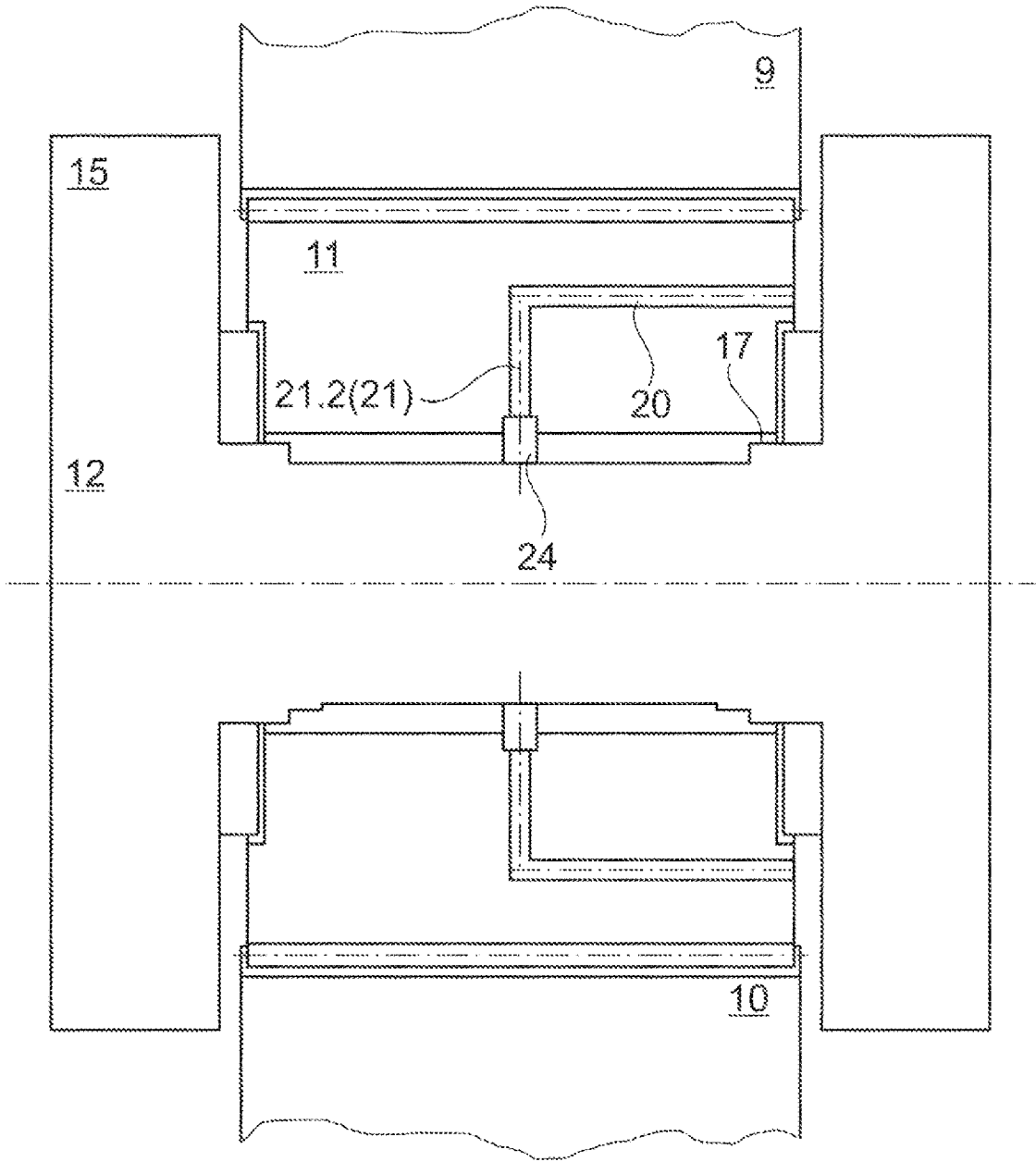


Fig. 2

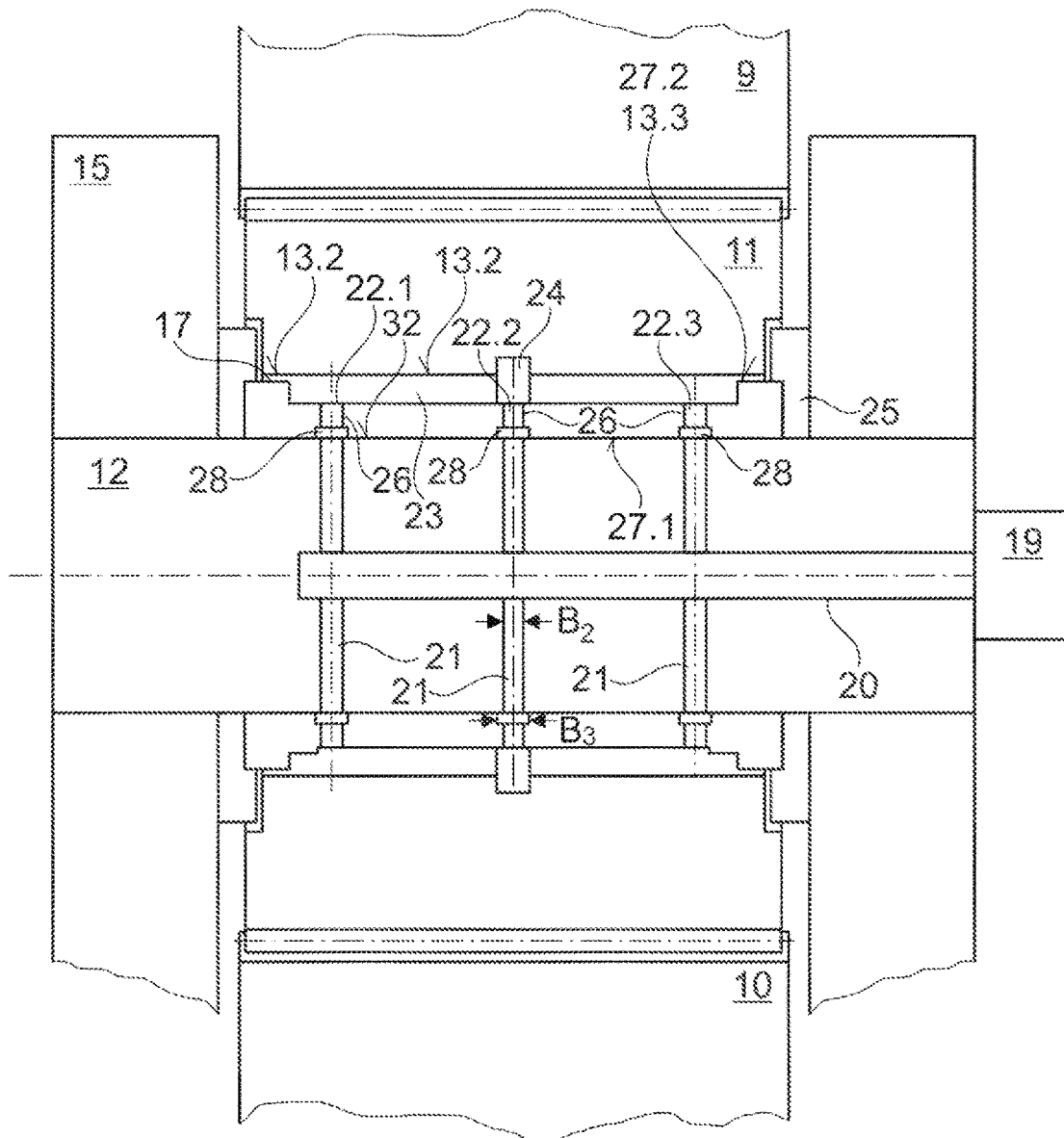


Fig. 3

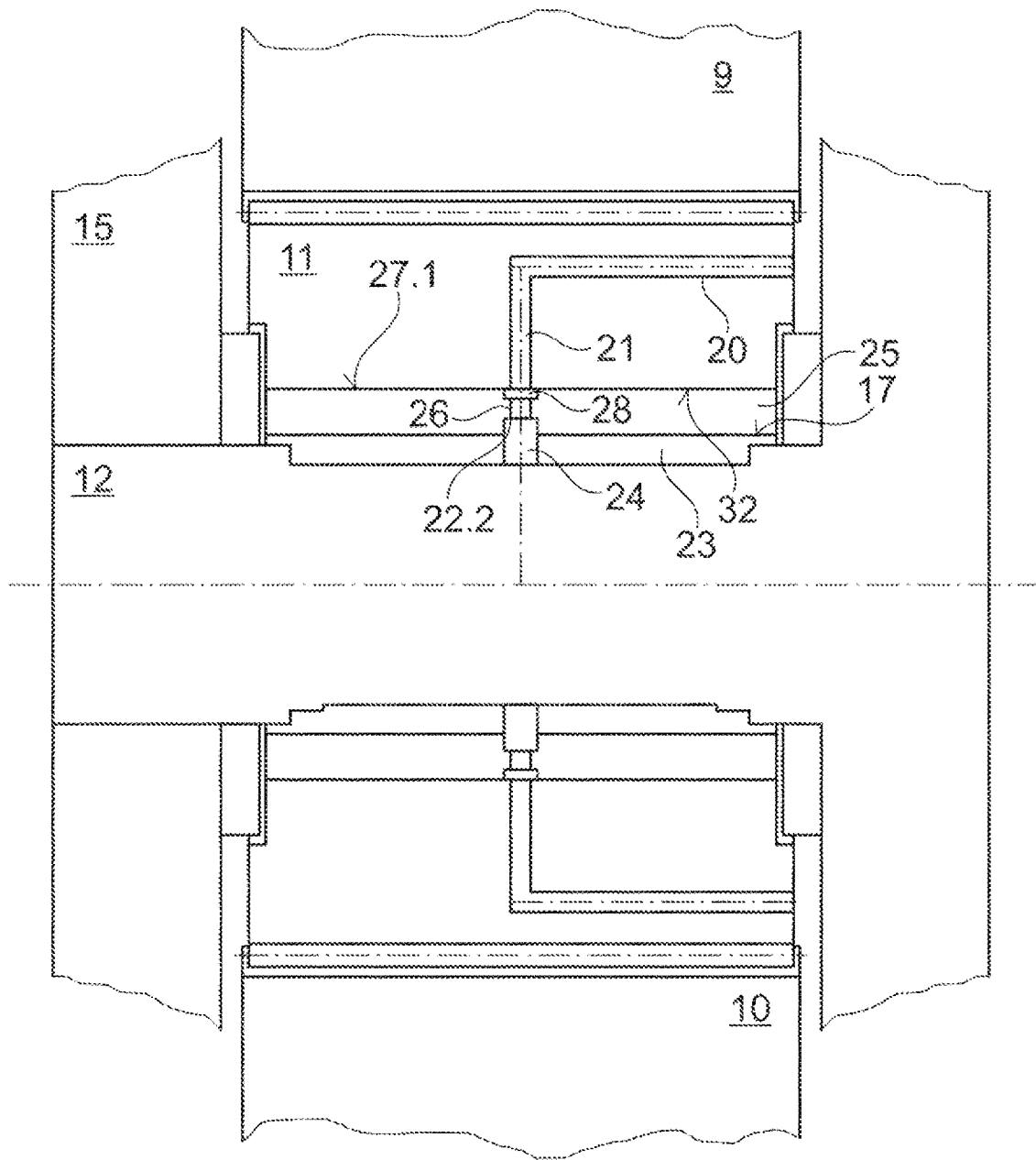


Fig. 4

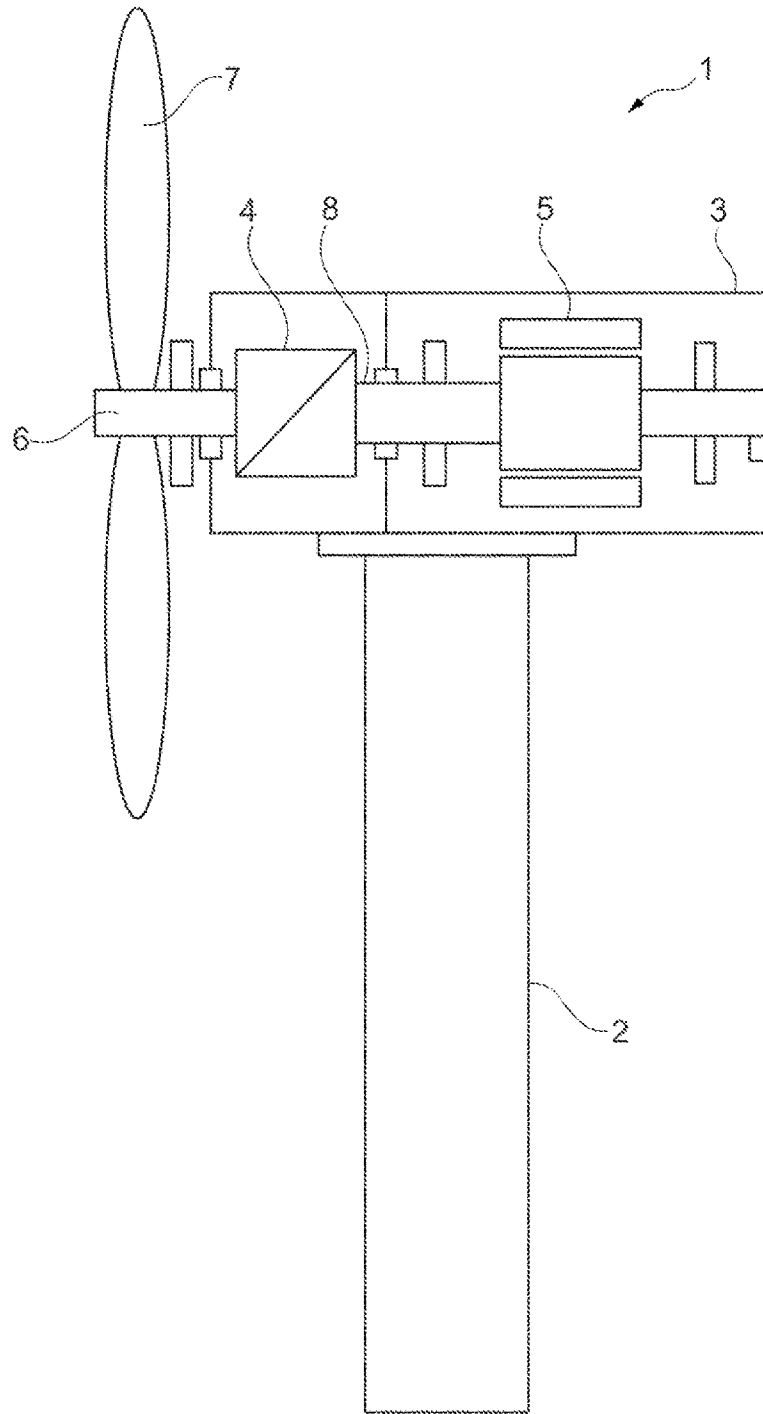


Fig. 5

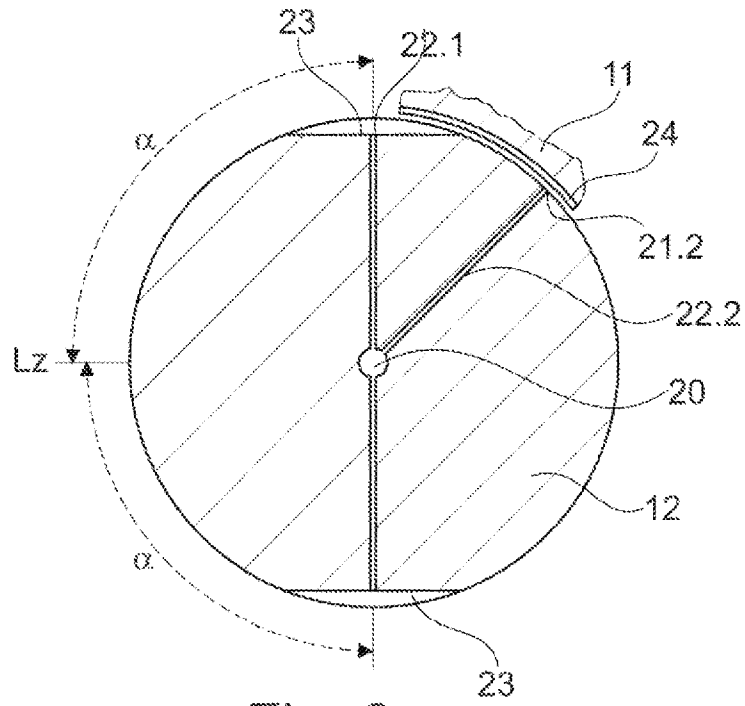


Fig. 6a

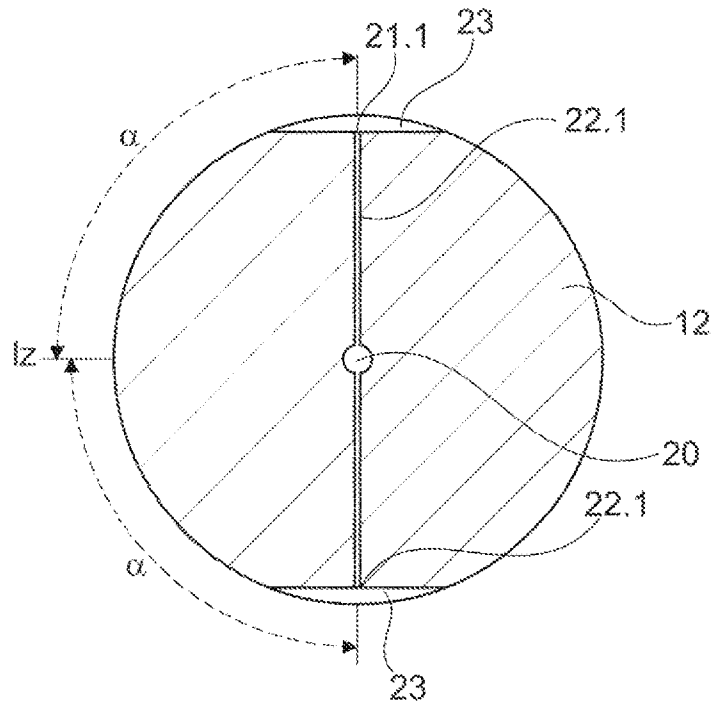


Fig. 6b

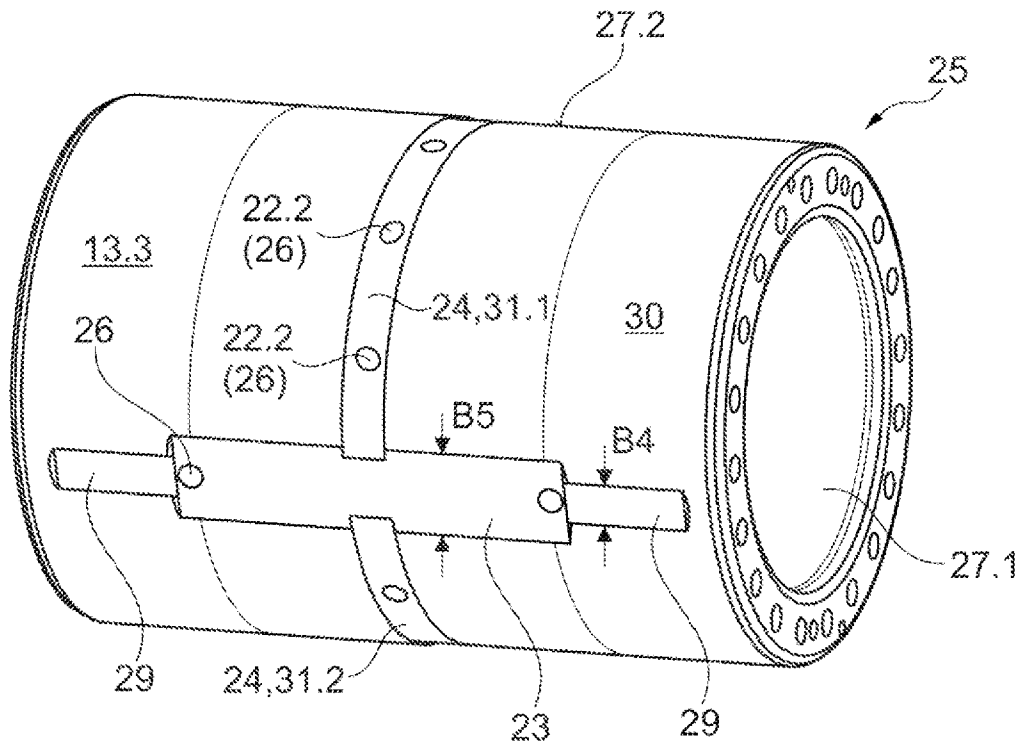


Fig. 7a

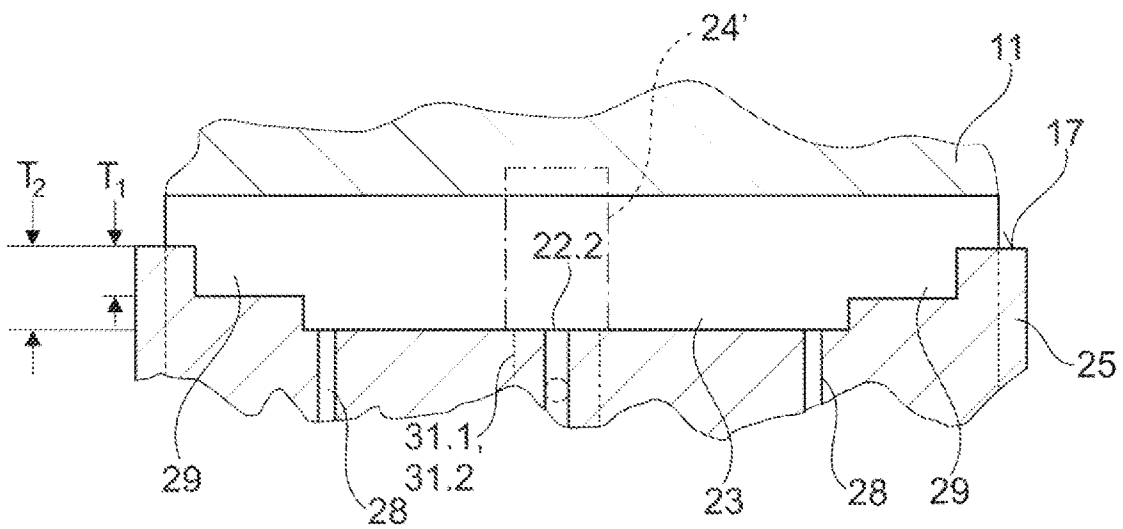


Fig. 7b