

19



Octrooiraad
Nederland

11 193822

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 9101098

22 Ingediend: 25.06.1991

51 Int.Cl.⁷
B29C53/58, B29D23/00, F16C15/00

30 Voorrang:
14.01.1991 DE P004100816

43 Ter inzage gelegd:
03.08.1992 I.E. 1992/15

44 Openbaargemaakt:
01.08.2000 I.E. 2000/08

47 Dagtekening:
04.12.2000

45 Uitgegeven:
01.02.2001 I.E. 2001/02

73 Octrooihouder(s):
Uranit GmbH te Jülich, Bondsrepubliek
Duitsland (DE).

72 Uitvinder(s):
Rudolf Hackenberg te Langerwehe-Jüngersdorf
(DE)

74 Gemachtigde:
Ir. H.J.G. Lips c.s. te 2596 HG Den Haag.

54 Hol cilindrisch constructie-element van vezelversterkte kunststof.

Hol cilindrisch constructie-element van vezelversterkte kunststof

De uitvinding heeft betrekking op een hol cilindrisch constructie-element van vezelversterkte kunststof voor met grote omtrekssnelheid draaiende rotoren, waarbij afwisselend vezellagen van omtrekswikkelingen en van helixwikkelingen over elkaar zijn gewikkeld en waarvan zich aan de kopzijde bevindende einden door extra omtrekswikkelingen tot een steunring zijn versterkt.

Een dergelijk constructie-element is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift 4.359.356, waarin de vervaardiging en de constructieve opbouw daarvan is beschreven en weergegeven. Daarbij worden op een wikkelmachine telkens meerdere constructie-elementen gelijktijdig gewikkeld. Na het wikkelen wordt het wikkellichaam door scheidingssneden binnen het bereik van de steunringen onderverdeeld in segmenten, die de afzonderlijke constructie-elementen vormen en door golfbuisachtige verbindingselementen kunnen worden samengevoegd tot een rotor. De bereikbare omtrekssnelheid van dergelijke rotoren hangt onder andere af van de treksterkte van de gebruikte vezels. Men gebruikt daarom voor de omtrekswikkelingen zeer sterke koolstofvezels (C-vezels) met breukspanningen van tot 7.000 MPa. Gebleken is evenwel, dat deze hoge sterktewaarden van de vezels niet volledig kunnen worden benut, omdat met hoger wordende omtrekssnelheden van de rotor en corresponderend toenemende omtreksspanningen aan de roterende constructie-elementen het gevaar van zogenaamde "vezelafwerping" toeneemt. Deze vezelafwerping, dat wil zeggen het loslaten van vezellagen, begint in de regel bij de buitenste vezellaag aan de kopzijdige einden van de constructie-elementen.

Het is nu het doel van de uitvinding constructie-elementen van de in de aanhef genoemde soort zodanig uit te voeren, dat het gevaar van vezelafwerping wordt tegengewerkt en daardoor bij toepassing van zeer sterke vezels voor de omtrekswikkelingen de omtreksnelheid van de constructie-elementen in overeenstemming met de grote vezelsterkte kan worden verhoogd.

Daartoe voorziet de uitvinding in een hol cilindrisch constructie-element zoals omschreven in de aanhef, met het kenmerk, dat een dunne buitenvezellaag van de extra omtrekswikkelingen, die de steunring vormen, met een vezel is gewikkeld, die een geringere elasticiteitsmodulus heeft dan de vezels van de daaronder liggende binnenvezellaag van de omtrekswikkelingen.

De uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat de tendens tot vezelafwerping in wezen terug te leiden is tot de sterke dwarskracht- en schuifgevoeligheid van zeer sterke vezelcompoundmaterialen, hetgeen zich in het bijzonder manifesteert in de buitenste omtrekslaag aan de kop- of snijkanten van het constructie-element. Door verhoging van de omtrekssnelheid stijgen evenwel niet alleen de omtreksspanningen, maar ook de op het vezelcompoundmateriaal inwerkende dwars- en schuifspanningen. Indien met nu zeer sterke C-vezels in een dunne buitenste laag vervangt door middel-sterke C-vezels, die een lagere dwarskracht- en schuifgevoeligheid hebben, wordt de schuif- en dwarsreksterkte van deze bedreigde buitenste laag verhoogd zonder dat afgezien behoeft te worden van de zeer sterke vezels in de hoofd draaglagen. Aangezien hierbij de omtreksuitzetting van de constructie-elementen slechts in geringe mate wordt verhoogd, heeft de lagere elasticiteitsmodulus van de middel-sterke C-vezels een kleinere belasting van de buitenste laag tot gevolg. Bij voorkeur bedraagt de dikte van de buitenvezellaag met vezels met de lagere elasticiteitsmodulus 10% tot 20% van de vezellaagdikte van de daaronder liggende, binnenvezellaag. Bij voorkeur is daarbij de elasticiteitsmodulus van de vezel voor de buitenvezellaag ca. 25% lager dan de elasticiteitsmodulus van de vezel voor de daaronder liggende binnenvezellaag. Het heeft verder de voorkeur, dat de buitenvezellaag van C-vezels van gemiddelde sterkte en de daaronder liggende binnenvezellaag van zeer sterke C-vezels zijn gewikkeld. De vezels worden vóór het wikkelen geïmpregneerd met kunsthars, dat na het wikkelen wordt uitgehard.

Uit het Belgische octrooischrift, 732.599 is het bekend om een hol cilindrisch constructie-element te voorzien van een buitenmantel van vezelversterkt kunststofmateriaal van geringe stijfheid. Deze buitenmantel is aangebracht over een cilinder van metaal van grote stijfheid, waarbij de essentie van de werking bij grotere rotatiesnelheid er op gebaseerd is, dat, wanneer het materiaal de vloeigrens passeert, de vezelversterkte kunststoflaag op elastische wijze de veranderingen opvangt. Het probleem van de vezelafwerping waar de onderhavige uitvinding op gericht is, doet zich daarbij niet voor.

Uit het Amerikaanse octrooischrift 4.039.006 is verder nog een holle cilinder bekend, die als rotor voor een ultracentrifuge kan worden gebruikt. Deze holle cilinder bevat een aantal over elkaar gelegde laminaten uit harsgeïmpregneerde C-vezels, waarbij elk laminaat uit een binnenste vezellaag van helixwikkelingen en een buitenste vezellaag van omtrekswikkelingen bestaat. Daarbij is de gewichtsverhouding van omtrekswikkelingen tot helixwikkelingen bij het binnenste laminaat kleiner dan de corresponderende verhouding bij het buitenste laminaat. Daardoor zou een wederzijds loslaten van de laminaten bij hoge draaisnelheden van de rotor effectief worden verhinderd. Het probleem van de vezelafwerping aan de kopzijdige einden van de

holle cilinder, en de daarvoor geboden oplossing volgens de uitvinding komen evenwel niet ter sprake.

De uitvinding wordt nader toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld onder verwijzing naar de tekeningen. In de tekeningen toont:

- 5 figuur 1a schematisch een doorsnede door een hol cilindrisch constructie-element met steunringen aan de kopzijden,
 figuur 1b sterk vergroot het segment "X" van figuur 1a, en
 figuur 2 een grafiek, waarin de radiale uitzetting ϵ van het constructie-element uitgezet is als functie van de gemiddelde elasticiteitsmodulus E van alle lagen.
- 10 Het holle cilindrische constructie-element van vezelversterkte kunststof heeft een totaal-lengte L van 500 mm bij een binnendiameter D van 150 mm. De mantel 1 heeft in het gebied dat niet door steunringen 2 versterkt wordt, een dikte s van ongeveer 0,7 mm.
 De mantel 1 is samengesteld uit meerdere vezellagen, waarbij afwisselend vezellagen uit omtreks-
 15 wikkelingen 1a, 1b, 1c en vezellagen uit helixwikkelingen 1d, 1e, over elkaar gewikkeld zijn. Voor het wikkelen worden in kunsthars geïmpregneerde, hoog-sterke C-vezels gebruikt, die commercieel verkrijgbaar zijn onder de benaming "T800" ($\sigma_B = 5500$ MPa, $E_F = 285$ GPa) respectievelijk "X1033" ($\sigma_B = 6000$ MPa, $E_F = 330$ GPa).
 De dikte van de afzonderlijke vezellagen 1a, b, c, d, e bedraagt ongeveer 140 μm .
- 20 De steunring 2 bestaat uitsluitend uit omtrekswikkelingen. Deze neemt vanaf de mantel 1 eerst conisch toe en gaat dan over in een cilindrisch deel 2a, dat een lengte van ongeveer 30 mm heeft. Het kopeinde wordt gevormd door een snijkant 2d, die loodrecht staat op het manteloppervlak. De binnenlaag 2b van de steunring 2 bestaat eveneens uit zeer sterke "T800"- of "X1033"-C-vezels, en heeft een dikte van 1818 μm . De daarover gewikkelde buitenste vezellaag 2c bestaat uit middel-sterke C-vezels, die commercieel
 25 ver verkrijgbaar zijn onder de benaming "T300" ($\sigma_B = 3500$ MPa, $E_F = 230$ GPa). Deze buitenste laag 2c heeft een dikte van 356 μm .
 In de grafiek van figuur 2 is een kromme uitgezet, die bij constante omtreksspanning σ van het constructie-element het verband laat zien tussen de uitzetting ϵ en de gemiddelde elasticiteitsmodulus E van alle vezellagen in het bereik van de steunring 2. Punt A toont de uitzetting ϵ bij toepassing van 100%'s
 30 T300-vezels, punt B bij toepassing van 100%'s X1033-vezels. Punt C toont de uitzetting ϵ , wanneer men voor de dunne, buitenste laag 2c T300-vezels en voor de dikkere binnenlaag 2b X1033-vezels gebruikt, waarbij het aandeel van T300-vezels ongeveer 16% en het aandeel van X1033-vezels ongeveer 84% bedraagt. Zoals hieruit te zien valt, neemt de totale uitzetting ϵ aan het punt C ten opzichte van het punt B slechts in onbelangrijke mate toe. Daarentegen is de elasticiteitsmodulus E in de buitenlaag (punt A)
 35 duidelijk lager. Aangezien voor de spanning σ geldt $\sigma = \epsilon \cdot E$, betekent dit, dat vanwege de lagere elasticiteitsmodulus van de T300-vezels de buitenlaag minder belast wordt terwijl toch de gemiddelde elasticiteitsmodulus (punt C) voor de totaallaag slechts weinig afwijkt van de elasticiteitsmodulus voor de X1033-vezels (punt B); met andere woorden, de hoofdbelasting wordt hoofdzakelijk gedragen door de X1033-vezels van de binnenlaag 2b, terwijl de buitenlaag 2c wegens haar lagere belasting en haar hogere
 40 dwarstreksterkte vooral in het bereik van de bedreigde snijkant 2d als een soort beschermingslaag werkt.

Conclusies

- 45 1. Hol cilindrisch constructie-element van vezelversterkte kunststof voor met grote omtrekssnelheid draaiende rotoren, waarbij afwisselend vezellagen van omtrekswikkelingen en van helixwikkelingen over elkaar zijn gewikkeld en waarvan zich aan de kopzijde bevindende einden door extra omtrekswikkelingen tot een steunring zijn versterkt, met het kenmerk, dat een dunne buitenvezellaag (2c) van de extra omtrekswikkelingen, die de steunring (2) vormen, met een vezel is gewikkeld, die een geringere elasticiteitsmodulus
 50 heeft dan de vezels van de daaronder liggende binnenvezellaag (2b) van de omtrekswikkelingen.
2. Hol cilindrisch constructie-element volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de dikte van de buitenvezellaag (2c) met vezels met de lagere elasticiteitsmodulus 10% tot 20% van de vezellaagdikte van de daaronder liggende binnenvezellaag (2b) bedraagt.
3. Hol cilindrisch constructie-element volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de elasticiteitsmodulus
 55 van de vezel voor de buitenvezellaag (2c) ca. 25% lager is dan de elasticiteitsmodulus van de vezel voor de daaronder liggende binnenvezellaag (2b).

4. Hol cilindrisch constructie-element volgens conclusie 1 of 3, met het kenmerk, dat de buitenvezellaag (2c) van C-vezels van gemiddelde sterkte en de daaronder liggende binnenvezellaag (2b) van zeer sterke C-vezels zijn gewikkeld.

Hierbij 2 bladen tekening

Fig. 1a

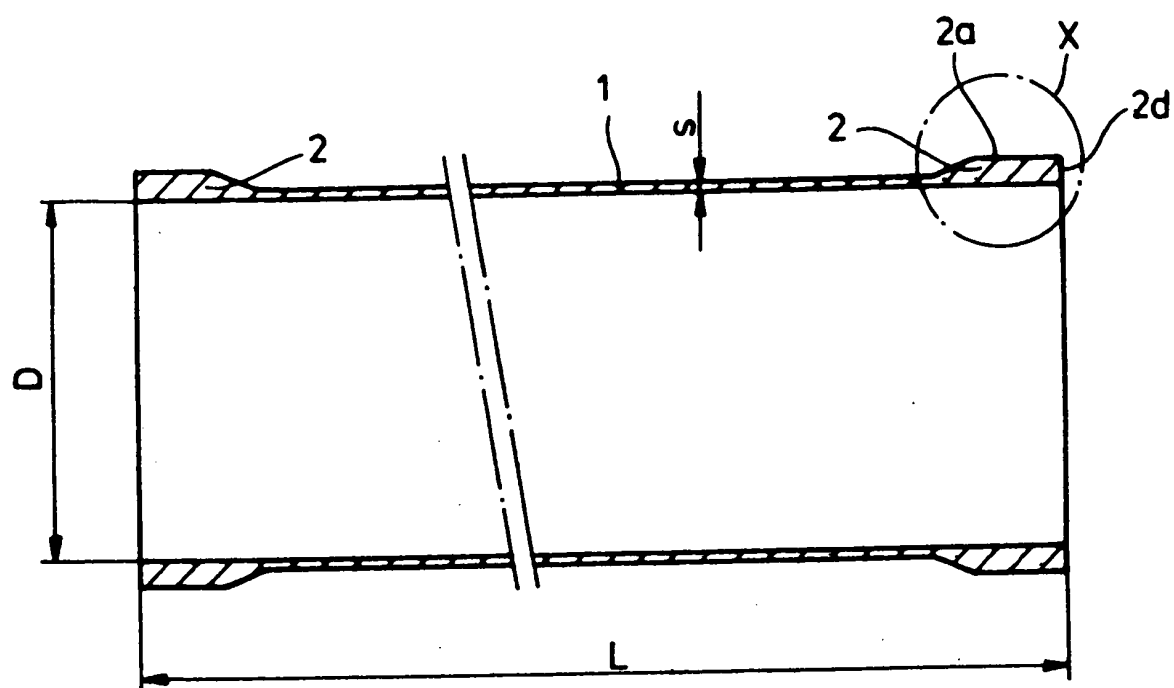


Fig. 1b

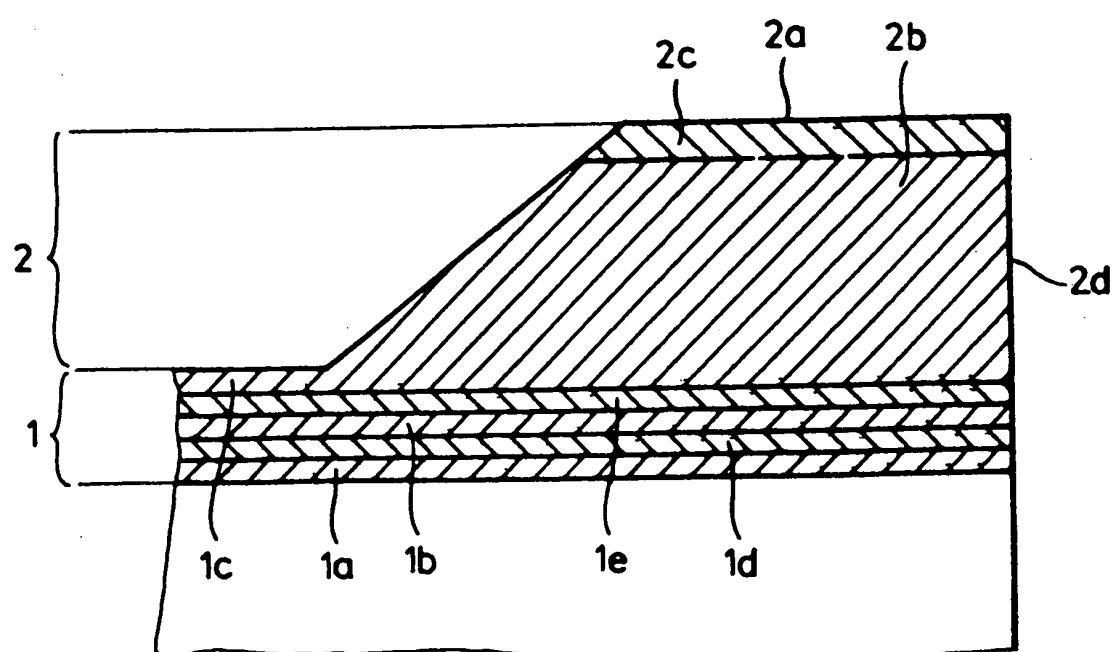


Fig. 2

