(12) **PATENT**

(11) **344273** (13) **B1**

(19) NO

**NORGE** (51) Int Cl.

***D06M 15/643 (2006.01)***

## Patentstyret


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (21) | Søknadsnr | 20083700 | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 2007.02.21 PCT/US2007/062494 |
| (22) | Inng.dag | 2008.08.27 | (85) | Videreføringsdag | 2008.08.27 |
| (24) | Løpedag | 2007.02.21 | (30) | Prioritet | 2006.02.24, US, 11/361,180<br>2006.07.06, US, 11/481,872 |
| (41) | Alm.tilgj | 2008.09.22 | | | |
| (45) | Meddelt | 2019.10.21 | | | |



| | | |
|---|---|---|
| (73) | Innehaver | Honeywell International Inc, 101 Columbia Road, NJ07962 MORRISTOWN, USA |
| (72) | Oppfinner | Gregory A Davis, 7972 Dominion Park Drive, VA23111 MECHANICSVILLE, USA<br>Barbara M Costain, 2731 Landsdale Road, VA23225 RICHMOND, USA<br>Ralf Klein, 3719 Rivermist Terrace, VA23113 MIDLOTHIAN, USA |
| (74) | Fullmektig | ZACCO NORWAY AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge |


| | | |
|---|---|---|
| (54) | Benevnelse | **Rep eller tau med forbedret ytelse for cyklisk bøy over blokker eller taljer, fremgangsmåte for å forbedre den cykliske bøying for et tau, samt anvendelse av tauet.** |
| (56) | Anførte publikasjoner | US 6945153 B2 |
| (57) | Sammendrag | |

Det beskrives et forbedret tau eller rep som er tildannet fra høytenasitetsfibere, spesielt en blanding av høytenasitets polyetylenfibere med aramidfibere og/eller flytende krytallkopolyesterfibere. Fibrene og/eller tauet eller repet er belagt med en blanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytralisert, lavmolekylvekts polyetylen. Tauet eller repet kan benyttes ved marine anvendelser som ved dypsjøløfting, og har forbedrede cykliske bøyeegenskaper over talje- eller blokker.

## OPPFINNELSENS BAKGRUNN

### Oppfinnelsens område

Foreliggende oppfinnelse angår forbedringer i tau eller rep og særlig syntetiske rep med høyt grep som er egnet for bruk i marine anvendelser.

### Beskrivelse av kjent teknikk

Syntetiske fibertau har vært benyttet i et antall anvendelser inkludert forskjellige marine anvendelser. En type tau eller rep som har utmerkede egenskaper er et slikt som er laget fra høy modul polyolefinfibere og/eller garn. Høytenasitetspolyolefinfibere er også fibere med godt grep, er også kjent som forlenget kjede- eller høymolekylærvektfibere. Disse fibere og garn er tilgjengelige for eksempel som SPECTRA® forlengede kjedepolyetylenfibere og –garn fra Honeywell International Inc.

Tau eller rep som er dannet fra forlengede kjedepolyetylenfibere har vært foreslått for bruk i marine anvendelser, se for eksempel US-patenter 5.901.632 og 5.931.076, begge i navnet Ryan, men ikke er inkompatibel med denne.

I visse marine anvendelser er forlengetkjedepolyetylentau eller –rep gjentatte ganger bøyet over blokker, trinser eller annet ved bruk. Visse syntetiske rep eller tau har erfart for tidlig slitasje når de underkastes gjentatt bøying over blokker eller trinser, og spesielt syntetiske rep eller tau som benyttes i marine, industrielle anvendelser, har hatt dette problem.

Syntetiske tau eller rep fortsetter å erstatte stålwire i mange marine anvendelser. Et syntetisk tau eller rep fortsetter å erstatte stålwire i mange cykliske applikasjoner for bøying over blokker (CBOS = cyclic bend-over sheave), og det foreligger et behov for å forbedre tretthetslevetiden for høyytelses syntetiske tau eller rep. Særlig foreligger det et behov for å forbedre ytelsen for tau fremstilt fra høyytelses polyolefinfibere og –garn.

En foreslått løsning for å forbinde et rep med forbedrede egenskaper er beskrevet i US-patent 6.945.153 i navnet Knudsen et al. Dette patent beskriver et tau med stor diameter som er tildannet fra en blanding av forlengetkjedepolyetylenfibere og flytende krystallpolymerfibere. Det ville være ønskelig å forbedre egenskapene for et slikt tau.

Det ville videre være ønskelig å tilveiebringe et høytenasitetspolyolefinfibertau som har forbedret slitasjeresistens mot gjentatt bøying over blokker og lignende, særlig ved våtanvendelser, mens de ellers utmerkede egenskaper opprettholdes. Det ville også være ønskelig å tilveiebringe et tau eller rep som er egnet for bruk ved løfteanvendelser for tunge ting, for eksempel til og fra havbunnen.

## OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

I henhold til foreliggende oppfinnelse tilveiebringes det et tau eller rep med forbedret CBOS tretthetsresistens, nevnte tau omfatter høytenasitetsfibere, idet tauet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding, som definert i selvstendig krav 1; en fremgangsmåte for å forbedre den cykliske bøying over blokk (CBOS) utmattelsestiden for et tau, idet fremgangsmåten omfatter å tildanne nevnte tau fra høytenasitetsfibere og belegging av tauet og/eller fibrene som utgjør tauet med en beleggsblanding, som definert i selvstendig krav 22, og bruk av et syntetisk fibertau i en fremgangsmåte for løfting eller plassering av tunge gjenstander fra og på sjøbunnen, som definert i selvstendig krav 28. Alternative utførelsesformer er angitt i de uselvstendige kravene 2-21; 23-27 og 29-32.

I henhold til foreliggende oppfinnelse tilveiebringes det et tau eller rep med forbedret CBOS tretthetsresistens der dette rep omfatter høytenasitetsfibere og repet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding omfattende en aminofunksjonell silikonharpiks og et nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen.

I ytterligere overensstemmelse med oppfinnelsen tilveiebringes det et tau eller rep med forbedret CBOS tretthetsresistens der repet eller tauet omfatter en blanding av høytenasitetspolyolefinfibere med andre høytenasitetsfibere som ikke er polyolefinfibere og der tauet eller repet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen.

Videre blir det ifølge oppfinnelsen tilveiebrakt et tau eller rep med en forbedret CBOS tretthetsresistens, der repet omfatter en blanding av høytenasitetspolyolefinfibere med andre høytenasitetsfibere, der disse andre høytenasitetsfibere omfatter aramidfibere og/eller flytende krystallkopolyesterfibere, der repet og/eller fibrene er belagt med en blanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen.

Videre og i overensstemmelse med oppfinnelsen, tilveiebringes det en fremgangsmåte for å forbedre CBOS holdbarhetstiden for et tau eller rep, der metoden omfatter å tildanne dette fra høytenasitetsfibere, og belegning av repet eller tauet og/eller fibrene som utgjør produktet med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytraliser, lavmolekylvekts polyetylen.

I nok en utførelsesform av oppfinnelsen tilveiebringes det en fremgangsmåte for å forbedre CBOS slitasjen eller –trettheten for et tau eller rep, der metoden omfatter å tildanne dette fra høytenasitetsfibere og belegning av produktet og/eller fibrene som utgjør et slikt tau eller rep med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert, lavmolekylvekts polyetylen.

Videre, og ifølge oppfinnelsen, tilveiebringes det bruk av et syntetisk fibertau i en fremgangsmåte for å løfte og å plassere tunge gjenstander fra eller på en sjøbunnlokasjon, der forbedringen omfatter anvendelse av et slikt tau omfattende høytenasitetsfibere og der tauet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytralisert, lavmolekylvekts polyetylen.

Det er funnet at når høytenasitetsfibere er belagt med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen, og det hele tildannes til et tau eller et rep, eller hvis et slikt dannes fra slike ikke-belagte fibere, så blir belagt med beleggsblandingen, blir den cykliske bøyeresistens over blokker for slike tau eller rep ganske uventet forbedret. Det er også funnet at når høytenasitetsfibere blandes med andre høytenasitetsfibere og disse blandede fibere belegges med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen, og det hele så tildannes til et tau eller rep, eller hvis et slik dannes fra slike dannede fibere også belegges med beleggsblandingen, vil bøyeresistensen over blokker og lignende uventet forbedres.

## DETALJERT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

For foreliggende oppfinnelses formål er en fiber et langstrakt legeme hvis lengdedimensjon er meget større enn tverrdimensjonen for bredde og tykkelse. I henhold til dette inkluderer uttrykket "fiber" monofilamenter, multifilamenter, bånd, strimler, stapel og andre former for kuttede, hakkede eller diskontinuerlige fibere og lignende, med regulære eller irregulære tverrsnitt. Uttrykket "fiber" inkluderer et antall av hvilke som helst av disse ovenfor angitte eller en kombinasjon derav. Et garn er en kontinuerlig streng bestående av mange fibere eller filamenter. Fibere kan også foreligge i form av bånd, strimler eller splitfilm eller tape.

Tverrsnittene for fibere som her kan benyttes, kan variere innen vide grenser. De kan være sirkulære, flate eller langstrakte i tverrsnitt. De kan også være av irregulært eller regulært, multi-lobalt tverrsnitt med en eller flere regulære eller irregulære fliker som rager ut fra de lineære eller lengderettede akser for fibrene. Det er foretrukket at fibrene er av i det vesentlige sirkulært, flatt eller langstrakt tverrsnitt og aller helst i det vesentlige av sirkulært tverrsnitt.

Som nevnt ovenfor, er rep eller tau bestående av høymodul polyolefinfibere som forlengetkjedepolyetylenfibere, og garn fremstilt fra disse, foreslått for bruk i marine anvendelser. En slik anvendelse av disse tau eller rep er for tung løfting og forankring eller moring av gjenstander på sjøbunnen. Andre anvendelser inkluderer havbunnet olje- og gasseksplorering, videre oseanografiske, seismiske og andre industrielle anvendelser. De mest foretrukne anvendelser for rep eller tau av denne type er dypsjøløfting og plassering.

Fibrene som benyttes ved tau- eller repkonstruksjonen ifølge oppfinnelsen er høytenasitetsfibere. Som benyttet her, betyr "høytenasitetsfibere" fibere som har tenasiteter lik eller større enn rundt 7 g/d. Fortrinnsvis har disse fibere initialtensil moduli på minst omtrent 150 g/d og energi-til-brudd på minst rundt 8 J/g som målt ved ASTM D2256. Som benyttet her, betyr uttrykkene "intial tensilmodul", "tensilmodul" og "modul", elastitetsmodulen som målt ved ASTM 2256 for et garn.

Fortrinnsvis har høytenasitetsfibrene tenasiteter som er like eller større enn rundt 10 g/d, mer spesielt like eller større enn rundt 16 g/d, helst større enn rundt 22 g/d, og aller helst like eller større enn rundt 28 g/d.

Høytenasitetsfibrene kan benyttes alene ved konstruksjonen av slike rep eller tau, eller kan benyttes som blandinger av to eller flere høytenasitetsfibere med forskjellige kjemiske sammensetninger når det gjelder konstruksjonen.

Høytenasitetsfibere som er nyttige her inkluderer sterkt orienterte, høymolekylære vektspolyolefinfibere, og særlig høymodul polyetylenfibere og polypropylenfibere, aramidfibere, polybenzazolfibere som polybenzazol (PBO) og polybenzotiazol (PBT), polyvinylalkoholfibere, polyakrylnitrilfibere, polyamidfibere, polyesterfibere, flytende krystallkopolyesterfibere, glassfibere, karbonfibere eller basalt- eller andre mineralfibere så vel som stivstavpolymerfibere og blandinger eller lignende derav. Foretrukne, høystyrkefibere som er nyttige ifølge oppfinnelsen er polyolefinfibere, aramidfibere og flytende kopolyesterfibere, og blandinger derav. Mest foretrukket er høymolekylvekts polyetylenfibere, aramidfibere og flytende kopolyesterfibere, og blandinger derav. Selv om garn som danner disse rep eller tau kan lages fra en blanding av to eller flere av slike høytenasitetsfibere, blir fortrinnsvis de garn som utgjør tauene eller repene dannet fra en enkelt, høytenasitetsfibertype, og to eller flere garn med forskjellige fibertyper, benyttes for å danne repet eller garnet.

Foretrukne blandinger er blandinger av høytenasitetspolyetylenfibere og aramidfibere, og blandinger av høytenasitetsfibere og flytende krystallkopolyesterfibere, så vel som blandinger av aramidfibere og flytende krystallkopolyesterfibere.

Fibrene som benyttes ved konstruksjonen av tau eller rep omfatter fortrinnsvis forlengetkjede (også kjent som høymolekylvekts-, høytenasitets- eller høymodul-) polyolefinfibere, særlig høymodulpolyetylenfibere og polypropylenfibere.

US-patent 4.457.985 beskriver generelt slike høymolekylvekts polyetylen- og polypropylenfibere. Når det gjelder polyetylen, er egnede fibere de med en vektmidlere molekylvekt på minst rundt 150.000, fortrinnsvis minst rundt en million og aller helst mellom rundt to millioner og rundt fem millioner. Slike høymolekylvekts polyetylenfibere kan spinnes i oppløsning, se for eksempel US-patenter 4.137.394 og 4.356.183, eller et filament spunnet fra en oppløsning for å danne en gelstruktur, se US-patent 4.413.110,

tysk publ. Nr. 3.004.6999 og GB-patent 2051667, eller polyetylenfiberene kan fremstilles ved en valse- og trekkeprosess, se US-patent 5.702.657. Som benyttet her, betyr uttrykket polyetylen et overveiende lineært polyetylenmateriale som kan inneholde mindre mengder av kjedeforgreninger eller komonomerer som ikke overskrider rundt 5 modifiserende enheter per 100 hovedkjedekarbonatomer, og som også kan inneholde, blandet i seg, ikke mer enn rundt 50 vekt-% av et eller flere polymere additiver som alken-1-polymerer, særlig lavdensitets polyetylen, polypropylen eller polybutylen, kopolymerer inneholdende monoolefiner som primærmonomerer, oksiderte polyolefiner, podingspolyolefinkopolymerer og polyoksymetylener, eller lavmolekylvektsadditiver som antioksidanter, lubrikanter, ultrafiolette skjermmidler, koloranter og lignende, som vanligvis innarbeides.

Høytenasitetspolyetylenfibere er tilgjengelige for eksempel under varemerket SPECTRA® fibere og garn fra Honeywell Internatinal Inc. i Morristown, New Jersey, USA.

Avhengig av tildanningsteknikken, trekkforholdet og temperaturene, og andre betingelser, kan et antall egenskaper gis disse fibere. Tenasiteten for polyetylenfibrene er minst rundt 7 g/d, særlig minst rundt 15 g/d, aller helst rundt 20 g/d, mer spesielt minst rundt 25 g/d, og aller helst minst rundt 30 g/d. Tilsvarende er initialstrekkmodulene for fibrene, målt ved hjelp av en Instron-testmaskin, fortrinnsvis minst rundt 300 g/d, mer spesielt minst rundt 500 g/d, aller helst minst rundt 1.000 g/d, og helt spesielt minst rundt 1.200 g/d. Disse høyeste verdier for initialstrekkmodul og tenasitet kan generelt oppnås kun ved å benytte en oppløsningsdyrket eller gelspinneprosess. Mange av filamentene har smeltepunkter høyere enn smeltepunktet for polymeren hvorfra de dannes. For eksempel har høymolekyvekts polyetylen på rundt 150.000, rundt en million og rundt to millioner som molekylvekt, generelt smeltepunkter i masse på rundt 138°C. De høyorienterte polyetylenfilamenter som er fremstilt fra disse materialene har smeltepunkter fra rundt 7°C til rundet 13°C eller høyere. Således reflekterer en lett økning i smeltepunktet den krystallinske perfeksjon og høyere krystallinske orientering for filamentene sammenlignet med bulkpolymeren.

Fortrinnsvis er den benyttede polyetylenet en polyetylen med færre enn rundt en metylgruppe per tusen karbonatomer, mer spesielt færre enn rundt 0,5 metylgrupper per tusen karbonatomer, og mindre enn rundt 1 vekt-% andre bestanddeler.

På tilsvarende måte kan det benyttes høyorienterte, høymolekylvekts polypropylenfibere med vektmidlere molekylvekter på minst rundt 200.000, og særlig minst rundt en million, og helst rundt to millioner. Slike forlengetkjedepolypropylener kan dannes til rimelig godt orienterte filamenter ved teknikker som er beskrevet i de forskjellige referanser som er angitt ovenfor og spesielt under henvisning til teknikken i US-patent 4.413.110. Fordi polypropylen er et meget mindre krystallinsk materiale enn polyetylen og inneholder pendante metylgrupper, er tenasitetsverdiene som kan oppnås med polypropylen generelt vesentlig lavere enn de tilsvarende verdier for polyetylen. I henhold til dette er en egnet tenasitet fortrinnsvis minst rundt 8 g/d, særlig minst rundt 11 g/d. Initialstrekkmodulene for polypropylen er fortrinnsvis minst rundt 160 g/d,

mer foretrukket minst rundt 200 g/d. Smeltepunktet for polypropylenet heves generelt flere grader ved orienteringsprosessen slik at polypropylenfilamentene fortrinnsvis har et hovedsmeltepunkt på minst 168°C, og mer spesielt minst 170°C. De spesielt foretrukne områder for de ovenfor beskrevne parametere kan med fordel gi forbedret ytelse for den ønskede oppnådde gjenstand. Ved å benytte fibere med en vektmidlere molekylvekt på minst 200.000 koblet med de foretrukne områder for de ovenfor beskrevne parametere (modul og tenasitet), kan gi fordelaktig forbedret ytelse i sluttgjenstanden.

Når det gjelder forlengetkjedepolyetylenfibere, fremstilling og trekking av gelspunnede polyetylenfibere, er dette beskrevet i forskjellige publikasjoner og inkluderer US-patenter 4.413.110, 4.430.383, 4.436.689, 4.536.536, 4.545.950, 4.551.296, 4.612.148, 4.617.233, 4.663.101, 5.032,338, 5.246.657, 5.286.435, 5.342.567, 5.578.374, 5.736.244, 5.741.451, 5.958.582, 5.972.498, 6.448.359, 6.969.553, USSN 2005/0093200.

Når det gjelder aramidfibere, er egnede fibere dannet fra aromatiske polyamider som beskrevet i US-patent 3.671.542. Foretrukne aramidfibere vil ha en tenasitet på minst rundt 20 g/d, en initalstrekkmodul på minst 400 g/d og en energi-til-brudd på minst 8 J/d, og spesielt foretrukne aramidfibere vil ha en tenasitet på minst 20 g/d og en energi-til-brudd på minst rundt 20 J/g. Mest foretrukne aramidfibere vil ha en tenasitet på minst rundt 23 g/d, en modul på minst rundt 500 g/d og en energi-til-brudd på minst rundt 30 J/d. For eksempel er poly(p-fenylentereftalamid) filamenter med en moderat høy modul og tenasitet spesielt nyttig ved å danne ballistisk resistente kompositter. Eksempler er Twaron® T2000 fra Teijin som har en denier på 1000. Andre eksempler er Kevlar® 29 som har 500 g/d og 22 g/d som verdier for initial tensilmodul henholdsvis tenasitet, så vel som Kevlar® 129 og KM2 som er tilgjengelige ved 400, 640 og 840 denier fra du Pont. Aramidfibere fra andre produsenter kan også benyttes ifølge oppfinnelsen. Kopolymerer av poly(p-fenylentereftalamid) kan også benyttes, for eksempel ko-poly(p-fenylentereftalamid 3,4'-oksydifenylentereftalamid). Også nyttige ved utøvelse av oppfinnelsen er poly(m-fenylenisoftalamid) fibere fra du Pont som markedsføres under betegnelsen Nomex®.

Høymolekylvekts polyvinylalkohol (PV-OH) fibere med høy strekkmodul er beskrevet i US-patent 4.440.711 til Kwon et al. dog ikke der den er inkonsistent. Høymolekylvekts PV-OH fibere bør ha en vektmidlere molekylvekt på minst rundt 200.000. Spesielt bør brukbare PV-OH fibere ha en modul på minst rundt 300 g/d, en tenasitet særlig rundt 10 g/d, og mer spesielt rundt 14 g/d, og aller helst rundt 17 g/d, og en energi til brudd på minst rundt 8 J/d. PV-OH fibere med slike egenskaper kan fremstilles for eksempel ved den prosess som er beskrevet i US-patent 4.599.257.

Når det gjelder polyakrylonitril (PAN), bør PAN fibere ha en vektmidlere molekylvekt rundt minst 400.000. Spesielt nyttige PAN fibere bør ha en tenasitet på minst rundt 10 g/d og en energi til brudd på minst 8 J/g. PAN fibere med en molekylvekt på minst rundt 400.000, en tenasitet på minst rundt 15 til 20 g/d og en

energi tikl brudd på minst rundt 8 J/g er mest nyttige, og slike fibere er for eksempel beskrevet i US-patent 4.535.027.

Egnede flytende krystallkopolyesterfibere for utøvelse av oppfinnelsen er for eksempel beskrevet i US-patenter 3.975.487, 4.118.372 og 4.161.470. Flytende krystallkopolyesterfibere er tilgjengelige under angivelsen Vectran® fibere fra Kuraray America Inc.

Egnede polybenzazolfibere for utøvelse av oppfinnelsen er beskrevet for eksempel i US-patenter 5.286.833, 5.296.185, 5.356.584, 5.534.205 og 6.060.050. Polybenzazolfibere er tilgjengelige under betegnelsen Zylon® fibere fra Toyobo Co.

Stive stavfibere er for eksempel beskrevet i US-patenter 5.674.969, 5.939.553, 5.945.537 og 6.040.478. Slike fibere er tilgjengelige under betegnelsen M5® fibere fra Magellan Systems International.

Når to eller flere typer høytenasitetsfibere benyttes i oppfinnelsens tau eller rep, er fortrinnsvis en type høytenasitetsfibere en polyolefinfiber, mer spesielt en polyetylenfiber. Prosentandelen høytenasitetspolyetylenfibere i disse tau eller rep kan variere innen vide grenser, avhengig av den andre type av høytenasitetsfibere som benyttes, og de ønskede egenskaper for fibrene. Høytenasitetspolyetylenfibrene kan omfatte fra rundt 20 til rundt 80 vekt-%, mer foretrukket fra rundt 30 til rundt 70 vekt-%, og aller helst fra rundt 40 til rundt 60 vekt-%, basert på den totale vekten av høytenasitetsfibrene i repet. For eksempel kan slike tau eller rep dannes av fra rundt 80 til rundt 20 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 20 til rundt 80 vekt-% aramidfibere; mer foretrukket fra rundt 70 til rundt 30 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 30 til rundt 70 vekt-% aramidfibere; helst fra rundt 40 til rundt 60 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 60 til rundt 40 vekt-% aramidfibere. I en spesielt foretrukket utførelsesform omfatter det angjeldende tau eller rep fra rundt 70 til 55 vekt-% aramidfibere og tilsvarende fra rundt 30 til rundt 45 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere, beregnet på den totale vekt av høytenasitetsfibere i repet. I en ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen er alle eller i det vesentlige alle fiberne i repet dannet fra aramidfibere.

Når flytende krystallkopolyesterfibere benyttes i forbindelse med høytenasitetspolyetylenfibere, kan disse rep eller tau dannes med fra rundt 80 til rundt 20 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 20 til rundt 80 vekt-% av flytende krystallkopolyesterfibere; mer spesielt fra rundt 70 til rundt 30 vekt-% av høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 30 til rundt 70 vekt-% flytende krystallkopolyesterfibere; aller helst fra rundt 40 til rundt 60 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere og tilsvarende fra rundt 60 til rundt 40 vekt-% flytende krystallkopolyesterfibere. I en spesiell og foretrukket utførelsesform omfatter repet eller tauet fra rundt 70 til 55 vekt-% flytende krystallkopolyesterfibre og tilsvarende fra rundt 30 til rundt 45 vekt-% høytenasitetspolyetylenfibere, beregnet på den totale vekt av høytenasitetsfibrene i tauet. I

en annen utførelsesform ifølge oppfinnelsen er alle eller i det vesentlige alle fibere i tauet dannet fra flytende krystallkopolyesterfibere.

Hvis ønskelig, kan andre typer fibere benyttes i tillegg til høytenasitetsfibrene som nevnt ovenfor. En annen type fibere som kan være tilstede i tau- eller repkonstruksjonen ifølge oppfinnelsen sammen med høytenasitetsfibrene, er fibrene dannet fra fluorpolymerer. Slike fluorpolymerfibere inkluderer fibere dannet for eksempel fra polytetrafluoretylen (særlig ekspandert polytetrafluoretylen), polyklortrifluoretylen (både homopolymerer og kopolymerer (inkludert terpolymerer)) polyvinylfluorid, polyvinylidenfluorid, etylentetrafluoretylenkopolymerer, etylen-klortrifluoretylen kopolymerer, fluorerte etylen-propylenkopolymerer, perfluoralkoksypolymer og lignende, så vel som blandinger av to eller flere av disse. Særlig foretrukne fluorpolymerfibere er de som er dannet fra polytetrafluoretylen, og særlig ekspanderte polytetrafluoretylenfibere. Slike fibere er for eksempel tilgjengelige fra Lenzing Plasctics GmbH & Co. KG og WL Gore & Associates.

Andelen av fluorpolymerfibere som er blandet med høytenasitetsfibrene kan variere innen vide grenser avhengig av typen av fluorpolymer og av den endelige bruk. For eksempel kan mengden fluorpolymerifbere i blandingen ligge fra rundt 1 til rundt 40 vekt-%, mer spesielt fra rundt 5 til rundt 25 vekt-%, helst fra rundt 10 til rundt 20 vekt-%, beregnet på den totale vekt av de blandede fibere. tilsvarende kan mengden av høytenasitetsfibere ligge fra rundt 60 til rundt 99 vekt-%, fortrinnsvis fra rundt 75 til rundt 95 vekt-%, og aller helst fra rundt 80 til rundt 90 vekt-%, beregnet på den totale vekt av de blandede fibere.

De forskjellige typer fibere som kan benyttes i tau eller rep ifølge oppfinnelsen kan blandes på en hvilken som helst egnet måte. For eksempel kan strenger av en type fibere tvinnes med strenger av en annen type fibere for å gi en kombinert streng som så flettes til et tau eller rep. Alternativt kan fibrene kombineres som en bikomponentfiber med en hylse og en kjerne. Andre konstruksjoner kan også benyttes. De forskjellige typer fibere kan være tilstede ved en hvilken som helst ønsket lokasjon i tauet eller repet.

Tauene eller repene ifølge oppfinnelsen omfatter fortrinnsvis blandinger av to eller flere høytenasitetsfibere, eller består i det vesentlige av blandinger av to eller flere høytenasitetsfibere, eventuelt med fluorpolymerfibere. Disse rep eller tau kan være av en hvilken som helst egnet konstruksjon som flettede, tvunnede, kabellagte, parallellkjerne- eller lignende tau eller rep. Fortrinnsvis er tauet eller repet av flettet type. Disse kan ha en hvilken som helst egnet diameter og kan være tildannet på en hvilken som helst egnet måte fra de ønskede fibere og/eller garn. Ved tildanning av et flettet tau eller et rep kan for eksempel en konvensjonell flettemaskin benyttes som har et antall garnspoler. Som kjent i teknikken, beveger disse spoler seg rundt, garnene veves over og under hverandre og samles til slutt på en opptaksspole. Detaljer for flettemaskinen og tildanning av rep eller tau fra disse er velkjent i teknikken og skal derfor ikke diskuteres her.

Garn fra en type høytenasitetsfibere kan tildannes til et undertau som så omdannes til et tau (for eksempel ved fletting) med et undertau dannet av garn fra en annen type av høytenasitetsfibere. Alternativt kan et undertau dannes fra blandinger av høytenasitetsfibrene og et slikt undertau kan omdannes til et tau eller rep ved bruk av andre slike undertau av forskjellige typer, ved fletting eller annen ønsket teknikk.

Høytenasitetsgarnene som utgjør tauet eller repet kan ha en hvilken som helst egnet denier, og garnene av fluorpolymerfiberen kan være av samme eller en annen denier enn garnene av høytenasitetsfibrene. For eksempel kan høytenasitetsgarnene ha en denier på rundt 50 til rundt 5000, mer spesielt fra rundt 75 til rundt 2000 denier, aller helst fra rundt 200 til rundt 2000, og helt spesielt fra rundt 650 til rundt 1500 denier. Fluorpolymergarnene kan ha en denier fra rundt 50 til rundt 2500, og mer spesielt fra rundt 400 til rundt 1600.

Ifølge oppfinnelsen blir en spesiell beleggsblanding lagt på rep- eller taukonstruksjonen. Enten blir de individuelle fibere eller garn, blandinger av fibere eller garn, belagt med beleggsblandingen, hvoretter det tildannes et tau eller rep fra de belagte fibere eller garn, eller dette dannes først og blir så belagt med beleggsblandingen. Beleggsblandingen omfatter en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen. De to komponentene kan være blandet i et hvilket som helst forhold som for eksempel fra rundt 1:99 vekt-% mellom nøytralisert lavmolekyvekts polyetylen og en tilsvarende mengde av den funksjonelle aminosilionharpiksen. Alle prosentandeler er på vektbasis av den totale vekt av beleggsblandingen, hvis ikke annet er sagt. Fortrinnsvis er det nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen tilstede i en mengde fra rundt 30 til rundt 90 vekt-%, idet den funksjonelle aminosilikonharpiksen tilsvarende er tilstede i en mengde fra rundt 10 til rundt 70 vekt-%. Mer spesielt er den nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen hovedkomponenten av belegget, for eksempel som fra rundt 55 til rundt 85 vekt-% av beleggsblandingen, der den funksjonelle aminosilionharpiksen er tilstede i en mengde fra rundt 15 til rundt 45 vekt-%. Blandingen kan inneholde et antall andre additiver, avhengig av de ønskede sluttegenskaper.

Fordi noen høytenasitetsfibere som høymodul polyolefinfibere vanligvis har en spin finish lagt på når de tildannes, angis ifølge oppfinnelsen beleggsblandingen som benyttes her enkelte ganger som en toppfinish blanding.

Det funksjonelle aminosilikon foreligger fortrinnsvis i form av en emulsjon. Fortrinnsvis omfatter emulsjonen fra rundt 20 til rundt 40 vekt-% silikonharpiks og har en pH-verdi i området rundt 4,5 til rundt 6,5. Emulsjonen inkluderer fortrinnsvis en ikke-ionisk emulgator.

På samme måte foreligger det nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen i form av en emulsjon. Fortrinnsvis er polyetylenet fullt nøytralisert. Lavmolekylvekts polyetylenet er også kjent som polyetylenvoks og kalles også enkelte ganger voksdispersjoner. Som velkjent i teknikken, har disse polyetylenvoks, også kalt

harpikser, generelt en molekylvekt på mindre enn rundt 6000 Dalton, mer spesielt mindre enn 5000 Dalton, sågar også under 3500 Dalton, og skal hensiktsmessig og mest foretrukket ligge mellom rundt 300 og rundt 3000 Dalton.

Beleggskomponentene kan blandes på en hvilken som helst egnet måte. For eksempel kan den funksjonelle aminosilikonemulsjon settes til det nøytraliserte, lavmolekylvekts polyetylen i en rustfri stålbeholder eller en annen inert beholder. Beholderen er fortrinnsvis utstyrt med et røreverk for egnet blanding under lavskjærpåvirkning (laminærstrømning). Ved å sette den funksjonelle aminosilikonemulsjonen til det nøytraliserte, lavmolekylvekts polyetylen oppnår man at pH-verdien i systemet forblir på den basiske side. Alternativt kan lavmolekylvekts polyetylenet settes til den funksjonelle aminosilikonemulsjon. Blandingen kan gjennomføres ved en hvilken som helst egnet temperatur og særlig mellom rundt 15 og rundt 45°C, mer spesielt mellom rundt 20 og rundt 30°C. Det er foretrukket at beleggsblandingen har et relativt høyt faststoffinnhold, for eksempel i størrelsesorden rundt 25 vekt-% og aller helst minst rundt 30 vekt-%. Spesielt er faststoffinnholdet for beleggsblandingen fra rundt 33 til rundt 35 vekt-%. Det er funnet at bruken av beleggsemulsjoner med høye faststoffinnhold tillater høyere opptak av beleggsblandingen på fiber/garnet eller repet.

Hvis blandingen belegges direkte på fiberen eller garnet, kan en hvilken som helst egnet beleggsinnretning benyttes. Eksempler på slike beleggsapparaturer inkluderer forskjellige typer valser, ruller, dyppebad og sluttapplikatorer. En konstant temperatur er ønsket for å gi enhetlig påføring og overlegen ytelse når viskositeten i systemet påvirkes av temperaturdifferanser. Hvis blandingen bringes på repet eller tauet, kan dette så dyppes i et bad inneholdende beleggsblandingen, mer overskytende beleggsblanding presset ut etter lufttørking, eller repet eller tauet kan belegges og så føres gjennom en oppvarmingsinnretning for å akselerere tørking fulgt av lufttørking.

Det er ønskelig å ha et relativt høyt sluttopptak av beleggsfaststoffene på fiber/garn- eller tau/repproduktet. Fortrinnsvis er sluttopptaket minst rundt 0,5 vekt-%, helst minst rundt 5 vekt-%, og aller helst rundt 10 til rundt 30 vekt-%.

Alle deler er angitt på vektbasis hvis ikke annet er sagt.

**EKSEMPLER**

**Eksempel 1**

Et flettet tau ble dannet fra høytenasitetspolyetylengarn og fra flytende krystall kopolyestergarn. Polyetylengarnet som ble benyttet var et SPECTRA® 1000 garn fra Honeywell International Inc. med en denier på 1300, en tenasitet på 35 g/d og en modul på 1150 g/d. Det flytende krystallkopolyestergarnet var

Vectran® HT Type 97 garn fra Kuraray America Inc, med en denier på 1500, en tenasitet på rundt 25 g/d og en modul på rundt 600 g/d. Garnene ble belagt med en overfinish-blanding.

Overfinish-blandingen ble fremstilt fra en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert, lavmolekylvekts polyetylen. Den funksjonelle aminosilikonharpiksen var en emulsjon med et silikoninnhold på 35 vekt-%, en pH-verdi på 4,5-6,5 og inkluderte en ikke-ionisk emulgator, tilgjengelig fra Dow Corning (2-8818 emulsjon). Den nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen var en nøytralisert, ikke-ionisk polyetylenvoks emulsjon (Fluftone® 1566 fra Apollo Chemical), med et faststoffinnhold mellom 29% og 31%, og pH-verdi i området mellom 9,0 og 11.

Beleggsblandingen ble fremstilt ved å blande det nøytraliserte, lavmolekylvekts polyetylen inn i den funksjonelle aminosilionharpiksemulsjonen, der den resulterende blanding omfattet 70 vekt-% av det nøytraliserte, lavmolekylvekts polyetylen. Garnet ble belagt ved dypping av fibrene i toppfinish-blandingen ved romtemperatur. Opptaksmengden av belegget på garnet var rundt 15%.

Det belagte garn ble flettet til et 12-elementers tau med en omtrentlig diameter på 5 mm diameter. Garnet ble flettet til et tau ved først å tvinne tre belagte garn sammen til en streng med 0,5 verv per 2,5 cm. Det ble så tvunnet videre i "S" retning og "Z" retning. Tolv strenger ble så lastet på en 12-strengers fletter i den alternerende modus (S, Z, S, Z etc.). Tre strenger ble så flettet sammen og ga et 12-strengers flettet rep eller tau. Dette besto av rundt 63 vekt-% polyetylenfibere og rundt 37 vekt-% av flytende krystall polyesterfibere.

Tauet eller repet ble testet med henblikk på cyklisk bøying over taljer og blokker (CBOS). I denne test ble tauene bøyet rundt 180 grader over en fritt roterende blokk eller talje. Tauene plasseres under belastning og sirkuleres over blokken inntil brudd. Testen ble kjørt med en D.d forhold på 10 over en 3,3 cm talje ved 75 cykler per minutt med en 100 kg belastning på blokken (50 kg på hver side av repet). Antallet cykler ble bestemt basert på et gjennomsnitt på 5 posisjoner før svikt. Resultatene er vist i tabell 1.

**Eksempel 2 (sammenligning)**

Som en kontroll for eksempel 1, ble et flettet tau tildannet på samme måte, men det ble ikke benyttet noen toppfinish-blanding. Dette rep eller tau ble også testet for sin CBOS resistens og resultatene er vist i tabell 1.

**TABELL 1**

| Eksempel | Belegg | Cykler til svikt |
|---|---|---|
| 1 | Ja | 97,295 |
| 2* | Nei | 57,457 |

*sammenligning

De i tabell 1 viste data viser at tau eller rep dannet fra blandinger av høytenasitets polyetylenfibere og flytende krystallkopolyesterfibere som er belagte med beleggsblandinger ifølge oppfinnelsen, har signifikant høyere CBOS utmattelsesresistens.

**Eksempel 3**

Eksempel 1 gjentas bortsett fra at tauet eller repet dannes fra 40 vekt-% høytenasitets polyetylenfibere og 60 vekt-% flytende krystallkopolyesterfibere, og har en diameter på rundt 40 mm. Det noteres tilsvarende resultater.

**Eksempel 4**

Eksempel 1 gjentas bortsett fra at tauet eller repet dannes fra 40 vekt-% høytenasitets polyetylenfibere og 60 vekt-% aramidfibere, og har en diameter på rundt 40 mm. Det noteres tilsvarende resultater.

**Eksempel 5**

Eksempel 1 gjentas bortsett fra at tauet eller repet dannes av ikke-belagte garn og etter fremstilling belegges med toppfinish-blandingene ved å dyppe repet i toppfinish-blandingen ved romtemperatur. Tilsvarende resultater noteres.

Man kan se at foreliggende oppfinnelse gir tau som har signifikant forbedret CBOS utmattelsesresistens. Som et resultat kan disse produkter benyttes ved mange krevende anvendelser inkludert slike marine anvendelser som løfting og senking av tunge gjenstander fra sjøbunnen.

P a t e n t k r a v

1.
Tau med forbedret utmattelsesresistens ved cyklisk bøying over blokker eller taljer (CBOS) nevnte tau omfatter høytenasitetsfibere, idet tauet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding, k a r a k t e r i s e r t v e d at beleggsblandingen omfatter en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen.

2.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene er valgt fra gruppen bestående av høymolekylvekts polyolefiner, aramid-, polyvinylalkohol-, polyakrylonitril-, polybenzazol-, polyamid-, polyester-, flytende krystallpolyester-, glass-, karbon-, basalt- eller mineralfibere og stive stavfibere, og blandinger derav.

3.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene er valgt fra gruppen av høymolekylvekts polyetylenfibere, aramidfibere, flytende krystallkopolyesterfibere, og blandinger derav.

4.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene omfatter en blanding av høytenasitetspolyetylenfibere og andre høytenasitetsfibere som ikke er polyolefinfibere, idet nevnte andre fibere er aramidfibere og/eller flytende krystallkopolyesterfibere.

5.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetspolyetylenfibrene er tilstede i en mengde som ligger fra rundt 40 til rundt 60 vekt-%, og at andre fibere tilstede i en mengde fra rundt 60 til rundt 40 vekt-%, beregnet på den totale vekt av høytenasitetsfibrene i tauet.

6.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte høytenasitetsfibere omfatter en blanding av høytenasitetspolyetylenfibere og aramidfibere.

7.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibere omfatter en blanding av høytenasitetspolyetylenfibere og flytende krystallkopolyesterfibere.

8.

Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at beleggsblandingen er tilstede på tauet i en mengde på minst rundt 5 vekt-% av faststoffene, beregnet på vekten av tauet.

9.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen omfatter fra 55 til 85 vekt-% av beleggsblandingen.

10.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylenet er tilstede i en mengde fra rundt 55 til rundt 85 vekt-%, beregnet på den totale vekt av beleggsblandingen.

11.
Tau ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylenet er helt nøytralisert.

12.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at det videre omfatter fluorpolymerfibere.

13.
Tau ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at tauet er et flettet tau.

14.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene har en tenasitet på minst rundt 16 g/d.

15.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene i det vesentlige består av aramidfibere.

16.
Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter en blanding av høytenasitets polyetylenfibere med andre høytenasitetsfibere som ikke er polyolefinfibere.

17.

Tau ifølge krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte andre høytenasitetsfibere som ikke er polyolefinfibere omfatter aramidfibere og/eller flytende krystallkopolyesterfibere.

18.

Tau ifølge krav 17, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte høytenasitets polyetylenfibere er høytenasitets polyetylenfibere som er tilstede i en mengde fra rundt 40 til rundt 60 vekt-% og at nevnte andre høytenasitetsfibere som ikke er polyolefinfibere omfatter aramidfibere som er tilstede i en mengde fra rundt 60 til rundt 40 vekt-%, beregnet på den totale vekt av høytenasitetsfibere i tauet.

19.

Tau ifølge krav 18, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte lavmolekylvekts polyetylen er tilstede i en mengde fra rundt 55 til rundt 85 vekt-%, beregnet på den totale vekt av beleggsblandingen, der nevnte lavmolekylvekts polyetylen er helnøytralisert.

20.

Tau ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter en blanding av høytenasitets polyetylenfibere med andre høytenasitetsfibere, idet nevnte andre høytenasitetsfibere omfatter aramidfibere og/eller flytende krystallkopolyesterfibere.

21.

Tau ifølge krav 20, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte lavmolekylvekts polyetylen er tilstede i en mengde fra rundt 55 til rundt 85 vekt-%, beregnet på den totale vekt av beleggsblandingen, og der nevnte lavmolekylvekts polyetylen er helt nøytralisert.

22.

Fremgangsmåte for å forbedre den cykliske bøying over blokk (CBOS) utmattelsestiden for et tau, idet fremgangsmåten omfatter å tildanne nevnte tau fra høytenasitetsfibere og blegging av tauet og/eller fibrene som utgjør tauet med en beleggsblanding, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter å belegge med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og et nøytralisert, lavmolekylvekts polyetylen.

23.

Fremgangsmåte ifølge krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d at høytenasitetsfibrene omfatter en blanding av høytenasitets polyetylenfibere med andre høytenasitetsfibere, der de andre høytenasitetsfibere omfatter aramidfibere og/eller flytende krystallkopolyesterfibere.

24.

Fremgangsmåte ifølge krav 23, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter belegning av tauet med nevnte beleggsblanding, der nevnte nøytraliserte lavmolekylvekts polyetylen er tilstede i en mengde fra rundt 55 til rundt 85 vekt-%, beregnet på den totale vekt av nevnte beleggsblanding, og der nevnte lavmolekylvekts polyetylen er helt nøytralisert.

25.

Fremgangsmåte ifølge krav 24, k a r a k t e r i s e r t v e d at beleggsblandingen har et faststoffinnhold på minst rundt 25 vekt-%.

26.

Fremgangsmåte ifølge krav 25, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte funksjonelle aminosilikonharpiks foreligger i form av en emulsjon med en pH-verdi fra rundt 9 til rundt 11.

27.

Fremgangsmåte ifølge krav 23, k a r a k t e r i s e r t v e d at den inkluderer belegging av fibrene med nevnte beleggsblanding, der nevnte lavmolekylvekts polyetylen er tilstede i en mengde fra rundt 55 til rundt 85 vekt-%, beregnet på den totale vekt av nevnte beleggsblanding, og der nevnte lavmolekylvekts polyetylen er helt nøytralisert.

28.

Bruk av et syntetisk fibertau i en fremgangsmåte for løfting eller plassering av tunge gjenstander fra og på sjøbunnen omfattende å anvende, som nevnte tau, et tau omfattende høytenasitetsfibere, idet tauet og/eller fibrene er belagt med en beleggsblanding omfattende en funksjonell aminosilikonharpiks og en nøytralisert lavmolekylvekts polyetylen.

29.

Bruk av et syntetisk fibertau som krevet i krav 28hvor tauet eller repet omfatter en blanding av høytenasitets polyetylenfibere og aramidfibere.

30.

Bruk av et syntetisk fibertau som krevet i krav 28,hvor tauet omfatter en blanding av høytenasitets polyetylenfibere og flytende krystallkopolyesterfibere.

31.

Fremgangsmåte ifølge krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d at beleggsblandingen er tilstede på tauet i en mengde på minst rundt 5 vekt-% av faststoffene, beregnet på vekten av tauet.

32.
Bruk av et syntetisk fibertau som krevet i krav 28, hvor beleggsblandingen er tilstede på tauet i en mengde på minst rundt 5 vekt-% av faststoffene, beregnet på vekten av tauet.