



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336498

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

F16L 59/153 (2006.01)

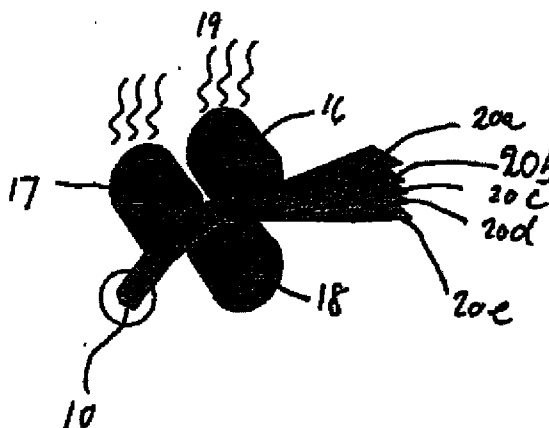
F16L 11/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20035184	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.05.23 PCT/DK2002/00355
(22)	Inng.dag	2003.11.21	(85)	Videreføringsdag	2003.11.21
(24)	Løpedag	2002.05.23	(30)	Prioritet	2001.05.23, DK, 00832/01
(41)	Alm.tilgj	2003.11.21			
(45)	Meddelt	2015.09.07			
(73)	Innehaver	National Oilwell Varco Denmark I/S, Priorparken 480, DK-2605 BRØNDBY, Danmark			
(72)	Oppfinner	Kristian Glejbøl, Kvædehaven 109, DK-2600 GLOSTRUP, Danmark			
		Jakob Wedel-Heinen, Mosehøjvej 46 B, DK-2920 CHARLOTTENLUND, Danmark			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Oscarsgate 20, 0352 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for fremstilling av et forsterkende element for en fleksibel rørledning			
(56)	Anførte publikasjoner	WO 00/36324 A1 WO 00/66927 A1 US 3616123 A			
(57)	Sammendrag				

Forbruk ved fremstillingen av forsterkende lag for fleksible rør som er istand til å absorbere kompressive krefter eller strekkrefter, og som brukes for transport av olje og gass, blir et termoplastisk materiale påført til et styrkegivende lag. De styrkegivende lagene er spolt opp på spoler, og etter avspoling blir de laminert ved påføring av varme og i direkte fortsettelse påført det fleksible røret. Det styrkegivende laget består passende av en polymer som er forsterket med minst 20 volum-% fibre. Det termoplastiske materialet er av en reversibel type, det vil si at det kan endres fra å være relativt mykt, men ikke-klebende, ved endringer av temperaturen.

Anvendelsen av fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen muliggjør fremstilling av meget sterke forsterkninger for fleksible rør som ikke kan fremstilles ved å bruke et fast materiale, så som stål, siden det er nødvendig med store preforming bøyekrefter under formingen. I tillegg er det tilveiebragt et forsterkende element som er i stand til å motstå umiddelbare sjokkbelastninger siden det termoplastiske materialet er beskyttende.



Fremgangsmåte for fremstilling av et forsterkende element for en fleksibel rørledning

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for fremstilling av
5 et forsterkende element for en fleksibel rørledning, et forsterkende element for en fleksibel rørledning og en forløper for dette.

Det er kjent fleksible rør inneholdende forsterkende elementer for
eksempel fra JP 3265781, FR 2764669 og WO 00/36324. Slike rør blir typisk for
10 transport av olje og gass på dypt vann eller vann med varierende dybde.

Et eksempel er rør som blir brukt for transport av hydrokarboner fra en
undersjøisk installasjon til en installasjon på sjøoverflaten. For slike rør stilles det
ekstremt høye krav med hensyn til forsterkningen, siden rørene blir utsatt for store
15 statiske og dynamiske mekaniske belastninger langs sine akser. Disse belastningene
stammer delvis fra påføring av det ytre trykket forårsaket av varierende ytre vanntrykk,
delvis strekkrefter forårsaket av rørets egen vekt, og delvis krefter forårsaket av det
positive trykket med hvilket fluidet som strømmer i røret påvirker røret.

20 Fremstillingen av styrkegivende lag av den typen som er definert i den innledende del av krav 1, er beskrevet i WO 00/66927. I henhold til WO 00/66927 blir det påført et lim mellom et mangfold styrkegivende lag, hvorefter de blir viklet med en tape slik at lagene holdes sammen mens limet herder.

25 Denne metoden sikrer at mens limet herder, blir lagene kun holdt sammen av den viklede tapen, som ikke er i stand til å absorbere tverrgående påkjenninger i noen vesentlig grad. Virkningen av dette er at lagene som holdes sammen kan gli over hverandre i en viss grad, og det resulterende forsterkende elementet kan derfor formes innen visse grenser mens limet enda ikke har herdet. Etter
30 herding, vil det ikke lenger være mulig med noen ytterligere glidning av lagene over hverandre, og de kombinerte lagene vil derfor utgjøre et stivt, forsterkende element.

Siden lagene er låst til hverandre etter herding av limet, krever denne metoden at det forsterkende elementet av lagene blir formet til sin endelige form før det
35 påførte limet har herdet.

Det bør i tillegg legges merke til at fordelene med å påføre det forsterkende elementet som et mangfold lag på røret, er at det herved er mulig å påføre elementene uten at det oppstår noen vesentlige mekaniske restpåkjenninger i de ferdige elementene.

5

I forbindelse med fremstillingsmetoden i WO 00/66927 er det imidlertid en rekke fremstillingsproblemer, hvorav de viktigste problemene er forårsaket av den viklede tapen som holder de individuelle lagene til de forsterkende elementet under herdingen. Dersom et forsterkende element fremstilt på denne måten skal repareres etter endelig påsetting på føret, vil det ikke være mulig å påføre den viklede tapen igjen, noe som resulterer i en diskontinuitet i det forsterkende elementet.

10

En ytterligere ulempe med ovennevnte metode er at under fremstilling og reparasjon av forsterkende elementer vil det være ekstremt vanskelig å separere de individuelle lagene fra hverandre, noe som utelukker reparasjoner, skjøting og termineringer av de individuelle forsterkende elementene i praksis.

15

I tillegg til problemene nevnt over, blir den kjente fremstillingsmetoden beskrevet her ytterligere komplisert ved faren for at på hverandre liggende forsterkende elementer vil feste seg til hverandre dersom overskuddet av lim ikke blir fjernet før påføring på røret.

20

En hensikt med oppfinnelsen er derfor å tilveiebringe en konstruksjon av forsterkende elementer for bruk ved fremstilling av fleksible rørledninger som ikke er begrenset av problemene nevnt over.

25

Denne hensikten blir oppnådd ved oppfinnelsen slik den er definert i kravene.

30

Oppfinnelsen innbefatter derved en fremgangsmåte for fremstilling av forløpere for et forsterkende element for en fleksibel rørledning, innbefattende trinnet med å påføre et termoplastisk lag til det forsterkende elementet, som består av minst et styrkegivende lag, på minst en flate derav.

35

En eller flere forløpere kan deretter lamineres med hverandre og/eller andre styrkegivende lag for å danne et endelig forsterkende element.

Dette gir den fordel at det individuelle styrkegivende lagene i et forsterkende element kan fremstilles som et selvstendig produkt som kan lagres og senere innbefattes i fremstillingen av et forsterkende element for en fleksibel rørledning.

5

Det forsterkende elementet og de(t) styrkegivende laget (lagene) kan for eksempel være som beskrevet over.

Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for fremstilling av et forsterkende element for en fleksible rørledning, hvor det forsterkende elementet innbefatter to eller flere styrkegivende lag, for eksempel 3, 4, 5 eller flere slik så som opp til 10 eller til og med 20 styrkegivende lag. Fremgangsmåten innbefatter et trinn med å påføre et termoplastisk lag til minst et av de styrkegivende lagene, på minst en flate derav, etterfulgt av en laminering med et annet styrkegivende ikke-termoplastisk lag.

15

Det styrkegivende ikke-termoplastiske laget eller lagene kan i en utførelsesform være de fiberbaserte tapene beskrevet i WO 00/66927 som herved innlemmes som referanse.

20

I de fleste situasjoner er det ønskelig at de styrkegivende lagene er i form av tapeformede enheter med to hovedsider.

Det styrkegivende laget kan i prinsippet være av ethvert materiale så som metaller og fiberforsterkede polymerer. I hovedsak er det foretrukket at det styrkegivende laget er et ikke-termoplastisk lag som ikke er fremstilt av en termoplastisk polymer, men i en utførelsesform kan den inneholde små mengder, for eksempel opp til ca. 10 masse-% av en termoplastisk polymer forutsatt at den termoplastiske polymeren har en lavere t_g verdi enn det termoplastiske laget påført på eller mellom de styrkegivende lagene.

30

I en utførelsesform er de styrkegivende lagene fremstilt av materialer som beskrevet i WO 0066927.

35

I en utførelsesform er det styrkegivende laget eller lagene i form av en polymer forsterket med minst 20 volum-%, så som 30 volum-% fibre eller whiskers, så som karbonfibre eller mineralfibre.

Fibrene kan være tilfeldig fordelt eller de kan være orientert. I en utførelsesform har hoveddelen av fibrene orienteringer langs lengden av det formede styrkegivende laget eller lagene.

5

Lengden av fibrene påvirker styrken til det styrkegivende laget. I en utførelsesform er fibrene uendelige langs det styrkegivende laget, hvorved begrepet "uendelig" angir at hoveddelen av fibrene strekker seg langs lengden over 10 cm, så som 100 cm i retningen langs det styrkegivende laget.

10

I en annen utførelsesform er det styrkegivende laget eller lagene i form av helt eller delvis metallisk materiale.

15

I en utførelsesform er de termoplastiske lagene påført på en av hovedflatene til minst halvparten av de styrkegivende lagene. Denne påføringen av termoplastisk materiale blir i en utførelsesform utført før lamineringsprosessen hvor ytterligere styrkegivende lag blir laminert. I en annen utførelsesform blir denne påføringen av termoplastisk materiale utført under lamineringsprosessen slik at termoplastisk materiale blir påført på en hovedflate til et første styrkegivende lag, et andre styrkegivende lag blir påført på det termoplastiske laget, den fri hovedflaten til det andre styrkegivende laget blir belagt med et termoplastisk materiale og så videre.

20

25

Under belegnings- og lamineringsprosessen, bør det termoplastiske materialet være tilstrekkelig mykt til å være formbart og være i stand til å feste seg til de styrkegivende lagene. Det er derfor ønskelig å utføre belegnings- og lamineringsprosessen ved forhøyet temperatur, for eksempel over 100 °C, over 150 °C eller enda høyere. I en utførelsesform blir belegnings- og lamineringsprosessene utført ved temperaturer over den termoplastiske $t_g + 10$ °C. I en annen utførelsesform blir belegnings- og lamineringsprosessene utført ved en temperatur under 100 °C og det termoplastiske materialet har umiddelbart før påføringen blitt oppvarmet til over den termoplastiske $t_g + 10$ °C, så som over den termoplastiske $t_g + 100$ °C.

30

35

I en utførelsesform er det termoplastiske materialet i form av en termoplastisk polymer forsterket med fibre eller whiskers, for eksempel minst 20 volum-%, så som 30 volum-%. Fibrene eller whiskerne kan for eksempel være karbonfibre eller mineralfibre.

Fibrene i det termoplastiske laget påført på eller mellom nærliggende lag av styrkegivende lag, kan være tilfeldig fordelt eller de kan være orienterte. I en utførelsesform har hoveddelen av fibreorienteringer rettvinklet til lengde av det formede styrkegivende laget eller lagene.

5

I en utførelsesform har det styrkegivende elementet minst to styrkegivende lag, og et termoplastisk materiale er påført på de tilstøtende flatene til minste et av de styrkegivende lagene.

10

I en utførelsesform blir det tilført varme til de styrkegivende lagene under lamineringsprosessen. Denne metoden er spesielt anvendelig i situasjoner hvor det styrkegivende laget eller lagene er fremstilt av et materiale med høy varmeledning så som et metall, for eksempel stål, aluminium eller komposittmaterialer inneholdende metall.

15

I en utførelsesform har det forsterkende elementet minst to eller flere, så som et mangfold styrkegivende lag, og metoden innbefatter påføringen av et termoplastisk materiale til de tilstøtende flatene til minste et av de to styrkegivende lagene.

20

I en utførelsesform blir det termoplastiske materialet kryssbundet etter lamineringstrinnet, hvorved det endrer sin tilstand fra å være termoplastisk til å være termoherdende.

25

Fremgangsmåten kan i en utførelsesform innbefatte et trinn med påføre et energispredende lag til minst en av de ytre overflatene til det forsterkende elementet. Energi forårsaket av sjokkbelastninger kan derved spres, noe som er viktig spesielt dersom det fleksible røret er av en type på hvilket det er påført et forsterkende lag som er fritt eksponert til omgivelsene, det vil si et rør uten beskyttende hylse.

30

Et eller flere energispredende lag kan ytterlig være påført mellom styrkegivende lag.

35

Et energispredende lag betyr et lag som har en shore-hardhet, som er lavere enn shore-hardheten til det styrkegivende lagene til det forsterkende elementet. I en utførelsesform har det energispredende laget en shore-hardhet, som er minst 5 %,

så som minst 10 % lavere enn shore-hardheten til de styrkegivende lagene til det forsterkende elementet.

5 Det energispredende laget kan i en utførelsesform være av et polymert materiale så som en epoksypolymer.

10 I en utførelsesform av oppfinnelsen består det forsterkende elementet av et mangfold styrkegivende lag, og disse lagene er spolt opp på en spole, og før eller etter spoling, blir den gitt en form som tilnærmet har den endelige krumningen til det forsterkende laget. Ved å bruke et forsterkende element med denne utførelsesformen ved fremstilling av lange rør med strekkforsterkningselementer, blir denne fremstillingen enklere og mer kostnadseffektiv sammenlignet med tilsvarende produksjon av lange rør ved bruk av de kjente forsterkende elementene.

15 Ved å tilveiebringe det forsterkende elementet innbefattende et mangfold styrkegivende lag med en form som tilnærmet har den endelige krumningen til det forsterkende laget, sikres det at strekkforsterkningslaget i det vesentligste er strekk-fritt etter påføring på det fleksible røret.

20 Etter avkjøling, kan det forsterkende elementet påføres eller oppspoles for senere bruk.

25 I en utførelsesform av fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen innbefattende trinnet med på spole opp det forsterkende elementet på en spole, blir dette fortrinnsvis gjort under tilstander hvor det termoplastiske materialet er tilstrekkelig mykt til å tilpasse seg formen tilveiebragt under spoling, slik at det forsterkende elementet oppnår en form som innbefatter en krumning. I en utførelsesform er det ønskelig at formen tilsvare den endelige krumningen til det forsterkende elementet.

30 Fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen kan innbefatte trinnet med å påføre det forsterkende elementet. I en utførelsesform innbefatter fremgangsmåten derfor trinnene med å

35 - fremstille et mangfold flate profiler, så som tape-formede profiler av en fiberforsterket termoherdende polymer for eksempel i en pultrusjonsprosess,

- påføre et termoplastisk polymermateriale, for eksempel i en tykkelse på ca. 100 µm, 200 µm eller 300 µm, på de flate profilene,
- spole de flate profilene på et mangfold spoler,
- 5 - avspole de flate profilene fra et mangfold spoler, og deretter laminere dem under påføring av varme,
- i umiddelbar fortsettelse av lamineringsprosessen, så som før det termoplastiske materialet størkner, vikle de flate profilene på det fleksible røret, som nå utgjør et
- 10 forsterkende element for det fleksible røret.

I en alternativ utførelsesform blir det forsterkende elementet spolt opp på en bobine eller en tilsvarende sterk anordning, og blir senere spolt av under påføring av varme og påført på et fleksibelt rør.

15

I en alternativ utførelsesform, blir det termoplastiske laget påført umiddelbart før den endelige påføringen. I denne utførelsesformen kan det termoplastiske laget enten påføres som en film, som deretter smeltes, eller som et sprøytet lag.

20

Oppfinnelsen vedrører også en forløper for et forsterkende element for en fleksible rørledning. Forløperen består av et styrkegivende, fortrinnsvis ikke-termoplastisk lag innbefattende to hovedflater, som på minst en av sine hovedflater har et lag av et termoplastisk materiale.

25

Det styrkegivende ikke-termoplastiske laget og det termoplastiske laget kan være som beskrevet over og videre kan forløperen være tilveiebragt i henhold til fremgangsmåten beskrevet over.

30

Med forløperen blir det ytterligere oppnådd at et forsterkende element med den ønskede styrken lett kan oppnås ved å velge antallet styrkegivende lag i forhold til den ønskede styrken. Derved er det mulig med masseproduksjon av forløperen for den endelige produksjonen av forskjellige forsterkende elementer med forskjellig styrke.

35

Til slutt vedrører oppfinnelsen et forsterkende element for et fleksible rørledning. Det forsterkende elementet innbefatter to eller flere styrkegivende,

fortrinnsvis ikke-termoplastiske på hverandre beliggende lag. De to eller flere styrkegivende på hverandre beliggende lagene er festet til hverandre med mellomliggende lag av termoplastisk materiale.

5 Det styrkegivende laget og det termoplastiske laget kan være som beskrevet over og videre kan forløperen være tilveiebragt i henhold til fremgangsmåten beskrevet over.

10 Det forsterkende elementet i henhold til oppfinnelsen er enkelt å fremstille, lett å håndtere under påføringen på et fleksibelt rør, og videre enkelt å reparere.

Ytterligere fordelaktige utførelsesformer vil nå bli forklart med henvisning til utførelsesformen vist i tegningen, hvor

15 Fig. 1 viser konstruksjonen av et vanlig fleksibelt rør med forsterkende lag,

Fig. 2 viser skjematisk en mindre del av konstruksjonen av et forsterkende lag i henhold til oppfinnelsen,

20 Fig. 3 viser skjematisk en subprosess ved påføringen av et forsterkende lag ved bruk av et eller flere styrkegivende lag i henhold til oppfinnelsen.

25 I fig. 1 angir 1 et fleksibelt rør, for eksempel for transport av fluider så som olje og gass mellom offshore installasjoner og installasjoner nær oljebrønner på sjøbunnen.

I henhold til lokale betingelser, så som sjødybden og temperaturen til fluidet som skal transporteres, er det viktig at rørene har de nødvendige mekaniske og fysiske egenskaper som sikrer at rørene ikke blir ødelagt under bruk.

35 Det fleksible røret i fig. 1 består av en tett liner 3 på hvis innside det er tilveiebragt et såkalt skrog dannet av viklete stålprofiler. Skroget beskytter lineren mot å falle sammen på grunn av ytre kompressive krefter, som kan oppstå for eksempel på grunn av hydrostatiske trykk.

To typer forsterkende lag er anordnet utenpå lineren, hvorav laget 5, 6, plassert nærmest lineren er et kompresjonsforsterkningslag som består av koblede profiler som kan være av Z-, C-, X- eller K-typen.

5 Utenpå kompresjonsforsterkningslaget er det anordnet et strekkforsterkningslag som består av spiralviklede profiler 7, 8 som er viklet neste symmetrisk i forhold til lengdeaksen til røret, for eksempel i en vinkel på ca. 55°, og slik at lagene 7, 8 er viklet motsatt hverandre.

10 Til slutt er det utenpå strekkforsterkningslaget en ytre kappe 9, som i enkelte tilfeller er tett, men ikke nødvendigvis slik.

I tillegg kan det være ytterligere lag (ikke vist) på røret 1 som har spesielle funksjoner i forhold til en spesifikk anvendelse.

15 De ovenfor nevnte lagene er ikke kjemisk bundet til hverandre, noe som betyr at røret er fleksibelt og derved kan bøyes. Slike rør blir derfor også betegnet som ikke-bundede.

20 Fig. 2 viser et lite snitt av konstruksjonen til et styrkegivende lag 10 i henhold til oppfinnelsen, som for eksempel kan brukes for det strekkforsterkende laget 7 eller 8 i fig. 1.

25 Som det kan sees, er laget 10 sammensatt som et laminat, hvor 12 og 14 angir lag som ikke utviser noen betydelig termoplastisk oppførsel, så som f.eks. ståltaper eller profiler av en karbon/epoksy kompositt, mens 11, 13 og 15 angir et termoplastisk materiale.

30 Det termoplastiske materialet har den egenskapen at det kan være tilstede i både en smeltet og en fast fase, og det er mulig med en reversibel svitsjing mellom fasene ved regulering av temperaturen.

35 For eksempel kan det være forholdsvis stivt som en hard gummi ved en gitt temperatur, mens det ved en høyere temperatur kan tilnærme seg en flytende tilstand. I motsetning til dette, kan laget som brukes som en forsterkning i henhold til WO 00/66927 være et lim som opprettholde sin stivhet etter størkning.

Det bør legges merke til at ingenting forhindrer at det styrkegivende laget består av flere lag med styrkegivende lag og lag av termoplastisk materiale selvfølgelig.

5 Som spesielle utførelsesformer kan det nevnes to hovedutførelser hvor den første er et laminat bestående av et styrkegivende lag og et termoplastisk lag. En slik konstruksjon vil være passende for kombinasjon med andre laminater av samme type.

10 En annen grunnutførelse kan bestå av et styrkegivende lag som kan være tilveiebragt med et termoplastisk lag på hver side. Alternativt kan et av de to lagene være et duktilt materiale som er passende som et ytre lag i en forsterkning som skal være i stand til å motstå ytre påkjenninger, så som sjokk eller lignende. Dette er spesielt viktig dersom det forsterkende laget er fritt eksponert til omgivelsene.

15 Siden laget er termoplastisk i henhold til oppfinnelsen, kan det bearbeides relativt enkelt. Med andre ord, selv om det forsterkende lagene har mange lag og derved en høy styrke, kan det spoles opp i begrensede mengder, siden varme under bearbeidingen forårsaker at det termoplastiske laget blir så mykt at
20 stålelementene/profilene tillates å bevege seg i forhold til hverandre.

Dersom det forsterkende lagene skal brukes på et langt rør, kan det være ønskelig under fremstillingen av dette at de forsterkende elementene er fremstilt med en krumning som er sammenlignbar med krumningen de vil beskrive på det ferdige
25 røret. Det er viktig å legge merke til at de innerste fibre i et forsterkende lag vil beskrive en kortere avstand enn de ytterste fibre. Dersom et rør har påviklet et rett forsterkende element hvor de individuelle styrkegivende lagene er låst i forhold til hverandre, vil viklingen derfor forårsake kompressive påkjenninger i de innerste fibre til det forsterkende elementet. Dersom et forsterkende element i henhold til
30 oppfinnelsen er viklet hvor de styrkegivende lagene ikke er låst i forhold til hverandre (for eksempel på grunn av oppvarming), vil dette forårsake at lagene beveger seg i forhold til hverandre. Dette er akseptabelt i de fleste situasjoner for korte lengder av forsterkende elementer, men kan være vanskelig for lange lengder, siden den praktiske håndteringen av den akkumulerte lengdeforskjellen mellom i individuelle styrkegivende
35 lagene vil resultere i en meget vanskelig fremstillingsprosess.

Fig. 3 viser skjematisk hvordan et styrkegivende lag kan fremstilles i henhold til oppfinnelsen, hvor 10 betegner et styrkegivende lag som er vist til høyre i figuren før lamineringsprosessen. Under lamineringsprosessen, blir de ikke-termoplastiske styrkegivende lagene 20a, 20b, 20c, 20d og 20e matet fra spoler (ikke vist) til spoler 16, 18 hvor et termoplastisk materiale blir påført fra applikatororgan (ikkevist) på de ikke-termoplastiske styrkegivende lagene 20a, 20b, 20c, 20d og 20e kort tid før kompresjonen. Disse applikatororganene kan bestå av føringer som påfører et termoplastisk lag, for eksempel i form av en film, på de styrkegivende lagene, eller ved direkte påføring av smeltet materiale ved hjelp av små valser med perforeringer for utslipp av termoplastisk materiale.

Eksempel

Rør for transport av olje mellom en installasjon på sjøbunnen og en flytende installasjon.

Dette eksempelet beskriver en fritthengende utforming hvor dybden til røret under sjøoverflaten er en monotont økende funksjon av lengde. I denne utformingen øker derfor det hydrostatiske trykket rundt røret monotont langs lengde av røret.

Lineren er fremstilt av PVDF og virker til å danne en effektiv diffusjonsbarriere mellom fluidet transportert i røret og omgivelsene. For å forhindre utilsiktet avkjøling av det transporterte fluidet, har lineren på utsiden et ekstrudert et lag av polypropylen hvis hensikt er å virke som en termisk barriere. Selv om polypropylen her er angitt som et eksempel, kan det brukes utallige andre materialer og kombinasjoner av materialer. Spesielle kombinasjoner av materialer hvor syntaktisk skum er innbefattet som en komponent kan tenkes å være hensiktsmessig i denne applikasjonen.

For å forsterke lineren mot en reduksjon av volum, er det indre av lineren forsterket med en 12 mm forsterkende lag som er viklet på profiler fremstilt av duplex-stål.

I henhold til oppfinnelsen består den ytre forsterkningen av elementer som er fremstilt av tynne lag av en karbon/epoksy kompositt bundet sammen med mellomliggende termoplastiske lag.

Fremstillingen av de forsterkende lagene startert mer en pultrusjonsprosess hvor det blir fremstilt et mangfold flate styrkegivende lag med dimensjoner 0.5x12 mm. Denne pultrusjonsprosessen innbefatter fremstilling av elementer med et fiberinnhold på ca. 50 volum-%. Det resulterende pultruderte produktet er kjennetegnet ved en høy grad av fiberinnretning, og dette pultruderte produktet har derfor en meget høy styrke langs fiberretningen. Etter pultrusjonen av dette styrkegivende laget, blir det trukket gjennom en ovn, som sikrer fullstendig herding av epoksyen. Umiddelbart etter passering gjennom ovnen, blir det påført en fast 200 µm tykk termoplastisk polyuretanfilm. På grunn av den høye temperaturen til det styrkegivende laget umiddelbart etter passering gjennom ovnen, vil polyuretanlaget smelte sammen med det styrkegivende karbon/epoksy laget. Det styrkegivende laget med påført polyuretan blir nå spolt opp og lagret.

Ved produksjonen av et rør, blir de forsterkende lagene nå sammensatt ved påføring av åtte styrkegivende lag på røret. Umiddelbart før oppvikling på røret, blir de åtte styrkegivende lagene oppvarmet, noe som medfører at det påførte termoplastiske polyuretanet smelter. Herved vil de åtte lagene smelte sammen til en enhet. Siden denne sammensmeltningen skjer umiddelbart før påføringen på røret, vil polyuretanlaget nå være smeltet ved viklingen, men vil herde umiddelbart etter påføring på røret.

Som et resultat, etter størkning, vil det påførte elementet i det vesentligste ha en form som sikrer at det ikke er noen mekaniske påkjenninger.

Den ytre forsterkningen blir viklet ved vinkler på ca. +/- 55° i forhold til rørets lengdeakse.

For å beskytte den ytre forsterkningen under legging og drift, blir det vevet en aramidstrømpe over den ytre forsterkningen. Denne aramidstrømpen gir røret en stor abrasjonsbestandighet, mens det er åpent for massetransport og tillater derved at det kan skje en fri eller nesten fri transport av fluider gjennom denne. Siden aramidstrømpen er eksponert for sollys, vil et ytterligere dekklag bli påført på rørlengdene som blir eksponert til UV-bestråling. Denne strømpen er vevd på en slik måte at den gir etter dersom røret blir komprimert. Det sikres derved at strekkforsterkningen til røret kan bevege seg radielt dersom røret blir utsatt for

kompresjon i retningen til aksen, hvorved de kompressive påkjenningene i de forsterkende elementene blir holdt ved et akseptabelt nivå.

- 5 Dersom røret skal brukes på store sjødyp, vil en ytterligere veving av den ytre forsterkningen, for eksempel ved intervaller på 10 meter, være en fordel, siden denne vevingen vil sikre posisjonen til de forsterkende trådene i forhold til lineren, og også tillate den nødvendige radielle bevegelse til å forhindre mekaniske påkjenninger.

- 10 Foreliggende oppfinnelse kan klart utføres på mange andre måter enn de som er vist over, og det er mulig å anvende prinsippene til oppfinnelsen med et stort spillerom innen rammen til kravene.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for fremstilling av en forløper for et forsterkende element til en fleksibel rørledning (1), hvilken forløper innbefatter et styrkegivende lag, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten innbefatter trinnet med å påføre et termoplastisk lag på det styrkegivende laget, på minst en flate derav, hvilket styrkegivende lag fortrinnsvis er ikke-termoplastisk.

10 2.

Fremgangsmåte ved fremstilling av et forsterkende element (10) for en fleksibel rørledning (1) hvor det forsterkende elementet innbefatter to eller flere styrkegivende lag (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e), hvilken fremgangsmåte innbefatter trinnene med å tilveiebringe en forløper for et forsterkende element i henhold til fremgangsmåten
15 ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten innbefatter trinnene med å påføre et termoplastisk lag på minst et av de styrkegivende lagene, på minst en flate derav, etterfulgt av en laminering med et annet styrkegivende lag, hvilket styrkegivende lag fortrinnsvis er ikke-termoplastisk.

20

3.

Fremgangsmåte i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at minst to styrkegivende lag (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e), blir kombinert i en lamineringsprosess for å danne et forsterkende element, og
25 varme blir tilført de styrkegivende lagene under lamineringsprosessen.

4.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at det forsterkende elementet (10) har minst to
30 styrkegivende lag (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e), fortrinnsvis har det forsterkende elementet (10) et mangfold styrkegivende lag (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e), og et termoplastisk materiale (11, 13, 15) blir påført på de tilstøtende flatene til minst et av de to styrkegivende lagene (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e).

35 5.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 4,

karakterisert ved at det termoplastiske materialet (11, 13, 15) blir kryssbundet etter lamineringstrinnet, hvorved det endrer sin tilstand fra å være termoplastisk til å være termoherdende.

5 6.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 5, karakterisert ved at et energispredende lag blir påført på minst en av de ytre overflatene til det forsterkende elementet.

10 7.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 6, karakterisert ved at fremgangsmåten innbefatter trinnet med å spole opp det forsterkende elementet (10) på en spole, under betingelser hvor det termoplastiske materialet er tilstrekkelig mykt til å tilpasse seg formen tilveiebragt under oppspolingen slik at det forsterkende elementet oppnår en form sin innbefatter en krumning, hvilken form fortrinnsvis tilsvarende den endelige krumningen til det forsterkende laget.

8.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 7, karakterisert ved at de styrkegivende lagene (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e) er i form av en polymer forsterket med minst 20 volum-% fibre eller whiskere.

9.

Fremgangsmåte i henhold til krav 8, karakterisert ved at fibrene er karbonfibre, hvilke fibre er forsterkende fibre.

10.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 9, karakterisert ved at de styrkegivende lagene (12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e) er i form av et helt eller delvis metallisk materiale brukt som et styrkegivende lag.

11.

Fremgangsmåte i henhold til hvilke som helst av kravene 2 – 10, karakterisert ved at den ytterligere innbefatter påføring av det forsterkende elementet (10) til et fleksibelt rør (1), hvilken fremgangsmåte innbefatter trinnene med å:

- fremstille et mangfold flate profiler av en fiberforsterket

termoherdende polymer i en pultruderingsprosess,

- påføre et termoplastisk polymermateriale, for eksempel med en tykkelse på 200 µm, på minst en av flatene til de flate profilene,
- spole opp de flate profilene på spoler,
- spole av de flate profilene og deretter laminere dem under påføring av varme,
- i umiddelbar fortsettelse av lamineringsprosessen, vikle de flate profilene på det fleksible røret, som nå utgjør et forsterkende element for det fleksible røret.

5

10

12.

Forløper for et forsterkende element for en fleksibel rørledning,

k a r a k t e r i s e r t v e d at forløperen innbefatter et styrkegivende lag

innbefattende to hovedflater, som på minst en av sine hovedflater har et lag av et

15 termoplastisk materiale, hvilket styrkegivende lag fortrinnsvis er ikke-termoplastisk.

13.

Forsterkende element for en fleksibel rørledning,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det forsterkende elementet innbefatter to eller flere på

20 hverandre liggende lag, hvilke to eller flere styrkegivende på hverandre liggende lag

(12, 14, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e) er festet til hverandre med mellomliggende lag av

termoplastisk materiale, hvilke styrkegivende fortrinnsvis er ikke-termoplastisk.

25

1/1

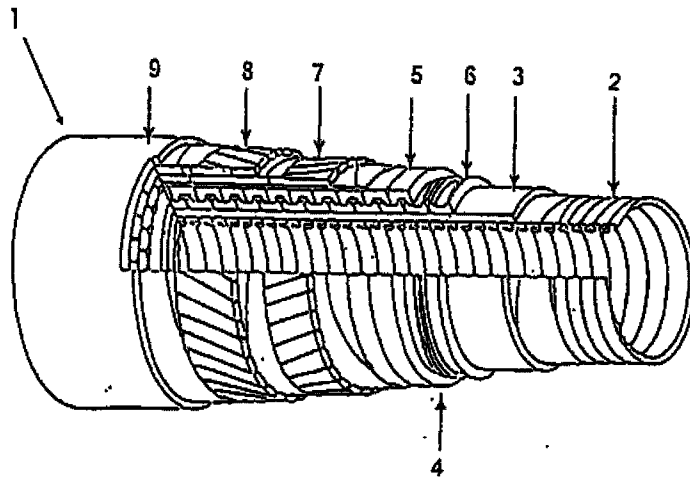


Fig. 1

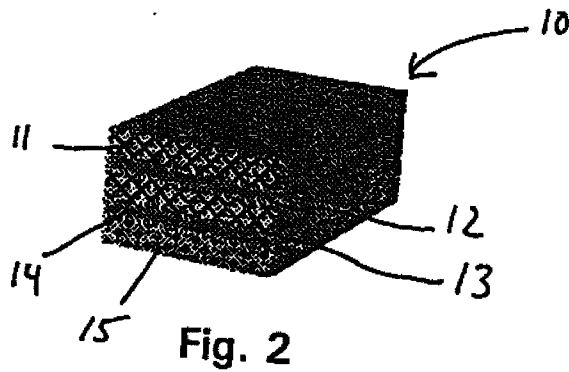


Fig. 2

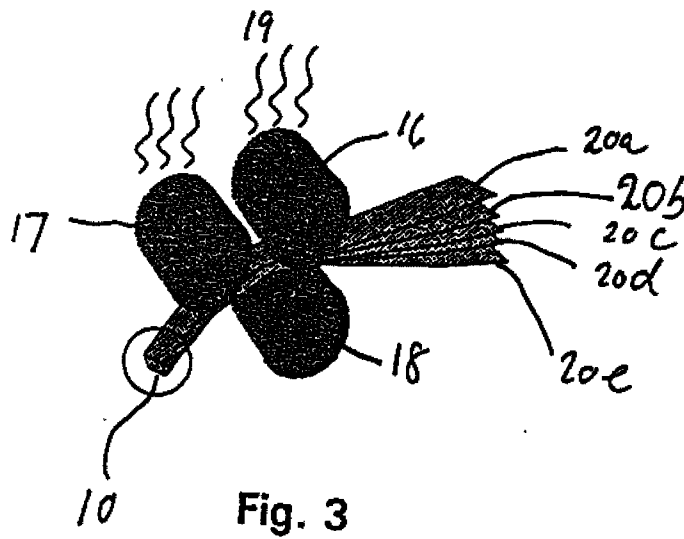


Fig. 3