



(12) PATENT

(19) NO

(11) 337080

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

F16L 9/12 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20034770	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.04.26 PCT/EP2002/04849
(22)	Inng.dag	2003.10.24	(85)	Videreføringsdag	2003.10.24
(24)	Løpedag	2002.04.26	(30)	Prioritet	2001.04.27, BE, 010291
(41)	Alm.tilgj	2003.12.29			
(45)	Meddelt	2016.01.18			
(73)	Innehaver	Egeplast Werner Strumann GmbH & Co.KG, Robert-Bosch-Strasse 7, DE-48268 GREVEN, Tyskland			
(72)	Oppfinner	Claude Dehennau, Chemin des Postes 236, B-1410 Waterloo, Belgia			
		Pierre Matz, Rue du Trichon, 100, BE-1457 NIL SAINT-VINCENT, Belgia			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Forsterket plastrør og fremgangsmåte for fremstilling derav			
(56)	Anførte publikasjoner	EP 0697553 A1 WO 99/08033 A1 WO 92/01885 A1			
(57)	Sammendrag				

Forsterket rør oppnådd ved vikling på et rørformet underlag basert på en polymer blanding, av forsterkende taper omfattende en orientert polymer sammensetning i lag som krysses ved en lik men motsatt vinkel i forhold til akse av røret. Tapene er valgt fra taper hvis polymere sammensetning fremviser spesielle mekaniske styrkeegenskaper i strekk.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et plastrør som er forsterket for å motstå mekanisk påkjenning.

Rør som skal motstå høye mekaniske spenninger, som f.eks. rør med stor diameter og/eller rør som er utsatt for høyt indre trykk, kan produseres lønnsomt fra duktilt støpejern. Plastrør foretrekkes imidlertid i et antall tilfeller fremfor støpejern på grunn av at de er mye lettere og fremviser bemerkelsesverdig korrosjonsmotstand.

For å motstå høye mekaniske påkjenninger like godt som støpejern må konvensjonelle plastrør ha en større veggtykkelse, noe som øker prisen og gjør dem mindre konkurransedyktige sammenlignet med duktile støpejernsrør.

Plastrør har videre ofte en lav krypefasthet under langvarig påkjenning. Det er imidlertid i tilfellet av visse anvendelsestyper for styrken av disse rør, at f.eks. sprengningsstyrken ikke forringes etter en lang bruksperiode, som enkelte ganger kan strekke seg over flere tiår.

Flere metoder er tatt i betraktning for å løse dette problem. Den første metode bestod i å fremstille rør hvis plastmateriale er biaksialt orientert i retninger parallelt til og perpendikulært til røraksen.

Den biaksiale orienteringsoperasjon kan imidlertid bare utføres på rør formet ved ekstrusjon og dette gjør fremgangsmåten til en satsvis prosess og øker dens omkostning. Videre, for å opprettholde den biaksiale orientering av materialet under tilpasning av koplinger betyr at det må tas spesielle forholdsregler, som innebærer bruk av mange spesielle koplinger. Videre er den forsterkning som oppnås ved bruk av denne metode mest spesielt effektiv i lengderetningen, men løser bare meget partielt problemet med motstand til de radiale krefter som representerer de maksimale påkjenninger ved noen anvendelser, f.eks. transport av trykksatte fluider. Hittil har anstrengelsene for å gjøre den biaksiale orienteringsprosess kontinuerlig ennå ikke båret frukt på grunn av de teknologiske begrensninger og den vesentlige omkostningsbyrde som de medfører, sammenlignet med den fremdeles oppnådde utilstrekkelige styrke.

En ytterligere metode har vært å anbringe forsterkninger på plastrør, som f.eks. en kontinuerlig vikling av fibre (f.eks. glassfibre) impregnert med en termoplastisk eller termoherdende harpiks (COFITS). Denne metode er imidlertid heller ikke uten mangler, ettersom disse viklinger er generelt sprø og sterkt påvirker densiteten av det resulterende forsterkede rør og dets pris. Videre forblir effektiviteten av disse forsterkninger ikke alltid konstant over tid og det er ofte

vanskelig å resirkulere avfallsrør ved slutten av levetiden, på grunn av innlemmelsen av fremmedstoff som er vanskelig å separere i polymeren i røret.

Også kjent er US patent A-4 093 004 som omhandler prinsippet med forsterkning av underlag fremstilt av forskjellige materialer (papp, papir, gummi, 5 trevirke eller plastmateriale) ved hjelp av orientert polyolefintape. Det oppnådde forsterkede rør har imidlertid ikke tilstrekkelig styrke, spesielt sprengningsstyrke til å kunne anvendes sikkert over lange tidsperioder for transport av trykksatte fluider.

Dokumentet EP-A-0 697 553 beskriver et forsterket flerlags kompositt 10 plastrør som omfatter et polymer material forsterket med fibre viklet i spiralform, der kjerne kan bli forsterket med to bunter av kontinuerlige forsterkede fibre som vikles i skruelinjeform i motsatte retninger.

Formålet for oppfinnelsen er å løse de problemer som representeres ved de ovennevnte kjente forsterkningssystemer, mens produksjonsomkostningene 15 holdes innenfor grenser som er akseptable og konkurransedyktige med duktile støpejernsrør.

For dette formål vedrører oppfinnelsen et forsterket flerlags plastrør tildannet fra et rørformet underlag basert på en polymersammensetning, idet det på dette underlag er viklet forsterkende tape omfattende en orientert polymer- 20 sammensetning, idet røret omfatter minst to lag av tape viklet på underlaget, idet hvert lag er tildannet fra tape som danner en lignende vinkel, men med motsatt fortegn, med tapen i det andre lag i forhold til røraksen, i hvilket rør tapen er valgt fra tape som tilfredsstiller det følgende forhold:

$$\frac{SI}{SI_0} \geq 4$$

25 hvor:

SI er styrkeindeksen av den forsterkende tape, beregnet som følger:

$$SI = \frac{\sigma}{\sqrt[3]{E}}$$

hvor:

σ representerer den maksimale verdi av spenningen som nåes under en strekk- 30 test på tapen i orienteringsretningen, for en forlengelse tilsvarende flytegrensen av underlaget eller ellers tilsvarende bruddpunktet for tapen hvis forlengelsen ved dette bruddpunkt er mindre enn forlengelsen ved flytegrensen for underlaget; idet E er strekk-elastisitetmodulen av den orienterte tape;

idet $SI_0 = \frac{\sigma_0}{\sqrt[3]{E_0}}$ er styrkeindeksen av underlaget;

og

σ_0 og E_0 er spenningen ved henholdsvis flytegrensen og strekk-
elastisitetsmodulen av underlaget, hvori σ , E , σ_0 og E_0 er uttrykt i de samme
5 vilkårlige strekkenheter.

I denne definisjon betyr betegnelsen "lignende vinkel" en vinkel som er i det
minste lik den samme vinkel minus 5 graders vinkel. Betegnelsen "lignende
vinkel" inkluderer også en vinkel høyst ulik den samme vinkel pluss 5 graders
10 vinkel. Foretrukket betyr denne betegnelse en vinkel som er i det minste lik den
samme vinkel minus 2 vinkelgrader. Den inkluderer foretrukket også en vinkel
høyst lik den samme vinkel pluss 2 vinkelgrader.

Betegnelsen "flytegrense" angir punktet på belastnings-forlengelseskurven i
en strekktest gjennomført på angjeldende plastmateriale over hvilken den
15 belastning som utøves ville medføre ytterligere forlengelse begynner å falle i
forhold til de belastninger som er nødvendige for å oppnå forlengelser mindre enn
dem som tilsvarer dette punkt.

Betegnelsen "forsterket rør" er forstått å angi et rør hvori de iboende
mekaniske egenskaper av basismaterialsammensetningen som røret består av er
20 modifisert ved nærvær av en ytterligere materialsammensetning som er forskjellig
fra dette basismateriale og som ved sitt nærvær øker den mekaniske styrke.
Basismaterialsammensetningen er en polymersammensetning som representerer
minst 40 vekt% av den totale vekt av det forsterkede rør. Underlaget er tildannet
fra basis-polymersammensetningen. Den ytterligere materialsammensetning
25 dannes av forsterkende tape.

Betegnelsen "plastmateriale" er forstått å angi et hvilket som helst materiale
omfattende minst en polymer fremstilt av syntetisk harpiks.

Alle typer plastmateriale kan være egnet. Plastmaterialer som er meget
egnet faller innenfor kategorien av termoplastiske materialer.

30 Betegnelsen "termoplastisk materiale" angir en hvilken som helst
termoplastisk polymer, inklusive termoplastiske elastomerer, og blandinger derav.
Betegnelsen "polymer" angir både homopolymerer og kopolymerer (særlig binære

eller ternære kopolymerer). Eksempler på slike kopolymerer er på en ikke-begrensende måte: tilfeldige kopolymerer, blokkopolymerer og podekopolymerer.

En hvilken som helst type av termoplastisk polymer eller kopolymer hvis smeltepunkt er lavere enn spaltningstemperaturen er egnet. Syntetiske termoplastmaterialer som har et smelteområde spredt over minst 10 °C er særlig egnet. Eksempler på slike materialer inkluderer slike som fremviser polydispersitet i deres molekylvekt.

Spesielt kan det anvendes polyolefiner, polyvinylhalogenider, termoplastiske polyestere, polyketoner, polyamider og kopolymerer derav. En blanding av polymerer eller kopolymerer kan også anvendes, likeså en blanding av polymere materialer med uorganiske, organiske og/eller naturlige fyllstoffer som f.eks. men ikke begrensende, karbon, salter og andre uorganiske derivater, naturlige eller polymere fibere. Det er også mulig å anvende flerlagsstrukturer bestående av overliggende lag som er bundet sammen, omfattende i det minste en av polymerene eller kopolymerene beskrevet i det foregående.

En polymer som ofte anvendes er polyetylen. Utmerkede resultater er blitt oppnådd med høydensitet polyetylen (HDPE).

Basisbestanddelen for det forsterkede rør ifølge oppfinnelsen er et rørformet underlag, dvs. en hul gjenstand i form av et rør. Det dannes i det minste delvis av en polymer sammensetning.

Andre bestanddeler av det forsterkede ifølge oppfinnelsen er forsterket tape som omfatter en ytterligere materialsammensetning som tilveiebringer den økte mekaniske styrke som trenges for å gi det forsterkede rør de mekaniske egenskaper som er egnet for den bruk som røret vil bli anvendt for.

Det ytterligere materiale til stede i den forsterkende tape i røret ifølge oppfinnelsen omfatter i det minste en orientert polymer sammensetning. Det kan omfatte en enkelt orientert polymer sammensetning. Alternativt kan det også omfatte en blanding av flere polymere sammensetninger og eventuelt ikke-polymere tilsetningsstoffer, idet minst en av polymerene i sammensetningene er orientert. Polymeren kan være en hvilken som helst termoplastisk polymer som kan være til stede i tapen i orientert form, dvs. en termoplastisk polymer som har minst 20 vekt% av sine molekylkjeder beliggende i den samme retning. Foretrukket er retningen for orientering tilsvarende lengden av røret. En hvilken som helst type av termoplastisk polymer som egner seg godt til at dens molekylkjeder blir orientert kan velges for den orienterte polymer. Generelt anvendes en

orientert polymer hvis egenskaper er de samme som for de polymerer som vanlig anvendes for fremstilling av rør som må motstå trykk. Fordelaktige eksempler på slike polymerer i tilfellet av et underlag fremstilt av høydensitet polyetylen (HDPE) er ikke-begrensede, multimodale HDPE harpikser og tverrbindbare harpikser.

5 Multimodale harpikser er dem som har en molekylvektfordeling som fremviser flere ekstremer. Bimodale HDPE harpikser med to ekstremer foretrekkes.

Tverrbindbare HDPE harpikser er HDPE harpikser som mens de bearbeides opptrer lik konvensjonelle termoplastiske HDPE harpikser og som da
10 etter at de er blitt formet kan tverrbindes og herdes ved hjelp av en hvilken som helst prosess (virkning av peroksider, bestråling, etc.).

Hvis flere orienterte polymerer er til stede deler de den samme orienteringsretning. Den orienterte polymer i tapen kan være av den samme karakter som en av polymerene i basis-polymersammensetningene som underlaget er
15 fremstilt av. Den kan imidlertid også være en polymer som ikke er til stede i denne basis-polymersammensetning hvis anvendelsesforholdene krever dette eller hvis de ikke er meget forlikelige med anvendelsen av en identisk polymer.

Fordelaktig omfatter det forsterkede rør ifølge oppfinnelsen et liketallantall lag av forsterkende tape viklet på underlaget.

20 Foretrukket er et klebestofflag innført mellom underlaget og det tilstøtende tapelag, og mellom hvert tapelag.

Betegnelsen "klebestoff" er forstått å angi et hvilket som helst klebestoff som er forlikelig med sammensetningen av underlaget og sammensetningen av forsterkningstapen. Klebestoffet som mest vanlig anvendes er generelt et
25 polymert klebestoff som kan være i form av et polyuretan eller et funksjonalisert polyolefin. Betegnelsen "funksjonalisert polyolefin" er forstått å angi et hvilket som helst polyolefin som i tillegg til enhetene avledet fra olefinene omfatter funksjonelle monomere enheter. Disse kan være innlemmet enten i hovedkjeden av polyolefinet eller i dens sidekjeder. De kan også være innlemmet direkte i
30 hovedkjeden av disse hoved- og sidekjeder, f.eks. ved kopolymerisasjon av en eller flere funksjonelle monomerer med den eller de olefiniske monomerer, eller de kan ellers resultere fra podingen av en eller flere funksjonelle monomerer inn på de nevnte kjeder, etter at polyolefinet er blitt fremstilt. Flere funksjonaliserte polyolefiner kan også anvendes som en blanding.

De funksjonelle monomere enheter av det funksjonaliserte polyolefin er valgt fra karboksylsyre, dikarboksylsyrer og anhydridene tilsvarende disse disyrer. Disse monomerenheter skriver seg generelt fra kopolymerisasjonen eller podingen av i det minste en umettet monomer som har de samme funksjonelle

5 grupper. Ikke-begrensede eksempler på monomerer som kan anvendes er akrylsyre, metakrylsyre, maleinsyre, fumarsyre, itakonsyre, maleinsyreanhydrid, fumarsyreanhydrid og itakonsyreanhydrid. Foretrukket skriver de funksjonelle monomerenheter seg fra kopolymerisasjonen eller podingen av maleinsyreanhydrid.

10 Foretrukket velges antallet av lag og vinkler for den forsterkende tape på en slik måte at det ferdige rør gis en styrke i det minste tilstrekkelig til å tillate at det vedvarende motstår de påkjenninger som utøves.

Det forsterkede rør vil generelt omfatte minst to forsterkende tapelag. Når røret omfatter to tapelag danner disse mellom seg, i forhold til akselen for røret, en

15 liknende vinkel men med motsatt fortegn. Betegnelsen "liknende" har her den samme betydning som forklart i det foregående.

Når det forsterkede rør omfatter mer enn to forsterkende tapelag inntar hvilke som helst to tilstøtende lag av dette rør en liknende vinkel, men med motsatt fortegn, i forhold til akselen av røret.

20 Ifølge en spesielt fordelaktig utførelsesform av oppfinnelsen er rørets forsterkende tape viklet med berørende vindinger. Mer fordelaktig er den forsterkende tape også beskyttet av to likeorienterte polymere lag. Betegnelsen "beskyttet" er her forstått i betydningen av mekanisk beskyttelse mot noen skade av mekanisk opprinnelsen som ville resultere fra ytre omgivelsespåkjenninger på

25 det forsterkede rør. Foretrukket er den polymere sammensetning av disse beskyttende lag forlikelig med den orienterte polymere sammensetning av de forsterkende lag. Foretrukket er også det første av disse beskyttende lag, dvs. det innerste, tildannet fra tape som også er viklet med berørende vindinger. Fordelaktig er det andre beskyttende lag, lokalisert omkring den yter periferen av

30 det forsterkede rør et rørformet fast lag tildannet i et eneste stykke og som tjener som et toppbelegg. Uttrykket "polymersammensetning forlikelig med en orientert polymersammensetning" er forstått å bety en hvilken som helst polymersammensetning, blandbar i smelten med denne orienterte sammensetning, som ikke bevirker noen uønsket fysisk eller kjemisk reaksjon i stand til å påvirke orienter-

35 ingen av minst en polymer i den nevnte orienterte polymere sammensetning.

Det er også spesielt fordelaktig at karakteren av hver av bestanddelene av røret velges omhyggelig for det formål å tillate at det kan resirkuleres og anvendes på nytt, som en innblanding i et av lagene av et nytt rør. Denne evne skulle i dette tilfellet være i stand til å bli garantert både når det produseres et nytt

5 rør (ved å anvende produksjonsfragmentet) og med resirkulering av et brukt rør ved slutten av dets bruksperiode.

Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for fremstilling av et forsterket plastrør omfattende påføring av forsterkende tape ved vikling av forsterkende tape omfattende en orientert polymer sammensetning omkring et

10 rørformet underlag basert på en polymer sammensetning, idet røret omfatter minst to lag av tape viklet på underlaget, idet hvert lag er tildannet av tape som danner en liknende vinkel, men med motsatt fortegn, med tape i det andre lag relativ til akse av røret, karakterisert ved at tapen er valgt fra tape som tilfredsstiller det følgende forhold:

15
$$\frac{SI}{SI_0} \geq 4$$

hvor:

SI er en styrkeindeks av den forsterkende tape, beregnet som følger:

$$SI = \frac{\sigma}{\sqrt[3]{E}}$$

hvor:

20 σ representerer den maksimale verdi av spenningen som nåes under en strekktest på tapen i orienteringsretningen, for en forlengelse tilsvarende flytegrensen av underlaget eller, ellers, tilsvarende bruddpunktet for tapen hvis forlengelsen ved dette bruddpunktet er mindre enn forlengelsen ved flytegrensen av underlaget;

25 idet E er strekk-elasticitetsmodulen av den orienterte tape;

idet $SI_0 = \frac{\sigma_0}{\sqrt[3]{E_0}}$ er styrkeindeksen av underlaget;

og

σ_0 og E_0 er spenningen ved flytepunktet henholdsvis og strekk-elasticitetsmodulen av understøttelsen, hvori σ , E, σ_0 og E_0 er uttrykt i de samme vilkårlige

30 strekkenheter.

Flytegrensen og betegnelsen "liknende" har her de samme betydninger som dem som er allerede er forklart i det foregående i forbindelse med det forsterkede rør.

Den forsterkende tape kan bindes til underlaget og/eller til det under-
5 liggende tapelag ved hjelp av et klebestoff. De anvendte klebestoff er de samme som dem som er beskrevet i det foregående i forbindelse med det forsterkede rør.

Ifølge en spesiell metode for å gjennomføre fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen blir den anvendte forsterkende tape forhåndsbelagt ved hjelp av et varmeaktiverbart klebestoff.

10 Bruken av et klebestoff av denne type frembyr fordelene med å begrense varigheten av oppvarmingen av den forsterkede tape til den som er strengt nødvendig for å utvikle klebevirkningen, slik at orienteringen av den polymere sammensetning av den forsterkende tape kan bevares så mye som mulig, idet denne egenskap generelt er kjent å forringes under virkningen av varme.

15 I denne spesielle metode for å gjennomføre fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er det også mulig ytterligere å forbedre beskyttelsen av den molekylære orientering av polymeren i sammensetningen av den forsterkende tape ved at det på toppen av denne vikles en tynn varmeskjoldtape som omfatter en ikke-orientert polymer sammensetning av kjemisk karakter forlikelig med
20 sammensetningen av den orienterte polymere sammensetning i de underliggende lag. Denne beskyttende tape er bundet til den orienterte tape ved hjelp av et oppløsningsmiddel fritt organisk klebestoff eller ved hjelp av et polymert klebestoff som smelter ved den temperatur lav nok slik at orienteringen av molekylene i denne orienterte forsterkende tape ikke forringes.

25 Tykkelsen av denne tape avhenger av størrelsen av dens varmeskjoldegenskaper og overstiger ikke den størrelse som tillater forholdsvis god stabilitet av den molekylære orientering av de underliggende lag. Det er også fordelaktig at denne varmeskjoldtape er meget transparent for infrarød stråling slik klebestoffet kan aktiveres via bestråling av denne type, med utelukkelse av andre varmekilder.

30 I en variant av den spesielle fremgangsmåte ifølge oppfinnelsen avsettes et ytre topplag over den tynne varmeskjoldtape ved bruk av en ekstrusjonsbelegningsmetode, idet det nevnte toppbelegg omfatter en ikke-orientert polymer sammensetning som er forlikelig med sammensetningen av den underliggende tynne varmeskjoldtape. Denne kan fordelaktig avsettes ved bruk av en sirkulær

dyse som omgir det forsterkede rør idet toppbelegget bringes til å flyte gjennom denne dyse.

Det ytre toppbelegg har det formål nøyaktig å dimensjonere de ytre dimensjoner av røret og tillate dets forlikelighet med koplinger tilpasset ved hjelp
5 av klebestoffbinding eller ved varmsveising.

Fordelaktig reguleres tykkelsen av den tynne tape slik at den virker som et effektivt varmeskjold, som forklart i det foregående, under ekstrusjonsbeleggingen av toppbelegget slik at tapet av orientering av den orienterte polymere sammensetning i den forsterkende tape minimeres.

10 De følgende eksempler er gitt for å illustrere oppfinnelsen uten på noen måte å begrense dens ramme.

Strekkestyrkemålinger og elastisitetsmodul ble sammenlignet for fire forskjellige polymerer anvendt for å fremstille tape med 0,9 mm tykkelse. Disse tape ble viklet omkring et rørformet underlag fremstilt av høydensitetpolyetylen
15 (HDPE) med en veggtykkelse på 3,85 mm (i det følgende benevnt "TUB" 121). To kryssende lag av hver av denne tape ble påført underlaget i en vinkel på +55 grader og -55 grader i forhold til akselen for underlaget, med unntagelse av tilfellet av den krystallinske HDPE polymer av "Leeds1"-typen hvori fire tapelag (i de samme vinkler som tapen på de andre rør) var nødvendig for å frembringe en
20 sammenhengende vikling. I tilfellet av denne sistnevnte krystallinske HDPE polymer var den nødvendige investering som måtte gjøres for vinklansordningen den dobbelte av den tilsvarende for de andre undersøkte polymerer.

Det momentane sprengningstrykk for røret ble så målt ifølge ISO 9080 standard.

25 De oppnådde resultater er angitt i den følgende tabell.

Forsøk nr.	Type av rør/tape	Styrke σ (MPa)	Strekkelastisitetsmodul (MPa)	SI/SI ₀	Sprengningstrykk (bar)
1R	"TUB"121/ ingen (ikke forsterket underlag)	25	1000	1,0	40
2R	"TUB"121/	25	424	1,3	40

	smelteorientert HDPE				
3	"TUB"121/11-3 orientert HDPE	153	1741	5,1	100
4	"TUB"121/K17 orientert HDPE	220	2545	6,4	135
5R	"TUB"121/ "Leeds1"	147	10209	2,7	90

Forsøkene 1R, 2R og 5R er kontrollforsøk som ikke er samsvar med oppfinnelsen. Forsøkene 3 og 4 er ifølge oppfinnelsen. Det kan ses at de forsterkede rør fremstilt for forsøk 3 og 4, som er de eneste hvori indeksforholdet S_i/S_0 er mer enn 4, fremviser optimale sprengningstrykk, ettersom de er de høyeste trykk og tilfredsstillende de spesifikasjoner som kreves for den tilsiktede bruk som forsterkede rør.

Patentkrav

1. Forsterket flerlags plastrør tildannet fra et rørformet underlag basert på en polymer sammensetning idet det på underlaget er viklet forsterkende taper
- 5 omfattende en orientert polymer sammensetning, idet røret omfatter i det minste to lag av taper viklet på underlaget, idet hvert lag er tildannet fra taper som danner en liknende vinkel, men med motsatt fortegn, med tapene i det andre lag i forhold til retningen av røret
- karakterisert ved at
- 10 de forsterkende taper tilfredsstillr det følgende forhold:

$$\frac{SI}{SI_0} \geq 4$$

hvor:

SI er en styrkeindeks av den forsterkende tape, beregnet som følger:

$$SI = \frac{\sigma}{\sqrt[3]{E}}$$

- 15 hvori:

σ representerer den maksimale verdi for spenningen nådd under en strekktest på tapene i orienteringsretningen, for en forlengelse tilsvarende flytegrensen av underlaget eller, ellers, tilsvarende bruddpunktet for tapen hvis forlengelsen ved dette bruddpunkt er mindre enn forlengelsen ved flytepunktet av underlaget;

- 20 idet E er strekk-elastisitetsmodulen av de orienterte taper;

idet $SI_0 = \frac{\sigma_0}{\sqrt[3]{E_0}}$ er styrkeindeksen av underlaget;

hvor σ_0 og E_0 er spenningen ved flytegrensen henholdsvis strekk-elastisitetsmodulen av underlaget, hvori σ , E, σ_0 og E_0 er uttrykt i de samme vilkårlige strekkenheter.

- 25

2. Rør ifølge krav 1,
karakterisert ved at
det omfatter et partallsantall av forsterkende tapelag viklet på underlaget.

- 30

3. Rør ifølge krav 1 eller 2,
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t
 et klebestofflag er innført mellom underlaget og det tilstøtende tapelag, og mellom
 hvert tapelag.

5

4. Rør ifølge hvilket som helst av de foregående krav,
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t
 de forsterkende taper er beskyttet ved hjelp av et tynt første lag av taper viklet
 med berørende vindinger, omfattende en ikke-orientert polymer sammensetning
 10 som er forlikelig med den orienterte polymere sammensetning av de underlig-
 gende forsterkende lag og ved hjelp av et rørformet fast ytre andre lag tildannet i
 et eneste stykke og som har den samme ikke-orienterte polymere sammensetning
 og som tjener som toppbelegg.

15 5. Fremgangsmåte for fremstilling av et forsterket plastrør omfattende
 påføring ved vikling omkring et rørformet underlag basert på en polymer
 sammensetning, av forsterkende taper omfattende en orientert polymer
 sammensetning, idet røret omfatter minst to lag av taper viklet på underlaget, idet
 hvert lag er tildannet fra taper som danner en liknende vinkel, men med motsatt
 20 fortegn, med tapene i det andre lag i forhold til retningen av røret
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t
 tapene er valgt fra taper som tilfredsstillende det følgende forhold:

$$\frac{SI}{SI_0} \geq 4$$

hvor:

25 SI er en styrkeindeks av den forsterkende tape, beregnet som følger:

$$SI = \frac{\sigma}{\sqrt[3]{E}}$$

hvor:

σ representerer den maksimale verdi av spenning nådd under en strekktest på
 tapene i orienteringsretningen, for en forlengelse tilsvarende flytegrensen for
 30 underlaget eller, ellers tilsvarende bruddpunktet for tapen hvis forlengelsen ved
 dette bruddpunkt er mindre enn forlengelsen ved flytegrensen for underlaget;
 idet E er strekk-elasticitetsmodulen av de orienterte taper;

idet $SI_0 = \frac{\sigma_0}{\sqrt[3]{E_0}}$ er styrkeindeksen av underlaget;

og

idet σ_0 og E_0 er spenningen ved flytepunktet henholdsvis strekk-
elastisitetsmodulen av underlaget, hvori σ , E , σ_0 og E_0 er uttrykt i de samme
5 vilkårlige strekkenheter.

6. Fremgangsmåte ifølge det foregående krav,
karakterisert ved at
de anvendte forsterkende taper forhåndsbelegges ved hjelp av et varmeaktiver-
10 bart klebestoff.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 5 eller 6,
karakterisert ved at
den gjennomføres ved vikling over de forsterkende taper av en tynn
15 varmeskjoldtape som omfatter en ikke-orientert polymer sammensetning av
kjemisk sammensetning som er forlikelig med sammensetningen av den
orienterte polymere sammensetning av de underliggende forsterkende lag.

8. Fremgangsmåte ifølge det foregående krav,
20 karakterisert ved at
et ytre topplag avsettes ved bruk av en ekstrusjonsbelegningsmetode over den
tynne varmeskjoldtape, idet toppbelegget omfatter en ikke-orientert polymer
sammensetning som er forlikelig med sammensetningen av den underliggende
tynne varmeskjoldtape, ved bruk av en sirkulær dyse hvorigjennom toppbelegget
25 strømmer.

9. Fremgangsmåte ifølge det foregående krav,
karakterisert ved at
tykkelsen av den tynne tape reguleres slik at den virker som et effektivt
30 varmeskjold under ekstrusjonsbeleggingen av toppbelegget slik at tapet av
orientering av den orienterte polymere sammensetning av de forsterkende taper
minimeres.