



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) 325302

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

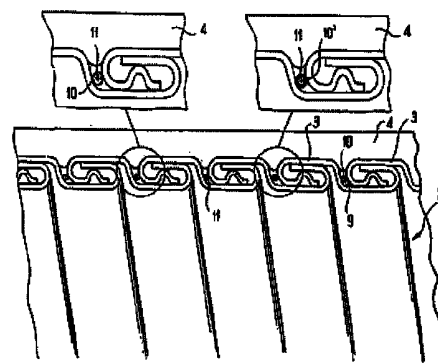
F16L 11/08 (2006.01)

**Patentstyret**

(21)	Søknadsnr	19995116	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.06.03 PCT/FR99/01305
(22)	Inng.dag	1999.10.20	(85)	Videreføringsdag	1999.10.20
(24)	Løpedag	1999.06.03	(30)	Prioritet	1998.06.15, FR, 9807525 1999.04.09, FR, 9904446
(41)	Alm.tilgj	2000.02.03			
(45)	Meddelt	2008.03.25			
(73)	Innehaver	Technip France, ZAC Danton, 6-8, allée de l'Arche, Faubourg de l'Arche, 92400 COURBEVOIE, FR			
(72)	Oppfinner	Jean Hardy, Résidence Boieldieu, 22, rue Louis Ganne, 76360 BARENTIN, FR Michel Paul Morand, Duclair, FR			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES			

(54)	Benevnelse	<b>Forbedret fleksibelt rør for transport av fluider</b>
(56)	Anførte publikasjoner	US 3,311,133, US 5,934,335
(57)	Sammendrag	

Forbedret fleksibelt rør (1) for transport av fluider. Det er av typen som innenfra og utover omfatter et fleksibelt metallskjelett (2) med en spiralvikling av omganger (3) som ikke ligger inntil hverandre, en sammenpressbar stang (10) satt inn i en åpning (9) mellom fortløpende omganger i nevnte spiralvikling, en innvendig tetningskappe (4) ekstrudert over nevnte metallskjelett, i det minste ett lag armering (6) viklet rund nevnte innvendige tetningskappe (4) og i det minste én utvendig tetningskappe (8) anordnet omkring nevnte lag av armering, idet røret er karakterisert ved at den sammenpressbare stang ved kompresjon har en i det vesentlige volumetrisk deformering på minst 50%



## FORBEDRET FLEKSIBELT RØR FOR TRANSPORT AV FLUIDER

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et fleksibelt rør som lar seg benytte til transport av fluider slik som for eksempel hydrokarboner.

- 5 Flere typer fleksible rør blir benyttet. Noen fleksible rør omfatter, innenfra og utover, en innvendig tetningskappe laget av plast, elastomer eller et annet relativt fleksibelt egnet materiale; et ikke-tettet fleksibelt metallrør som må tåle belastningene utviklet gjennom trykket i væsken som
- 10 strømmer gjennom røret; ett eller flere lag av armeringer og i det minste én utvendig tetningskappe laget av et polymerisk materiale. Denne type fleksibelt rør kalles ofte "glattboring" av fagfolk på området.

- Andre fleksible rør kalt "grovboring" omfatter, innenfra og
- 15 utover, et ikke-tettet metallrør kjent som skjelett, bestående av et parti viklet i omganger som griper inn i hverandre, slik som for eksempel et forriglet metallbånd eller tråd i en forriglende fasong, slik som en tråd med form som en T, U, S eller Z, en innvendig tetningskappe laget av et polymerisk
- 20 materiale, ett eller flere lag av armeringer som er i stand til å motstå de krefter som utvikles av tykket i fluidet som strømmer gjennom røret, og de ytre krefter som det fleksible rør utsettes for, samt i det minste én utvendig beskyttende kappe av polymerisk type.

Ved den sistnevnte type fleksibelt rør blir den innvendige tetningskappe ekstrudert direkte og sammenhengende over nevnte skjelett som mellom de viklede omganger har mellomrom eller åpninger.

- 5 For å sikre god kontakt mellom den innvendige tetningskappe og metallskjelettet, er det nødvendig at den innvendige tetningskappes innvendige diameter er så nær det fleksible metallskjelettets utvendige diameter som mulig, eller endog lik denne.
- 10 Når det fremstilles et fleksibelt rør av typen "grovboring", krymper den innvendige tetningskappe som er ekstrudert over metallskjelettet, inn på sistnevnte idet den kjølnes. Avhengig av de materialer som er brukt til å fremstille den innvendige tetningskappe, kan det etter avkjøling registreres de-
- 15 formasjoner kjent som "krympehulrom" som forekommer på den innvendige flate av nevnte innvendige tetningskappe og særlig på hver side av åpningene mellom omgangene i metallskjelettet. Det kunne synes som om slike krympehulrom skyldes den ulike krymping i materialet benyttet til den innvendige tet-
- 20 ningskappe, hvilken skyldes variasjonen i kjølingsgradient gjennom tykkelsen på den innvendige tetningskappe kombinert med virkningen av åpningene mellom omgangene i metallskjelettet. Det som faktisk skjer er at siden den ekstruderte tetningskappe av plast, via sin innvendige flate, er i kontakt
- 25 med metallskjelettet som befinner seg ved omgivelsestemperatur, skjer avkjølingen av nevnte innvendige flate meget raskt, og dette forårsaker uregelmessigheter i overflaten eller såkalte krympehulrom; dette fenomen forsterkes ved mellomrommene mellom omgangene i metallskjelettet, idet den uli-
- 30 ke krymping disse steder fører til lokale variasjoner i tykkelsen på den innvendige tetningskappe. Når tetningskappen er laget av halvkrystallinsk polymer som er følsom for nærvær

av feil i overflaten, feil som fører til forringelse av kappen, feil som kan gå så langt at kappen brister, slik som for eksempel PVDF, fører dette under bruk meget ofte til nedbryting (brist) av nevnte tetningskappe, slik at den ikke lenger  
5 oppfyller sin tetningsfunksjon.

For å avhjelpe en ulempe av dette slag, og for å løse problemet som oppstår ved at det oppstår krympehulrom, fant man og tok i bruk løsningen med å avsette et tynt offer-underlag av et egnet materiale slik som PVDF, mellom metallskjelettet og  
10 den innvendige tetningskappe. Den innvendige tetningskappe blir da ekstrudert over nevnte offer-underlag, men idet det påses at det ikke skjer noen "sammensveising" eller nær binding mellom tetningskappen og "offer"-underlaget, slik at sprekker som sprer seg utover fra underlagets innvendige flate,  
15 stanses ved grensesjiktet mellom tetningskappen og offer-underlaget. Dette er det som beskrives i WO 95/24578.

Den største ulempe med denne løsning er den glidning som sannsynligvis vil oppstå mellom den innvendige tetningskappe og offer-underlaget i endene av det fleksible rør, samt tilleggskostnaden for råmateriale og omforming (produksjon) forårsaket av nærværet av nevnte offer-underlag.  
20

Det er også mulig å fremstille et offer-underlag i form av et tynt bånd (maks 2 mm tykt) laget av en homopolymer eller en kopolymer. Naturligvis oppviser den ekstruderte kappe, også  
25 kjent som trykkappen, og offer-underlaget i form av en film eller bånd, deformering i åpningene, og dette tillater enheten bestående av kappen og offer-underlaget å henge seg på det forriglede metallbånd i det innvendige skjelle, idet deformeringen ikke er tilstrekkelig til å skape krympehulrom  
30 på hver side av hver åpning på grunn av varmekon forholdene generert i det volum som således dannes.

Det er blitt søkt andre løsninger for å eliminere forekomsten av krympehulrom, eller for å redusere virkningen av dem.

Blant disse siste løsninger, hvis formål det er å anbringe en innvendig tetningskappe som etter avkjøling har en glatt og sylindrisk innvendig flate, tas i bruk forming som enten er  
5 innvendig med den hovedulempe at den danner langsgående sprekker på den innvendige flate av tetningskappen og folder i materialet på den utvendige flate, eller utvendig med den ulempe at det fullstendig mangler forankring av tetningskap-  
10 pen til metallskjelettet.

I teknikken for fremstilling av fleksible rør av typen "glattboring", hvilken teknikk består i separat fremstilling av den innvendige tetningskappe ved bruk av hvilket som helst egnet middel slik som ekstrusjon, og metallskjelettet, er det  
15 blitt anbefalt at tetningskappen eller metallskjelettet skal varmes opp først når de to elementer er føyd sammen, for derved å holde tetningskappen plastisk eller gjøre den plastisk for å tvinge den til å krype inn i åpningene mellom omgangene i metallskjelettet. Slike fremgangsmåter ved fremstilling er  
20 beskrevet særlig i FR-B-74 14 398 (Coflexip) og tillegg nr. 71 16 880 (IFP).

Det eneste formål med disse fremgangsmåter er imidlertid å bevirke at den polymeriske tetningskappe permanent kryper inn mellom omgangene i metallskjelettet etter at eller samtidig  
25 med at det utvikles spenninger i den innvendige tetningskappe for derved å frembringe nær kontakt, idet de utviklede spenninger skyldes for eksempel trykksetting av nevnte innvendige tetningskappe.

I et utførelseseksempel som er beskrevet i patent  
30 FR-B-74 14 398, og som vedrører et fleksibelt rør som omfatter en perifer kappe ekstrudert over en enhet som innenfra og

utover består av en innvendig tetningskappe, en trykkbue, to lag armering og et metallgitter, anbefales det at enheten varmes opp før ekstrudering av den perifere kappe, for derved å holde i det minste den innvendige flate av nevnte perifere kappe i plastisk tilstand, eller nærmere bestemt i den termoplastiske tilstand for derved, og dette er det ønskede formål, å bevirke at den innvendige flate kryper inn i maskene i metallgitteret for å fylle disse fullstendig og derved feste den perifere kappe fullstendig til metallgitteret. Under disse forhold er det vesentlig at enheten blir sterkt oppvarmet til temperaturer i størrelsesorden flere hundre grader celsius. Slike teknikker har gitt så dårlige resultater at man meget snart gikk bort fra dem, fordi fyllingen både av mellomrommene i trykkbuen og maskene i metallgitteret gjorde røret stivt og derfor reduserte den essensielle egenskap fleksibilitet som det er absolutt nødvendig at røret oppviser.

Patent US 3 311 133 beskriver et rør som omfatter et innvendig metallskjelett bestående av et forriglet S-formet metallbånd, i hvis hulrom det er innlagt en sammenpressbar stang. Det etterstrebede mål er å ha kontroll over mellomrommet mellom omgangene av metallbåndet mens det samtidig sikres at nevnte skjelett har en viss fleksibilitet. Den stang som er anbefalt i nevnte patent, er laget av et materiale som er kompakt, selv om det er sammenpressbart, og som har mekaniske og plastiske egenskaper som er slik at den ikke kan benyttes i den spesifikke anvendelse ifølge den herværende oppfinnelse som vil bli beskrevet senere. En ulempe med den sammenpressbare stang ifølge eldre teknikk er at den ikke er i stand til å oppta strekkbelastningen når den settes inn mellom omgangene i det innvendige metallskjelett.

Patent US 5 934 335 beskriver et fleksibelt rør med en lignende oppbygning, hvor det også er viklet et bånd mellom hullrommene og skjelettet.

I søknad 96 10 490 inngitt av den herværende søker anbefales  
5 det at metallskjelettet varmes opp til en temperatur under 100°C oppstrøms ekstrusjonsmidlet, for derved å unngå en brå avkjøling av den innvendige flate av tetningskappen når denne ekstruderes over metallskjelettet. Arbeid utført på fleksible rør med forvarmet skjelett har vist at den varmeinduserte  
10 kryping i den innvendige tetningskappe ble økt, og at dette av og til førte til at metallbåndet låste seg. Slik låsing fører til forskyvning av den nøytrale akse ved bøyning og derfor til økt deformering av den innvendige tetningskappe eller trykkappe på utsiden av bendet. Når nå det ferdige  
15 fleksible rør bøyes til MBR (minste bøyingsradius), og hvis båndet er låst, er det lett å forstå at for en deformering av trykkappen i størrelsesorden 6 % på utsiden av bendet, skjer det en deformering på praktisk talt omtrent 10 til 12 % på innsiden av bendet, hvilket er uakseptabelt. Termoplaster  
20 oppviser dessuten forlengelse på grensen, hvilken reduseres når temperaturen synker, hvilket betyr at evnen til deformering også er redusert ved lave temperaturer. Dette fenomen er bare relativt viktig i tilfelle med materialer med en høy elastisk deformering, typisk større enn 12 % ved belastnings-  
25 temperatur, forutsatt at deres deformeringsevne opprettholdes over tid. I motsetning til dette kan det i tilfellet med materialer hvis elastiske deformering er begrenset, typisk under 10 til 12 % ved belastningstemperaturen, oppstå brudd fordi denne deformeringsevne er overskredet.

30 Bruken av termoplaster hvis deformeringsevne er høy (større enn 10 %), har ikke gitt gode resultater fordi kjente termoplaster ikke er i stand til å tåle temperaturer høyere enn

130 til 150°C (homopolymerer eller kopolymerer av PVDF) eller oppviser andre ulemper slik som dårlig krypefasthet (FPA). Dette er årsaken til at det for en flyttemperatur på omtrent 130°C benyttes plastifisert PVDF-homopolymer. Plastifiseringsmidlet forsvinner imidlertid gradvis over tid, og dette fører til en uplastifisert termoplast som ikke er i stand til å tåle de termiske og mekaniske belastninger. Tapet av plastifiseringsmiddel er også et problem i den del av røret som ikke rommes i endebeslaget.

10 Industriell anvendelse av et oppvarmet skjelett og påfølgende ekstrudering av den innvendige tetningskappe byr dessuten på virkelige problemer. Dette fordi at den temperaturinduserte kryping inn i åpningene varierer alt etter viskositeten til den plast som benyttes i den innvendige tetningskappe, og den 15 temperatur som metallskjelettet varmes opp til. Siden nevnte plasts fysisk-kjemiske egenskaper kan variere fra et produksjonsparti til et annet, er det praktisk talt umulig å ha kontroll over den temperaturinduserte kryping under normale betingelser ved industriell anvendelse; det er ofte blitt re- 20 gistrert fullstendig temperaturindusert kryping, dvs. fullstendig fylling av åpningene. Det er lett å forstå at fullstendig temperaturindusert kryping kan føre til låsing av metallskjelettet og derfor til redusert rørfleksibilitet. For eksempel når fyllingen av mellomrommet med den innvendige 25 tetningskappe er mer enn 90 %, er det fare for at det fleksible rør vil låse seg på visse steder.

Den herværende oppfinnelses formål er å overvinne de tidlige- re nevnte ulemper og å foreslå et fleksibelt rør hvor i det minste den innvendige tetningskappe er laget av termoplaster 30 som alene eller i kombinasjon oppviser markert temperaturindusert kryping og viskoelastisk forlengelse på under 10-12 %

over hele temperaturområdet som ligger mellom bruksgrensene, og uten dannelse av krympehulrom.

For å oppnå dette er virkningene av å varme opp skjelettet for således å unngå dannelse av krympehulrom, som forklart i søknaden omtalt tidligere og inngitt i søkersekselskapets navn, kombinert med en begrensning i den innvendige tetningskappes temperaturinduserte kryping inn i åpningene mellom omgangene i skjelettet for således ikke å låse bevegelsen til det metallbånd som danner nevnte skjelett, mens det samtidig oppnås et positivt grep for den innvendige tetningskappe på nevnte skjelett, idet nevnte grep er resultatet av den begrensede temperaturinduserte kryping inn i åpningene.

Ett formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for fremstilling av et fleksibelt rør for transport av fluider slik som hydrokarboner, av den type rør som innenfra og utover omfatter et fleksibelt metallskjelett med en spiralvikling av omganger som ikke ligger inntil hverandre, en sammenpressbar stang innpasset i åpningen mellom de fortløpende omganger i nevnte spiralvikling, en innvendig tetningskappe ekstrudert over nevnte metallskjelett, i det minste ett lag armering viklet rundt nevnte innvendige tetningskappe, og i det minste én utvendig tetningskappe anordnet omkring nevnte armeringslag, og røret er karakterisert ved at den sammenpressbare stang har en vesentlig volumetrisk deformering på minst 50 % ved sammenpressing.

Det faktum at det brukes en stang som er meget sammenpressbar, særlig under lav strekkbelastning, tillater temperaturindusert kryping å oppstå når den innvendige tetningskappe ekstruderes over metallskjelettet mens inntrengningen samtidig begrenses til en forhåndsbestemt verdi.

Ifølge ett trekk varmes metallskjelettet opp før ekstruderingen av tetningskappen, og dette gjør temperaturindusert kryping lettere mens det samtidig unngås dannelse av krympehulrom.

- 5 Ifølge et annet trekk er stangen laget av et cellemateriale som omfatter mellom 40 og 60 volumprosent hule celler og har en første elastisitetsmodul  $E_1$  for celledelen og en andre elastisitetsmodul  $E_2$  for den kompakte del, idet forholdet mellom de to moduler  $E_1/E_2$  er i det minste høyere enn 10.
- 10 Ifølge et annet trekk består stangen av et hult rør som fortrinnsvis kan være laget av et kompakt materiale eller kan være av et cellemateriale.

Andre trekk og fordeler vil fremgå tydeligere ved gjennomlesning av beskrivelsen av en foretrukket utførelse av oppfinnelsen og fra de vedføyde figurer, hvor:

15

Fig. 1 er et perspektivisk delriss av et gjennomskåret fleksibelt rør;

Fig. 2 er et skjematisk delriss av en del av metallskjelettet overtrukket med en del av en innvendig tetningskappe ifølge den herværende oppfinnelse; og

20

Fig. 3 viser en belastningskurve i N/lineær mm som en funksjon av prosentvis forskyvning.

Et fleksibelt rør 1 ifølge oppfinnelsen er av den type som innenfra og utover omfatter:

- 25 - et metallskjelett 2 fremstilt av en spiralvikling av metalltråd med viklinger 3 som ikke ligger inntil hverandre, og med et forhåndsbestemt tverrsnitt, for eksempel med et S-formet tverrsnitt som i eksemplet avbildet på fig. 2,
- en innvendig tetningskappe 4 anordnet ved ekstrusjon rundt

metallskjelettet 2,

- en trykkbue 5,
- ett eller flere lag armering 6,
- eventuelt et mellomliggende bånd 7, og
- 5 - en utvendig tetningskappe 8.

Den utvendige tetningskappe 8 kan også ekstruderes over det mellomliggende bånd 7 hvis slikt finnes, eller over det ytre lag av armering 6, idet den innvendige tetningskappe 4 og den utvendige tetningskappe 8 lages av samme plast eller av forskjellige plaster alt etter kravene og den endelige bruk av  
10 det fleksible rør 1.

Siden metallskjelettet har omganger 3 som ikke ligger inntil hverandre, dannes det et mellomrom eller en åpning 9 mellom to fortløpende omganger 3. Under eller etter fremstillingen av metallskjelettet 2, anbringes en sammenpressbar stang 10 i  
15 åpningene 9 (fig. 2). Den sammenpressbare stang 10 kan, avhengig av under hvilket produksjonstrinn den settes inn i åpningene, anbringes i bunnen av disse åpninger eller i en viss høyde over bunnen av nevnte åpninger. I alle tilfelle anbringes den på en slik måte at høyst 75 % av volumet i hver  
20 åpning kan fylles av stoffet i den innvendige tetningskappe 4, idet nevnte stoff kommer til å presse på den sammenpressbare stang. Selvsagt er den sammenpressbare stangs geometri tilpasset for å passe til fasongen på åpningen; i en foretrukket utførelse av oppfinnelsen har den sammenpressbare  
25 stang et tverrsnittsareal i det minste lik 25 % av åpningens rette tverrsnittsareal ved den gjennomsnittlige stigning til det forriglede metallbånd benyttet til fremstilling av metallskjelettet, for derved å sikre, som tidligere angitt, at  
30 høyst 75 % av volumet er tilgjengelig for den innvendige tetningskappes temperaturinduserte kryping.

I en første utførelse er den sammenpressbare stang 10 fremstilt av et materiale som må oppvise visse egenskaper, og som særlig må: ha et volumetrisk kompresjonsforhold i det minste lik 50 % og er valgt fra familien av hydrokarbonelastomerer og fortrinnsvis fra familien av silikonholdige eller silikofluorinerde elastomerer; være i stand til å tåle, i det minste i fem minutter, den temperatur som den innvendige tetningskappe 4 oppvarmes til mens den ekstruderes over metallskjelettet 2.

10 Ifølge en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er den sammenpressbare stang 10 laget av et cellemateriale som har en høy volumetrisk sammenpressbarhet under lett belastning, idet den kompakte masse av nevnte stang opptar et volum på mellom 40 og 60 % av nevnte stangs totale volum. Det vises til fig. 15 3 som på den ene side avbilder en første kurve  $C_1$  (venstre del), som viser belastningen i newton pr. lineær millimeter, og på den annen side en andre kurve  $C_2$  som avbilder den elastiske tilbakefjæring etter sammenpressing, hvor det kan sees at materialet har en første elastisitetsmodul  $E_1$  som gjelder 20 den hule del i nevnte materiale, og en andre elastisitetsmodul  $E_2$  som gjelder den kompakte del av samme materiale. Modulen  $E_1$  bestemmes av den rette linje  $D_1$  som er tangential til kurven  $C_1$  for abscisseverdien på omtrent 40 %, mens elastisitetsmodulen  $E_2$  er bestemt av den rette linje  $D'_1$  som er tangential til kurven  $C_1$  for abscisseverdien på omtrent 75 %. 25 Forholdet  $E_1/E_2$  er i alle tilfelle høyere enn 10 og fortrinnsvis høyere enn 30. Av kurve  $C_1$  kan det sees at for en volumetrisk (eller kompresjons-) forskyvning av stangen på 50 %, er den belastning som må påføres for å oppnå en slik forskyvning, 0,4 N/lineær mm, og at for 65 % forskyvning er 30 belastningen i størrelsesorden 1,3 N/lineær mm, idet den samlede sammenpressing av den celleholdige del av stangen 10 tilsvarer en forskyvning på 80 % for en belastning på 4

N/lineær mm. Kurve C<sub>2</sub> viser at det testede materialet hadde en elastisk tilbakefjæring på minst 60 %, dvs at materialet, når sammenpressingen opphører, praktisk talt returnerer til sin opprinnelige fasong og volum. I alle tilfelle er den volumetriske sammenpressbarhet høy ved lav belastning under 1 newton pr. lineær millimeter for en 60 % forskyvning av massen i nevnte stang.

I en andre utførelse er den sammenpressbare stang fremstilt i form av et hult rør 10', fortrinnsvis med rundt tverrsnitt. Det hule rørs 10' utvendige og innvendige diameter er valgt, alt etter naturen til det materialet som benyttes til å fremstille nevnte hule rør 10', slik at volumet som opptas av nevnte stang i sammenpresset tilstand, er høyst lik halvparten av det volum som opptas av nevnte stang i ikke sammenpresset tilstand. Et foretrukket materiale til fremstilling av stangen er en silikonholdig elastomer eller en hydrokarbonelastomer med en shore-A-hardhet på mellom 65 og 85.

Det hule rørs 10' utvendige diameter er i størrelsesorden 0,6 til 0,7 ganger åpningens dybde eller den frie høyde i skjelettet. For et metallbånd med dimensjoner 48 x 1,2 mm benyttes til å lage skjelettet med, vil diameteren være  $0,6 \times 4 \times 1,2 = 2,88$  mm, for et bånd som måler 40 x 0,8 mm, er diameteren fortrinnsvis  $0,7 \times 4 \times 0,8 = 2,24$  mm.

Det hule rørs 10' veggtykkelse er fra 0,1 til 0,25 og fortrinnsvis fra 0,12 til 0,15 ganger diameteren i nevnte hule rør.

For å tillate den sammenpressbare stang 10 å oppta den strekkbelastning som behøves for å passe den inn i åpningene 9 i metallskjelettet 2, er i det minste én forsterkning 11 enten innstøpt i dens masse, når det benyttede materialet er et cellemateriale, eller fortrinnsvis anordnet i den hule del

av røret som danner stangen. I begge tilfelle er forsterkningen ensrettet og laget av et uorganisk, organisk eller vegetabilsk stoff. Den ensrettede forsterkning gir også stangen 10 en viss stivhet i lengderetningen, slik at forholdet  $\Delta l/l$  grovt sett er nær null, og dette gjør at den enda lettere settes inn i åpningene, og gjør den bedre til å oppta strekkbelastningene som den kan utsettes for, når den settes inn i åpningene i metallbåndet; derved unngås variasjonen (reduksjonen) i stangens 10 tverrsnitt og tillater stangen 10 å opprettholde, i åpningene, den grad av kompakthet som den opprinnelig hadde (40 til 60 %) før den ble satt inn. I tilfellet med det hule rør 10' er forsterkningen 11 fortrinnsvis anordnet i sentrum av nevnte rør, selv om plasseringen kan være annerledes. Likeledes er det mulig å romme forsterkningen 11 på hvilket som helst punkt i stoffet som nevnte rør er laget av.

Hvis strekkbelastningen er relativt liten under innpasningen i åpningene, er det selvsagt da mulig ikke å bruke en forsterkning i stangen.

20 En fremgangsmåte ved fremstilling av det fleksible rør beskrevet ovenfor i dette skrift består i å sette inn den sammenpressbare stang mens metallskjelettet 2 er under aksial spenning og før plastkappen 4 er ekstrudert over nevnte metallskjelett 2. Aksial strekking av metallskjelettet 2 har som resultat at åpningen 9 får være på sitt videste slik at 25 stangen lett kan opptas i de tomme åpninger. Når den aksiale spenning frigjøres, reduseres dimensjonene på åpningene, og dette tillater den sammenpressbare stang å bli holdt i korrekt stilling, slik at kappens 4 kryping inn i åpningene begrenses.

30 Alle fasonger eller tverrsnitt for stangen, slik som rund, trekantet, rektangulær, er mulig, forutsatt at de i alle til-

felle er forenlige med tverrsnittet på den skjellettåpning som stangen settes inn i.

Bruken av en stang i form av et hult rør i stedet for en kompakt, celleholdig stang, tillater bedre tilpasning for å passe til åpningens dimensjoner. Dette fordi at når åpningen er relativt stor, opptar stangen åpningen mens denne er vidåpen. Når åpningen ikke er så vid, dvs. når to fortløpende omganger i skjelettet er nærmere hverandre, deformeres stangen i åpningens høyderetning idet stangens vegger beveger seg nærmere sammen, hvilket gjør stangen mer lukket. For en enda mindre åpningsvidde kan stangen flates, med veggene i kontakt med hverandre og sammenpresset av omgangene i skjelettet. Uansett utforming av skjelettet kan således det hule rør som danner stangen, brukes fordi det tilpasser seg dimensjonene på åpningene bedre.

## P a t e n t k r a v

1.   Fleksibelt rør (1) for transport av fluider slik som hydrokarboner, av typen som innenfra og utover omfatter et fleksibelt metallskjelett (2) med en spiralvikling av omganger (3) som ikke ligger inntil hverandre, en sammenpressbar stang (10, 10') innpasset i åpninger (9) mellom fortløpende omganger i nevnte spiralvikling, en innvendig tetningskappe (4) ekstrudert over nevnte metallskjelett, i det minste ett lag armering (6) viklet rundt nevnte innvendige tetningskappe (4) og i det minste én utvendig tetningskappe (8) anordnet rundt nevnte lag av armering, k a r a k t e r i s e r t   v e d   at den sammenpressbare stang (10, 10') ved kompresjon har en vesentlig volumetrisk deformering på minst 50 %.
2.   Fleksibelt rør (1) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t   v e d   at stangen (10) er laget av et celleholdig materiale bestående av en del laget av et kompakt stoff og av hule celler, hvor det kompakte stoff opptar et volum på mellom 40 og 60 % av nevnte stangs (10) samlede volum, ved at nevnte materiale har en første elastisitetsmodul ( $E_1$ ) tilsvarende sammenpressing av de hule celler, og en andre elastisitetsmodul ( $E_2$ ) tilsvarende sammenpressing av nevnte kompakte stoff, idet forholdet ( $E_1/E_2$ ) mellom den første elastisitetsmodul og den andre elastisitetsmodul er i det minste lik 10.
3.   Fleksibelt rør (1) ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t   v e d   at cellematerialet lett lar seg belaste opp til punktet med 50 % sammenpressing, idet nevnte belastning er mindre enn én newton pr. lineær millimeter av nevnte stang (10).

4. Fleksibelt rør (1) ifølge krav 3, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at nevnte belastning er under 0,6 N  
pr. lineær millimeter av nevnte stang (10).
- 5 5. Fleksibelt rør ifølge krav 1, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at materialet blir utsatt for belast-  
ning ut over én newton pr. lineær millimeter stang fra  
punktet 65 % sammenpressing og oppover.
6. Fleksibelt rør (1) ifølge krav 1, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at forholdet  $E_1/E_2$  for nevnte elastisi-  
10 tetsmodul er høyere enn 30.
7. Fleksibelt rør (1) ifølge krav 1, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at stangen består av et hult rør  
(10').
8. Fleksibelt rør (1) ifølge ett av de foregående krav,  
15 k a r a k t e r i s e r t v e d at den dybde som den  
innvendige tetningskappe (4) trenger inn i åpningene  
(9) med, er høyst lik 75 % av åpningenes dybde.
9. Fleksibelt rør (1) ifølge krav 8, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at inntrengningsdybden fordelaktig er  
20 50 % og fortrinnsvis 30 %.
10. Fleksibelt rør ifølge krav 1 eller 7, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at materialet i den sammen-  
pressbare stang er en silikonholdig elastomer og fort-  
rinnsvis en silikofluorinert elastomer.
- 25 11. Fleksibelt rør ifølge ett av kravene 1 til 9,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at i det minste én  
ensrettet forsterkning (11) rommes inne i den sammen-  
pressbare stang (10, 10') for derved å gi sistnevnte  
en stivhet i lengderetningen for å gjøre nevnte stang

(10, 10') letter å passe inn i åpningene (9) i metallskjelettet (2).

- 5 12. Fleksibelt rør (1) ifølge krav 10, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at den ensrettede forsterkning  
(11) er laget av et uorganisk, organisk eller vegeta-  
bilske stoff.
13. Fleksibelt rør ifølge krav 7 og 11, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at den ensrettede forsterkning  
(11) er anordnet omtrent midt i det hule rør (10').
- 10 14. Fremgangsmåte for fremstilling av det fleksible rør  
ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den  
sammenpressbare stang (10, 10') vikles inn i åpningene  
(9) i metallskjelettet (2) mens sistnevnte er under  
aksial strekk, og åpningene (9) er på sitt videste.

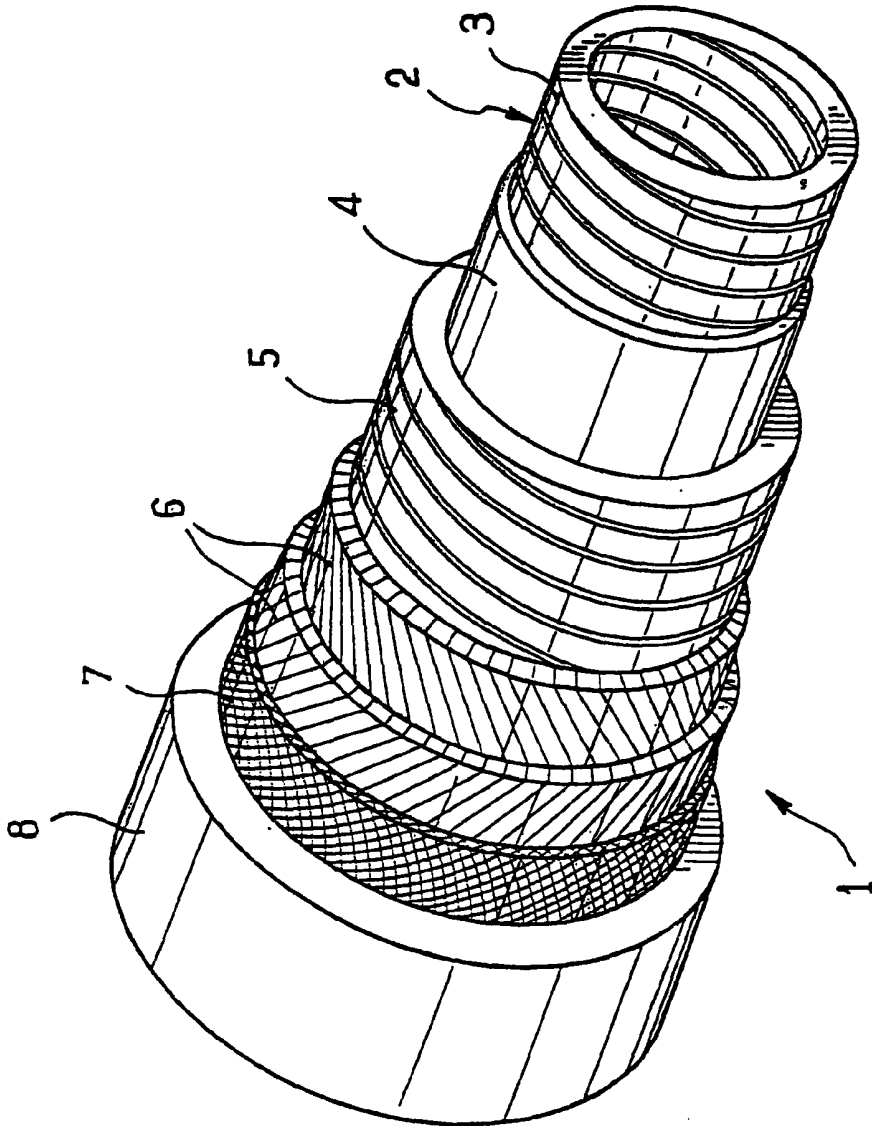


FIG. 1

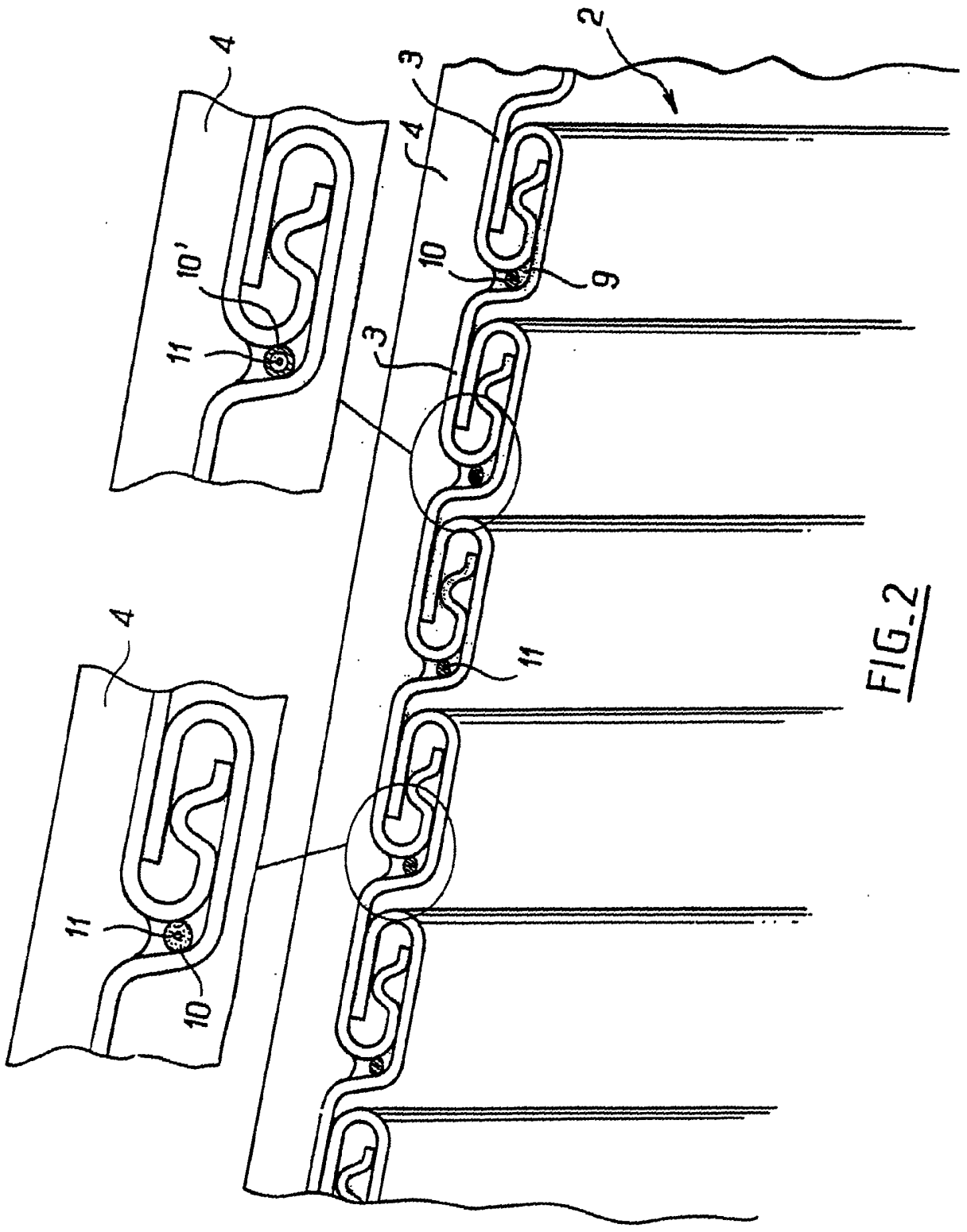


FIG. 2

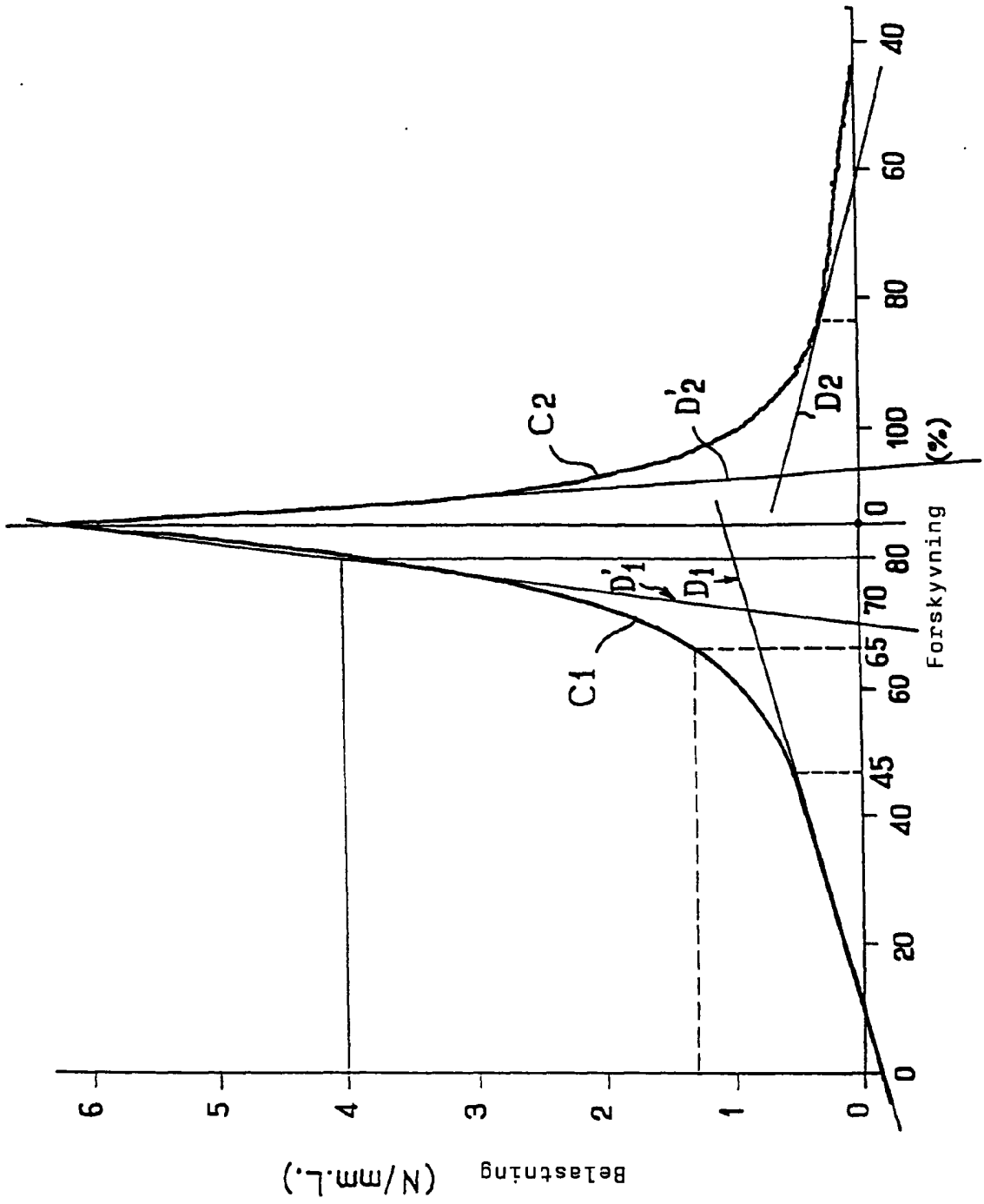


FIG. 3