



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336994

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

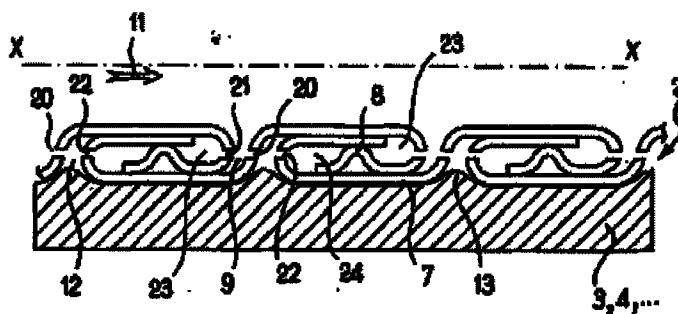
F16L 11/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20045608	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.06.30 PCT/FR2003/02020
(22)	Inng.dag	2004.12.22	(85)	Videreføringsdag	2004.12.22
(24)	Løpedag	2003.06.30	(30)	Prioritet	2002.07.05, FR, 02 08454
(41)	Alm.tilgj	2005.03.03			
(45)	Meddelt	2015.12.14			
(73)	Innehaver	Technip France, ZAC Danton, 6-8, Allée de l'Arche, Faubourg de l'Arche, FR-92400 COURBEVOIE, Frankrike			
(72)	Oppfinner	Tim Crome, Drengs vei 64, 1385 ASKER, Norge			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES, Norge			

(54)	Benevnelse	Fleksibelt rør med antiturbulensskrog til transport av hydrokarboner
(56)	Anførte publikasjoner	
		EP 0429357 A
		DE 899885 C
(57)	Sammendrag	

I dette fleksible rør til transport av hydrokarboner, særlig gassformige, er røret av den type som innbefatter i det minste et skrog (2), en indre trykkmantel (3) og ett eller flere armeringslag (5), og hvor skroget (2) som utgjør det innerste element i røret, utgjøres av viklingen i sammenhektede spiraler av et profilert bånd (7) eller av en formtråd; skrogets (2) vindinger innbefatter, i sin tykkelse, gjennomgående passasjer (20, 21, 22) som er beregnet til å tillate strømning, mot det indre av skrogets (2) spiraler, av det hydrokarbon som sirkulerer i røret, slik at dannelse av strømvirvler i området ved rørets innvendige spalter (9) og de tilknyttede resonansfenomener unngås.



FLEKSIBELT RØR MED ANTITURBULENSSKROG, TIL TRANSPORT AV HYDROKARBONER

Den herværende oppfinnelse vedrører et fleksibelt rør til transport av hydrokarboner, hvilket rør er av den type som innbefatter i det minste et skrog, en indre trykkmantel og ett eller flere armeringslag, og hvor skroget som danner det innerste element i røret, utgjøres av vikling av sammenhektede vindinger av et profilert langstrakt element av typen bånd eller formtråd.

Et slikt rør blir i alminnelighet kalt "rough bore" (med ikke-glatt løp) fordi det skrog som utgjør det indre lag i røret, innbefatter tydelige avbrudd i området ved spaltene som skiller spiralene, i motsetning til de rør som kalles "smooth bore" (med glatt løp) hvor rørets innerste lag dannes av en indre mantel som dekker hvelvet innvendig.

Et slikt rør kan eventuelt i tillegg til de nevnte lag omfatte andre spesielle lag, slik som et trykkhvelv, en metallarmering, mellommantler, en ytre beskyttelsesmantel osv.

Skroget er, som anbefalingene API 17J fra American Petroleum Institute angir, et rørformet lag, i prinsippet innvendig, dannet av en sammenhektet metallisk vikling og i hovedsak beregnet til å hindre sammenklemming eller sammenfall ("kollaps") av den indre ugjennomtrengelige mantel eller av røret ved fravær av innvendig trykk i røret under virkningen av det utvendige trykk, av trykket utviklet av strekkarmeringene, endog ytre mekaniske belastninger (særlig under leggingen, i gripeorganene).

Mest tradisjonelt er skroget fremstilt av korrosjonsbestandig bånd som generelt er profilert med en tverrsnittsform tilnærmet en liggende S og viklet på en slik måte at det danner spiraler som er heftet inn i hverandre. For å forbedre et skrogs ytelser, er det allerede lagt frem flere forslag. Det kan således vises til søkers dokument EP 0 429 357 som viser et skrog, hvor det grunnleggende bånd omfatter en bølge som danner en støttestruktur som øker tverrsnittets høyde og følgelig den passive motstand, hvilket forbedrer skrogets motstand mot sammenklemming.

Det finnes dessuten innenfor kjent teknikk skrog som er fremstilt av spiralviklet formtråd.

Søker har likeledes i søknaden FR 01 13 748 foreslått et rør med sammensatt skrog som utgjøres av en spiral av i det minste ett langstrakt metallisk element slik som en tråd sammenhektet via et bånd.

5 I alle de tilfeller som er vurdert og som oppfinnelsen er beregnet for, omfatter skroget følgelig i det minste delvis et bånd eller en tråd viklet i spiral.

Det er oppstått et problem med fleksible stigerør (kalt "risers") til produksjon og eksport av gassformige hydrokarboner. Dette problem er knyttet til gassens strømming i "rough bore"-røret og nærmere bestemt til fenomenene med dannelse av strømvirvler som oppstår ved kontakten med spaltene mellom skrogets spiraler. Overflateavbrudet som finnes i området ved disse spalter, medfører faktisk dannelse av strømvirvler (engelsk: "vortex shedding") som forstyrrer gassens strømming i røret. Disse strømvirvler induserer sykliske trykkvariasjoner som kan føre til resonansproblemer (vibrasjoner, støy) i røret og i området ved utstyr og røropplegg som er plassert på plattformen (eller på FPSO-en "Floating producing storage and offloading"/flytende produksjon, lagring og lasting til havs, og vanligvis kalt "topsides"). Disse trykksvingninger og særlig disse derav følgende vibrasjoner kan bli meget betydelige og føre til tretthetsproblemer, særlig i det nevnte utstyr som da belastes, og mer betydelige enn dem som utstyret er beregnet for. Disse problemer kan generere tallrike vanskeligheter som for eksempel lekkasjer som skyldes tretthet i området ved virveldannelsene og utstyr som er koplet til endene av rørene.

En løsning på disse problemer ville kunne bestå i å modifisere innstillingene i området ved plattformens eller brønnens utstyr, og således modifisere bruksbetingelsene for rørene for å unngå disse resonansfenomener (reduksjon av trykket, gjennomstrømningsraten osv.). Om disse modifikasjoner i bruksbetingelsene for røret gjør det mulig å redusere virkningene av disse strømvirvler idet de minsker resonansproblemene, gjør de det imidlertid ikke mulig å optimalisere anvendelsen av røret eller virkelig å løse det problem som strømvirvlene skaper.

Oppfinnelsens formål er å finne en løsning på disse strømvirvelproblemer og å foreslå et rør av typen "rough bore" som muliggjør gassformige strømmer som ikke lenger oppviser disse skadelige turbulenser eller de tilknyttede resonansfenomener.

Dette mål blir ifølge oppfinnelsen nådd takket være et fleksibelt rør til transport av hydrokarboner, særlig gassformige, hvilket rør er av den type som innbefatter i det minste et skrog, en indre trykkmantel og ett eller flere armeringslag, og hvor skroget som danner det innerste element i røret, utgjøres av vikling i sammenhektede spiraler

av et profilert element av typen bånd eller formtråd, kjennetegnet ved at skrogets spiraler i det profilerte elements tykkelse innbefatter gjennomgående passasjer som er beregnet til å tillate strømming mot det indre av spiralene i skroget av det hydrokarbon som sirkulerer i røret.

- 5 Disse passasjer er fortrinnsvis i form av åpninger, huller eller perforeringer laget i det profilerte element, fortrinnsvis før vikling. I det tilfelle hvor det profilerte element er et bånd, alene eller knyttet til et annet langstrakt element, er perforeringene fortrinnsvis laget i båndet før profilering.

- 10 Selv om perforeringene, hvilke er beregnet til å modifisere betingelsene for strømvirveldannelse og tilknyttede resonanser, kan befinne seg i en viss avstand fra stedet hvor disse strømvirvler oppstår (spaltene), er de i en foretrukket utførelsesform plassert i området ved spaltene mellom spiralene for å tillate sirkulasjon av fluidet gjennom skroget i området ved disse spalter. Dette gjør det mulig å endre de lokale strømningsbetingelser som ville føre til dannelse av strømvirvler, og å redusere, endog
- 15 forhindre, dannelsen av disse strømvirvler, eller i det minste forhindre forekomsten av resonansfenomenene som er forbundet med disse strømvirvler.

- Ifølge oppfinnelsen er de hull som er laget, fortrinnsvis orientert parallelt med rørets akse. De suksessive huller i en spiral er fordelaktig innrettet på linje parallelt med rørets akse. Det kan også være sørget for at hullene i suksessive spiraler er innrettet
- 20 parallelt på linje med rørets akse, hvilket gjør det nødvendig å fastsette deres posisjon på det profilerte element i forhold til spiralenes diameter for å tillate denne innretting. Hullene er fordelaktig plassert på et tenkt, sylindrisk lag som støter opp til de innvendige spalter.

- I en foretrukket utførelsesform er skroget dannet av et bånd innrettet i S-form, eventuelt med en forsterkningsbølge tilveiebrakt på den ene av S-ens sløyfer. I dette tilfel-
- 25 le er hullene fordelaktig tilveiebrakt i minst én av de tre følgende soner i S-en: midtre sone, ytre soner i S-ens sløyfer. Det er fortrinnsvis tilveiebrakt huller i hver av de tre nevnte soner.

- Hullene har fordelaktig en diameter i størrelsesorden båndets tykkelse, for eksempel i
- 30 størrelsesorden fra 1 mm til 2,5 mm. De er fordelaktig plassert med mellomrom langs båndet med en avstand i størrelsesorden fra 5 til 10 ganger sin diameter.

Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for fremstilling av et fleksibelt rør til transport av hydrokarboner, særlig gassformige, hvilket rør er av den type som innbefatter minst et skrog, en indre trykkmantel og ett eller flere armeringslag, og hvor

skroget danner det innerste element i røret, hvor fremgangsmåten er av den type som innbefatter profilering og vikling i spiraler av et bånd på en slik måte at sammenheftingen av spiralene gjennomføres, kjennetegnet ved at båndet innledningsvis blir perforert slik at det, når spiralene en gang er utformet for å fremstille skroget, dannes
 5 gjennomgående passasjer beregnet til å tillate strømming, mot det indre av skrogets spiraler, av det hydrokarbon som sirkulerer i røret.

Andre fordeler og trekk vil fremgå tydelig ved gjennomlesning av den følgende beskrivelse, under henvisning til de vedføyde skjematiske tegninger, på hvilke:

- Fig. 1 er et perspektivisk oppriss av et rør av typen "rough bore", som oppfinnelsen er rettet mot;
 10 Fig. 2 er forstørret skjematisk oppriss av et lengdesnitt av skroget ifølge kjent teknikk, utført ved vikling av S-bånd;
 Fig. 3 er et forstørret skjematisk oppriss av et lengdesnitt av skroget, ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen;
 15 Fig. 4 er et perspektivisk detaljoppriss av to partier av skrogspiraler ifølge den samme utførelsesform; og
 Fig. 5 er et skjematisk perspektivoppriss av et parti av et perforert bånd som tjener til fremstilling av spiralene i skroget på figurene 3 og 4.

Et fleksibelt rør 1 fremstilt på figur 1 innbefatter innenfra og utover:

- 20 - et skrog 2 som utgjøres av en sammenhektet metallisk vikling som tjener til å forhindre sammenklemming av røret under det utvendige trykk;
 - en indre, ugjennomtrengelig trykkmantel 3 som er utført i plastmateriale, vanligvis polymer, som er bestandig mot den kjemiske påvirkning fra det fluid som skal transporteres;
 25 - et trykkhvelv 4 som i hovedsak motstår trykket utviklet av fluidet i trykkmantelen, og som består av spiralvikling med kort stigning (dvs. med en viklevinkel på omtrent 90°) om den indre mantel av én eller flere sammenhektede formtråder (selvhektende eller ikke selvhektende) idet formtrådene har et tverrsnitt som en Z eller en T eller avledninger av disse (teta eller zeta), U eller I;
 30 - i det minste ett lag 5 (og vanligvis minst to kryssede lag) av strekkarmeringer som er viklet med lang stigning, idet armeringsvinkelen målt på rørets lengdeakse er for eksempel omtrent lik 55°; og
 - en ytre, beskyttende og ugjennomtrengelig mantel 6 av polymer.

Trykkehvelvet som i hovedsak er beregnet til å motstå det innvendige trykk, er ikke nødvendig i alle situasjoner, og i betraktning av den merkostnad det genererer, blir det foretrukket å benytte et rør uten trykkehvelv hver gang omstendighetene tillater det. Oppfinnelsen er anvendelig på det ene så vel som på det andre tilfelle.

- 5 Figur 2 viser sammensetningen til et skrog 2 kjent gjennom dokumentet EP 0 429 357, hvilket er laget ved skrueformet vikling rundt en akse XX av et bånd 7 formet som en flat S, forsynt med en støttebølge 8. De innvendige spalter 9 som fremkommer mellom de innbyrdes tilstøtende spiraler, danner en lukket sjakt, og er årsaken til strømvirvler symbolisert med linjene 10 i området ved strømmen av gass-
- 10 formig fluid i røret, hvis generelle strømning er symbolisert med pilen 11. De utvendige spalter 12 er blokkert av plastlaget av mantelen 3 som omgir skroget og flyter lett inn i spaltene 11 idet det danner innskjæringer 13.

Ifølge oppfinnelsen krysses båndets 7 tykkelse, hvilken generelt er i størrelsesorden 2 mm, av perforeringer 20, 21 som er beregnet til å få de innvendige spalter 9 til å

15 kommunisere med naborommene innvendig i spiralene. Perforeringene (eller enhver annen form for stedfestede åpninger) er tilveiebrakt i området ved de innvendige spalter 9, som det sees for åpningene 20 utført i båndets 7 sentrale parti som forbinder de to S-sløyfer, og/eller for åpningene 21 utformet i den ytre ende av den sløyfe i S-en som befinner seg ved siden av den innvendige spalte 9. Andre perforeringer, slik som

20 åpningene 22 utformet i sløyfeenden i S-en ved siden av den utvendige spalte 12, kan være tilveiebrakt for å øke det totale ekspansjons- og kommunikasjonsvolum som takket være de forskjellige åpninger er tilgjengelig fra en innvendig spalte 9. Spalten 9 blir faktisk således via åpningene 21 satt i forbindelse med det første innvendige volum 23 i S-sløyfen og også, via åpningene 20 og 22, med det andre innvendige volum

25 24 i S-sløyfen, hvilket er skilt fra det første volum av bølgen 8. Om nødvendig kan bølgen 8 selv innbefatte gjennomgående passasjer for å forbedre sirkulasjonen av gassen, selv om det mål som søkes og som gjør det mulig å dempe strømvirvlene, ikke er sirkuleringen av gassen i hele skrogets lengde, men snarere modifiseringen av de lokale forhold ved viklingen i nærheten av de innvendige spalter 9. De lokale be-

30 tingelser for strømningen i nærheten av de innvendige spalter 9 blir således endret av åpningene 20 til 22 på en slik måte at strømvirvlene ikke kan oppstå, eller i det minste at den resonans som risikeres generert gjennom nevnte strømvirvler, ikke frembringes.

Som det ses av figurene, er raden av hullene 20 til 22 fordelaktig plassert parallelt

35 med strømmen 11 og rørets akse XX, på den ene side i midten av hver spiral (hvilket

er resultat av posisjoneringen av hullenes innretting på linje på selve båndet 7) og på den annen side fra den ene spiral til den andre (hvilket er resultat av en tilpasning mellom hullbanen langs båndstrimmelen og dennes viklediameter); hvert hull 20 til 22 er selv orientert parallelt med aksene XX og omtrent i en mellomliggende sylinder inn-
5 befattet mellom de sylindriske lag dannet av de innvendige og utvendige flater i vikingen av spiraler med S-form, slik at de innvendige spalter 9 krysses.

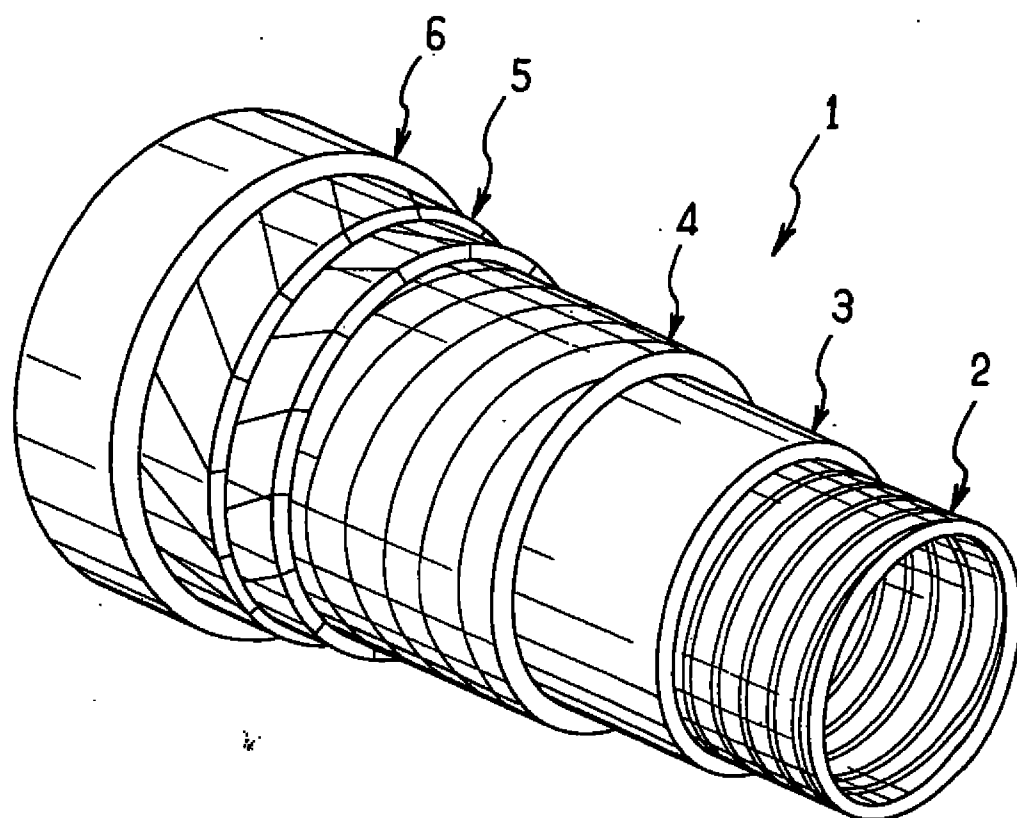
Figur 5 viser et båndstrimmelparti 7 før det formes til S, hvor det er tilveiebrakt tre linjer med perforeringer 22, 20 og 21. På typisk måte, men ikke begrensende, er båndets 7 tykkelse e 1,8 mm. Båndstrimmelenes bredde L er 72 mm, avstanden E mellom
10 hullinjene er 20 mm, mens den midtre hullinje 20 befinner seg i en avstand D på 36 mm fra kanten. Avstanden d mellom to fortløpende huller i en linje er fra 5 til 10 ganger diameteren til perforeringen 20 til 22, hvilken diameter er i størrelsesorden båndets tykkelse e . De utformede spiralers høyde H er typisk 9 mm og stigningen P 24 mm. Disse numeriske eksempler, og likeledes hullenes form, antall og dimensjoner
15 vil selvfølgelig kunne varieres i forhold til hver anvendelse og er på ingen måte begrensende.

P a t e n t k r a v

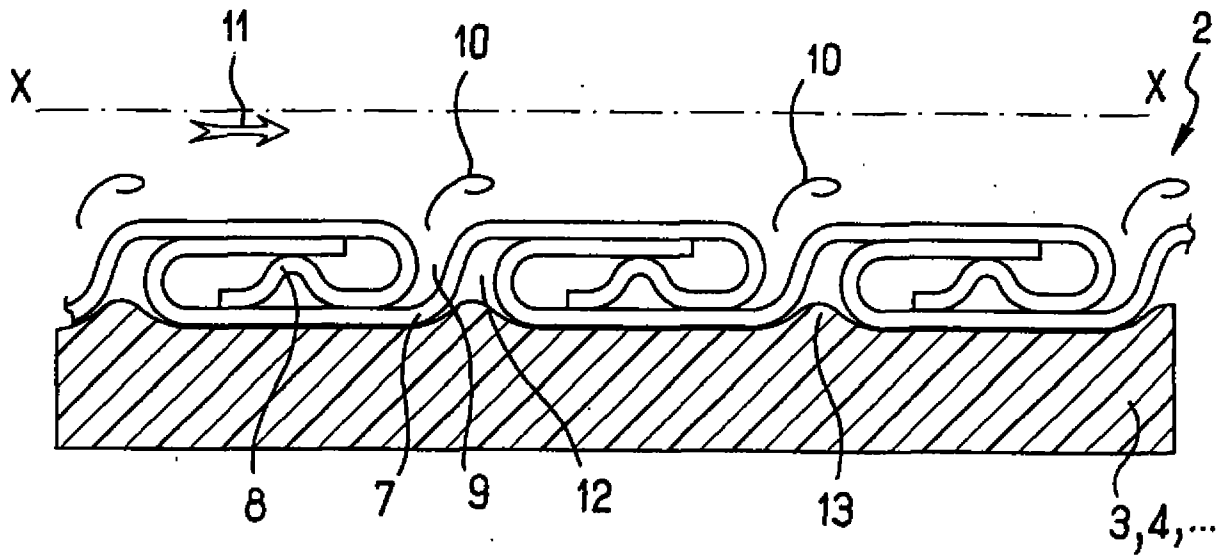
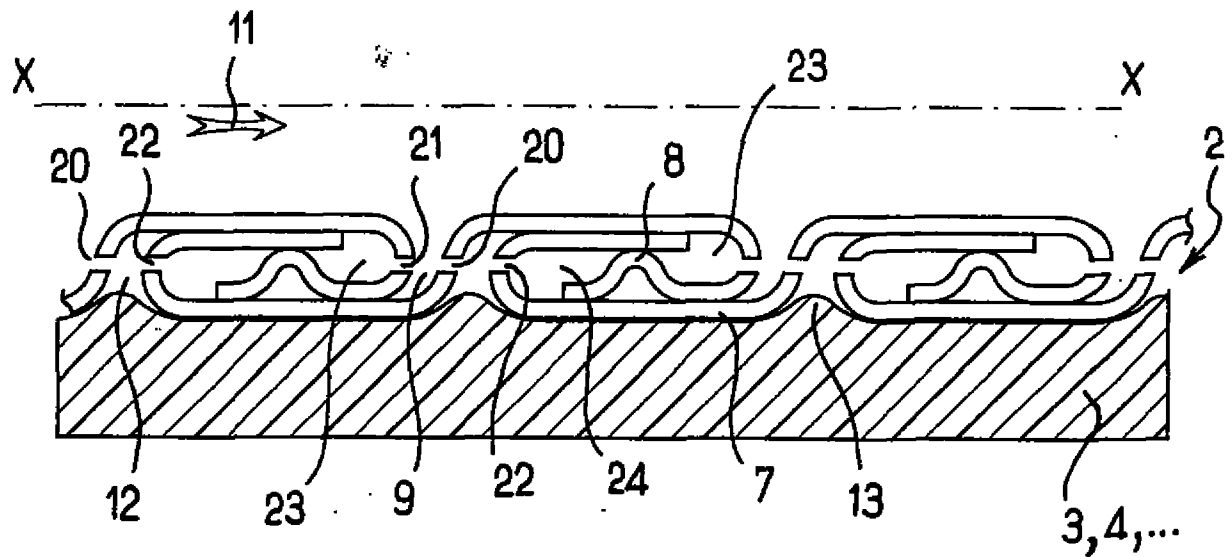
1. Flexibelt rør til transport av hydrokarboner, særlig gassformige, hvilket rør er av den type som innbefatter i det minste et skrog (2), en indre trykkmantel (3) og ett eller flere armeringslag (5), og hvor skroget (2) som utgjør det innerste element i røret, utgjøres av viklingen i sammenhektede spiraler av et profilert element (7) av typen bånd eller formtråd, k a r a k t e r i s e r t v e d at skrogets (2) spiraler innbefatter, i det profilerte elements (7) tykkelse, gjennomgående passasjer (20, 21, 22) som er beregnet til å tillate strømming mot det indre av skrogets (2) spiraler, av det hydrokarbon som sirkulerer i røret.
2. Rør ifølge krav 1, hvor skrogets (2) spiraler seg imellom danner innvendige spalter (9), hvor passasjene (20, 21) er plassert i de innvendige spalters (9) område mellom spiralene.
3. Rør ifølge hvilket som helst av kravene 1 eller 2, hvor passasjene (20, 21, 22) er dannet av huller (20, 21, 22) laget i tykkelsen til det profilerte element som danner spiralene i skroget (2).
4. Rør ifølge krav 3, hvor hullene (20, 21, 22) er orientert omtrent parallelt med rørets akse (XX).
5. Rør ifølge krav 4, hvor de suksessive huller (20, 21, 22) i en og samme vinding er innrettet parallelt med rørets akse (XX).
6. Rør ifølge krav 5, hvor hullene (20, 21, 22) i suksessive vindinger er innrettet parallelt med rørets akse (XX).
7. Rør ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvor skroget (2) er dannet av et bånd (7) formet i S-fasong.
8. Rør ifølge krav 7, hvor hullene (20, 21, 22) er tilveiebrakt i minst én av de følgende tre soner i S-en: den midtre sone, de ytre soner av S-ens sløyfer.
9. Rør ifølge hvilket som helst av krav 7 eller 8, hvor hullene (20, 21, 22) har en diameter i størrelsesorden båndets (7) tykkelse (e).
10. Rør ifølge hvilket som helst av kravene 7 til 9, hvor hullene (20, 21, 22) er plassert med innbyrdes avstand (d) langs båndet (7) med en avstand i størrelsesorden fra 5 til 10 ganger sin diameter.

11. Fremgangsmåte for fremstilling av et fleksibelt rørformet rør til transport av hydrokarboner, særlig gassformige, hvor røret er av den type som innbefatter i det minste et skrog (2), en indre trykkmantel (3) og ett eller flere armeringslag (5), og hvor skroget (2) danner rørets innerste element, hvilken fremgangsmåte er av typen som innbefatter profilering et bånd (7) og vikling av dette i spiraler for derved å gjennomføre spiralsammenhekten disse imellom, k a - r a k t e r i s e r t v e d at båndet (7) innledningsvis blir perforert slik at det, når spiralene en gang blir formet for å fremstille skroget (2), dannes gjennomgående passasjer (20, 21, 22) som er beregnet til å tillate strømning, mot det indre av skrogets spiraler, av det hydrokarbon som sirkulerer i røret.

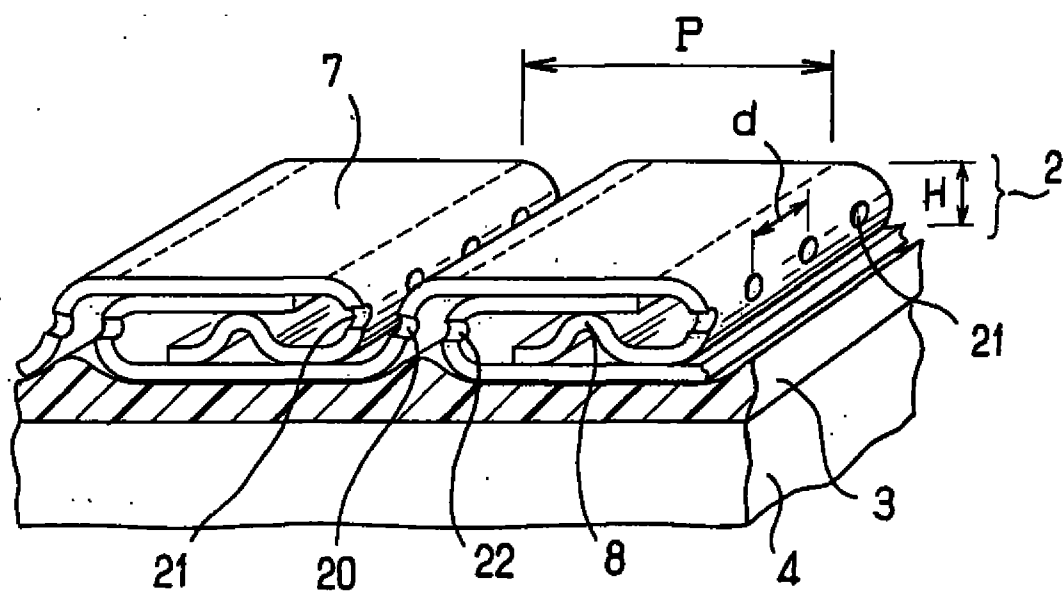
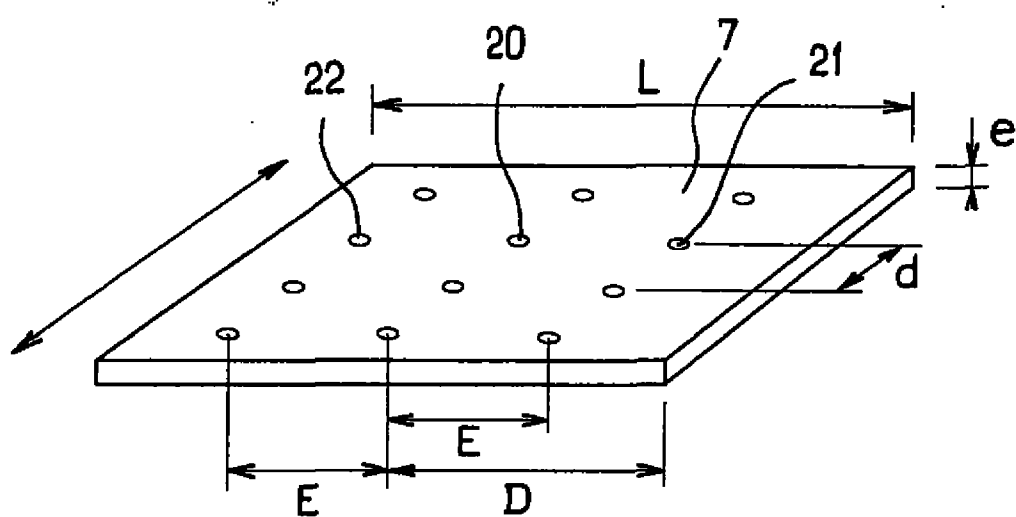
1 / 3

FIG. 1

2 / 3

FIG. 2FIG. 3

3 / 3

FIG. 4FIG. 5