



(12) PATENT

(19) NO

(11) 340857

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.
B29C 70/08 (2006.01)
B29D 22/00 (2006.01)

Patentstyret

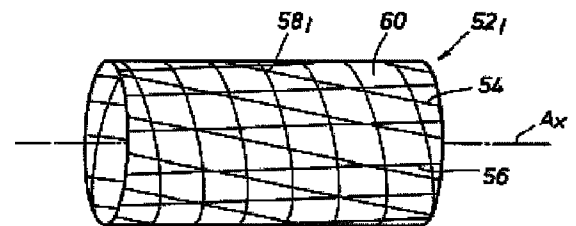
(21)	Søknadsnr	20111386	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2011.10.13	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2011.10.13	(30)	Prioritet	2010.10.14, US, 12/904,316
(41)	Alm.tilgj	2012.04.16			
(45)	Meddelt	2017.07.03			
(73)	Innehaver	Vetco Gray Inc, 4424 West Sam Houston Pkwy North, Suite 100, US-TX77041 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Karl A Parfrey, 12221 N. Houston Rosslyn Road, US-TX77086 HOUSTON, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54) **Benevnelse** Tykkvegget komposittrør

(56) **Anførte publikasjoner**
US 4732634 A
US 5143312 A
US 5557982 A

(57) **Sammendrag**

Fremgangsmåte og anordning for å danne et rør 62 fra et komposittmateriale. Komposittmaterialet omfatter fibre 54, 56, 58 og epoksyharpiks 60 som dannes til sjikt 52_i som vikles rundt en akse for å danne et ringformet element. Fibrene 54, 56, 58 i hvert sjikt er anordnet aksialt og ringvis. De aksialt orienterte fibrene 54, 56 er vinklet fra omtrent 10° opp til omtrent 20° med hensyn til en akse av røret 62. De ringvise fibrene 58 er viklet i sjiktene 52_i i området fra omtrent 60° ved det innerste sjiktet 52₁ opp til omtrent 90° i det ytterste sjiktet 52_n. Ringfibrene 58 i de mellomliggende sjiktene 52_{i+1-n-1} er anordnet ved økende vinkler med avstand bort fra det innerste laget 52₁. Overføring av ringfiberinnretningen i de suksessive sjiktene fordeler bedre ringbelastning gjennom veggen av røret 62 og reduserer derved belastningskonsentrasjoner på det innerste sjiktet 52₁.



ET TYKKVEGGET KOMPOSITTRØR OG FREMGANGSMÅTE FOR FREMSTILLING

1. Oppfinnelsens område:

5

[0001] Denne oppfinnelsen vedrører generelt en fremgangsmåte for å danne et komposittlement. Mer spesifikt vedrører den foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for å danne et tykkvegget rørellement fra komposittbestanddeler. Enda mer spesifikt vedrører den foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for å utforme laminatstablingsssekvensen for en tykkvegget sylindrisk kompositt-trykkbeholder for å forbedre den strukturelle yteevnen til beholderen.

10

2. Beskrivelse av beslektet teknikk

15

[0002] Rør og sylindriske eller rørformede trykkbeholdere med tykke vegger er gjenstand for påkjenninger i sine vegger som varierer som en funksjon av radial posisjon inni veggtykkelsen. Et eksempel på hvordan påkjenning er fordelt gjennom hele veggen til en tykkvegget sylindrisk trykkbeholder er vist i figur 1. Her representerer ordinaten materialpåkjenning og abscissen representerer radial posisjon inni veggtykkelsen til trykkbeholderen. Som det ses i figur 1, realiseres den maksimale belastning i veggen ved innerdiameteren av veggen og belastning faller eksponensielt når man nærmer seg ytterveggen, hvilket indikerer at mesteparten av belastningen konsentreres innenfor den innerste delen av veggen. Som sådan er tykkveggede sylindriske trykkbeholdere hovedsakelig nærmere sviktpunktet til bestanddelmaterialet langs innerveggen enn ved ytterveggen. Dette resulterer i en ueffektiv struktur når veggtykkelsen økes for å klare økende indre trykk. Materialet i innerveggområdet overutnyttes og materialet i ytterveggområdet underutnyttes. Tilføring av ytterligere materiale til ytterdiameteren av trykkbeholderen øker vekten og kostnaden til strukturen mens dens evne til å inneholde den indre trykkbelastningen kun økes marginalt. Denne ineffektivitetseffekten blir ganske uttalt når indre trykkbelastninger for beholderen stiger til en betydelig fraksjon av typiske materialstyrker, som i tilfellet med moderne høytrykks olje- og gassutstyr.

20

25

30

[0003] Trykkbeholdere eller rør kan være konstruert av komposittmaterialer ved å anbringe en kompositt av fibre innlemmet i et matriksmateriale rundt en sylindrisk dor. Kunstige fibre slik som glass-, aramid- eller karbonfibre er typisk kombinert med en polymer matriks slik som en epoksyharpiks. Etter anbringelse av komposittet av fibre og matriks rundt doren, herdes komposittet og deretter fjernes den resulterende rørstruktur fra doren. Komposittmaterialet kan anbringes rundt den sylindriske doren ved anvendelse av mange forskjellige teknologier; slik som filamentvikling, fiberplassering, fletting, profiltrekking eller trekkvikling, og rulleomvikling; teknikker som har blitt anvendt for å fremstille sylindriske eller rørformede komposittstrukturer.

[0004] Et eksempel på et filamentviklingssystem ifølge teknikkens stilling er vist i et skjematisk riss i figur 2. I dette eksempelet omfatter filamentviklingssystemet 10 en ramme 12 som en dor 14 er horisontalt anbrakt på. En spolesammenstilling 28 er vist utstyrt med en serie av spoler eller sneller 30 inneholdende filamenter 32 som mates til doren 14. Disse filamentene 32 er typisk i form av en bunt av flere tusen samordnede tørre fibre, referert til samlet som et tau. Doren 14 roteres mens spolesammenstillingen 28 beveger seg frem og tilbake i lengderetningen på skinnen 26 og nær den roterende doren 14, idet tauene 32 mates og vikles på doren 14 for å danne sjikt eller lag av materialet på doren 14. Tauene 32 kombineres med polymermatriksen og anvendes for å danne komposittrøret 24. Tauene 32 passerer gjennom et harpiks bad 38 før de vikles på doren 14 og impregneres derved med matriksmaterialet og danner komposittet. Ved å regulere forholdet av rotasjonshastigheten til doren 14 til hastigheten til den frem- og tilbakegående bevegelsen for spolesammenstillingen 28 kan tauene 32 vikles rundt doren i en definert helisk vinkel. Filamentviklingsprosessen er i stand til å produsere fiber-vinkler i området $\pm 15^\circ$ til nær $+90^\circ$ eller -90° , som målt i forhold til aksen til den sylindriske doren. Generelt trekkes det et skille mellom helisk vikling og ringvikling. I et helisk viklet lag roterer doren mens spolen beveger seg frem og tilbake gjentatte ganger, og til slutt produserer et lag med 100 % dekning bestående av sammenvevede tau orientert ved to komplimentært lik-og-motsatt $\pm\theta^\circ$ vinkler. I et ringviklet lag roterer doren mens spolen langsomt beveger seg på tvers langs doren en enkelt gang, og produserer et enkelt lag periferisk viklet ved nær $+90^\circ$ eller periferisk viklet ved nær -90° , avhengig av spolebevegelsesretningen.

[0005] Andre systemer for å danne komposittbeholdere og rør inkluderer et fiberplasseringssystem, et flettingssystem, et profiltrekkings- (eller trekkviklings-) system, og et omviklingssystem. Fiberplasseringssystemet (ikke vist) anbringer fibre for-impregnert med harpiks på en dor. Flettingssystemer benytter to eller
 5 flere bærere, hver med spoler eller sneller, som mater fibre fra spolene på en dor mens doren sirkler i motsatte retninger. Profiltrekking trekker tørre fibre igjennom en oppvarmet dyse hvor harpiks innføres. Profiltrekking kan kombineres med fiberomviklings- eller flettingssystemer. Omviklingssystemer ruller en dor over et forhåndsskåret ark av impregnert komposittmateriale, hvor arket generelt er en
 10 samling av fibre som er vevede eller ensrettede.

[0006] Vist i et skjematisk sideriss i figur 3 er et eksempel på et komposittrør ifølge teknikkens stilling fremstilt ved anvendelse av en av de tidligere kjente teknikker som er vist beskrevet ovenfor. En serie av lag eller sjikt danner en laminatkonstruksjon av røret. Hvert av disse individuelle sjiktene består typisk av fibre orientert i en enkelt retning, eller fibre orientert i to komplementære $\pm\theta$ positive-og-
 15 negative retninger som produsert ved f.eks. et filamentviklet eller flettet lag. Planen for fibervinkler på en sjikt-for-sjikt basis refereres til som laminatstablingssekvensen, og er typisk beskrevet i en nomenklatur slik som $\pm 45^\circ / (88^\circ / -88^\circ / \pm 15^\circ)_{12} / \pm 45^\circ$. Dette spesielle eksempelet, hvis anvendt for et rør fabrikkert ved
 20 hjelp av filamentviklingsprosessen, vil beskrive et rør som omfatter først et $\pm 45^\circ$ helisk viklet lag; etterfulgt av en serie av 12 repetisjoner av et $+88^\circ$ ringviklet lag, et -88° ringviklet lag, og et $\pm 15^\circ$ helisk viklet lag; og ender deretter til slutt med et $\pm 45^\circ$ helisk viklet lag.

[0007] Laminatstablingssekvensen for en komposittstruktur bestemmes typisk av
 25 de forventede laster som skal bæres av strukturen, så vel som av pragmatiske anliggender vedrørende produserbarheten og holdbarheten av strukturen. For eksempel vil aksialt innrettede fibre motvirke aksiale laster på en beholder eller rør, og ringviklede fibre vil motvirke radiale laster. Som beskrevet nedenfor hindrer imidlertid hindringer virkelig aksialt innrettede fibre (dvs. $\sim 0^\circ$) og virkelig ringviklede
 30 fibre (dvs. $\sim 90^\circ$).

[0008] I ett eksempel vil en rørstruktur utsatt kun for aksiale komprimerings- eller spenningslaster i teorien diktere at fibre er orientert aksialt langs rørraksen ved en 0° vinkel. Dette vil innrette de forsterkende fibre i komposittmaterialet med

retningen av den strukturelle belastningen. Denne vinkelen er imidlertid ikke oppnåelig ved filamentviklingsmetoden; hvis rør derfor skulle fremstilles ved filamentvikling ville heliske viklinger ved en oppnåelig vinkel på kanskje $\pm 15^\circ$ anvendes i stedet. Selv om fibrene i et slikt lag ikke er orientert i en virkelig aksial retning, ville et slikt lag likevel refereres til som et "aksialt" lag. Vikling av en svært lav helisk vinkel slik som $\pm 15^\circ$ frembyr imidlertid problemer. Under filamentviklingsprosessen opprettholdes en betydelig spenning i tauene når de vikles rundt doren. Denne tauspenningen, kombinert med krummingen av tauet når det vikles rundt doren, trekker tauet tett inn i doren i den radiale retningen. Dette hjelper til med konsolidering av lagene i røret, idet det klemmes ut overskuddsharpiks og medrevete luftbobler. I tillegg hindrer tauspenningen bølgeavvik av fibre som reduserer strukturell yteevne. Den store effektive krummingsradiusen til tauene når de vikles rundt doren ved en grunn vinkel på $+15^\circ$ resulterer imidlertid i en lav komprimeringskraft og derfor dårlig laminatkvalitet.

[0009] En virkelig utførelse av de aksialt lastede filamentviklede rør ville derfor også diktere at ytterligere lag må inkluderes i laminatet for å hjelpe til med laminatkomprimering. Ringviklede lag ville typisk bli plassert innimellom de aksiale lagene for å komprimere de aksiale lagene. Disse ringviklede lagene ville også tilveiebringe noe strukturell holdbarhet i periferiretningen, idet aksial splitting av røret hindres hvis det ble utsatt for en knuse- eller bøyelast.

[0010] Fordi når det første laget på doren er ringviklet sjikt, ruller og gnager periferifibrene når doren trekkes ut av røret. Det første sjiktet er således ofte dannet av et lag ved en mellomliggende vinkel, slik som et $\pm 45^\circ$ sjikt. Sluttviklingen på ytterdiameteren av røret kan også være et $\pm 45^\circ$ sjikt for å fremme slagseighet og bestandighet.

[0011] Typisk er det øvre området av fibervinkler ved omtrent $\pm 88^\circ$, selv om mindre enn 90° og ikke i en sann ringretning, ville et lag dannet av fibre anbrakt ved disse verdier fremdeles refereres til som et "ring" lag. I tillegg ville de samme betraktninger med produserbarhet og bestandighet som angitt ovenfor diktere innlemmelsen av ytterligere sjikt med forskjellige fibervinkler.

[0012] Ved å ta alle disse faktorene i betraktning kan en typisk filamentviklet rørstruktur benytte en laminatstablingssekvens av den følgende form: $\pm 45^\circ / (88^\circ_A / 88^\circ_A / \pm 15^\circ_B) / \pm 45^\circ$. Tallene A, B og C er valgt med hensyn til den spesielle belastning

- som rørstrukturen forventes å oppleve. Forholdet av ringviklede sjikt til aksiale sjikt A:B dikteres av de relative størrelser av henholdsvis rørstrukturens trykk- og aksialbelastninger. Antallet av gjentakelser C av ring/aksialgruppene ville dikteres av veggtykkelsen påkrevet for å motstå de strukturelle laster. Til slutt, begynner og
- 5 ender laminatet med 45° sjikt for å forbedre produserbarhet og bestandighet.
- [0013]** For diskusjonsformål heri, refereres det ovennevnte rørformede laminat av formen $\pm 45^\circ / (88^\circ_A / -88^\circ_A / \pm 15^\circ_B)_C / \pm 45^\circ$ i det etterfølgende til som "basislinje" laminatet. Hvis basislinjeutførelsen er produsert ved hjelp av en forskjellig metodikk som ikke er utsatt for de samme fibervinkelbegrensninger som
- 10 filamentviklingsmetodikken, kan basislinjelaminatet generaliseres til formen $\pm 45^\circ / (RING_A / AKSIAL_B)_C / \pm 45^\circ$ hvor RING (HOOP) og AKSIAL forstås og representerer sjikt eller lag av materiale med fibre orientering i henholdsvis en hovedsakelig eller vesentlig periferisk eller aksial retning, som tillates av restriksjonene for den spesielle produksjonsmetodikken.
- 15 US 4732634 A beskriver en fremgangsmåte for dannelse av gjengede polare åpninger for kompositt-trykkbeholdere. US 5143312 A beskriver et flerlags hult fiberviklet legeme. US 5557982 A beskriver et kompositt-sykelstyre.

OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

- 20 Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et komposittrør som omfatter:
- et innerlag;
 - mellomliggende lag som konsentrisk omskriver innerlaget;
 - et ytterlag som omskriver det ytterste mellomliggende laget;
 - 25 aksiale filamenter inni hvert lag som er anordnet i innerlaget ved en vinkel på omtrent 10° til omtrent 20° med hensyn til en akse av røret;
 - ringfilamenter inni hvert lag som er anordnet ved en vinkel med hensyn til en akse av røret som øker med nærhet til ytterlaget; og
 - et matriksmateriale impregnert inni filamentene.
- 30 Ytterligere utførelsesformer av komposittrøret i henhold til oppfinnelsen fremgår av de uselvstendige krav.
- [0014]** Omhandlet heri er et eksempel på en fremgangsmåte for å danne et komposittrør som omfatter å tilveiebringe aksiale filamenter og ringfilamenter som er

kombinert med et matriksmateriale. I et utførelseseksempel omfatter fremgangsmåte å danne et første ringformet sjikt med aksiale filamenter anordnet ved vinkler på omtrent 10° til omtrent 20° forskjøvet fra en akse av røret. Ringfilamentene kan være anordnet ved vinkler i området fra omtrent 45° til omtrent 65° forskjøvet fra aksens av røret. Med hvert suksessive sjikt, kan vinkelen av de anordnede ringfilamenter økes og vinkelen av anordningen av de aksiale filamenter kan variere eller forbli hovedsakelig den samme.

[0015] Også omhandlet er et ringformet laminat med et innerlag, mellomliggende lag som konsentrisk omskriver innerlaget, et ytterlag som omskriver det ytterste mellomliggende laget, aksiale filamenter inni hvert lag, ringfilamenter inni hvert lag, og et matriksmateriale impregnert inni filamentene. De aksiale filamenter er anordnet i innerlaget ved en vinkel på omtrent 10° til omtrent 20° med hensyn til en akse av røret, ringfilamentene er anordnet i innerlaget ved en vinkel med hensyn til aksens av røret slik at når trykk anbringes til en innside av røret og rettet radiallyt utover fra aksens av røret, er ringbelastningen i ytterlaget minst omtrent 20 % av ringbelastningen i innerlaget.

[0016] Også omhandlet er en fremgangsmåte for å danne et tykkvegget rør som omfatter å tilveiebringe aksiale filamenter og ringfilamenter blandet med et matriksmateriale for å fremstille et kompositt, å forme komposittet til et ringformet laminat som omfatter et innerlag, mellomliggende lag som konsentrisk omskriver innerlaget, et ytterlag som omskriver det ytterste mellomliggende laget, å vinkle de aksiale filamenter i hvert lag ved omtrent 10° til omtrent 20° fra en akse av røret, å vinkle ringfilamentene i innerlaget ved omtrent 60° fra aksens av røret, å vinkle ringfilamentene i ytterlaget ved omtrent 90° fra aksens av røret, og vinkle ringfilamentene i de mellomliggende lagene fra mer enn omtrent 60° opp til omtrent 90° fra aksens av røret.

Kort beskrivelse av tegningene:

[0017] Figur 1 er et eksempelmessig diagram av ringbelastning i forhold til veggtykkelse.

[0018] Figur 2 er et skjematisk riss av et tidligere kjent filamentviklingsystem.

[0019] Figur 3 er et skjematisk sideriss av filamentene viklet i et tidligere kjente komposittrør.

[0020] Figur 4 er et eksempel på et innersjikt av et komposittrør i samsvar med den foreliggende beskrivelse.

5 [0021] Figur 5 er et skjematisk sideriss av et komposittrør dannet med en fremgangsmåte omhandlet heri.

[0022] Figur 6 er et diagram som illustrerer ringbelastning i forhold til veggtykkelse av et komposittrør dannet i samsvar med den foreliggende beskrivelse.

10 [0023] Figur 7 er et sideriss av et eksempel på anvendelse av et komposittrør dannet i samsvar med den foreliggende beskrivelse.

Detaljert beskrivelse av oppfinnelsen

[0024] Anordningen og fremgangsmåten i henhold til den foreliggende beskrivelse vil nå beskrives mer fullstendig i det etterfølgende med referanse til de ledsagende tegninger i hvilke utførelsesformer er vist. Denne gjenstanden for den foreliggende beskrivelse kan imidlertid konkretiseres i mange forskjellige former og skal ikke oppfattes som begrenset til de illustrerte utførelsesformer som er angitt heri; disse utførelsesformene er snarere tilveiebrakt slik at denne beskrivelsen vil være grunn-
20 dig og fullstendig, og vil fullstendig uttrykke rammen av oppfinnelsen for de fagkyndige i teknikken. Like tall refererer til like elementer gjennom det hele. For letthets skyld ved referanse til de ledsagende figurer, anvendes retningsmessige betegnelser for referanse og illustrasjon alene. For eksempel anvendes de retningsmessige betegnelser slik som "øvre", "nedre", "over", "under" og lignende for å
25 illustrere beslektet lokalitet.

[0025] Det skal forstås at gjenstanden for den foreliggende beskrivelse ikke er begrenset til de nøyaktige detaljer ved konstruksjon, operasjon, nøyaktige materialer, eller utførelsesformer som er vist og beskrevet, siden modifiseringer og ekvivalenter vil være åpenbare for en fagkyndig i teknikken. I tegningene og spesifikasjonen har det blitt omhandlet illustrerende utførelsesformer av gjenstandsomtalen og,
30 selv om spesifikke betegnelser er benyttet, er de anvendt i en generisk og beskrivende betydning alene og ikke for begrensende formål. Den foreliggende angivelse skal følgelig begrenses kun av rammen av de vedføyde kravene.

[0026] Med referanse nå til figur 4, er et eksempel på et innerste lag, eller første sjikt 52, illustrert i et skjematisk sideriss. I dette eksempelet omskriver det første sjiktet 52 en akse A_x og er dannet fra en kompositt av aksiale filamenter 54, 56, ringviklet filament 58, og et matriksmateriale 60. De aksialviklede filamenter 54, 56 er vist anbrakt ved en vinkel forskjøvet fra aksen A_x . Eksempel på vinkler varierer fra så lave som 0° og opp til omtrent $\pm 20^\circ$. Vinklene kan eventuelt være i området fra omtrent $\pm 10^\circ$ til omtrent $\pm 17^\circ$, eller omtrent $\pm 15^\circ$. Det ringviklede filament 58 i figur 4 er vist ved en vinkel mindre enn 90° . Vinkelen kan variere avhengig av anvendelsen av sluttproduktet og er etablert slik at ringbelastningene inni veggen til et komposittrør er bedre fordelt gjennom det hele av hvert av sjiktene som utgjør rørveggen. Eksempler på vinkler av det ringviklede filament 58₁ for det første sjiktet 52₁ er i området fra $\pm 30^\circ$ til $\pm 80^\circ$, eventuelt kan vinklene være i området fra omtrent $\pm 40^\circ$ til omtrent $\pm 70^\circ$, alternativt kan vinklene være i området fra $\pm 50^\circ$ til omtrent $\pm 65^\circ$, og kan omfatte en vinkel på omtrent $\pm 45^\circ$, $\pm 50^\circ$, $\pm 55^\circ$, $\pm 60^\circ$, så vel som $\pm 65^\circ$. Videre kan de øvre og nedre grenser for de tidligere identifiserte områder være ombyttelige med andre angitte områder og enhver verdi innenfor disse områdene kan være en vinkel hvorved det ringviklede filament er anordnet.

[0027] Figur 5 viser et eksempel på et komposittrør 62 dannet i samsvar med den foreliggende fremgangsmåte. Røret 62 omfatter en serie av sjikt 52_{1-n} som utgjøres av lag av de aksialt viklede filamenter 54, 56, de ringviklede filamenter 58_{1-i}, og matriksmaterialet 60. Selv om et enkelt tau eller fiber kan utgjøre de ringviklede filamenter 58_{1-i}; er for klarhetens skyld ringviklede filamenter inni forskjellige sjikt gitt forskjellige betegnelser. Det påpekes også at det ytterste sjiktet har en betegnelse "n" (dvs. "n" sjikt), og de ringviklede filamenter i det ytterste sjiktet 52_n har en betegnelse "i" (dvs. "i" lag av ringviklede filamenter), hvori verdiene for i og n eventuelt kan være like.

[0028] Det ble funnet at belastningsfordeling gjennom et tykkvegget kompositt bedre kunne fordeles langs veggen ved å variere orienteringsvinkelen til de ringviklede filamenter 58_{1-i} inni de spesifikke sjiktene 52_{1-n} eller lagene som utgjør komposittrøret 62. I et eksempel vil et komposittrør 62 således ha et innerste sjikt, slik som sjiktet 52₁ i figur 4 med et ringviklet filament 58₁ ved en eller annen vinkel mindre enn 90° til aksen A_x av røret og et ytterste lag 52_n med ringviklede fibre 58_i

som er hovedsakelig normale på aksene A_x av røret 62. De mellomliggende sjiktene 52_2-52_{n-1} kan ha ringviklede filamenter 58_2-58_{i-1} anordnet ved vinkler hvis verdier er i området fra omtrent vinkelen for orientering av det ringviklede filament 58_1 i det innerste sjikt 52_1 og orienteringsvinkelen til det ringviklede filament 58_i i det

5 ytterste sjiktet 52_n . I ett eksempel har hvert suksessive sjikt fra innersjiktet 52_1 til det ytterste sjiktet 52_n ringviklede filamenter ved vinkler større enn det tilgrensende innersjikt.

[0029] Et eksempel på suksessivt økende vinkler i de ringviklede filamenter $58_1 - 58_n$ er illustrert i figur 5. Her er det innerste ringviklede filament 58_1 illustrert i en

10 fantomlinje, det er også filamenter $58_2, 58_3$ og 58_{i-1} . Vinkelforskjellen for de ringviklede filamenter $58_1 - 58_i$ kan være konstant mellom suksessive tilgrensende sjikt $52_u - 52_v$ (hvor v er større enn u , og u kan være i området fra 1 til $n-1$ og v kan være i området fra 2 til n), kan endres i inkrementelle trinn, eller kan variere eksponentielt med hensyn til tykkelse av komposittveggen. Eventuelt kan vinkel-

15 forskjellen mellom de ringviklede filamenter $58_1 - 58_i$ mellom suksessive tilgrensende sjikt $52_x - 52_y$ finnes fra en optimaliseringsstudie utført på et Information Handling System, slik som en prosessor eller datamaskin med assosiert programmerbart lesbart medium, og/eller bestemmes iterativt eller med en algoritme.

[0030] I et utførelseseksempel kan et ringviklet filament 58_{1-i} eventuelt ikke være

20 inkludert inni hvert sjikt $52_1 - 52_n$, ett eller flere av sjiktene $52_1 - 52_n$ kan være fremstilt av aksiale viklinger 54, 56. I enda et annet alternativ kan de innerste og ytterste sjiktene $52_1, 52_n$ ha mellomliggende viklinger med fibervinkler på $\pm 45^\circ$. I enda et annet utførelseseksempel kan komposittrøret 62 ha en laminatstablingssekvens på $\pm 45^\circ$ ($\pm \theta_x / \pm \text{AXIAL}_Y$) $_N / \pm 45^\circ$. Mens verdiene for X, Y og N kan

25 variere avhengig av den spesielle anvendelsen, vil i denne eksempelmessige utførelsesformen verdiene av θ øke med økende verdier av X . I en annen eksempel-messig utførelsesform kan fibervinkelen til de ringviklede filamenter $58_1 - 58_i$ nå maksimumet mellom de innerste og ytterste sjiktene $52_1, 52_n$ og ved omtrent to tredjedeler av avstanden fra det innerste sjiktet 52_1 . I denne eksempel-messige ut-

30 førelsesformen forblir fibervinkelen hovedsakelig den samme fra den to tredjels posisjonen til det ytterste sjiktet 52_n .

[0031] Et eksempel på en belastningsfordeling gjennom veggen av et komposittrør er illustrert i grafisk form i figur 6. I dette eksempelet er forskjellen mellom belast-

ning ved inner- og ytterveggene redusert og høyere belastningsverdier oppleves langs mellomliggende posisjoner inni veggen. Dette resulterer i et belastningsfordelingsplott i figur 6 som er flatere enn det i figur 1, hvilket derved indikerer mer lik belastningsfordeling mellom inner- og ytterveggene til komposittrøret.

5 **[0032]** I ett eksempel på anvendelse av et komposittrør 64, er en del av et bore-system 66 illustrert i figur 7 som å ha et vertikalt stigerør 68 montert i undervanns brønnsammenstilling 70. Festet til og parallelt med stigerøret 68 er komposittrør 62 dannet fra den ovenfor beskrevde prosess. Undervanns brønnehodesammenstilling 70 er montert på havbunnen 72. Fordeler realiseres ved en undervanns
10 brønnehodesammenstilling 70 som benytter et komposittrør 62 dannet som beskrevet heri. For eksempel kan komposittrøret 62 anvendes i strupe- og drepeledninger. Fordeling av ringbelastning gjennom hele rørveggen kan redusere veggtykkelse, opp til omtrent 30 %. Siden strupe- og drepeledninger kan veie mer enn stigerør 86 med større diameter på grunn av deres store veggtykkelse, er
15 lettere sterkere ledninger tilgjengelige ved anvendelse av komposittrøret beskrevet heri. Ledninger med redusert vekt kan øke letthet ved håndtering av for tiden utformede systemer så vel som sikkerhet. I tillegg kan de lettere komposittrørene tillate boreoperasjoner ved tidligere uopnåelige dyp.

[0033] Selv om denne beskrivelsen diskuterer oppfinnelsen i sammenheng med
20 rørformede trykksatte fluidledninger anvendt i olje- og gassutstyr, skal ikke den foreliggende omtale oppfattes som begrenset til et spesielt bestrebelsesområde. Oppfinnelsen beskrevet heri vedrører trykksatte sylindriske eller rørformede komposittstrukturer, som kan ta form av rørformede fluidledninger med åpen ende, eller form av sylindriske trykkbeholdere med lukket ende.

25 **[0034]** Det foreliggende system og fremgangsmåte beskrevet heri er derfor vel-egnet for å utføre og oppnå de nevnte mål og fordeler, så vel som andre som er iboende deri. Mens en någjeldende foretrukket utførelsesform har blitt gitt for beskrivelsens formål, foreligger det tallrike endringer i detaljene med prosedyrer for å oppnå de ønskede resultater. Disse og andre lignende modifikasjoner vil enkelt
30 foreslå seg selv for de fagkyndige i teknikken, og er ment å være innbefattet innenfor rammen av de vedføyde kravene.

PATENTKRAV

1. Komposittrør (62) som omfatter:
et innerlag (52₁);
5 mellomliggende lag (52_{i+1 - n-1}) som konsentrisk omskriver innerlaget (52₁);
et ytterlag (52_n) som omskriver det ytterste mellomliggende laget (52_{n-1});
aksiale filamenter (54) inni hvert lag (52_i) som er anordnet i innerlaget (52₁) ved en
vinkel på omtrent 10° til omtrent 20° med hensyn til en akse av røret (62);
ringfilamenter (58) inni hvert lag (52_i) som er anordnet ved en vinkel med hensyn
10 til en akse av røret (62) som øker med nærhet til ytterlaget (52_n); og
et matriksmateriale (60) impregnert inni filamentene (54, 58).

2. Komposittrør som angitt i krav 1, hvori ringfilamentene i de mellomliggende
lagene (52_{i+1 - n-1}) er anordnet med hensyn til aksens av røret (62) ved vinkler i
15 området fra mer enn vinkelen for orientering av ringfilamentene (58) i innerlaget
(52₁) og opp til omtrent 90°.

3. Komposittrør som angitt i krav 1 eller 2, hvori når trykk anbringes til en
innerflate av røret (62) og rettet radially utover fra aksens av røret (62), er
20 ringbelastningen i ytterlaget (52_n) minst omtrent 20 % av ringbelastningen i
innerlaget (52₁).

4. Komposittrør som angitt i ett av kravene 1-3, hvori ringfilamentene (58) i
innerlaget (52₁) er ved en vinkel på minst omtrent 50° med hensyn til aksens av
25 røret (62).

5. Komposittrør som angitt i ett av kravene 1-4, hvori ringfilamentene (58) i
ytterlaget (52_n) er ved en vinkel på omtrent 90° med hensyn til aksens av røret (62).

FIG.1
(TEKNIKKENS STILLING)

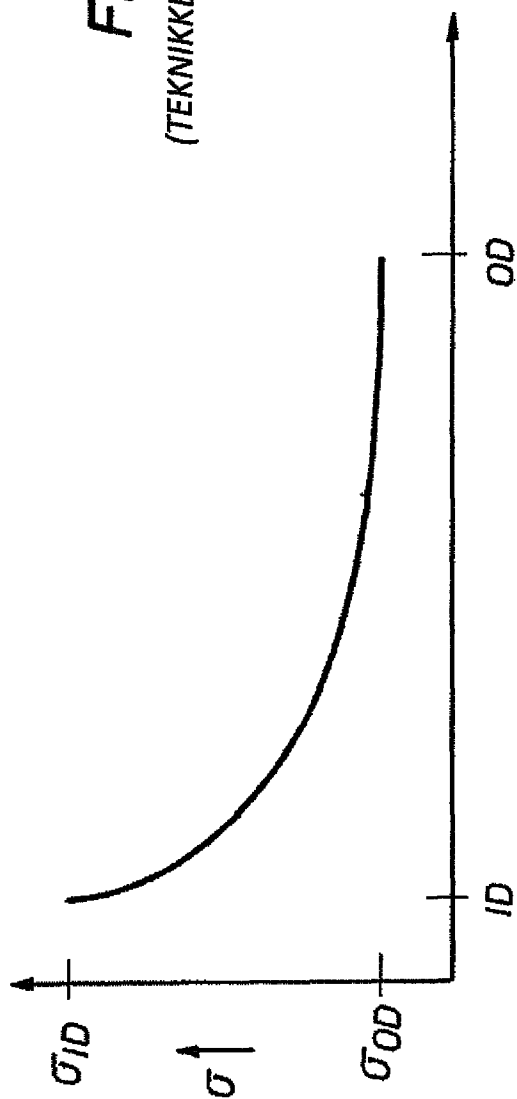
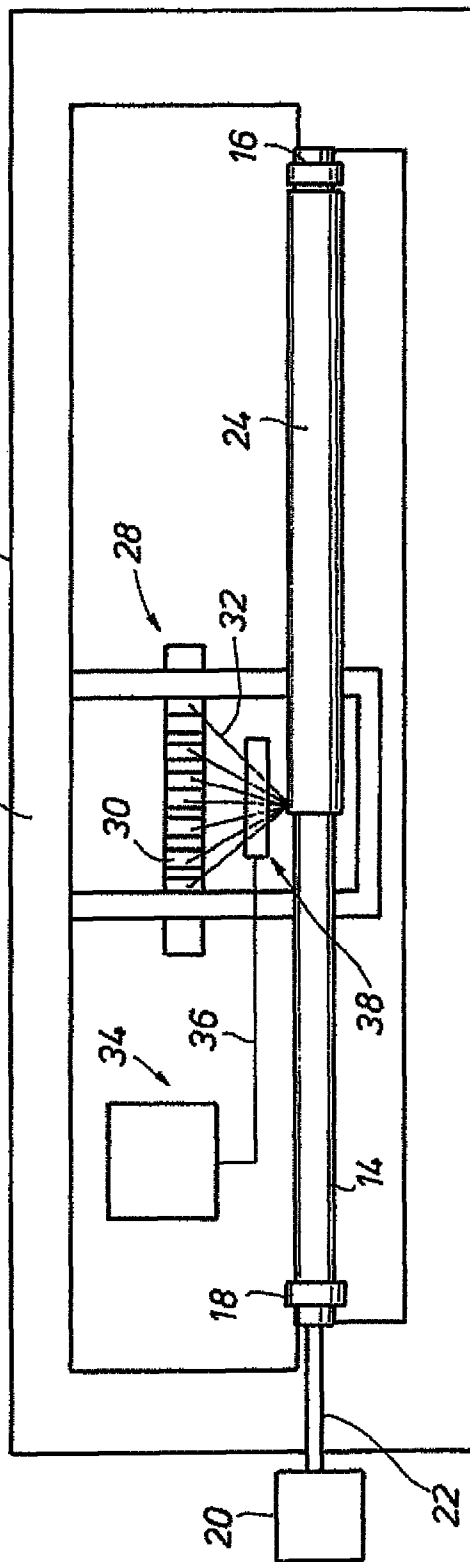


FIG.2 1/3
(TEKNIKKENS STILLING)



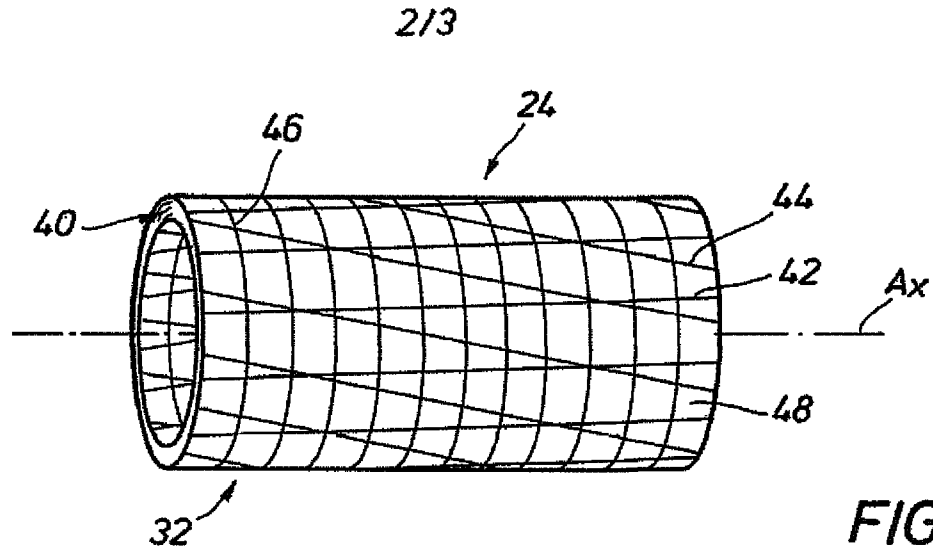


FIG. 3
(TEKNIKKENS STILLING)

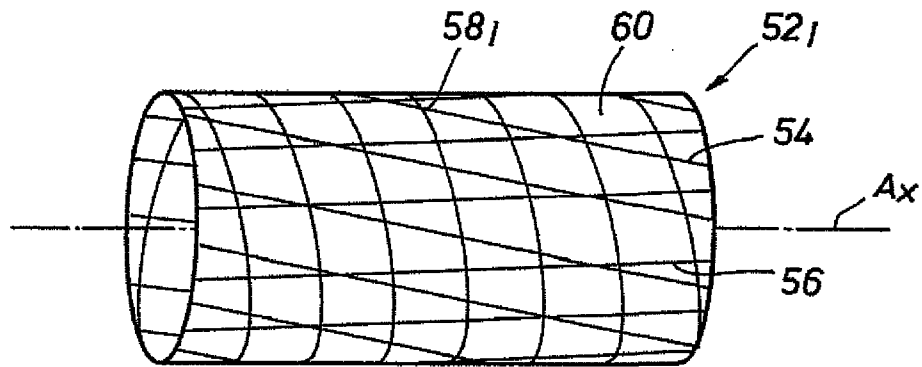


FIG. 4

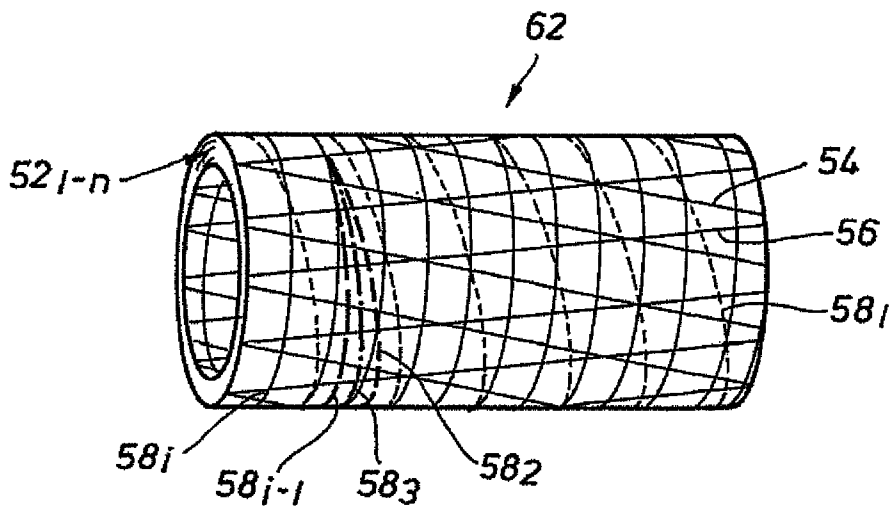


FIG. 5

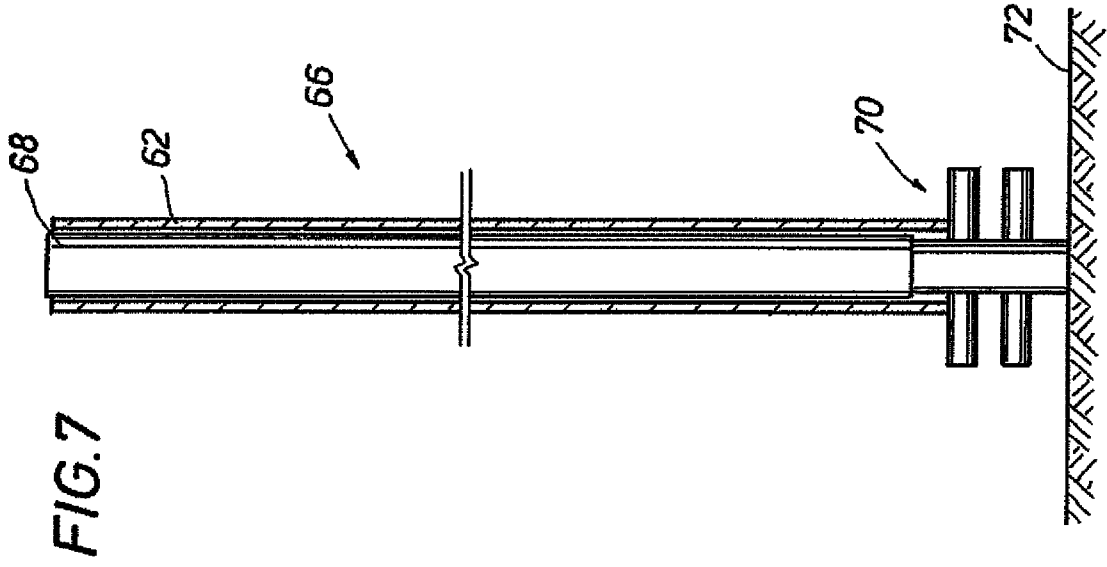


FIG. 6

