



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20131361

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

H01B 7/17 (2006.01)

H01B 7/00 (2006.01)

H01B 3/00 (2006.01)

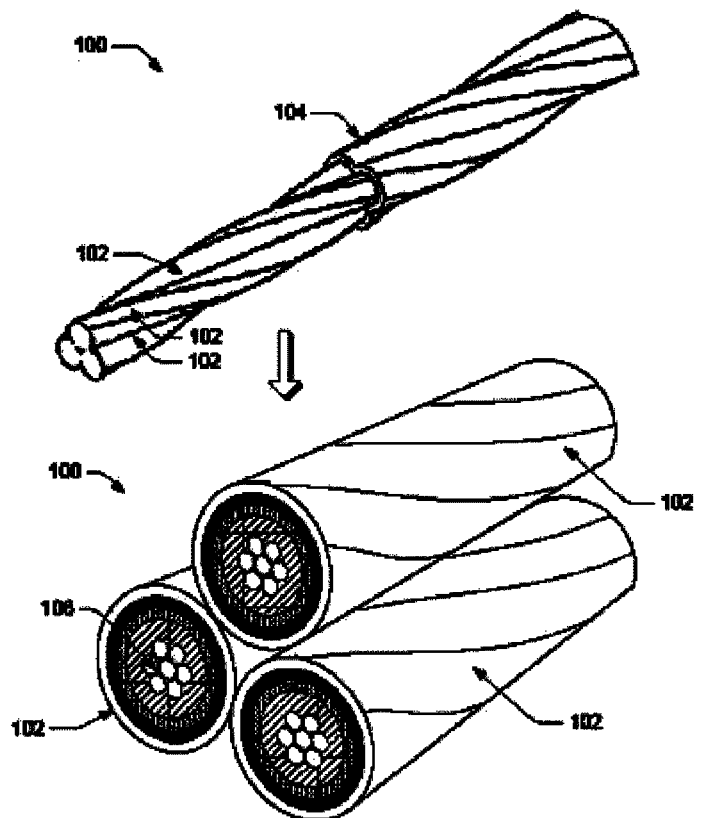
H01B 13/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20131361	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2013.10.14	(85)	Videreføringsdag	2012.10.15, US, 61/714,219
(24)	Løpedag	2013.10.14	(30)	Prioritet	2013.10.15, US, 14/053,602
(41)	Alm.tilgj	2014.04.16			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology B.V., Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	Joseph Varkey, 2815 Stone River Lane, US-TX77479 SUGAR LAND, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Nedsenkbare elektriske pumpekabler for ugjestmilde miljøer
(57)	Sammendrag	

En kabel for tilførsel av energi til en nedsenkbar elektrisk pumpe (ESP) inkluderer en helisk anordnet elektrisk leder, minst ett polymerlag ekstrudert for innkapsling av den helisk anordnede elektriske ledere og et sømsveiset metallrør trukket nedover hardpolymerlaget, som alle gir resistens mot korroderende kjemikalier ved høye trykk og temperaturer nedhulls. I en implementering kompenserer den heliske anordningen av kabelkomponenter, tillagt støtdempingspolymer og -geometri og et ikke-blyholdig rør for belastning og forskjellig termisk ekspansjon, for beskyttelse av kabelen fra inntrengning av korroderende kjemikalier. Et metodeeksempel for tilvirkning inkluderer ekstrudering av et polymerlag for innkapsling av den helisk anordnede ledere, sømsveising av en metallremse for forming av et metallrør rundt polymerlaget og trekking av metallrøret nedover for tett tilpasning rundt polymerlaget.



NEDSENKBARE ELEKTRISKE PUMPEKABLER FOR UGJESTMILDE MILJØER

BAKGRUNN

[0001] Oljebrønner er avhengige av naturlig gasstrykk for å drive råolje til overflaten. I modne oljefelt eller brønner med tungolje, kan gasstrykk synke og være utilstrekkelig for å drive oljen til overflaten. Nedsenkbare elektriske pumper (ESP-er) festes til bunnen av en produksjonsrørledning og pumper olje fra bunnen av brønnen. Kraft til ESP-er leveres av relativt permanente kabler, utviklet for langtidsutplassering. Men nedhullmiljøet kan inneholde kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid (H_2S) og karbondioksid (CO_2) ved høye trykk og temperaturer. Gitt langtidsutplasseringen av kablene, utsettes kablene ofte for kjemisk og termisk skade. En vanlig metode ekstruderer et lag blymetall over lederne, men vekten av blyet gir stor økning av den samlede vekten (lange kabler kan veie flere tonn). Bly er også uelastisk og lar seg ikke enkelt vikle rundt tromler og trinser. Når bøyd til mindre radier (rundt trinser), blir et blybelegg sprøtt og får lett små, radiale sprekker som gjør det mulig for væsker og gass å trenge inn og skade lederne.

SAMMENDRAG

[0002] Et eksempel på en kabel for levering av energi til en nedsenkbar elektrisk pumpe (ESP) inkluderer en helisk anordnet elektrisk leder, minst ett polymerlag som kapsler inn den elektriske lederen og et sømsveiset metallrør trukket over polymerlaget, som alle gir motstand mot korroderende kjemikalier ved høye trykk og temperaturer nedhulls. Kabelens heliske anlegg, støtdempende polymerer og blyfritt metallrør kan kompensere for belastning og forskjeller i termisk ekspansjon for beskyttelse av kabeleksemplet mot inntrengning av de korroderende kjemikaliene i tilfelle det oppstår små hull og sprekker. Et eksempel på en tilvirkningsmetode inkluderer ekstrudering av et polymerlag for innkapsling av en helisk anordnet elektrisk leder, sømsveising av en metallremse for forming av et metallrør rundt polymerlaget og nedtrekking av metallrøret slik at det slutter tett om polymerlaget. Dette oppsummerende avsnittet er ikke ment å gi en fullstendig

beskrivelse av nedsenkbare elektriske pumpekabler for ugjestmilde miljøer. En detaljert beskrivelse med utformingseksempler følger.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

- [0003] Fig. 1 er et diagram over eksempler på helisk anordnede lederelementer.
- [0004] Fig. 2 er et diagram over eksempler på et sømsveiset metallrør trukket over hard polymerisolasjon og ledere, og en tilvirkningsmetode.
- [0005] Fig. 3 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med harde og myke polymerlag liggende under et sømsveiset metallrør, og en tilvirkningsmetode.
- [0006] Fig. 4 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med en sagtakket hard overflate til forankring av et mykpolymerlag, og en tilvirkningsmetode.
- [0007] Fig. 5 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med et lag syntetisk garn for kompensering av termisk ekspansjon, og en tilvirkningsmetode.
- [0008] Fig. 6 er et diagram over et eksempel på syntetisk garn belagt med en mykpolymer for anvendelse i et eksempel på en ESP-kabel.
- [0009] Fig. 7 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med et lag syntetisk garn innkapslet mykpolymer, og en tilvirkningsmetode.
- [0010] Fig. 8 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med et sagtakket hardt polymerlag for støtdemping og kompensering for termisk ekspansjon, og tilvirkningsmetode.
- [0011] Fig. 9 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med et lukket-celle-skumpolymerlag.
- [0012] Fig. 10 er et diagram over et eksempel på en ESP-kabel med en myk ytre kappe med armerende forsterkningslementer og korrosjonsresistent polymer.
- [0013] Fig. 11 er et flytdiagram over et eksempel på en metode for konstruksjon av en nedsenkbar elektrisk pumpekabel for ugjestmilde miljøer.

DETALJERT BESKRIVELSE

Oversikt

[0014] Denne offentliggjøringen beskriver nedsenkbare elektriske pumpe (ESP)-kabler for ugjestmilde miljøer. ESP-er for olje- og gassindustrien utsettes for et ugjestmildt miljø, inkludert jordiske og undersjøiske brønndybder ned til 12 000 fot, høytrykk på inntil 5000 pund per kvadrattomme, høye kraftig fluktuerende temperaturer opp til 150 grader Celsius, og korroderende væsker og gasser ved høye og temperaturer og trykk, så som trykksatt hydrogensulfid med høy temperatur (H_2S) og karbondioksid (CO_2). Kabler som leverer energi til en ESP må videre, i tillegg til å motstå det ugjestmilde omkringliggende miljøet, gi pålitelig leveranse av høy strømstyrke ved høy spenning over en avstand som kan være flere mil (en.) dype, for å gi kraft til pumpemotorer som kan generere 1000 hestekrefter eller mer.

[0015] Kabeleksempler som beskrives i dette dokumentet er i stand til å motstå langtidseksposering mot varme, trykk, gasser, væsker og elektrisk strøm som påtreffes i nedhullmiljøet. Kabeleksemplene kompenserer for forskjeller i termiske ekspansjonskoeffisienter for kabelkomponenter ved anvendelse av en helisk konfigurasjon av ledene, lagene og armeringene, og ved bruk av geometri, støtdempende tiltak og strategiske polymerer som ved behov gir rom for ekspansjon innenfor metalliske rørarmoringer. De strategisk plasserte polymerene formuleres for oppsvulming i kontakt med brønnvæsker, som gir motstand mot inntrengning og migrasjon av væsker- og gasser nedhulls.

Kabeleksempler

[0016] Fig. 1 viser et kabeleksempel 100 med tre separate lederelementer 102. De tre separate lederelementene 102 kan være omgitt av eller videre innkapslet i ett eller flere ytre lag 104, så som polymerer eller metallarmering. Hvert lederelement 102 inkluderer en massiv metalleder 106 (metalltråd, flettet metalltråd, lisse, ledningsrør osv.) for levering av elektrisk kraft, innkapslet i en elektrisk isolasjon. Kabeleksempel 100 kan ha en helisk konfigurasjon av dens metalledere 106, av dens isolerte lederelementer 102 og av dens ytre lag 104. Den heliske konfigurasjonen kan bestå av en åpen heliskkonfigurasjon rundt en kabelakse, helisk fletting eller vikling, eller en lett vridning tilvirket i én eller flere av komponentene.

[0017] Den heliske konfigurasjonen av én eller flere kabelkomponenter gir noe toleranse for termisk ekspansjon og kontraksjon av komponentene, som hver kan ha forskjellige termiske ekspansjonskoeffisienter. Dette betyr at geometrien i den heliske konfigurasjonen kan gi noe tverrsnittrom for termisk ekspansjon av en kabelkomponent og kan også gi rom for noe langsgående bevegelighet. Når kabelen 100 blir varm, kan den heliske geometrien til kabelen 100 vikles litt ut for tilpasning til langsgående termisk ekspansjon av en komponent. Når kabelen 100 kjøles ned, kan vridningen av heliksen strammes opp for tilpasning til termisk kontraksjon av en kabelkomponent.

[0018] Fig. 2 viser et kabeleksempel 200 med et sømsveiset stålrør 202 trukket over de isolerte lederelementene 204. Lederelementene 204 beskyttes ved å sømsveise metallrøret 202 over lederelementene 204 og deretter å trekke røret 202 nedover inntil det slutter tett om hardpolymerlaget 206 som isolerer hvert lederelement 204. En rad sveisedråper 208 fra sømsveisprosessen kan danne en langsgående rygg inni røret. Stålrøret 202 gir god beskyttelse, selv om det dannes et mellomrom 210 mellom polymeren 206 og røret 202 når røret 202 trekkes nedover hardpolymeren 206. Trykksatte gasser eller væsker som trenger inn i det indre kan bevege seg langs dette mellomrommet 210 og kan forårsake skade på lederen 204 eller lede til flom ved slutten av en ende på kabelen 200.

[0019] Fig. 3 viser et eksempel på en tilvirkningsprosess for konstruksjon av et annet eksempel på metallrørinnkapslet kabel 300, med polymerisolerte lederelementer 302. Kabeleksemplet 300 har en trådet eller massiv metalleder 302 innkapslet i en egnet isolasjon 304. Et lag mykpolymer 306 legges til på toppen av isolasjonen 304. Et metallrør 308 sømsveises over det ytre mykpolymerlaget 306 og deretter trekkes metallrøret 308 nedover 310 for tett tilpasning over mykpolymeren 306. Mykpolymeren 306 kan bindes til isolasjonen 304.

[0020] I en implementering er isolasjonen 304 et lag hardpolymer 304 ekstrudert over den massive kjernen eller trådede metallederen 302 for å gi både elektrisk isolering og fysisk beskyttelse. Et ytre lag mykpolymer 306 ekstruderes deretter over hardpolymerlaget 304. En remse av et egnet metall anvendes deretter til forming av metallrøret 308 over lederelementet 302. Metallremsen 308 går gjennom en serie med formingsdyser så som kreves for forming av et metallrør 308 over lederen 302 og polymerlagene. Når metallrøret 308 formes, sømsveises kantene for fullføring av røret 308. Metallrøret 308 trekkes nedover for tett tilpasning over det ytre myke laget 306 på lederen 302.

Mykpolymeren 306 formes mot innsiden av metallrøret 308 og sømsveisdråpene, om noen, for å fylle alle eventuelle forekommende mellomrom.

[0021] Hardpolymeren 304 som anvendes som elektrisk isolering av et individuelt lederelement, som f.eks. kabelen 300, kan lages av krystallisert poly(etereterketon -- PEEK), isolasjonsgrad etylenpropylenmonomer (EPDM), polypropylen, en perfluoralkoksy (PFA)-fluorpolymer, en fluorinert etylenpropylen (FEP)-polymer eller en annen egnet polymer, basert på fysiske -, elektriske - og bindingsegenskaper.

[0022] Som en ytre kappe over de isolerte kopplerlederne 302, kan det anvendes en mykpolymer 306, så som etylen-propylenmonomer (EPDM), amorf PEEK, FEP, PFA, TEFZEL-modifisert etylen-tetrafluoretylen (ETFE)-fluorplast, polyvinylidenfluorid (PVDF) eller annen egnet mykpolymer 306, for å tillate deformering av den myke kappen og oppfylling av rommet mellom sveisedråpene og metallskjoldet (TEFZEL: DuPont Corporation, Wilmington, DE). Slik mykpolymer 306 kan ekstruderes over de buntede lederne for å fylle mellomrommene mellom lederne. Mykpolymeren 306 kan ha evne til binding med hardpolymeren 304 under. Mykpolymeren 306 som anvendes har en svært høy resistens mot kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid og karbondioksid for beskyttelse av isolasjonen 304 i tilfelle av små hull eller andre brudd i metallkledningen 308.

[0023] Det sømsveisede metallrøret 308 kan lages av en legering som kan motstå ugjestmilde miljøfaktorer nedhulls (f.eks. hydrogensulfid eller karbondioksid ved høye temperaturer og trykk), så som nikkel, HC 265, MP 35 eller andre egnede legeringer; eller metallrøret 308 kan konstrueres av et egnet stål i en kjemisk motstandsdyktig plate (nikkel, molybden eller andre egnede kombinasjoner av legeringsmaterialer).

[0024] Fig. 4 viser et eksempel på en metallrørinnkapslet kabel 400 som har ledere 402, et hardpolymerlag 404 med sagtakket overflate, et mykt ytre polymerlag og en metallkledning 408. Kabeleksemplet 400 er lignende det som vises i fig. 3, unntatt at kabeleksemplet 400 har et andre hardpolymerlag 412 med sagtakket overflate 414 påført over det første hardpolymerlaget 404. Den sagtakke overflaten 414 gjør det mulig for den myke ytre polymeren 406 å gripe mer effektivt om det underliggende harde polymerlaget 404 og holder mykpolymerlaget 406 på plass.

[0025] Fig. 4 fremstiller et eksempel på en tilvirkningsprosess for fremstilling av kabeleksemplet 400 med en sagtakket overflate 414 for festing av det myke ytre polymerlaget 406. Et første lag hardpolymer 404 ekstruderes over en enkelt eller trådet metalleder 402 for å gi elektrisk isolering og fysisk beskyttelse. Et andre lag hardpolymer 412 med en sagtakket ytre overflate 414 ekstruderes over det første hardpolymerlaget 404. I en implementering kan det andre hardpolymerlaget 412 være det samme materialet som det første isolerende polymerlaget 404 og kan være en enkelt fortløpende matrise som kan ekstruderes i ett trinn over metallederen 402. Et ytre lag mykpolymer 406 ekstruderes deretter over det andre hardpolymerlaget 412. Mykpolymerlaget 406 kan bindes til den sagtaktede overflaten 414 på det underliggende hardpolymerlaget 412. En remse med egnet metall anvendes for forming av et metallrør 408 over lederen 402. Metallremsen 408 går gjennom en serie med formingsdyser, så som nødvendig for forming av et metallrør 408 over lederen 402. Når metallrøret 408 er formet, sømsveises kantene for fullføring av røret 408. Metallrøret 408 trekkes deretter nedover for tett tilpasning over det ytre mykpolymerlaget 412 på lederen 402. Mykpolymerlaget 412 passer mot innsiden av metallrøret 408 for oppfylling av alle mellomrom. Mykepolymermaterialet 412 kan være en fluorpolymer, så som PFA; kan være FEP, TEFZEL, polyvinylidenfluor (PVDF) eller lignende polymer som er motstandsdyktige mot kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid og karbondioksid. Mykpolymermaterialet 412 beskytter isoleringen 404 i tilfelle det forekommer små hull i metallkledningen 408.

[0026] Fig. 5 viser et kabeleksempel 500 med ledere 502 kledd i et metallrør 508, med kompensering for termisk ekspansjon ved tilføyning av et garn eller et ekstrudert garnlag 512.

[0027] I en implementering har kabeleksemplet 500 en trådet eller massiv metalleder 502 kledd i en egnet isolerende polymer 504. Et tynt lag syntetisk garn 512 laget av glass, KEVLAR, polyamid, polyester, akryl, polytetrafluoretylen (PTFE) eller annet syntetisk fiber tilføyes over isolasjonslaget 504 (KEVLAR: DuPont Corporation, Wilmington, DE). Over det tilføyde syntetiske garnet 512 legges det til et lag mykpolymer 506 på toppen. Et metallrør 508 sømsveises over det ytre mykpolymerlaget 506 og deretter trekkes metallrøret 508 nedover for tett tilpasning over mykpolymeren 506. I drift komprimeres luften i det tilføyde syntetiske garnlaget 512 for kompensering for trykket indusert av forskjellig termisk ekspansjon av forskjellige komponenter. Det

anvendes ikke en flette i garnlaget 512 ettersom en flette danner mer trykk på isoleringen 504 på grunn av kryssningen av tråden eller fibret ved flettepunktene.

[0028] Fig. 5 fremstiller også et eksempel på en tilvirkningsprosess for fremstilling av et kabeleksempel 500 med et garnlag 512. Et lag hardpolymer 504 ekstruderes over en enkelt eller trådet metalleder 502 for å gi elektrisk isolering og fysisk beskyttelse. Et tynt lag tilføyd syntetisk garn 512 påføres over isolasjonslaget 504. Et ytre lag mykpolymer 506 ekstruderes deretter over det tilføyde syntetiske garnet 512. En remse med egnet metall anvendes til forming av et metallrør 508 over de underliggende lagene. Metallremsen 508 passerer gjennom en serie formingsdyser som er nødvendig for forming av metallrøret 508 over den underliggende lederen 502 og andre lag. Når metallrøret 508 formes, sømsveises kantene for fullføring av metallrøret 508.

[0029] Metallrøret 508 trekkes deretter nedover for tett tilpasning over det ytre myke laget 506 på den indre lederen 502. Mykpolymeren 506 passer mot innsiden av metallrøret 508 for oppfylling av alle mellomrom. Mykpolymerlaget 506 kan lages av fluorpolymer, så som PFA, FEP, TEFZEL, polyvinylidenfluor (PVDF) eller lignende polymerer med svært høy motstand mot kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid eller karbondioksid. Den myke polymeren 506 beskytter garnlaget 512 og isolasjonslaget 504 i tilfelle det forekommer små hull i metallkledningen 508.

[0030] Fig. 6 viser eksempel på sammensetning av et belagt syntetisk garn 600 for anvendelse i et eksempel på en kabel 700 for ugjestmilde miljøer. Eksemplet på belagt garn 600 har garnfibre eller -tråder 602 som belegges med eller innkapsles i mykpolymer 604. Luftlommer 606 i forskjellige størrelser, som forekommer i og mellom de syntetiske garntrådene 602, komprimeres for kompensering av termisk ekspansjon av andre komponenter i kabeleksemplet 700.

[0031] Fig. 7 viser et eksempel på en tilvirkningsprosess for fremstilling av kabeleksemplet 700, inkludert belagt syntetisk garn 600 hvor selve garntrådene 602 er belagt med eller innkapslet i mykpolymer 604. Kabeleksemplet 700 har en trådet eller massiv metalleder 702 som innkapsles i en egnet hardpolymerisolasjon 704. Det belagte syntetiske garnet 600 kables over hardpolymerisolasjonslaget 704, som i sin tur innkapsler metallederne 702. Det belagte syntetiske garnet 600 kan lages av glass, KEVLAR, polyamid, polyester, akryl, polytetrafluoretylen (PTFE) eller andre syntetiske fibre, belagt med mykpolymer 604. Umiddelbart etter påføring av det syntetiske

garnet 600, kan mykpolymerbelegget 604 på garnet 600 smeltes for forming av en fortløpende kappe som strekker seg radially fra hardpolymerisolasjonslaget 704 på kabeleksemplet 700 mot den ytre omkretsen hvor metallkappen 708 vil plasseres, noe som eliminerer behovet for påføring av andre, separate ekstrusjoner av mykpolymer 604 over det tilføyde laget 600.

[0032] Det belagte syntetiske garnet 600 minimerer luftmengden i systemet og unngår også en gjennomløpsbane som gjør det mulig for gasser å trenge inn i hulrom inni kabelen som kanskje ikke fylles. En metallplate 708 rulles og sømsveises deretter for forming av metallrøret 708 som trekkes over det smeltede mykpolymerekstruderte garnet 600, og deretter trekkes metallrøret 708 nedover for tett tilpasning over det mykpolymerbelagte syntetiske garnet 600. Luften 606 i det belagte syntetiske garnet 600 kan komprimeres for kompensering for trykket induisert av forskjeller i termisk ekspansjon av de forskjellige komponentene i kabeleksemplet 700. I en implementering kan et annet eksplisitt lag mykpolymer 706 påføres over mykpolymeren 604 som innkapsler garntrådene 602.

[0033] Fig. 8 viser et kabeleksempel 800 lignende det i fig. 4, med den forskjell at kabeleksemplet 800 utelater mykpolymerlaget 404 over det sagtakkelede hardpolymerlaget 812. I tilfelle kraftig termisk ekspansjon i nedhullmiljøet, ekspanderer denne sagtakkelede overflaten 812 inn i luftmellomrommene 814 mellom den sagtakkelede polymeren 812 og det ytre metallrøret 808.

[0034] Fig. 8 fremstiller også et eksempel på en tilvirkningsprosess for kabeleksemplet 800 som har det sagtakkelede hardpolymerlaget 812 direkte mot metallrøret 808. Et lag hardpolymer 804 ekstruderes over en massiv eller trådet metalleder 802 for å gi elektrisk isolering og fysisk beskyttelse. Et andre lag hardpolymer 812 med en sagtakket ytre overflate 814 ekstruderes over det første hardpolymerlaget 804. Materialet for det andre sagtakkelede polymerlaget 812 kan være det samme som for det første isolerende polymerlaget 804 og kan være en enkelt fortløpende matrise f.eks. ekstrudert i ett trinn over metallederen 802. Den andre sagtakkelede polymeren 812 kan endres for å tillate oppsvulming når den sagtakkelede polymeren 812 kommer i kontakt med olje, vann, metangass eller kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid eller karbondioksid. Disse kjemikaliene får polymeren 812 til å svulme opp, for forsegling av det gjenværende rommet for termisk ekspansjon mellom den sagtakkelede polymeren 812 og den ytre metallkledningen 808. En remse med egnet metall anvendes til forming av et metallrør 808 over lederen 802. Metallremsen 808 føres gjennom en rekke

formingsdyser, som er nødvendig for forming av et metallrør 808 over lederen 802. Under formingen sømsveises kantene for fullføring av metallrøret 808. Metallrøret 808 trekkes tett nedover den sagtakkelede hardpolymeren 812 på lederlagene for å gjøre det mulig å bevare luftmellomrom 814 mellom den sagtakkelede polymeren 812 og det ytre metallrøret 808, slik at polymeren 812 kan ekspandere inn i disse rommene 814 i tilfelle kraftig termisk ekspansjon av polymeren 812 sammenlignet med metallrøret 808 når andre tiltak for ekspansjonslette, så som den heliske konfigurasjonen, ikke er tilstrekkelig til å kompensere for termisk ekspansjon.

[0035] Fig. 9 viser et kabeleksempel 900 som anvender et lukket-celle-skumpolymerlag 912 for støtdemping av lederen 902 og hard isolasjon 904 mot det ytre metallrøret 908. I tilfelle termisk ekspansjon i nedhullmiljøet, komprimeres luften eller gassen i lukket-celle-skumpolymeren 912 heller enn å gi mulighet for at det økte trykket forårsaker skade på lederkomponentene. Kabeleksemplet 900 har ikke noe luftrom mellom metallrøret 908 og skumpolymeren 912, i motsetning til den sagtakkelede utformingen i fig. 8 ovenfor, som potensielt kan tillate luftrommene å bli en kanal som mobile skadelige kjemikalier kan bevege seg oppover gjennom hvis det forekommer brudd i metallkledningen 908.

[0036] Fig. 9 fremstiller også et eksempel på en tilvirkningsprosess for fremstilling av kabeleksemplet 900 som inkorporerer lukket-celle-skumpolymerlaget 912 for støtdemping. Hardpolymerlaget 904 ekstruderes over en massiv eller trådet metalleder 902 for å gi elektrisk isolering og fysisk beskyttelse. Lukket-celle-skumpolymeren 912 ekstruderes over hardpolymerlaget 904.

[0037] I en implementering kan skumpolymeren 912 være det samme materialet som isolasjonen 904, og kan bindes sammen til én enkelt matrise. Den ene isolasjonsmatrisen 904 og skumpolymeren 912 kan ekstruderes samtidig på lederne 902 for å gi bedre binding mellom de to lagene. En remse egnet metall anvendes til forming av metallrøret 908 over de indre lederne. En metallremse 908 kan således føres gjennom en rekke formingsdyser, som nødvendig for forming av metallrøret 908 over lederen 902 og indre lag. Når metallrøret 908 er formet, sømsveises kantene for fullføring av metallrøret 908. Metallrøret 908 trekkes deretter nedover for tett tilpasning over lederens

lukket-celle-skumpolymerlag 912. Lukket-celle-skumpolymerlaget 912 passer mot innsiden av metallrøret 908 for oppfylling av alle mellomrom.

[0038] Fig. 10 viser et kabeleksempel 1000 hvor en ytre, myk kappe 1016 omgir det indre av kablen og inkorporerer trekk ved kablene vist i fig. 2 - 9. Det ytre kappesystemet 1016 inkluderer kjemisk resistente hardpolymerer 1020 og 1024 og metalliske forsterkningselementer 1018 og 1022. Det ytre kappesystemet 1016 bindes til polymeren 1020 fordelt i mellomrommene i et første armeringslag 1018 og andre ytre armeringslag 1022 gjennom rommene mellom den ytre armeringen 1022, for å gi høy avskallingsresistens og opprivingsresistens i det ytre kappesystemet 1016 og hindre migrasjon av væsker mellom overgangene mellom armeringene 1018 og 1022 og mellomliggende polymermateriale 1020.

[0039] Fig. 10 fremstiller også et eksempel på en tilvirkningsprosess for tilvirkning av kabeleksempel 1000, som inkluderer det ytre kappesystemet 1016 og trekkene ved kablene vist i fig. 2 - 9. En rekke isolerte ledere armert i metallrør, som beskrevet i fig. 2 - 9, kables sammen. De metallkledde lederne kan f.eks. hver være en utgave av kabeleksempel 300. En mykpolymer 1004, så som en fluorpolymer FEP, TEFZEL, PFA eller polyvinylidenfluorid (PVDF) som er resistent mot kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid og karbondioksid, ekstruderes over kabeleksempelene 300 for å fylle alle mellomrom mellom hver kabel 300 og gi kabelbuntkjernen en rund profil. Polymerer, så som etylen-propylendienmonomer (EPDM) kan også anvendes i stedet for fluorpolymer og kan endres for å tillate oppsvulming for å gi forsegling mot hver kabel 300 når polymeren 1004 kommer i kontakt med olje, vann, metangass eller kraftige kjemikalier, så som hydrogensulfid og karbondioksid. Et lag kledningspolymer 1006, så som PEEK eller en fluorpolymer som FEP, TEFZEL, PFA eller polyvinylidenfluor (PVDF) ekstruderes over den myke fyllpolymeren 1004 for fullføring av kabelkjernen.

[0040] Et antall forsterkningselementer 1018 i et indre lag av det ytre kappesystemet 1016 kables over kabelkjernen. Det indre laget med forsterkningselementer 1018 kapsles delvis inn i kabelkjernens ytre kappe 1006, slik at alle mellomrom mellom de indre forsterkningselementene 1018 og kjernekapen 1006 fylles. Ytterligere kledningspolymer 1020 legges til over toppen av den første

armeringen 1018 for oppfylling av alle mellomrom utenfor de første armeringene 1018 og for lette av innkapslingen av det andre, ytre armeringslaget 1022.

[0041] Det andre, ytre laget med forsterkningselementer 1022 kables sammen over det kledde indre forsterkningsselementlaget 1018. De ytre armerte forsterkningsselementene 1022 kapsles delvis inn i den underliggende polymerkappen 1020 på utsiden av de indre armeringene 1018 for å gjøre mulig oppfylling av alle mellomrom mellom polymerkledningen 1020 på utsiden av den indre armeringen 1018 og de ytre armeringene 1022.

[0042] Sammensetningen av metallforsterkningsselementene 1018 og 1022 kan velges basert på evne til å motstå eksponering for kraftige kjemikalier ved høye temperaturer og høyt trykk nedhulls. Metallforsterkningsselementene 1018 og 1022 kan f.eks. fremstilles av legeringer så som HC265, MP335, 27-7MO eller andre egnede legeringer (H. C. Stark Inc., Euclid, OH). Stål, kledd i en kjemisk resistent plate (nikkel, molybden eller annen egnet kombinasjon av legeringsmaterialer) kan også anvenes.

[0043] En ytterst-kappe 1024 ekstruderes over de innkapslede ytre armeringene 1022 og gjør mulig binding av den ytre kappen 1024 til kappematerialet 1020 mellom de indre armeringene 1018 og de ytre armeringene 1022. Den ytterste kappen 1024 bindes til polymeren 1020 som allerede er fordelt i mellomrommene i det første armeringslaget 1018 og det andre armeringslaget 1022 gjennom rommene mellom den ytre armeringen 1022 for å gi høy avskallings- og opprivningsresistens i det ytre kappesystemet 1016. Overgangslinjen 1026 vist i fig. 10 mellom polymerlaget 1020 og polymerlaget 1024 kan representere et sammenføyningslag, sammensmeltingslag, eller annen bindingstype eller forening av polymerlagene 1020 og 1024 inn i hverandre og til et enkelt polymerlag eller en enkeltkomponent.

[0044] Polymerkappen kan være en hardpolymer ekstrudert over og mellom lagene med armerende metalltrådforsterkningselementer 1018 og 1022. De flere lagene 1020 og 1024 av polymerkledningen kan bindes sammen for dannelsen av en fortløpende matrise rundt de armerte ledningene 1018 og 1022. Lagene 1018 og 1022 med polymerkledning kan være det samme materialet eller kan være mulig å binde til hverandre på andre måter. Ett eller flere lag av

polymerkledningen kan alternativt tilpasses med korte fibre for å gi ytterligere styrke og abrasjonsresistens.

[0045] Det indre armeringslaget 1018 er ikke i berøring med det ytre armeringslaget 1022. Den indre armeringen 1018 og den ytre armeringen 1022 skilles fra hverandre av et massivt polymerkledningslag 1020 som hindrer væsker i å trenge inn i det indre armeringslaget 1018. Dette gjør det mulig å forsegle de indre armeringslagene 1018, slik at væske ikke kan trenge inn selv om det har oppstått skade på de ytre kledningene 1022 og 1024 som kan medføre inntrengning av væske i det ytre armeringslaget 1022.

[0046] Hvert ytre armerende forsterkningselement 1022 berører ikke nærliggende ytre armerende forsterkningselementer 1022. Et polymerlag 1024 skiller de individuelle ytre armerende forsterkningselementene 1022 fra hverandre. Dette hindrer væsker fra å migrere langs alle de ytre armerende forsterkningselementene 1022 hvis det oppstår lokal skade på de ytre kledningene 1022 på noe punkt langs kabeleksemplet 1000.

[0047] Det faktum at den indre armeringen 1018 ikke berører det ytre armeringslaget 1022 og de ytre armerende forsterkningselementene 1022, som hver er skilt fra hverandre med polymeren 1024, muliggjør også effektiv forsegling av kabeleksemplet 1000 ved den nedre og øvre avslutningen av kabeleksemplet 1000.

Metodeeksempel

[0048] Fig. 11 er et flytdiagram over et metodeeksempel 1100 for konstruksjon av en nedsenkbar elektrisk pumpekabel for ugjestmilde miljøer. I flytdiagrammet vises de enkelte operasjonene som blokker.

[0049] Ved blokk 1102 ekstruderes et polymerlag for innkapsling av en helisk anordnet elektrisk leder.

[0050] Ved blokk 1104 sømsveises en metallremse for forming av et metallrør rundt polymerlaget.

[0051] Ved blokk 1106 trekkes metallrøret nedover for tett tilpasning rundt polymerlaget.

Konklusjon

[0052] Selv om kun noen få utformingseksempler har blitt beskrevet i detalj ovenfor, vil de med ferdigheter i faget lett forstå at mange modifikasjoner av utformingseksemplene er mulig uten materielt avvik fra emnet. Alle slike modifikasjoner er følgelig ment å være inkludert innenfor omfanget av denne offentliggjøringen som definert i de følgende kravene. I kravene er middel-pluss-funksjon-klausulene ment å dekke strukturene som beskrives i dette dokumentet som utfører den gjengitte funksjonen og ikke bare strukturelle ekvivalenter, men også ekvivalente strukturer. Det er søkers uttrykkelige intensjon ikke å påberope seg 35 U.S.C. § 112 avsnitt 6 for begrensninger av noen av kravene i dette dokumentet, unntatt for dem hvor kravet uttrykkelig anvender ordene "middel til" sammen med en tilknyttet funksjon.

PATENTKRAV

1. Kabel for levering av energi til en nedsenkbar elektrisk pumpe (ESP) omfattende:
en helisk anordnet elektrisk leder;
et hardpolymerlag som innkapsler den helisk anordnede elektriske lederen; og
et sømsveiset metallrør, trukket nedover hardpolymerlaget.
2. Kabelen ifølge krav 1 hvor hardpolymerlaget er resistent mot hydrogensulfid og karbondioksid ved høye trykk nedhulls og høy temperatur nedhulls.
3. Kabelen ifølge krav 1 hvor hardpolymerlaget omfatter én av krystallisert PEEK poly(etereterketon), en isoleringsgrad etylen-propylendienmonomer (EPDM), en polypropylenpolymer, en perfluoralkoksy (PFA)-fluorpolymer eller en fluorinert etylenpropylen (FEP)-polymer.
4. Kabelen ifølge krav 1 hvor det sømsveisede metallrøret omfatter ett av et nikkellegeringsmateriale, et HC265-materiale, et MP335-materiale, et 27-7MO-materiale, en legering som er resistent mot hydrogensulfid og karbondioksid ved høye temperaturer og høyt trykk, eller et stålmateriale kledd i en kjemisk resistent plate av nikkel, molybden eller et legeringsmateriale.
5. Kabelen ifølge krav 1 hvor en helisk anordning av kabelen varierer i en vridningsgrad for absorbering av en ekspansjon og en kontraksjon av forskjellige kabelkomponenter med forskjellige termiske ekspansjonskoeffisienter.
6. Kabelen ifølge krav 1 videre omfattende et mykpolymerlag mellom hardpolymerlaget og det sømsveisede metallrøret, for absorbering av volumendringer når den helisk anordnede elektriske

lederen, hardpolymerlaget og det sømsveisede metallrøret med forskjellige termiske ekspansjonskoeffisienter ekspanderer og kontraherer.

7. Kabelen ifølge krav 6 hvor mykpolymerlaget omfatter én av etylen-propylendienmonomer (EPDM), en perfluoralkoksy (PFA)-fluorpolymer, en fluorinert etylenpropylen (FEP)-polymer, et TEFZEL-materiale, en modifisert ETFE (etylentetrafluoretylen)-fluorplast eller en polyvinylidenfluor (PVDF).

8. Kabelen ifølge krav 6 videre omfattende et sagtakket hardpolymerlag mellom hardpolymerlaget og mykpolymerlaget for feste av mykpolymerlaget til hardpolymerlaget.

9. Kabelen ifølge krav 6 videre omfattende et garlag mellom hardpolymerlaget og mykpolymerlaget for kompensering for termisk ekspansjon av en kabelkomponent, hvor garlaget omfatter ett av glass, et KEVLAR-materiale, et polyamidmateriale, et polyestermateriale, et akrylmateriale, et polytetrafluoretylen (PTFE)-materiale eller en syntetisk fiber.

10. Kabelen ifølge krav 9 hvor garnfibrene i garlaget innkapsles i en mykpolymer.

11. Kabelen ifølge krav 1 hvor hardpolymerlaget har en sagtakkeoverflate for å gi luftrom for termisk ekspansjon mellom hardpolymerlaget og det sømsveisede metallrøret.

12. Kabelen ifølge krav 1 videre omfattende et lukket-celle skumpolymerlag mellom hardpolymerlaget og det sømsveisede metallrøret for støtdemping av hardpolymerlaget mot det sømsveisede metallrøret.

13. Kabelen ifølge krav 1 videre omfattende en ytre kappe rundt én eller flere forekommende kabler, den ytre kappen omfattende ett eller flere lag med metalliske forsterkningsselementer innkapslet i ett eller flere lag av en mykpolymer.

14. Kabelen ifølge krav 13 hvor forsterkningselementene omfatter ett av et HC265-materiale, et MP335-materiale eller et stålmateriale kledd i en kjemisk resistent plate av én av nikkel, molybden eller kjemisk resistent legering.

15. Kabelen ifølge krav 13 hvor forsterkningselementene i den ytre kappen separeres fra hverandre av hardpolymeren for å oppnå en forsegling ved en nedre ende eller en øvre ende av kabelen og den ytre kappen.

16. Anordning omfattende:

en elektrisk kabel resistent mot korroderende kjemikalier ved et høyt trykk og en høy temperatur;

en elektrisk leder i den elektriske kabelen;

et kjemisk resistent polymerlag som innkapsler den elektriske lederen;

og

et sømsveiset metallrør trukket nedover det kjemisk resistente polymerlaget.

17. Anordningen ifølge krav 16, hvor minst én av den elektriske lederen, det kjemisk resistente polymerlaget og det sømsveisede metallrøret anordnes helisk for kompensering av forskjellig termisk ekspansjon inni den elektriske kabelen.

18. Anordningen ifølge krav 16 videre omfattende et støtdempingslag mellom det sømsveisede metallrøret og en kjerne i kabelen.

19. Metode omfattende:

ekstrudering av et polymerlag rundt en helisk anordnet elektrisk leder;

sømsveising av en metallremse for forming av et metallrør rundt polymerlaget; og

trekking av metallrøret nedover for tett tilpasning rundt polymerlaget.

20. Metoden ifølge krav 19 videre omfattende innkapsling av polymerlaget i et støtdempingslag.

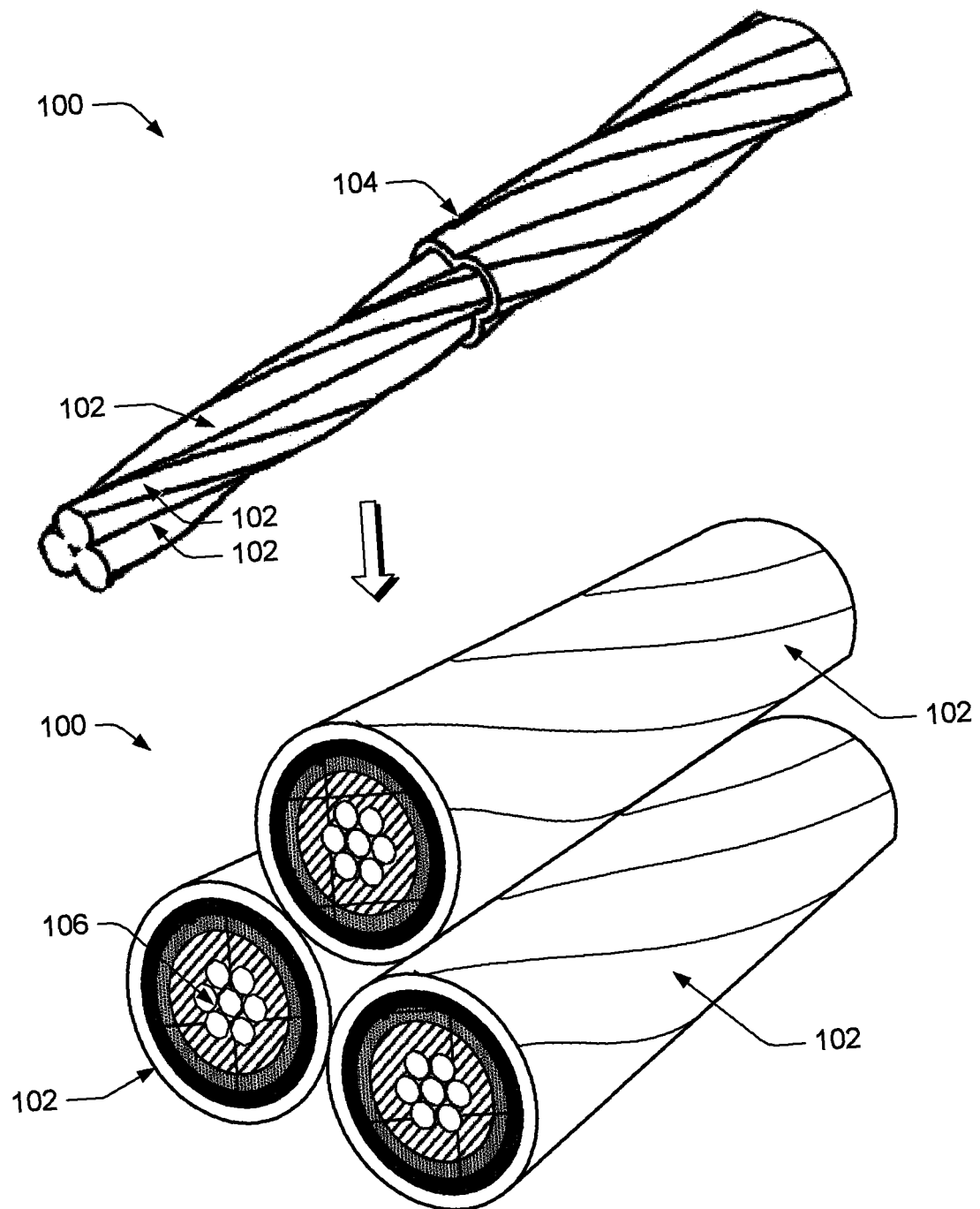


FIG. 1

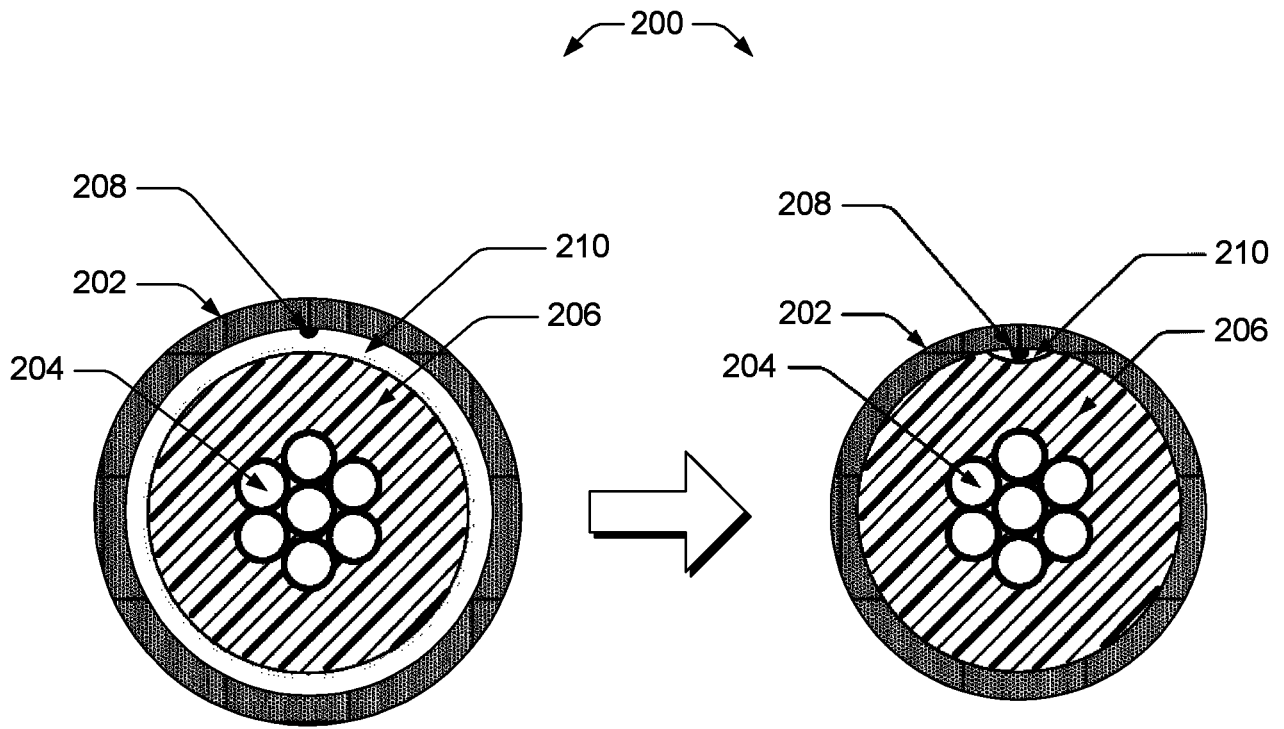


FIG. 2

3/11

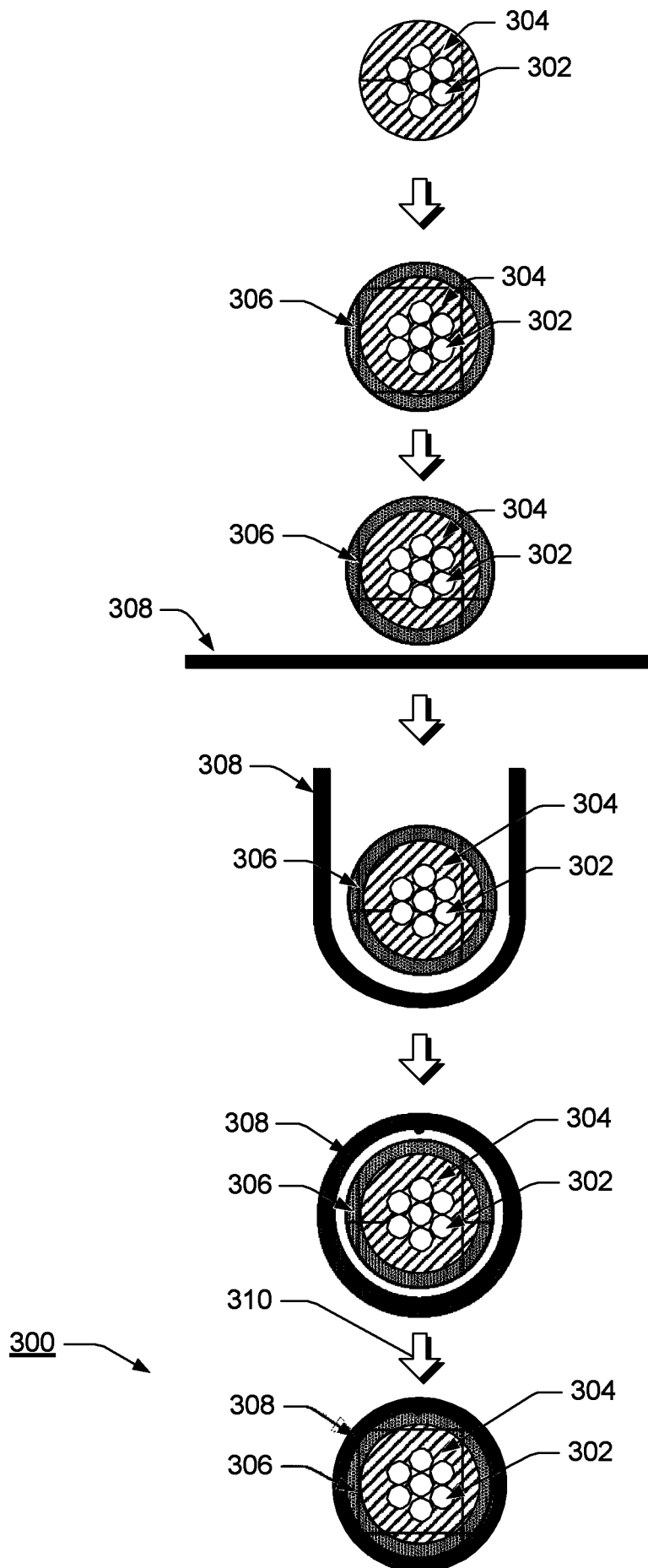


FIG. 3

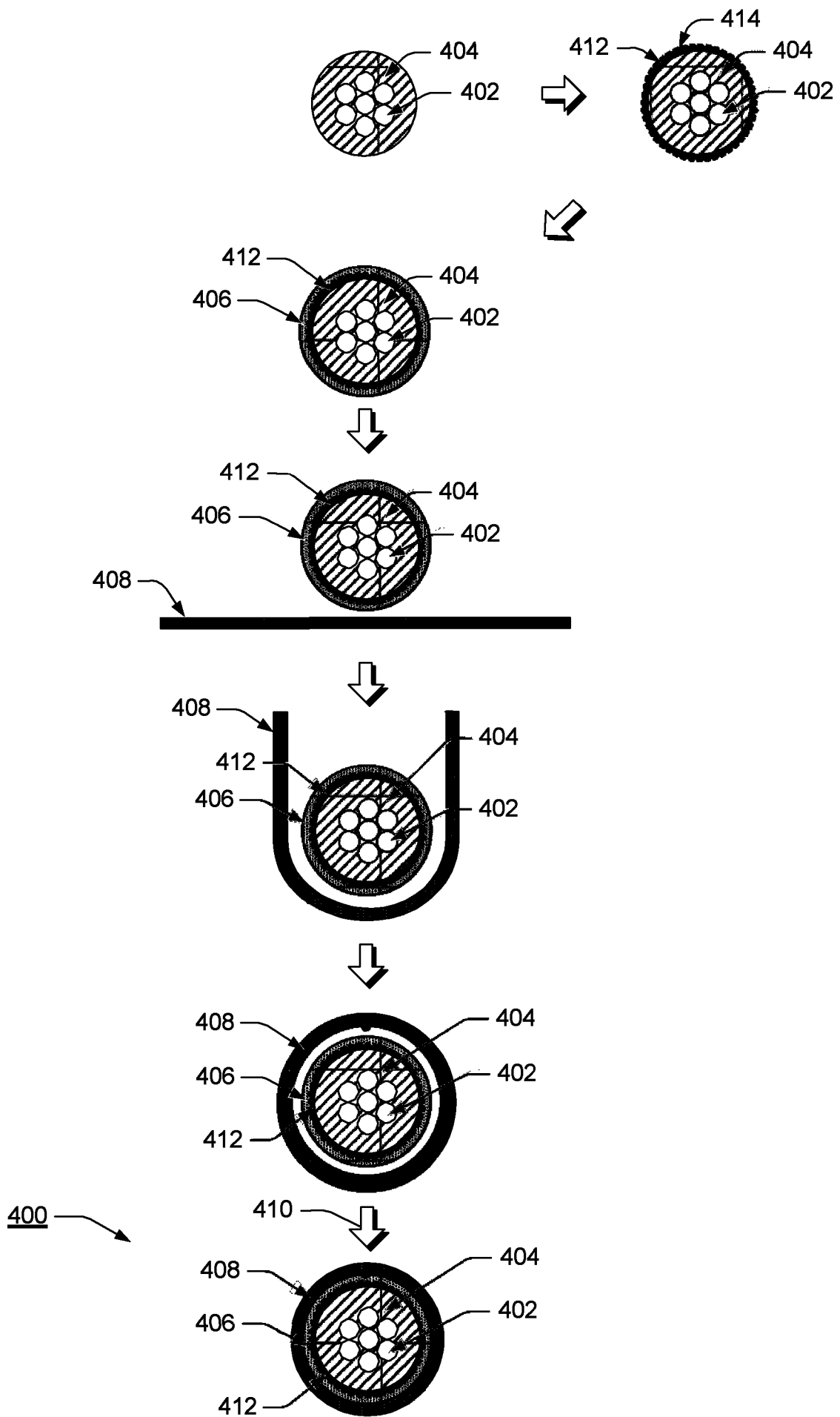


FIG. 4

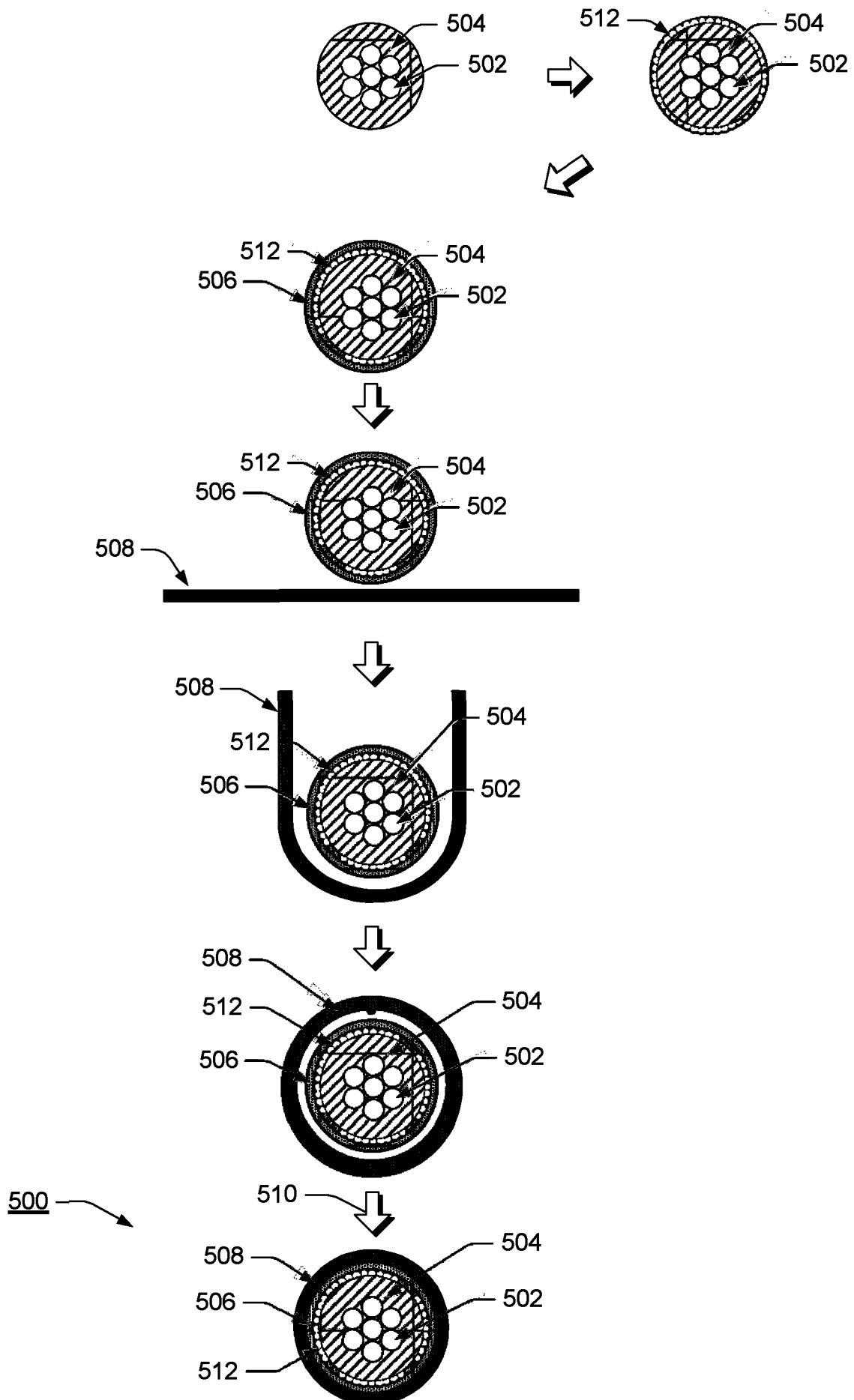


FIG. 5

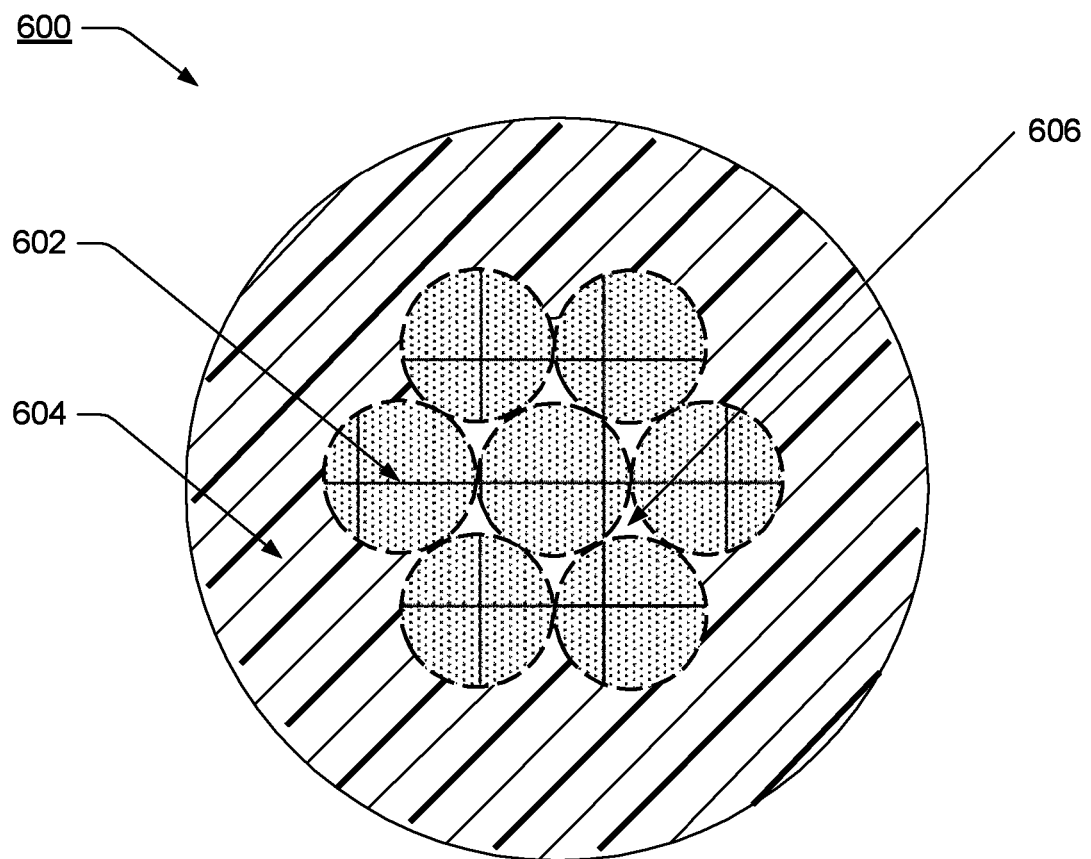


FIG. 6

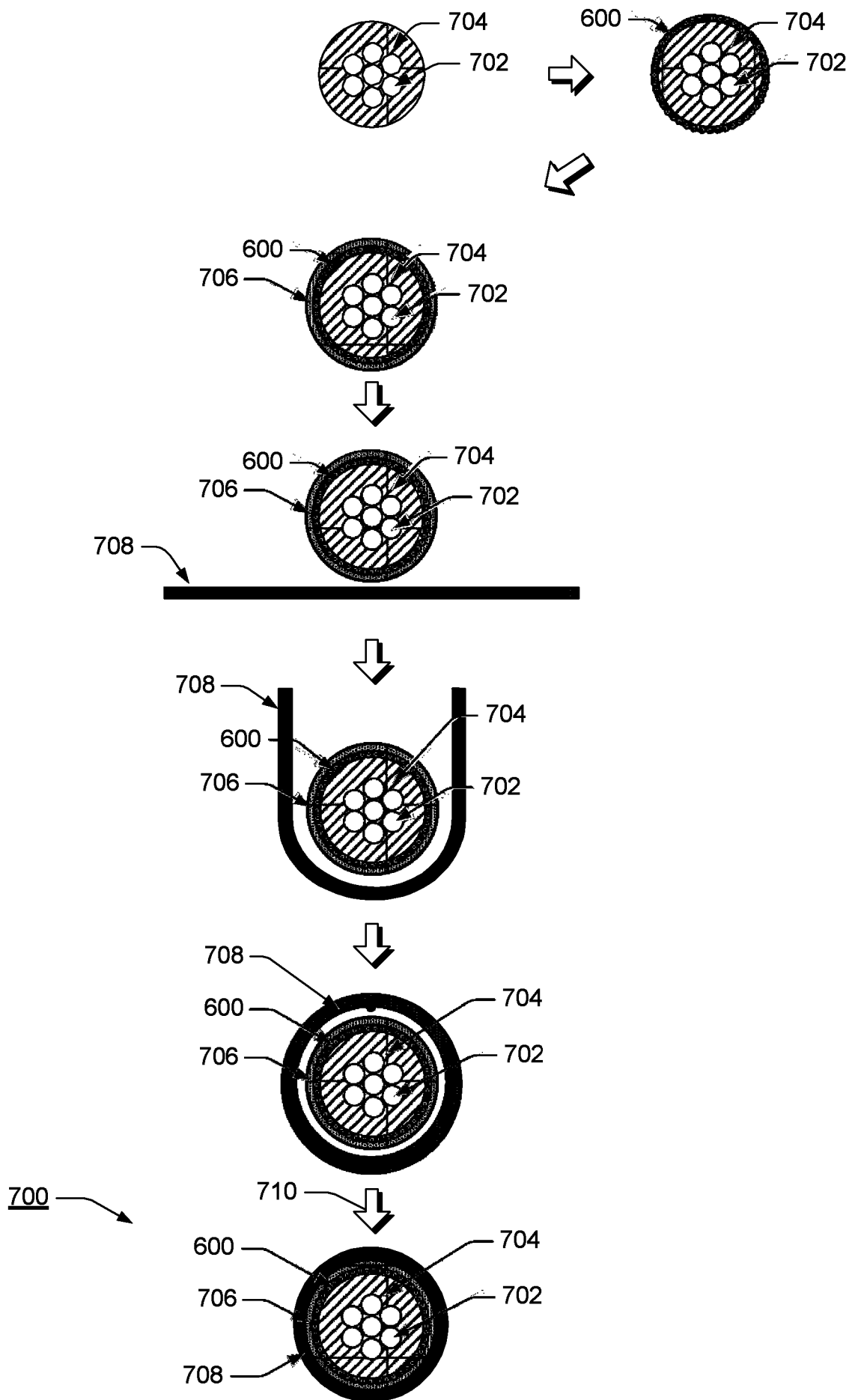


FIG. 7

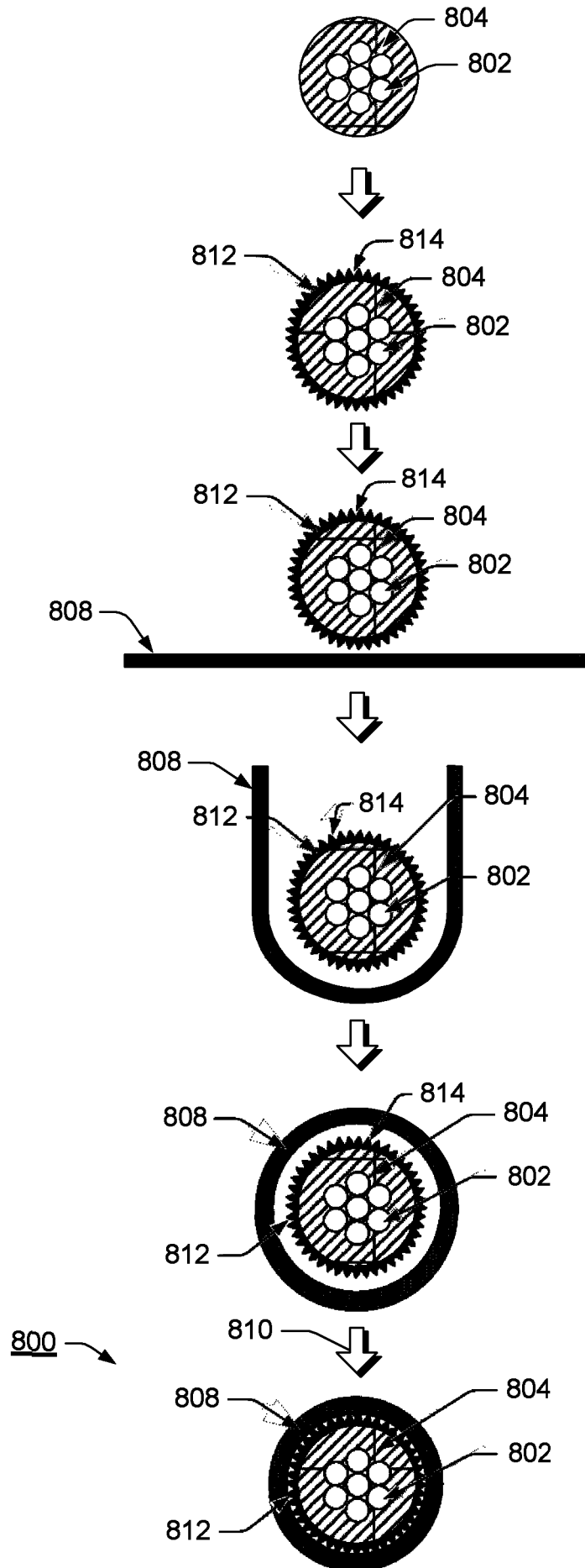


FIG. 8

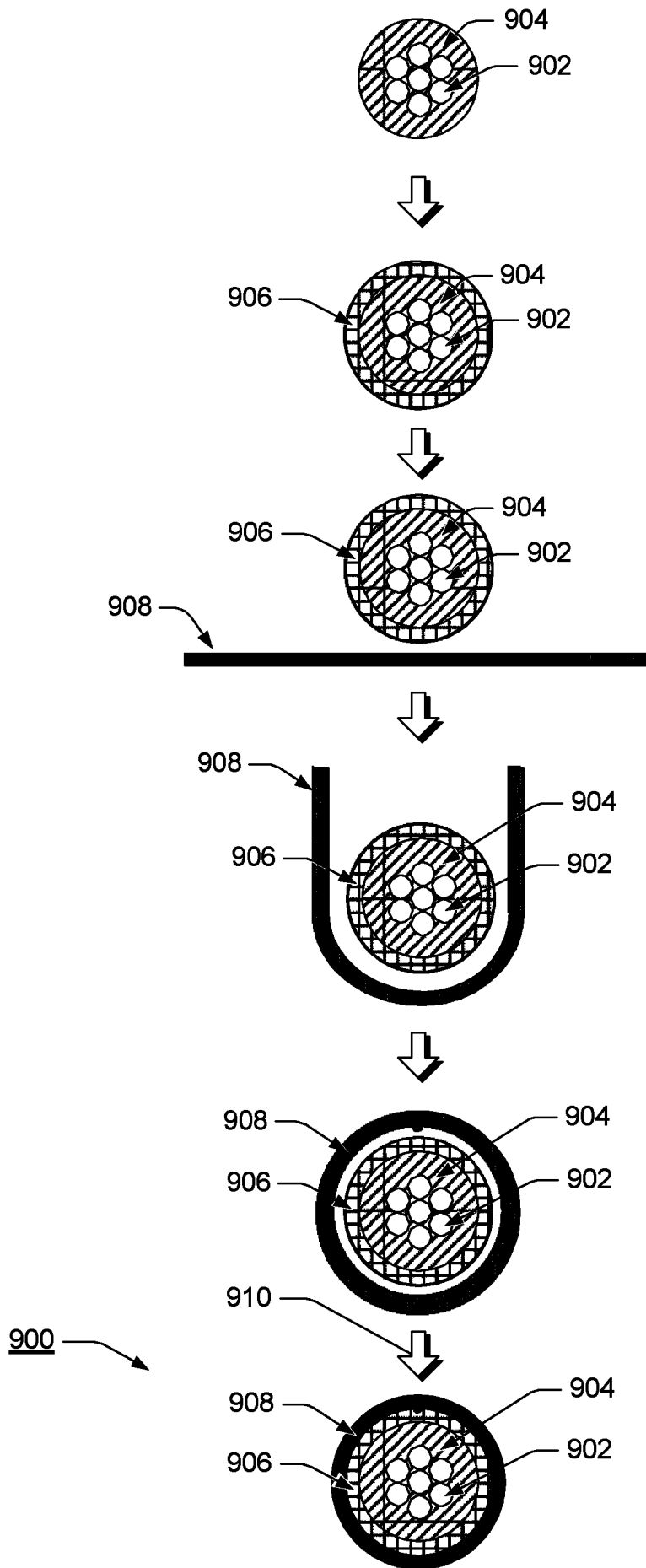


FIG. 9

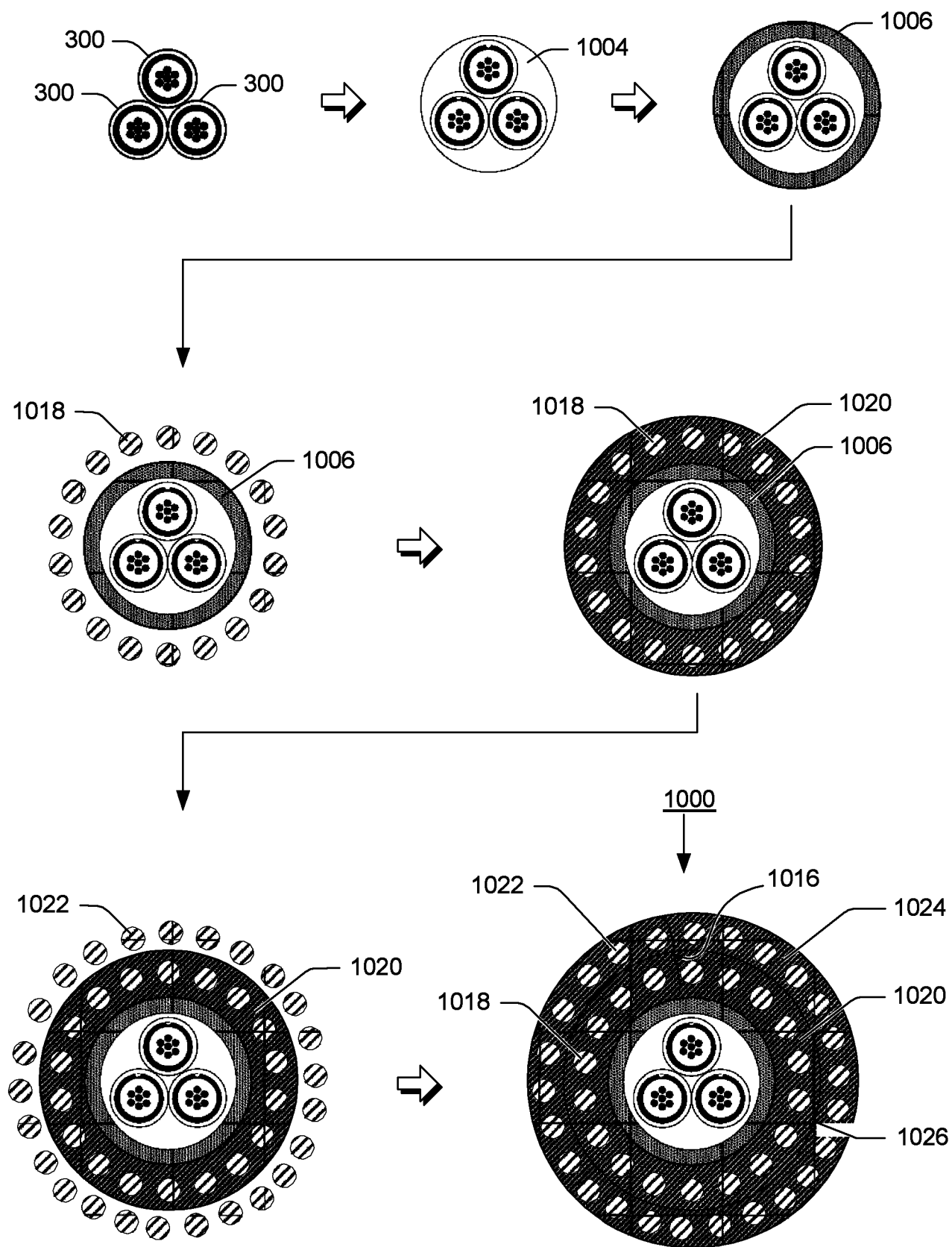


FIG. 10

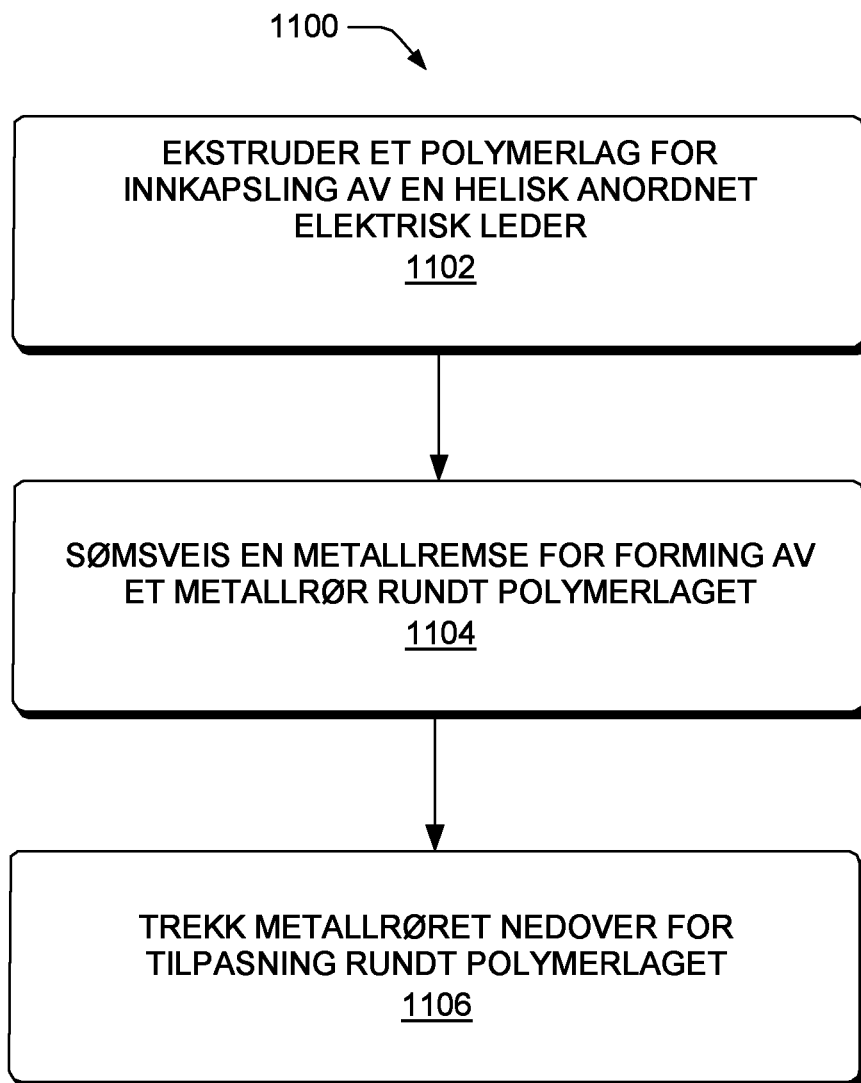


FIG. 11