

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901985516A1

Publication Date

20130407

Applicant

BLUETHINK S.P.A.

Title

APPARATO TUBOLARE PER IL COMPLETAMENTO IN CONTINUO DI POZZI
PER IDROCARBURI E RELATIVO PROCEDIMENTO DI POSA

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Apparato tubolare per il completamento in continuo di pozzi per idrocarburi e relativo procedimento di posa",

di: Bluethink S.p.A., nazionalità italiana, Corso Vinzaglio 12 bis, 10121 Torino TO

Inventore designato: Giordano PINARELLO, Alessandro BAILINI

Depositata il: 7 ottobre 2011

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un apparato tubolare per il completamento in continuo di pozzi per idrocarburi di tipo comprendente una parete cilindrica flessibile definente al suo interno un condotto cavo, adatto a essere avvolto, in particolare in una bobina, e posato per l'impiego nella fase di completamento della perforazione.

I sistemi di tubazioni, detti comunemente 'tubing', impiegati nel completamento di pozzi per idrocarburi sono usualmente costituiti da elementi tubolari d'acciaio realizzati in sezioni discrete, ad esempio di lunghezza di nove metri, connesse fra loro tramite giunti filettati maschio-femmina.

Simili tubazioni implicano la presenza di operatori che provvedono alle operazioni di pulizia dei giunti, controllo dell'integrità dei filetti, accoppiamento, ingrassaggio, serraggio controllato, tenuta del giunto. Inoltre la presenza del lubrificante nel giunto impedisce di utilizzare la tubazione come un conduttore per veicolare potenza e/o dati.

E' noto impiegare in applicazioni non permanenti tubazioni flessibili per il trasporto di idrocarburi in materiale polimerico armato con acciaio, che sono resistenti agli idrocarburi, CO₂ e H₂S e reggono pressioni dell'ordine delle migliaia e decine di migliaia di PSI.

Ad esempio il documento GB2287270A descrive un sistema costituito da un tubo flessibile in metallo, ad esempio un tubo spiralato, utilizzato come coiled tubing. Su tale tubo, che presenta una flessibilità tale da poter essere avvolto in bobina e trasportato in loco, sono integrati già in fase costruttiva tutti i componenti meccanici normalmente utilizzati nel completamento.

Questo tipo di soluzione, basata su un tubo flessibile, ha il vantaggio di poter essere posata in continuo, in particolare calando e svolgendo il tubo senza interruzioni, e tuttavia non è adatta ad essere installata in modo

permanente in pozzo a causa delle sollecitazioni meccaniche che riceverebbe, per esempio le variazioni di pressione o gli sforzi necessari per reggere le attrezzature di completamento, quali ad esempio valvole, o packer o il peso del tubo medesimo.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di realizzare un apparato tubolare, flessibile, adatto a essere avvolto, in particolare in una bobina, e posato in continuo per il completamento, che possa realizzare una installazione permanente.

Secondo la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto grazie ad un apparato tubolare nonché a un corrispondente procedimento di posa aventi le caratteristiche richiamate in modo specifico nelle rivendicazioni che seguono.

L'invenzione verrà descritta con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la Figura 1 è uno schema di principio di una prima forma realizzativa dell'apparato tubolare secondo l'invenzione in una prima configurazione di impiego;

- la Figura 2 è una vista schematica in sezione di un dettaglio dell'apparato tubolare di Figura 1;

- la Figura 3 è uno schema di principio dell'apparato tubolare di Figura 1 in una seconda configurazione d'impiego

- la Figura 4 è una vista schematica in sezione del dettaglio dell'apparato tubolare di Figura 1 in una seconda configurazione d'impiego;

- la Figura 5 è una vista schematica in sezione di una seconda forma realizzativa dell'apparato tubolare secondo l'invenzione;

- la Figura 6 è uno schema di principio di un primo procedimento di posa dell'apparato tubolare secondo l'invenzione;

- la Figura 7 è uno schema di principio di un secondo procedimento di posa dell'apparato tubolare secondo l'invenzione;

- la Figura 8 è uno schema di principio di un terzo procedimento di posa dell'apparato tubolare secondo l'invenzione.

In breve, è proposto un apparato tubolare che può essere posato come un oggetto flessibile, tramite una configurazione specifica delle pareti dell'apparato tubolare. Tale configurazione specifica prevede che l'apparato tubolare, realizzato tramite un tubo con parete cilindrica in tessuto o intreccio di fibre, individui all'interno della parete almeno un'intercapedine nella direzione assiale del tubo. L'intercapedine comprende mezzi per operare in trazione nella

struttura della parete quando all'interno dell'intercapedine è presente un fluido in pressione, ossia tale da determinare una pressione risultante dall'interno dell'intercapedine verso l'esterno, iniettato per irrigidire tale apparato tubolare. In particolare, la parete cilindrica definisce tramite il rispettivo intreccio di fibre una struttura tridimensionale, o tessuto tridimensionale, comprendente una parete esterna, una parete interna, una o più intercapedini comprese fra dette pareti esterna e interna, e i mezzi adatti a operare in trazione.

Con struttura o tessuto tridimensionale si intende in generale un tessuto comprendente una prima superficie definita dall'intreccio di fibre e una seconda superficie definita dall'intreccio di fibre, tali prima e seconda superficie essendo posti a una distanza fra loro tale da definire fra loro un volume. Tale volume comprende intrecci di fibre a definire una o più intercapedini, con uno sviluppo principalmente nella direzione assiale dell'apparato tubolare, e mezzi adatti a operare in trazione, in forma ad esempio di fili o filati o piani di tessuto disposti in tale volume per interconnettere la prima e la seconda superficie.

In figura 1 è rappresentato in vista prospettica, un apparato tubolare 10 secondo l'invenzione. Di tale apparato tubolare 10 è raffigurata solo una sezione di breve lunghezza in figura 1, ma in generale tale apparato comprende un tubo in forma di solido cavo chiuso, che, in una condizione di riposo, ossia quando non è ad esempio flessso o schiacciato, o come dettagliato nel seguito, quando è iniettato in esso un fluido, ha una sezione preferibilmente costante in forma ed area e si estende per una lunghezza almeno 10 o 100 volte superiore al suo diametro interno. Tale apparato tubolare 10 comprende una parete 11, sostanzialmente avente forma di parete di cilindro e definente quindi al suo interno un condotto cavo 19, atto ad esempio a permettere lo scorrimento di un flusso nella direzione assiale dell'apparato tubolare 10. Tale parete 11 è flessibile, costituita da un tessuto tridimensionale di fibre che delimitano almeno una intercapedine 14, anch'essa di forma sostanzialmente cilindrica o di corona cilindrica e sviluppantesi lungo la direzione assiale dell'apparato tubolare 10.

Una struttura di questo tipo può ad esempio essere ottenuta secondo quanto illustrato nelle sezioni delle figure 2 e 4. In figura 2 è mostrata una sezione della parete 11, dove sono visibili delle fibre 15 di interconnessione che uniscono una parete interna 12 e una parete esterna 13 passando attraverso l'intercapedine 14. La parete interna 12 è affacciata verso l'interno, ossia delimita il condotto cavo 19 dell'apparato tubolare 10 dove scorre il flusso da

trasportare, mentre la parete esterna 13, affacciata verso l'esterno, ad esempio verso le pareti del pozzo in cui l'apparato tubolare 10 viene inserito. La parete 11 dell'apparato tubolare 10 è ottenuta tramite un tessuto di fibre il cui intreccio si sviluppa in tre dimensioni. In figura 2 è mostrato in particolare un doppio strato interconnesso, in cui due tessuti paralleli identificati dai rispettivi fili di ordito 12a e 13a (o rispettivamente di trama) delle pareti 12 e 13 formano altrettanti piani di tessuto paralleli e distanziati l'uno dall'altro, a delimitare l'intercapedine 14. E' previsto di impiegare per la parete 11 fibre con elevate prestazioni meccaniche in trazione, per esempio fibre aramidiche o fibre di carbonio. Le fibre di interconnessione 15 corrispondono a alcune fibre della trama 12b e 13b (o rispettivamente di ordito) dei tessuti paralleli che costituiscono ciascun piano o parete 12 e 13, i quali si intersecano vincolando reciprocamente la struttura dei piani, ossia la struttura delle due pareti 12 e 13. Si determina così un tessuto tridimensionale in cui tutte le fibre lavorano in trazione rispetto all'iniezione di un fluido nella intercapedine 14, ad esempio rispetto a forze tendenti a distanziare le pareti 12 e 13 originate dalla pressione del fluido come meglio dettagliato nel seguito. Ciò permette di poter iniettare nella intercapedine 14 fluidi a pressioni molto elevate con una ottimale distribuzione dei carichi sulla struttura.

E' previsto di impregnare la fibra delle pareti interna 12 e esterna 13 con un impermeabilizzante, in particolare con un polimero, per ottenere rivestimenti 16, che garantiscono la tenuta dei fluidi trasportati nel condotto 19. A questo scopo possono essere impiegati ad esempio polimeri fluorurati, che garantiscono una eccellente resistenza chimica agli idrocarburi, H_2S e CO_2 .

Il processo di impregnazione può essere ad esempio un processo di impregnazione ad alta temperatura del tessuto di fibre con il polimero analogo a quello utilizzato per la produzione dei compositi in gomma rinforzati con tessuto in poliestere utilizzata nella realizzazione di membrane per valvole pneumatiche.

E' previsto che durante la posa o a posa avvenuta, l'intercapedine 14 venga riempita da un fluido 20 in pressione, ad una pressione preferibilmente maggiore della pressione all'esterno dell'apparato tubolare 10 nella posizione di posa, come mostrato nelle figure 2 e 4, che mostrano l'apparato tubolare 10 in vista prospettica e la parete 11 in sezione. L'apparato tubolare 10 si comporta così come un oggetto rigido in virtù della pressione del fluido 20 iniettato.

Il fluido può essere in generale un fluido in pressione, quale ad esempio

acqua, atto a conferire rigidità all'apparato tramite l'iniezione in pressione.

Tuttavia, secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, il fluido 20 iniettato nell'intercapedine 14 può essere un cemento o una resina o un altro materiale capace di solidificare; in tal caso l'apparato tubolare 10, avvenuta la solidificazione, sarà a tutti gli effetti un oggetto rigido di materiale composito.

La struttura della parete 11 può in generale comprendere un numero n di strati di tessuto che delimitano $n-1$ intercapedini 14 concentriche, dove n è un numero intero maggiore o uguale a uno. In generale, ciò può essere ottenuto tramite la disposizione di più pareti 11 complete concentriche o tramite una parete avente una parete esterna, una parete interna e una pluralità di pareti di separazione per individuare le diverse intercapedini concentriche.

La struttura della parete 11 può essere realizzata con topologie di struttura del tessuto che possono anche differire da quella illustrata a titolo d'esempio nella presente descrizione, ma in cui comunque l'incrocio degli strati di fibre delimita una o più intercapedini in cui possa essere iniettato il fluido 20 di riempimento, per esempio topologie di tessuto con sezione trasversale a nido d'ape.

In figura 5 è mostrata a questo proposito una forma realizzativa variante dell'apparato tubolare 10, indicata con 10', in cui una parete 11' delimita tra la sua parete interna 12' e la sua parete esterna 13', ricoperte da strati polimerici 16' impermeabilizzanti, una struttura a nido d'ape di intercapedini 14', corrispondenti alle celle della struttura. La parete 11' è mostrata in sezione trasversale, pertanto le intercapedini 14' si sviluppano anch'esse lungo la direzione assiale dell'apparato tubolare 10'. Delle pareti di separazione 15' delle celle che determinano la pluralità di intercapedini 14' operano in questo caso almeno in parte come mezzo operante in trazione rispetto all'iniezione di un fluido nelle intercapedini 14'.

Gli strati di fibre che delimitano delle intercapedini 14, comprese le pareti interna 12 ed esterna 13, come detto possono presentare su una o entrambe le facce un rivestimento di materiale polimerico. Tale rivestimento può essere specializzato per assolvere a diverse funzioni tra cui:

- essere impermeabile a diverse sostanze tra cui acqua, CO_2 , H_2S , idrocarburi nonché ai componenti dei fluidi 20 iniettati; essere solubile ad alcune sostanze;
- permettere il passaggio selettivo di alcune sostanze;
- degradarsi ad una temperatura stabilita o in condizioni stabilite;

-permettere il passaggio dei fluidi superato un differenziale di pressione dato.

L'apparato tubolare 10 può essere utilizzato in strutture multistrato comprendenti strati di altri materiali che assolvano a specifiche funzioni, per esempio strati di materiale ignifugo o autoestinguente.

E' possibile sfruttare vantaggiosamente la caratteristica del tubo secondo l'invenzione di poter essere posato in continuo o comunque in tratti di centinaia di metri o chilometri e conseguentemente con un numero molto ridotto di giunzioni, per integrare in maniera semplice in esso sistemi per la trasmissione di energia e dati oltre che sistemi di sensori.

La struttura della parete 11 potrà integrare cavi per il trasporto di potenza elettrica, fasci laser o segnali per il trasporto di dati, per esempio cavi metallici o in fibra ottica.

La struttura della parete 11 può integrare sensori e sistemi di sensori per il controllo delle condizioni operative del tubo, per esempio sensori di stress meccanico, di deformazione, di rottura, di deterioramento del rivestimento polimerico, di pressione, di temperatura.

La struttura della parete 11 può integrare sensori per l'analisi del fluido trasportato quali ad esempio sensori di pressione, temperatura, composizione chimica, flussimetri multi-fase, proprietà elettriche.

Il procedimento di posa prevede che l'intercapedine 14 sia inizialmente vuota, pertanto, l'apparato tubolare 10, che può essere un tubo continuo della lunghezza desiderata e permessa dalla fibra impiegata, quindi anche di parecchie centinaia di metri o di chilometri, è flessibile e può quindi essere avvolta su una bobina, portata sul luogo di posa, svolta, calata e posizionata in continuo tramite processi di posa molto semplici.

Il procedimento di posa può avvenire per esempio, come illustrato con riferimento a figura 6, agganciando un peso 30 all'estremità libera dell'apparato tubolare 10 in bobina e calato per effetto della gravità all'interno di un pozzo 100. Tale prima forma di implementazione del procedimento di posa è definita nel seguito della descrizione come "posa semplice". Tramite questo procedimento di posa semplice l'apparato tubolare 10 viene irrigidito a posa avvenuta, iniettando un fluido 20 all'interno dell'intercapedine 14.

Il procedimento di posa può anche avvenire per esempio, come illustrato con riferimento a figura 7, agganciando all'estremità libera dell'apparato tubolare 10 avvolto in bobina un cosiddetto liner, o tubo guida 32 e calando in

parallelo, per esempio agganciando ad esso un peso e usando eventualmente una carrucola 34 posta a fondo pozzo per tirare il liner 32 operando da una testa 36 del pozzo 30, i due condotti. Tale seconda forma di implementazione del procedimento di posa è definita come “posa parallela”. Tramite questo procedimento di posa l'apparato tubolare 10 può venire irrigidito durante la posa, iniettando un fluido 20 all'interno dell'intercapedine 14, per permettere per esempio di ispezionare l'integrità dell'apparato tubolare 10 durante la discesa in pozzo.

Il procedimento di posa può anche avvenire ad esempio, come illustrato con riferimento a figura 8, rivoltando verso l'esterno l'estremità libera dell'apparato tubolare 10 in bobina ed assicurandola tramite un opportuno supporto nel punto di inizio della posa, per esempio alla testa del pozzo 36. Un carrello anulare 21 viene inserito come dispositivo di posizionamento in un risvolto 27 così ottenuto per agevolare la discesa dell'apparato tubolare 10 per effetto del suo peso, per evitare che il raggio di curvatura del risvolto 27 scenda al di sotto della soglia di danneggiamento della parete 11 e per contribuire ad isolare i due tratti di intercapedine separati del risvolto 27. L'apparato tubolare 10 viene quindi calato sfruttando in modo alternativo o congiunto l'effetto del peso del carrello 21, l'iniezione di fluido 20 in pressione dall'estremità vincolata dell'apparato tubolare 10 e, nell'esempio di figura 8, un ulteriore meccanismo di trascinamento 25, solidale con una stringa di perforazione 40 in prossimità dello scalpello di perforazione 42. In questo caso il meccanismo di trascinamento 25, sostanzialmente una coppia di braccia che si estende radialmente dalla stringa con rotelle estremali per impegnarsi nel piano del carrello 21 disposto verticale, opera per spingere verso il basso. Questa terza forma di implementazione del processo di posa è definita come “posa risvoltata”

L'apparato tubolare 10 secondo l'invenzione può essere utilizzato per diverse applicazioni nel settore dell'estrazione degli idrocarburi, per esempio per la realizzazione di “tubing” ossia tubi di produzione per il trasporto dalla zona produttiva alla testa del pozzo, “sistemi di workover” ossia sistemi di riparazione di tubi danneggiati, “casing”, o rivestimento tubolare, ossia l'armatura che isola il pozzo e gli impedisce di collassare, sistemi di tubazioni coiled e di liner per operazioni in pozzo o trasporto di fluidi di processo.

Una prima applicazione può prevedere di usare l'apparato tubolare 10 per la realizzazione di un tubing, o tubazione di produzione. In tale

applicazione, preferibilmente l'apparato tubolare 10, in assenza di fluido 20 nell'intercapedine 14, essendo flessibile, viene schiacciato fino a raggiungere una forma di nastro, per permettere di trasportarlo più agevolmente avvolto in bobina sul luogo di posa.

L'apparato tubolare 10 per l'applicazione come tubing viene preferibilmente calato, nei pozzi di perforazione, secondo il procedimento di posa semplice o di posa parallela precedentemente descritti. Il peso 30 utilizzato nella posa semplice può in questo caso essere il packer utilizzato per isolare il tubing dalla zona di produzione del pozzo. Una volta bloccato il packer al fondo del pozzo l'apparato tubolare 10 viene messo in tensione e si inizia ad iniettare il fluido 20 nell'intercapedine 14.

Un importante vantaggio del procedimento di posa parallela, come accennato, è rivestito dalla possibilità di ispezionare, a vista o con sistemi di controllo non distruttivo, l'integrità dell'apparato tubolare 10 durante la discesa in pozzo.

Il fluido 20 in questa applicazione può ad esempio essere una resina bicomponente selezionata in modo tale che il suo tempo di indurimento sia di molto superiore a quello necessario per la posa del sistema di tubing o una resina termo-indurente che viene attivata a posa avvenuta per esempio insufflando un getto di gas caldo all'interno del tubing.

Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, l'apparato tubolare 10, in particolare per l'applicazione come tubing, può comprendere due intercapedini concentriche, separate da una parete di tessuto impermeabile nelle quali vengono iniettati separatamente una resina ed il suo indurente. La parete di separazione è funzionalizzata in modo tale da consentire l'interscambio dei fluidi al superamento di una pressione stabilita o di una temperatura stabilita o ancora perché lo strato impermeabilizzante è solubile a uno dei due fluidi.

Per quanto riguarda la quantità di resina e velocità di iniezione, a titolo di esempio, considerando una tubazione con un volume del condotto 19 di diametro interno di 3" 1/2 (8,89 cm) e spessore della parete 11 di 14 mm, il volume di resina da iniettare è pari a circa 1,5 m³/km. Considerando una velocità di avanzamento del liquido pari a 0,5 m/s in modo da garantire una buona bagnatura delle fibre e delle perdite di carico basse, si ottiene una portata pari a 0,4 litri/s, ottenibile facilmente con pompe a pistone per alte pressioni normalmente utilizzate nel settore oil&gas. In tali condizione un chilometro di tubazione 10 viene riempito in circa 35 minuti.

Per tale applicazione di tubing di produzione viene ad esempio impiegato una parete esterna 13 di spessore di 2 mm, una parete interna 12 di spessore di 2 mm, e un'intercapedine di 10mm.

A titolo di esempio per la realizzazione del tubing di produzione può venire impiegata resina epossidica a bassa viscosità e indurente aminico, che presenta eccellente resistenza meccanica e alla temperatura, resistenza chimica a idrocarburi e H₂S. Le caratteristiche di tale resina comprendono viscosità resina a 25° 800-1000 cps; viscosità indurente a 25° 180-300 cps; densità resina (non caricata) 0.92-0.94 g/cm³; densità indurente 0.94-0.96 g/cm³; rapporto in peso resina/indurente 2/1; tempo di gelificazione a 25° 180-220 minuti.

L'applicazione dell'apparato tubolare 10 nei tubing di produzione permette la riduzione dei tempi di completamento, una minore dilatazione termica, un peso fino a 3 volte inferiore rispetto a un tubing tradizionale.

Nell'applicazione dell'apparato tubolare 10 come tubing di produzione è possibile includere nella parete 11 dell'apparato tubolare 10 cavi per la trasmissione di potenza elettrica e/o fasci laser e/o segnali ottici e/o elettrici.

In una seconda applicazione è previsto di impiegare l'apparato tubolare 10 come sistema di workover per la riparazione di condotti danneggiati.

Per tale applicazione ad esempio un tratto di apparato tubolare 10 della lunghezza di alcuni metri viene collocato in corrispondenza di una falla per esempio attraverso il processo di posa semplice o di posa risvoltata e viene irrigidito iniettando un fluido 20 nell'intercapedine 14.

La tenuta del sistema di workover è garantita ad esempio dal fatto che la pressione del fluido 20 iniettato nell'intercapedine 14, superiore a quella interna alla condotta da riparare, spinge la parete esterna 13 ad adattarsi alla superficie interna della condotta da riparare ed il ricoprimento polimerico 16 della parete 13 assolve quindi alla funzione di guarnizione.

Una forma realizzativa alternativa dell'apparato tubolare 10 come sistema di workover prevede di impiegare il tubo in cui la parete 11 prevede due intercapedini concentriche separate da una parete di tessuto impermeabile. L'intercapedine più esterna contiene un fluido, per esempio una resina epossidica bi-componente, adatto al ripristino della falla, nell'intercapedine più interna viene iniettato il fluido 20. La parete esterna 13 viene funzionalizzata per permettere il passaggio del fluido contenuto nell'intercapedine più esterna quando viene superato un differenziale di

pressione stabilito. Il tubo viene quindi collocato in corrispondenza della falla, il fluido 20 viene iniettato nell'intercapedine più interna ad una pressione tale da implicare la fuoriuscita del fluido di ripristino in prossimità della falla.

In una terza applicazione è previsto di impiegare l'apparato tubolare 10 come casing.

Per tale applicazione l'apparato tubolare 10 viene posato con procedimento di posa risvoltata vincolando l'estremità dell'apparato tubolare 10 per esempio a testa del pozzo. Il carrello anulare 21 inserito nel risvolto 27 per agevolare la discesa dell'apparato tubolare 10 può essere spinto dal dispositivo di trascinamento 25 solidale con la stringa di perforazione 40 in prossimità dello scalpello di perforazione 42. Mentre è in corso la perforazione, l'azione combinata del dispositivo di posizionamento 21 e di trascinamento 25 permette al risvolto 27 di avanzare verso il basso seguendo il foro del pozzo 100. In questa fase l'apparato tubolare 10 per casing risulta essere flessibile e non è soggetto a forti attriti in quanto le superfici in movimento relativo sono quelle affacciate nel risvolto 27, facilmente lubrificabili con gli stessi composti lubrificanti contenuti nel fango di perforazione.

In un applicazione dell'apparato tubolare 10 come casing, al meccanismo di posizionamento 21 è agganciato, ad esempio tramite catena metallica un tubino di riempimento flessibile con cui viene trasportato il fluido che andrà a riempire l'intercapedine 14 una volta che l'apparato tubolare 10 che realizza il casing è posizionato.

In cima a tale tubino di riempimento, viene installato un utensile di iniezione che ha il compito di perforare la parete interna dell'apparato tubolare 10 ed iniettare il riempitivo nell'intercapedine 14.

Nel momento in cui la perforazione si ferma, per esempio per aggiungere un'altra lunghezza di aste di perforazione, l'utensile di iniezione perfora la parete interna 12 dell'apparato tubolare 10 e riempie la sezione compresa tra la precedente operazione di iniezione e il risvolto 27 con il fluido 20 di riempimento.

Aggiustando opportunamente i tempi di consolidamento del fluido 20 si può ottenere l'irrigidimento del tubo in un tempo inferiore a quello di aggiunta delle nuove sezioni di asta di perforazione.

A questo punto la perforazione può procedere per la sezione successiva.

In caso di necessità l'utensile di iniezione per il riempimento dell'intercapedine 14 potrebbe perforare tutte e due le pareti dell'apparato

tubolare 10 per iniettare materiale tra l'apparato tubolare 10 e le pareti del pozzo, allo scopo di consolidarle.

In una ulteriore applicazione dell'apparato tubolare 10 come casing il fluido 20 può essere iniettato nell'intercapedine 14 all'estremità dell'apparato tubolare 10 vincolata alla testa del pozzo 36.

La posa può avvenire, sfruttando la flessibilità del casing vuoto, in continuo e seguendo la trivella, ossia la testa di perforazione, ad una distanza di pochi metri.

L'applicazione come casing dell'apparato tubolare 10 permette una riduzione dei tempi di perforazione, perché si trivella a diametro costante, nonché una riduzione dei tempi di completamento principalmente poiché consente di armare il pozzo durante la sosta per l'aggiunta di una lunghezza di perforazione alle aste di perforazione. Inoltre aumenta la sicurezza, in quanto fornisce la possibilità di seguire la testa di perforazione a pochi metri di distanza.

A titolo di esempio, il procedimento può prevedere la calata per tratti di diametro costante lungo tutta la profondità del pozzo pari ad es. a 9" 5/8 (24,4 cm). Il completamento di un pozzo da 4000 m può avvenire in quattro passi:

- posa di 500 m di casing in acciaio da 9" 5/8
- posa di 500 m di apparato tubolare 10
- posa di 1000 m di apparato tubolare 10
- posa di 2000 m di apparato tubolare 10

Le operazioni di perforazione devono essere interrotte per calare il completamento solo quattro volte. Durante la perforazione il casing viene irrigidito a tratti di 27 m durante l'aggiunta delle aste di perforazione.

In un ulteriore variante del procedimento l'apparato tubolare 10 può essere prodotto in tempo reale con una doppia giostra per tessitura e due dispositivi a corone per impregnazione ad alta temperatura.

Per garantire la continuità della fabbricazione senza interferire con la perforazione le apparecchiature dovranno essere posizionate al di sotto del piano di perforazione per esempio nella piscina di perforazione.

Secondo una variante, le sezioni iniziali e finali dei tratti di tubo 10 hanno la possibilità di espandersi maggiormente per poter aderire alle zone di giunzione dei tratti precedenti e successivi.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a

quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

La sezione del tubo è preferibilmente costante in forma ed area, ma possono essere previste almeno variazioni locali della sezione, ad esempio per permettere giunzioni.

La parete del tubo è sostanzialmente una calza continua realizzata in tessuto o intreccio di fibre, anche se possono essere considerate ricomprese nell'idea inventiva anche pareti in tessuto includenti elementi o brevi tratti in materiale diverso dal tessuto che non modifichino però la struttura di tubo flessibile includente almeno un'intercapedine sviluppantesi in direzione assiale. La parete tubolare realizza preferibilmente un'intera superficie cilindrica, ma allo stesso modo potrà essere possibile che segmenti d'arco del perimetro possano essere realizzati in modo differente, e allo stesso modo l'intercapedine o le intercapedini possono non essere estese lungo tutto il perimetro della parete.

L'intercapedine o le intercapedini si sviluppano preferibilmente per l'intera lunghezza assiale del tubo, o per il tratto di lunghezza assiale del tubo che è necessario irrigidire tramite l'iniezione del fluido. Tale lunghezza assiale può essere eventualmente considerata a meno di tratti iniziali o terminali, ad esempio tratti predisposti per l'applicazione di flange, e sostanzialmente, l'intercapedine si sviluppa nei tratti di tubo in cui tale tubo deve essere reso un'installazione permanente.

La parete tubolare 11 realizza preferibilmente un'intera superficie cilindrica.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato tubolare per il completamento in continuo di pozzi per idrocarburi, di tipo comprendente una parete cilindrica flessibile (11; 11') definente al suo interno un condotto cavo (19), adatto a essere avvolto, in particolare in una bobina, e posato per l'impiego nella fase di completamento di una perforazione, caratterizzato dal fatto che detta parete cilindrica (11; 11') comprende un tessuto (12, 13, 15; 12', 13', 15') comprendente al suo interno almeno un'intercapedine (14; 14') che si sviluppa lungo la direzione assiale di detta parete cilindrica (11, 11'), detto tessuto (12, 13, 15; 12', 13', 15') comprendendo mezzi adatti a operare in trazione (15; 15') quando all'interno di detta almeno un'intercapedine (14; 14') è presente un fluido (20) in pressione iniettato per irrigidire l'apparato tubolare (10; 10').

2. Apparato tubolare secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il tessuto di detta parete cilindrica (11; 11') definisce tramite il rispettivo intreccio di fibre una struttura tridimensionale comprendente una parete esterna (12; 12'), una parete interna (13; 13'), detta almeno un intercapedine (14; 14') e detti mezzi adatti a operare in trazione (15; 15').

3. Apparato tubolare secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detta parete cilindrica (11) comprende una prima parete (12) interna e una seconda parete esterna (13) di tessuto parallele e detti mezzi per operare in trazione (15) comprendono fili di interconnessione che collegano detta prima parete interna (12) a detta seconda parete esterna (13).

4. Apparato tubolare secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto primo strato interno (12) e detto secondo strato esterno (13) sono strati di tessuto comprendenti ordito e trama e detti fili di interconnessione (15) sono fili di trama o rispettivamente di ordito.

5. Apparato tubolare secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detta parete cilindrica (11') ha una struttura tridimensionale comprendente una pluralità di celle che si sviluppano in direzione assiale e individuano dette una o più intercapedini (14'), delle pareti di dette celle operando come detti mezzi adatti a operare in trazione (15'), detta struttura essendo in particolare una struttura a nido d'ape.

6. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta parete (11, 11') comprende un materiale impermeabilizzante, in particolare un materiale polimerico.

7. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto tessuto (12, 13, 15, 12', 13', 15') della parete cilindrica (11, 11') comprende fibre aramidiche o fibre di carbonio.

8. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta almeno un'intercapedine (14; 14') è riempita di detto fluido (20) iniettato in pressione, detto fluido (20) essendo in particolare una resina o un cemento o altro materiale suscettibile di solidificare.

9. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende una pluralità di intercapedini (14, 14') concentriche, in particolare due intercapedini concentriche riempite rispettivamente di una resina e del suo indurente e separate da una parete funzionalizzata in modo tale da consentire l'interscambio dei fluidi.

10. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta parete (11, 11') comprende cavi per la trasmissione di potenza elettrica e/o fasci laser e/o segnali ottici e/o elettrici.

11. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è compreso in un sistema di tubing di produzione.

12. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è compreso in un sistema di work over per la riparazione di condotti danneggiati.

13. Apparato tubolare secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è compreso in un casing o rivestimento tubolare di un pozzo di perforazione.

14. Procedimento di posa di un apparato tubolare flessibile in una fase di completamento in continuo di pozzi per idrocarburi, caratterizzato dal fatto di calare in detto pozzo (100) un apparato tubolare (10; 10') secondo una delle rivendicazioni da 1 a 13.

15. Procedimento di posa secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto di calare in detto pozzo detto apparato tubolare (10; 10'), successivamente a detta operazione di calare iniettare un fluido (20) suscettibile di solidificare in detta almeno una intercapedine (14; 14').

16. Procedimento di posa secondo la rivendicazione 14 o 15, caratterizzato dal fatto che comprende calare detto apparato tubolare (10; 10') agganciato a un peso (30).

17. Procedimento di posa secondo la rivendicazione 14 o 15, caratterizzato dal fatto che comprende rivoltare verso l'esterno l'estremità libera dell'apparato tubolare (10; 10') ed assicurarla in nel punto di inizio della posa (36) per ottenere un risvolto (27), in particolare calando detto apparato tubolare (10; 10') sotto l'effetto del suo peso o di dispositivi di trascinamento (25).

CLAIMS

1. Tubular apparatus for the continuous completion of hydrocarbon wells, of the type including a cylindrical flexible wall (11; 11') defining inside a hollow conduit (19), suitable to be wound, in particular in a coil, and laid for use in the phase of completion of a borehole, characterized in that said cylindrical wall (11; 11') includes a fabric (12, 13, 15; 12', 13', 15') comprising inside at least one cavity (14; 14') developing along the axial direction of said cylindrical wall (11, 11'), said fabric (12, 13, 15; 12', 13', 15') comprising means able to operate a traction (15; 15') when inside said at least one cavity (14; 14') is present a fluid (20) under pressure, injected to make rigid the tubular apparatus (10; 10').

2. Tubular apparatus according to claim 1, characterized in that the fabric of the cylindric wall (11; 11') defines by the respective fiber weaving a three-dimensional structure comprising an external wall (12; 12'), an internal wall (13; 13'), said at least one cavity (14; 14') and said means able to operate a traction (15; 15').

3. Tubular apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that said cylindrical wall (11) comprises a first internal wall (12) and a second external wall (13) of fabric which are parallel and said means to operate a traction (15) comprise interconnecting threads connecting said first internal wall (12) to said second external wall (13).

4. Tubular apparatus according to claim 3, characterized in that said first internal wall (12) and

said second external wall (13) are layer of fabric including warp and weft and said interconnecting threads are (15) are warp or respectively weft threads.

5. Tubular apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that said cylindrical wall (11') has a three-dimensional structure comprising a plurality of cells developing in axial direction and defining said one or more cavities (14'), walls of said cells operating as means able to operate a traction (15'), said structure being in particular a honeycomb structure.

6. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that said wall (11, 11') include a waterproof material, in particular a polymeric material.

7. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that said fabric (12, 13, 15, 12', 13', 15') of the cylindrical wall (11, 11') comprises aramid fibers or carbon fibers.

8. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that said at least a cavity (14; 14') is filled with said fluid (20) injected under pressure, said fluid (20) being in particular a resin or cement or other material subject to solidification.

9. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that comprises a plurality of concentric cavities (14, 14'), in particular two concentric cavities filled respectively with a resin and with its curing agent and separated by a functionalized wall so that interexchange of fluids is allowed.

10. Tubular apparatus according to any of the

preceding claims, characterized in that said wall (11, 11') includes cables for transmitting electrical power and/or laser beams and/or optical signals and/or electrical signals.

11. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that it is included in a production tubing system.

12. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that it is included in in a work over system for repairing damaged conduits.

13. Tubular apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that it is included in a casing of a wellbore.

14. Method for laying a flexible tubular apparatus in a phase of continuous completion of hydrocarbon wells, characterized by lowering in said well (100) a tubular apparatus (10; 10') according to any of claims 1 to 13.

15. Laying method according to claim 14, characterized by lowering in said wellbore said tubular apparatus (10; 10'), subsequently to said lowering operation injecting a fluid (20) subject to solidification in said at least one cavity(14; 14').

16. Laying method according to claim 14 or 15, characterized in that includes lowering said tubular apparatus(10; 10') fastened to a weight (30).

17. Laying method according to claim 14 or 15, characterized in that includes making a turnup toward the exterior with the free end of the tubular apparatus (10; 10') and secure it in a laying starting point (36) to

obtain a cuff (27), in particular lowering said tubular apparatus (10; 10') under the action of its own weight or of dragging devices (25).

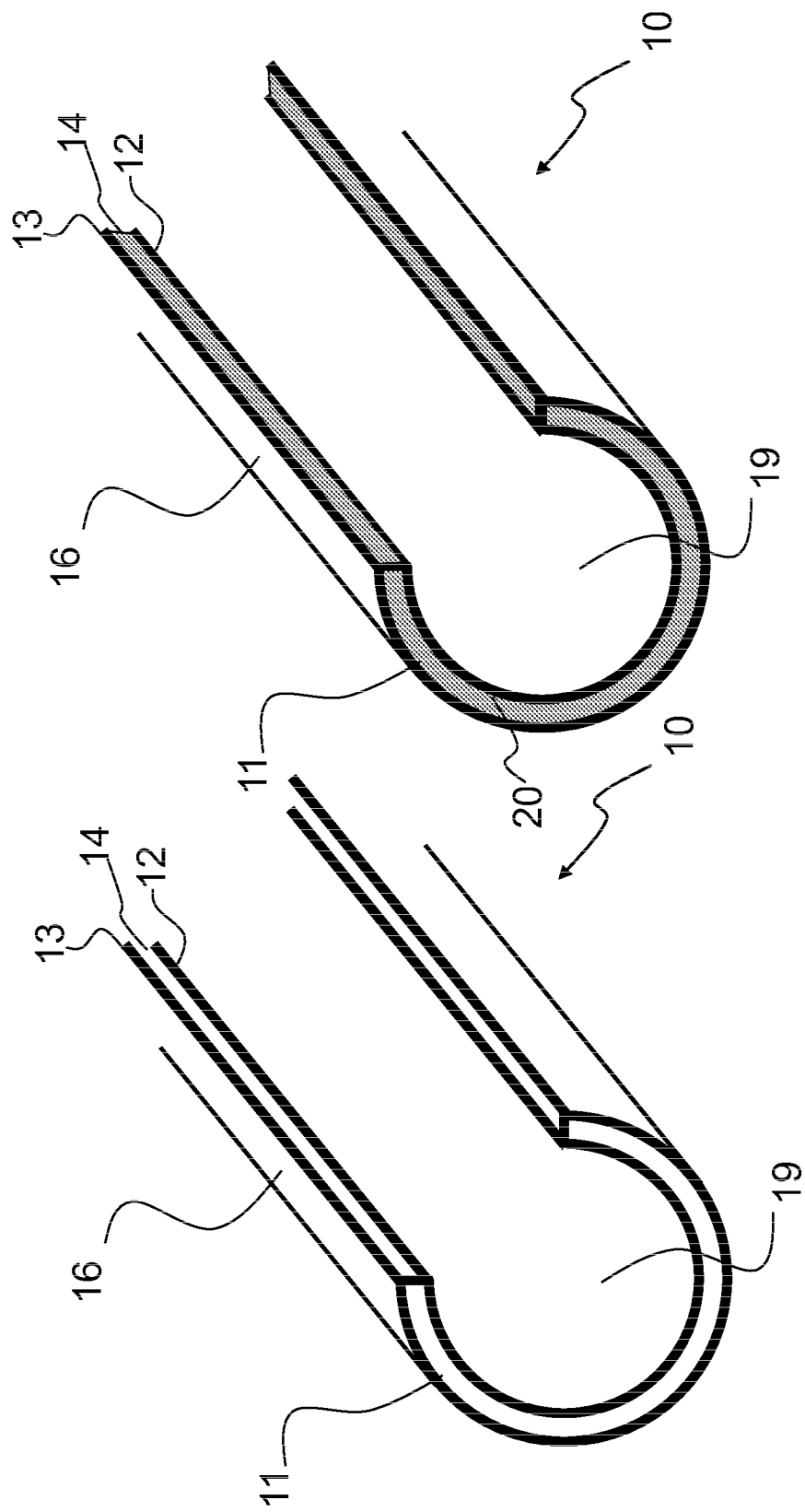
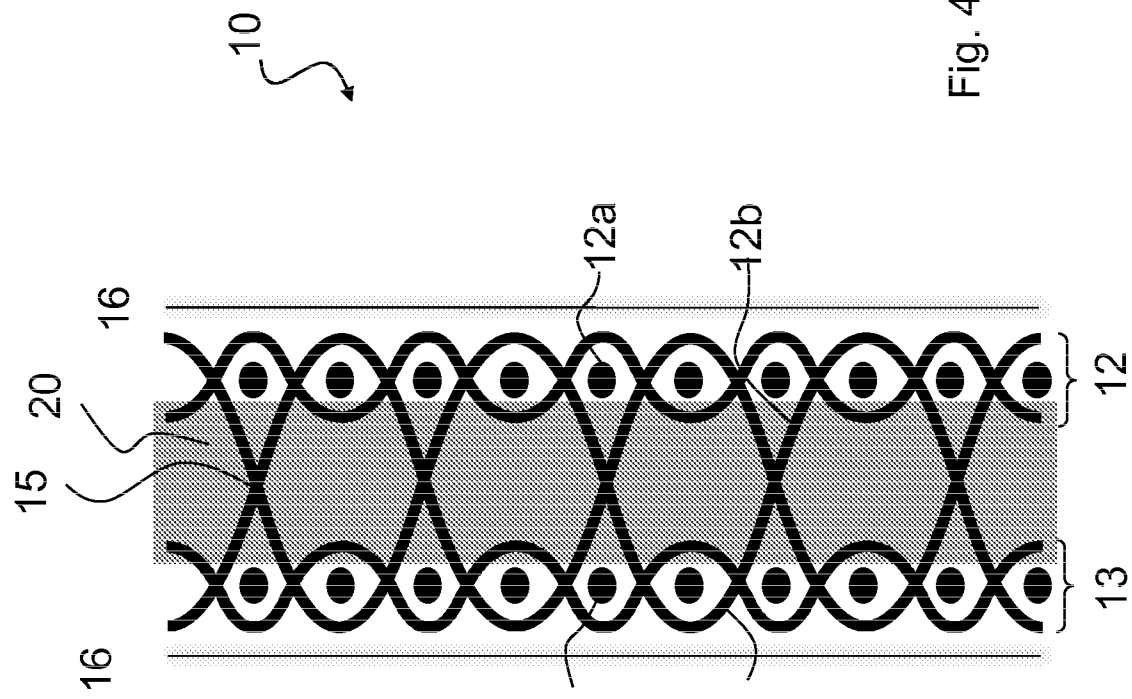
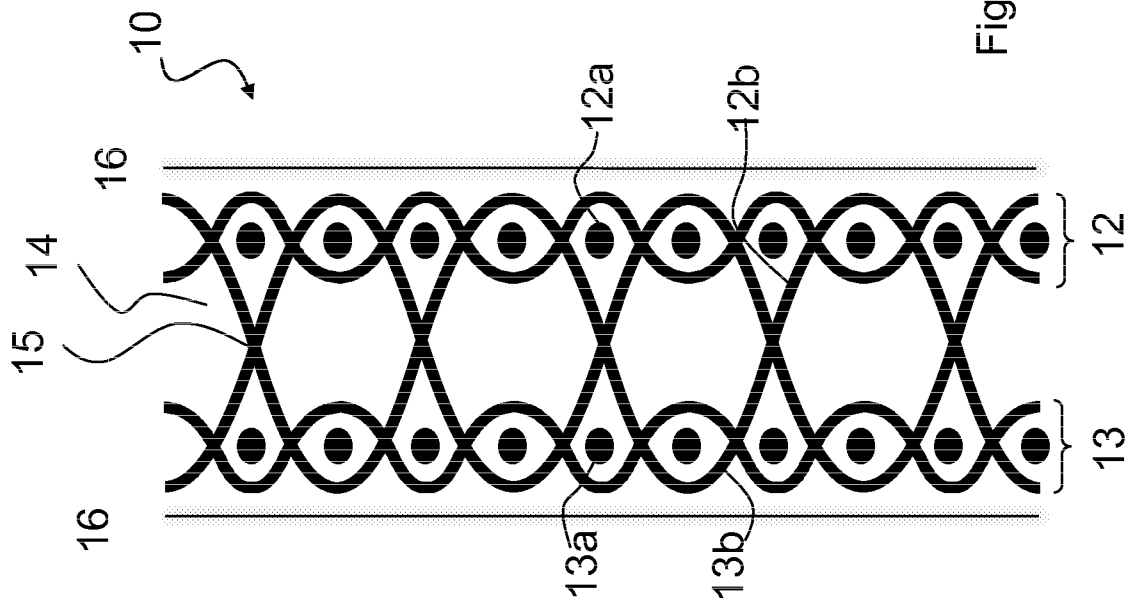


Fig. 1

Fig. 3



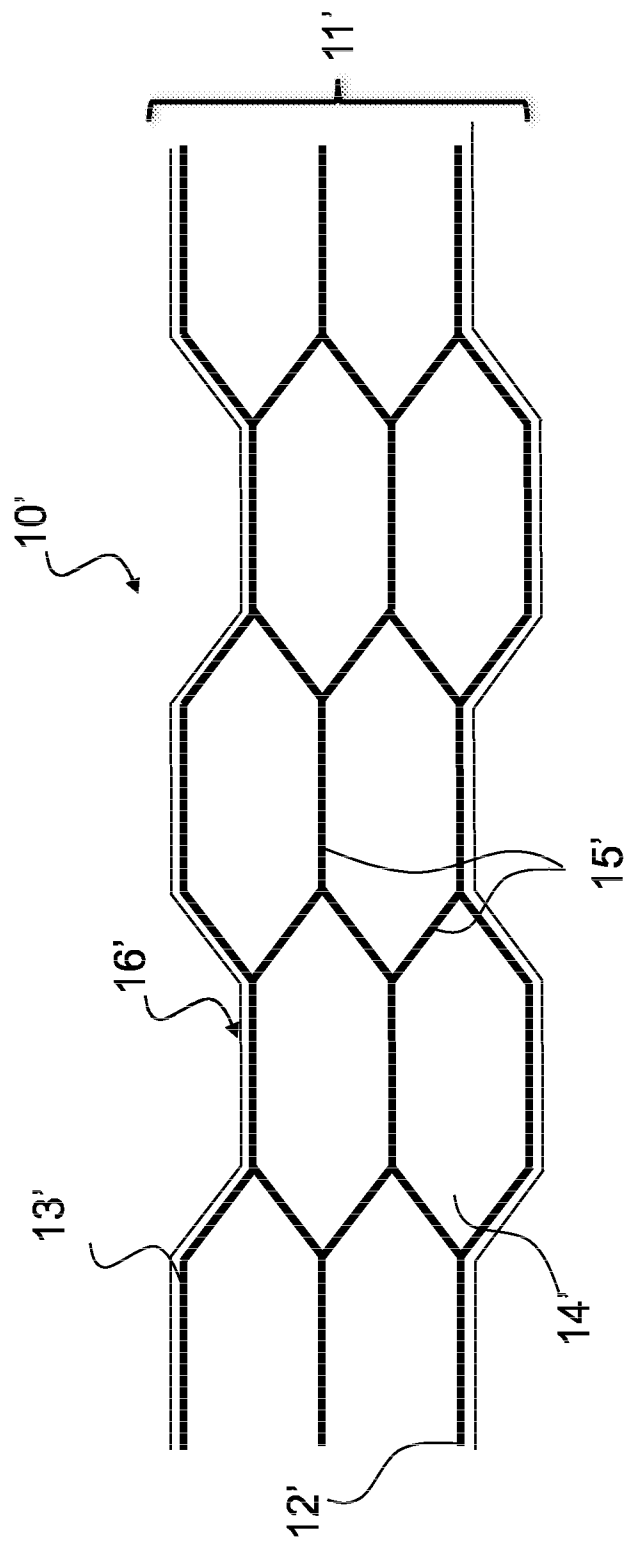


Fig. 5

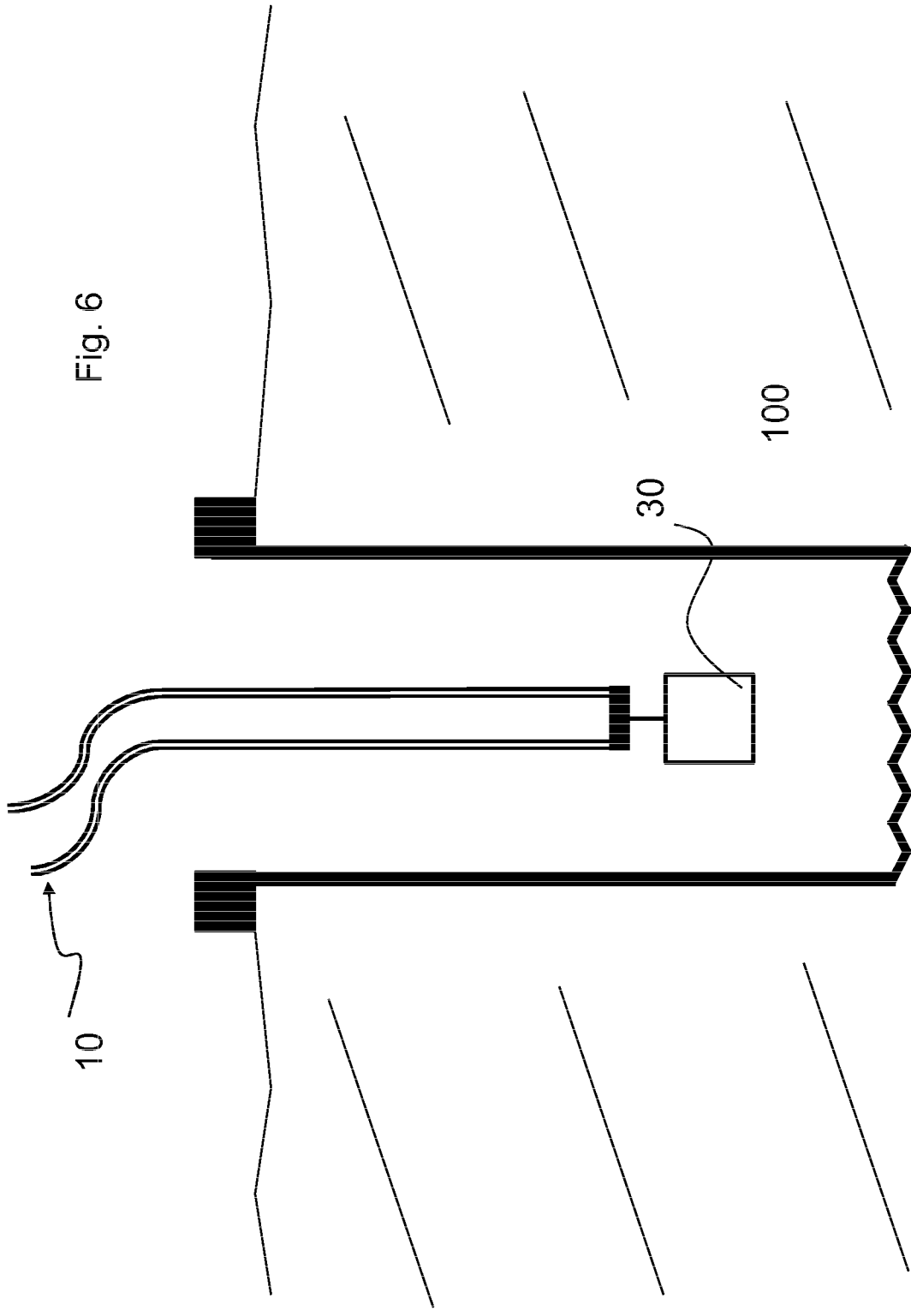


Fig. 6

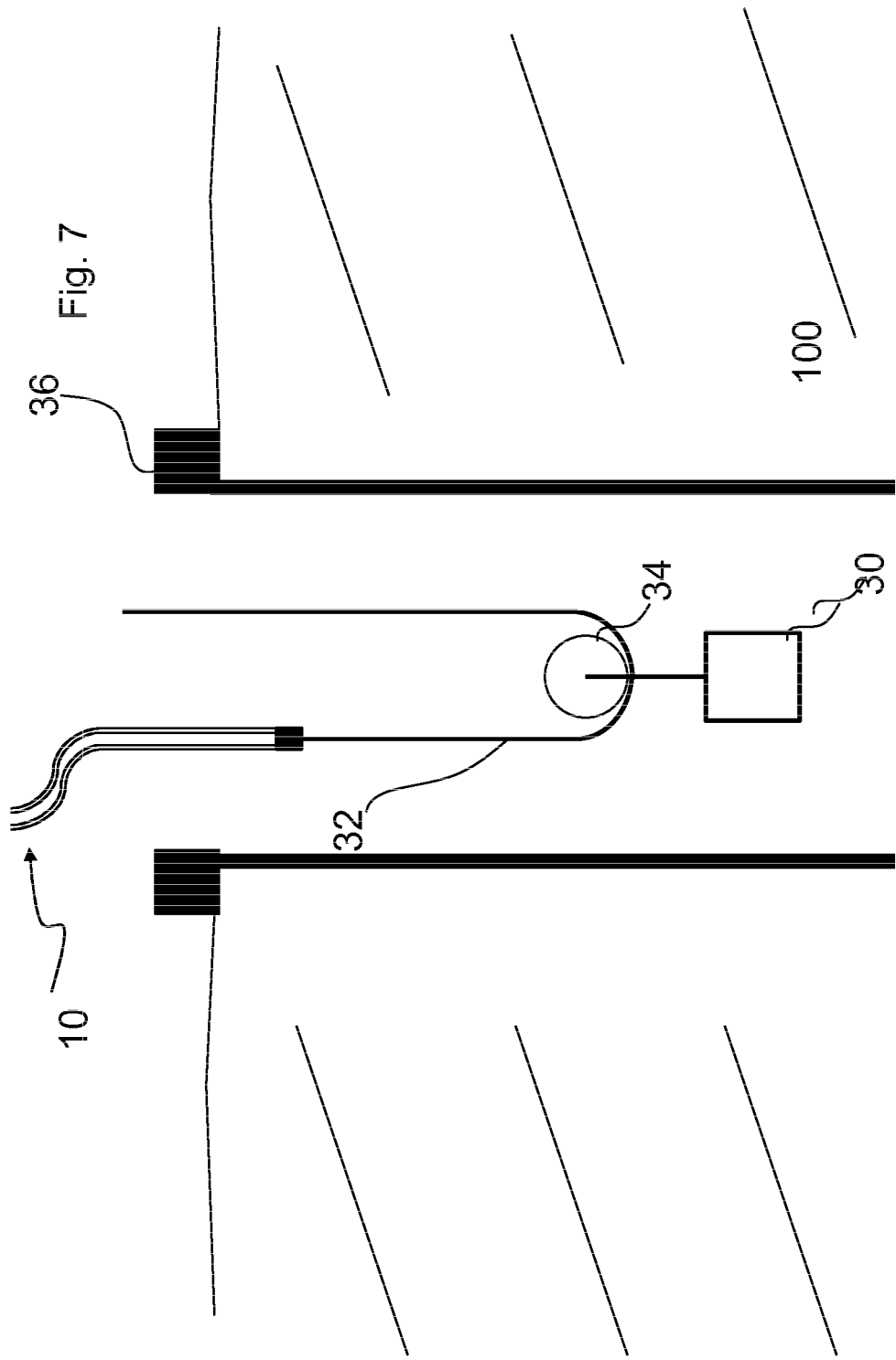


Fig. 7

Fig. 8

