



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900879442
Data Deposito	05/10/2000
Data Pubblicazione	05/04/2002

Priorità	413,301
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	B		

Titolo

UTENSILE DA PERFORAZIONE ROTATIVO A LAME DENTATE CON CARATTERISTICHE IDRAULICHE E DI STABILIZZAZIONE PERFEZIONATE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Utensile da perforazione rotativo a lame dentate con
caratteristiche idrauliche e di stabilizzazione per-
fezionate"

di: BAKER HUGHES INCORPORATED, nazionalità statuni-
tense, 3900 Essex Lane, Houston, Texas 77027 (STATI
UNITI D'AMERICA)

Inventore designato: SINOR, Allen L.

Depositata il: 4 OTT. 2000 TO 2000A 00092 5
* * * *

DESCRIZIONE

CAMPO TECNICO

La presente invenzione si riferisce alla trivel-
lazione rotativa di formazioni sotterranee e, più in
particolare, ad una punta da perforazione rotativa
che presenta caratteristiche particolarmente vantag-
giose per la trivellazione di schisti a trivellazione
lenta nonché per la trivellazione ad elevata velocità
di penetrazione.

SFONDO

Apparecchiature utilizzate in operazioni di
trivellazione sotterranee sono ben note nella tecnica
e comprendono in generale una punta da perforazione
rotativa fissata ad una batteria di perforazione,
comprendente un tubo di perforazione e collari di

perforazione. Una tavola rotativa o altro dispositivo, come un gruppo di comando in superficie, è utilizzato per far ruotare la batteria di perforazione da un impianto di perforazione, producendo una rotazione corrispondente della punta da perforazione all'estremità libera della batteria. Motori in foro azionati a fluido sono anche comunemente utilizzati, generalmente in combinazione con una batteria di perforazione rotativa, ma in alcuni casi come unica sorgente di moto di rotazione per la punta. La batteria di perforazione ha tipicamente un foro interno che si estende da, ed in comunicazione di fluido tra l'impianto di perforazione in superficie e l'esterno della punta da perforazione. La batteria ha un diametro esterno inferiore al diametro del foro di pozzo praticato, formando una corona anulare tra la batteria di perforazione e la parete del foro di pozzo per il ritorno di fluido di perforazione e detriti della formazione trascinati in superficie.

Una punta da perforazione rotativa esemplificativa comprende un corpo della punta fissato ad un codolo di acciaio avente una connessione a perno filettato per il fissaggio del corpo della punta alla batteria di perforazione, ed un corpo o corona comprendente la parte della punta provvista sulla sua

superficie esterna di strutture di taglio per tagliare una formazione di terreno. In generale, se la punta è una punta a taglienti fissi o cosiddetta "a lame dentate", la struttura di taglio comprende una molteplicità di elementi di taglio comprendenti superfici di taglio formate in un materiale superabrasivo, come diamante policristallino, ed orientate sulla faccia della punta generalmente nella direzione di rotazione della punta. Il corpo di una punta a lame dentate è generalmente realizzato in acciaio lavorato alla macchina o in una matrice di fusione di materiale duro in particelle, come carburo di tungsteno, in un legante (normalmente) di una lega di rame.

Nel caso di punte con corpo di acciaio, il corpo della punta è normalmente lavorato alla macchina, tipicamente utilizzando una macchina utensile a cinque assi controllata a calcolatore, da una barra di sezione circolare alla forma desiderata, compresi passaggi e percorsi d'acqua interni per l'alimentazione di fluido di perforazione alla faccia della punta, nonché sedi o cavità per elementi di taglio e creste, superfici in rilievo, deviazioni di ugello, scanalature di scarico ed altre caratteristiche topografiche esterne. Un riporto duro è applicato alla

faccia della punta e ad altre aree critiche della superficie esterna della punta, ed elementi di taglio sono fissati alla faccia della punta, generalmente mediante inserimento delle estremità prossimali di perni su cui gli elementi di taglio sono montati entro aperture (cavità) praticate nella faccia della punta o, se si utilizzano elementi di taglio cilindrici, mediante inserimento dei substrati in sedi praticate nella faccia della punta. L'estremità del corpo della punta opposta alla faccia è allora filettata, approntata e saldata al codolo della punta.

Il corpo di una punta a lame dentate del tipo a matrice è colato in uno stampo configurato internamente in modo da definire molte delle caratteristiche topografiche sulla superficie esterna della punta, con preforme addizionali inserite nello stampo che definiscono il resto di tali caratteristiche nonché caratteristiche interne, come percorsi e passaggi di acqua. Una polvere di carburo di tungsteno e a volte altri metalli per aumentare la tenacità e la resistenza all'impatto sono inseriti nello stampo sotto un legante in grado di liquefarsi in forma di pastiglie. Il gruppo di stampo, comprendente uno sbizzato di acciaio della punta avente una prima estremità inserita nella polvere di carburo di tungsteno, è

inserito in un forno per liquefare il legante e formare la matrice del corpo con lo sbozzato di acciaio della punta fissato integralmente al corpo. Lo sbozzato è successivamente fissato al codolo della punta per saldatura. Elementi di taglio superabrasivi, denominati anche nella presente "elementi fresanti", possono essere fissati alla faccia della punta durante l'operazione di cottura in forno se gli elementi sono del cosiddetto tipo "termicamente stabile", oppure possono essere brasati attraverso i loro substrati di supporto (normalmente WC cementato) alla faccia della punta, o a preforme di WC cotte in forno nella faccia della punta durante infiltrazione. Tali elementi di taglio superabrasivi comprendono sinterizzati di diamante policristallino ("polycrystalline diamond compacts" - PDC), sinterizzati di diamante policristallino termicamente stabili (denominati generalmente "TSP" per "thermally stable products" - prodotti termicamente stabili), diamanti naturali e, in minor misura, sinterizzati di nitruro di boro cubico.

Durante una tipica operazione di trivellazione che fa uso di tale punta rotativa, un fluido di perforazione è pompato dalla superficie attraverso il foro interno della batteria di perforazione fino alla

punta (tranne in una configurazione di trivellazione a flusso inverso, simile a quella descritta nel Brevetto statunitense n. 4.368.787, in cui il fluido di perforazione passa verso il basso lungo la corona anulare e verso l'alto all'interno della batteria di perforazione). In punte tradizionali, il fluido di perforazione esce dalla punta da perforazione attraverso una zampa d'oca o uno o più ugelli disposti in corrispondenza della, o vicino alla faccia della punta allo scopo di allontanare detriti della formazione (ossia trucioli di materiale rimosso dalla formazione dagli elementi di taglio della punta da perforazione) e raffreddare gli elementi di taglio, che si riscaldano per attrito durante il taglio. Entrambe queste funzioni sono estremamente importanti affinché la punta da perforazione tagli in modo efficiente la formazione per un intervallo di trivellazione commercialmente valido. In altre parole, a causa del peso sulla punta ("weight on bit" - WOB) applicato dalla batteria di perforazione necessario per ottenere una velocità di penetrazione ("rate of penetration" - ROP) desiderata e del calore di attrito generato sugli elementi fresanti a causa del WOB e della rotazione della punta, senza fluido di perforazione o qualche altro mezzo di raffreddamento della

punta, materiali che costituiscono la punta da perforazione ed in particolare gli elementi di taglio fissati alla faccia della punta si degraderebbero strutturalmente spezzandosi prematuramente. Inoltre, anche se fosse possibile raffreddare la punta senza fluido di perforazione ma non si utilizzasse nessun mezzo per allontanare i detriti dalla faccia della punta, gli elementi di taglio (e la punta) semplicemente si impasterebbero con materiale tagliato dalla formazione e non sarebbero in grado di impegnarsi in modo efficace penetrando ulteriormente nella formazione per far progredire il foro di pozzo.

La necessità di allontanare in modo efficiente detriti dalla punta durante la perforazione è stata riconosciuta dalla tecnica da lungo tempo. Scanalature di scarico formate sulla superficie esterna del corpo della punta in posizione adiacente al calibro della punta formano canali per il flusso di fluido di perforazione dalla faccia della punta da perforazione oltre il calibro e verso la corona anulare soprastante, tra la batteria di perforazione e la parete laterale del foro di pozzo, generalmente denominata corona anulare del foro di pozzo. La pressione del fluido di perforazione alimentato agli elementi di taglio attraverso gli ugelli o altre luci o aperture deve

essere sufficiente per vincere la prevalenza idrostatica in corrispondenza della punta da perforazione, e la velocità di flusso deve essere sufficiente per portare in superficie il fluido di perforazione con i detriti trascinati attraverso la corona anulare del foro di pozzo.

In una punta da perforazione rotativa tradizionale a lame, possono esservi una molteplicità di ugelli, ciascuno dei quali è associato con una o più lame, e gli ugelli dirigono fluido di perforazione per raffreddare e pulire elementi di taglio sulle lame. Può anche esservi una molteplicità di scanalature di scarico, posizionate tra le lame ed estendendosi lungo il calibro della punta, per favorire il flusso di fluido di perforazione lungo ciascuna lama attraverso la rispettiva scanalatura di scarico ad essa associata. Tuttavia, poiché la posizione e l'orientamento angolare di ciascun ugello sono normalmente differenti rispetto all'asse della punta, e le portate in volume degli ugelli possono variare a causa dell'idraulica dei passaggi interni nella punta che alimentano il fluido di perforazione agli ugelli, il valore e l'orientamento dell'energia del flusso di fluido di perforazione varieranno tra una scanalatura di scarico e la successiva. Di conseguenza, poiché

una energia di flusso relativamente maggiore genera una zona o area adiacente a pressione idraulica relativamente inferiore in modo simile ad un venturi, il fluido di perforazione che esce da un ugello particolare che scorrerà idealmente sugli elementi di taglio desiderati di una lama particolare innalzandosi attraverso la scanalatura di scarico associata può in realtà essere trascinato o attirato verso il basso ed anche lateralmente (circonferenzialmente) sulla superficie esterna della lama in una zona a bassa pressione creata da un getto di fluido di un'altra scanalatura di scarico. In effetti, alcune scanalature di scarico di punte tradizionali avranno un flusso positivo o verso l'alto di fango di perforazione, mentre altre avranno un flusso negativo o verso il basso risultante dalla sottrazione di una parte del flusso di fluido da parte della zona di flusso di una scanalatura di scarico adiacente e dalla distruzione della configurazione di flusso vantaggiosa desiderata nella scanalatura di scarico da cui il fluido è sottratto. Inoltre, tipiche strutture di punta secondo la tecnica anteriore comprendono regioni stagnanti di flusso nelle e sopra le scanalature di scarico, normalmente in posizione adiacente, dietro e sopra le lame in cui non avviene un flusso apprezzabile di fluido di per-

forazione, né positivo né negativo. Queste aree di flusso stagnanti o di ristagno o "zone morte" possono essere il risultato di vortici impreveduti ed indesiderati che possono accentuare o anche iniziare un flusso negativo in alcune scanalature di scarico, oppure possono essere il risultato di un progetto scadente che non riconosce l'effetto della topografia della punta sul flusso di fluido adiacente. Se si verifica tale configurazione di flusso disturbata, i detriti generati durante l'operazione di trivellazione che scorrerebbero normalmente verso l'alto attraverso la corona anulare possono circolare da una scanalatura di scarico a flusso positivo ad una scanalatura di scarico a flusso negativo, oppure possono aggregarsi in posizione adiacente o sopra una lama, ed il risultato in ogni caso, in particolare a basse portate, è una impastatura della punta con l'aumento della massa di detriti. In altre parole, questi detriti che ricircolano o che rimangono stazionari sono di ostacolo per l'efficienza di taglio degli elementi fresanti ostacolando l'accesso alla formazione da parte degli elementi di taglio. Inoltre, un flusso stagnante o ridotto di fluido di perforazione produce un raffreddamento meno efficace degli elementi di taglio nelle aree in cui il flusso è ridotto.

Una configurazione per favorire l'allontanamento di detriti da una punta era quella che prevedeva il posizionamento di ugelli nella faccia della punta da perforazione in modo che dirigano fluido di perforazione attraverso le facce degli elementi di taglio per staccare sostanzialmente per pelatura detriti dagli elementi di taglio, come descritto nel Brevetto statunitense n. 4.913.244 di Trujillo. Il Brevetto statunitense n. 4.794.994 di Deane ed altri descrive l'impatto sugli elementi di taglio di un flusso di fluido diretto all'indietro che rimbalza dalla formazione davanti agli elementi di taglio. Un'altra soluzione, per rimuovere detriti dagli elementi di taglio subito dopo il taglio dalla formazione mediante impatto su di essi di un getto di fluido diretto in avanti da dietro gli elementi di taglio, è descritta nel Brevetto statunitense n. 4.883.132 di Tibbitts. La struttura di tale invenzione è utilizzata nella serie di punte a lame dentate ChipMaster™ offerte dalla Hughes Christensen Company. Un'altra configurazione per dirigere un flusso di fluido sulla faccia della punta, che consiste nel restringere il flusso di fluido sulla faccia della punta e dirigere tale flusso attraverso l'uso di sbarramenti disposti a spirale, è descritta nel Brevetto statunitense n.

4.492.277 di Creighton. Ancora un'altra soluzione, consistente nello spazzare la formazione direttamente con fluido proveniente da ugelli sulla punta, è descritta nella Domanda di Brevetto europeo 0.225.082 di Fuller ed altri.

Nel tentativo di tagliare in modo più efficiente la formazione, sono stati escogitati percorsi di fluido di varie configurazioni, compresi quelli descritti nel Brevetto statunitense n. 4.887.677 di Warren ed altri, che descrive un diffusore ad allargamento progressivo che permette il flusso di fluido attraverso una stretta gola di un passaggio di fluido davanti all'elemento di taglio e fuori da un diffusore ad allargamento progressivo, producendo a quanto si afferma una pressione notevolmente ridotta davanti agli elementi di taglio. Il Brevetto statunitense n. 4.245.708 di Cholet ed altri descrive una scanalatura di scarico avente un ugello diretto verso l'alto disposto in una configurazione a venturi per aumentare il flusso di fluido di perforazione attraverso la scanalatura di scarico. Una configurazione simile è descritta nel Brevetto statunitense n. 4.540.055 di Drummond ed altri, sotto forma di un gruppo di perforazione ad aria, in cui ugelli rivolti verso l'alto sono disposti su un sottogruppo sopra una punta da

roccia tra, e parallelamente ad alette sull'esterno del sottogruppo.

E' stato anche riconosciuto nella tecnica, che la creazione di un vortice di flusso vicino agli elementi di taglio può essere vantaggiosa. Ad esempio, il Brevetto statunitense n. 4.733.735 di Barr ed altri descrive una punta da perforazione rotativa avente una regione di superficie esterna adiacente alla superficie anteriore di ciascuna lama e sagomata in modo da favorire un flusso vorticoso di fluido di perforazione attraverso gli elementi di taglio di questa lama ed una ricircolazione parziale del fluido di perforazione prima del suo passaggio dalla punta verso l'alto lungo la corona anulare. Analogamente, nel Brevetto statunitense n. 4.848.491 di Burr ridge ed altri, si riconosce che una punta può essere configurata in modo da formare un vortice per la ricircolazione di una porzione del fluido di perforazione diretto da un ugello in una scanalatura di scarico.

Uno dei procedimenti più elaborati ed una delle apparecchiature più elaborate per allontanare fango di perforazione, descritti nel Brevetto statunitense n. 4.744.426 di Reed, comprendono un motore in foro ed una "ventola" che attrae il fango di perforazione dalla posizione intorno alla punta da perforazione.

Tale dispositivo, tuttavia, è una struttura meccanica complessa ed aumenta il costo della batteria di perforazione. Il Brevetto statunitense n. 5.651.420 di Tibbitts ed altri, ceduto alla Cessionaria della presente invenzione ed incorporato nella presente tramite questo riferimento, descrive anche un certo numero di strutture mobili o dinamiche per punta da perforazione per favorire l'allontanamento di detriti e la pulitura della punta.

Il Brevetto statunitense n. 5.199.511 di Tibbitts descrive una configurazione di punta speciale in cui il percorso di flusso dall'interno della punta ad un'area sopra il calibro è disposto all'interno della corona della punta, ed i detriti che entrano in un'area di flusso interna dopo essere stati tagliati, sono allora spazzati verso l'alto dal fluido di perforazione.

Il Brevetto statunitense n. 5.284.215 di Tibbitts descrive una scanalatura di scarico allargata ed a sottosquadro per favorire il flusso di fluido, la quale struttura si estende verso l'alto entro l'area di codolo della punta sopra la corona.

Nessuno dei riferimenti precedentemente menzionati, tuttavia, fornisce una struttura ed un percorso di flusso tali da dirigere e favorire un flusso posi-

tivo indipendente di fluido di perforazione e detriti trascinati attraverso tutte le scanalature di scarico di una punta da perforazione, eliminando sostanzialmente un flusso incrociato ed una sottrazione tra scanalature di scarico e minimizzando zone morte o stagnanti di flusso in aree all'interno delle, e sopra le scanalature di scarico, le quali zone favoriscono l'aggregazione dei detriti e l'impastatura della punta. Così, sarebbe vantaggioso realizzare una punta da perforazione ed altre strutture relative alla perforazione con caratteristiche idrauliche migliorate in modo da ottenere tali vantaggi.

Una soluzione di questo tipo ai problemi precedentemente menzionati è proposta dal Brevetto statunitense n. 5.794.725 di Trujillo ed altri, ceduto alla Cessionaria della presente invenzione ed incorporato così nella presente tramite questo riferimento. Questo brevetto fornisce una funzionalità di ricircolazione in un certo numero di forme di attuazione differenti, e punte secondo il brevetto hanno avuto successo nella riduzione di questi problemi, benché la configurazione della punta, particolarmente in termini di ottimizzazione del suo progetto idraulico, sia abbastanza complessa.

Il fenomeno precedentemente menzionato di impa-

statura della punta è diventato un problema più serio negli ultimi anni con l'uso più diffuso di fluidi di perforazione a base di acqua. Sono stati utilizzati fluidi di perforazione tradizionali a base di olio con un certo successo per decenni per contribuire a mitigare il problema di impastatura della punta, ma il loro uso sta diventando più limitato a causa di considerazioni ambientali. Inoltre, fluidi a base di olio non impediscono sempre l'impastatura della punta. La progettazione di una punta per minimizzare l'impastatura è stata tentata spesso, nella tecnica anteriore, utilizzando un basso numero di lame relativamente alte che portano relativamente pochi elementi fresanti PDC relativamente grandi (ad esempio con un diametro di 19 mm o $\approx 0,75$ pollici), ed utilizzando scanalature di scarico relativamente profonde (misurate radialmente). Il basso numero di elementi fresanti e lame permette una miglior focalizzazione dell'energia idraulica, mentre le lame alte forniscono una maggiore spaziatura dalla formazione e quindi un maggiore volume spaziale tra la faccia della punta e la faccia della formazione, e le scanalature di scarico più profonde favoriscono l'allontanamento di detriti della formazione oltre il fianco della punta tra i pattini di calibro verso

l'alto entro la corona anulare del foro di pozzo. E' stato riconosciuto di recente, come descritto nella Domanda di Brevetto statunitense n. di serie 08/934.-031 di Trujillo ed altri, ceduta alla Cessionaria della presente invenzione e così incorporata nella presente tramite questo riferimento, che il bilanciamento sostanziale delle aree di ingresso delle scanalature di scarico e dei flussi idraulici con esse associati con i volumi di detriti della formazione generati da lame associate con i rispettivi flussi idraulici nelle scanalature di scarico, ed una accurata distribuzione (ed in alcuni casi un bilanciamento) dei volumi di detriti della formazione tra le lame, possono essere vantaggiosi per alleviare l'impastatura della punta.

Tuttavia, i passati lavori nel campo hanno trascurato una caratteristica significativa di impastatura della punta che è stata recentemente riconosciuta dall'Inventore della presente: che l'impastatura della punta ha origine o inizia in corrispondenza del calibro della punta e non sulla faccia della punta. Una volta bloccato il calibro della punta (ossia una scanalatura di scarico), la massa di detriti della formazione si accumula verso il basso verso la faccia della punta e sulla faccia, finché la punta è comple-

tamente impastata.

Prendendo in considerazione tutti i recenti perfezionamenti offerti dalla Cessionaria della presente invenzione, rimane ancora un'esigenza sostanziale avvertita da lungo termine nell'industria di una punta rotativa a lame dentate che sia sostanzialmente resistente all'impastatura della punta in formazioni plastiche, e che sia in grado di ottenere una velocità di penetrazione (ROP) relativamente elevata anche in formazioni normalmente difficili a trivellazione lenta, come schisti.

ENUNCIAZIONE DELL'INVENZIONE

La presente invenzione fornisce una punta ad elementi fresanti fissi, o rotativa a lame dentate, che presenta una maggiore resistenza all'impastatura della punta ed una velocità di penetrazione migliorata, rispetto a punte tradizionali.

La punta rotativa a lame dentate secondo la presente invenzione comprende una configurazione di lame a trivella, in cui lame relativamente alte ad angolo di spoglia positivo che portano elementi fresanti superabrasivi sporgono in avanti in un modo a sbalzo nella direzione di rotazione della punta fornendo una maggiore intercapedine e volume tra la faccia della punta e la formazione per facilitare

Per il nuovo tipo di punta

l'allontanamento di detriti che si staccano dalle
sommità degli elementi fresanti dalla faccia della
punta. Una estremità esterna di uscita di ciascuna
lama è sostanzialmente contigua ad una estremità di
attacco di un pattino di calibro allungato disposto
a sbalzo in modo da fornire un'area addizionale in
sezione trasversale per la scanalatura di scarico e
comprendente un segmento di un'elica ed inclinato
angolarmente in avanti in modo simile alle lame. Le
lunghezze longitudinali dei pattini di calibro e
della lame in combinazione con le loro inclinazioni
forniscono una struttura stabilizzante che circonda
il corpo della punta circonferenzialmente in modo so-
stanzialmente completo. La inclinazione o passo del-
l'angolo dell'elica dei pattini di calibro può essere
variato, come desiderato, per ottimizzare l'efficien-
za idraulica, i requisiti di perforazione direziona-
le, e le necessità di stabilità. La punta secondo la
presente invenzione comprende anche ugelli posiziona-
ti sulla faccia della punta vicino alle, o anche par-
zialmente disposti nelle, estremità di uscita delle
lame e diretti verso il bordo di attacco di una lama
che segue ciascun rispettivo ugello per migliorare la
pulitura delle lame e migliorare l'energia idraulica
e le velocità del fluido lungo il calibro. La punta

comprende anche preferibilmente elementi fresanti superabrasivi relativamente grandi, ad angolo di spoglia aggressivo, aventi uno scarico rettificato sul substrato che supporta la piastrina superabrasiva dietro la piastrina nella direzione di rotazione per minimizzare il contatto del materiale del substrato con la formazione.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Le figure 1A ed 1B rappresentano viste in prospettiva di una forma di attuazione di una punta da perforazione secondo l'invenzione, rovesciata per chiarezza rispetto al suo orientamento normale durante la perforazione;

la figura 2 rappresenta una vista in elevazione laterale della punta illustrata nella figura 1, anch'essa rovesciata rispetto al suo orientamento normale durante la perforazione;

la figura 3 rappresenta una vista in elevazione frontale, o di faccia, guardando verso l'alto la punta illustrata nella figura 1 come sarebbe orientata durante la perforazione; e

le figure da 4A a 4E rappresentano rispettivamente viste in elevazione frontale, laterale, dall'alto, in sezione laterale e in sezione trasversale obliqua di un elemento fresante superabrasivo utiliz-

zato preferibilmente con la punta secondo la presente invenzione.

FORME MIGLIORI PER L'ATTUAZIONE DELL'INVENZIONE

Con riferimento alle figure da 1 a 4 dei disegni, una punta rotativa a lame dentate 10 secondo l'invenzione comprende un corpo della punta 12 avente un asse longitudinale o linea assiale L. Il corpo della punta 12 può essere un corpo di acciaio o un corpo a matrice come precedentemente descritto, o può avere qualsiasi altra struttura adatta. Nella forma di attuazione preferita, il corpo della punta 12 è un corpo di punta a matrice. Una tecnica particolarmente utile per fabbricare un corpo di punta a matrice 12 (e che può anche essere applicata a corpi di punta di acciaio) è la cosiddetta "fabbricazione a strati", in cui una serie di strati verticalmente sovrapposti di un materiale è definita sotto il controllo di un calcolatore in modo da formare una preforma tridimensionale porosa del corpo di punta che è successivamente infiltrata con un legante metallico liquefatto in modo noto nel campo della fabbricazione di punte con corpo a matrice. I Brevetti statunitensi nn. 5.433.280 e 5.544.550 di Smith, ceduti alla Cessionaria della presente invenzione e che descrivono e rivendicano un certo numero di tali tecniche di fab-

bricazione a strati e punte e componenti di punta prodotti mediante tali tecniche, sono così incorporati entrambi nella presente tramite questo riferimento.

Una molteplicità di lame estendentisi generalmente in direzione radiale 14, tre in questo caso, sporgono sopra la faccia della punta 16, formando passaggi di fluido 18 tra ciascuna lama 14. I passaggi di fluido 18 sono ad angoli estremamente ripidi rispetto a punte tradizionali, allontanandosi dall'asse longitudinale del corpo della punta 12 ad un angolo di circa 45° , come si può notare più chiaramente dalle figure 1A e 2. Le lame 14 sono non soltanto notevolmente alte, ma sono inclinate, o sporgono, in avanti, nella direzione di rotazione della punta. Tale inclinazione in avanti, in unione con la natura a sbalzo delle punte, particolarmente ai loro margini radialmente esterni, forma una cavità di intercapedine allungata 20 sotto il bordo più esterno, o che precede in rotazione e longitudinalmente, 22 di ciascuna lama 14. In altre parole, almeno una porzione di ciascuna lama 14 è sovrapposta a, o sporge sopra, una porzione del passaggio di fluido 18 che precede questa lama. La cavità di intercapedine 20 contribuisce in misura significativa al volume spa-

ziale SV_1 , SV_2 ed SV_3 , definito rispettivamente tra un passaggio di fluido 18, due lame angolarmente adiacenti 14 che fiancheggiano questo passaggio di fluido, e la faccia di una formazione trivellata dalla punta 10. Inoltre, l'inclinazione in avanti nella direzione di rotazione delle lame 14 conferisce una resistenza meccanica addizionale rispetto a lame tradizionali orientate in direzione sostanzialmente parallela all'asse longitudinale o linea assiale di una punta, poiché un impatto con una formazione dura o, più probabilmente, una vena dura incontrata in alcune formazioni tenere sarà assorbito più in linea con l'orientamento della lama 14.

Una molteplicità di elementi fresanti superabrasivi 100 è montata sui bordi che precedono longitudinalmente 22 di ciascuna lama 14, e gli elementi fresanti 100 sono preferibilmente disposti in cavità 30 estendentisi dietro ciascuna lama 14 nella direzione di rotazione dal suo bordo di attacco ad una parete posteriore 32 all'estremità posteriore delle cavità 30. Nella forma di attuazione preferita, gli elementi fresanti 100 comprendono preferibilmente elementi fresanti PDC includenti una piastrina di diamante 102 formata su e collegata ad un substrato 104 di carburo di tungsteno cementato (vedere le figure da 4A a 4D)

W. H. M. van der Grinten

mità con gli insegnamenti della Domanda di Brevetto statunitense n. di serie 08/934.486 di Tibbitts ed altri, ceduta alla Cessionaria della presente invenzione e così incorporata nella presente tramite questo riferimento. Analogamente, sono anche preferibili facce di taglio estremamente lisce, o cosiddette "lucidate", in conformità con i Brevetti statunitensi nn. 5.447.208 e 5.653.300 di Lund ed altri, ceduti alla Cessionaria della presente invenzione e così incorporati nella presente tramite questo riferimento. Come menzionato più in particolare nel seguito con riferimento alla descrizione delle figure da 4A a 4E, si preferisce che i substrati 104 degli elementi fresanti 100 siano scaricati dietro lo spigolo di taglio 108 della faccia di taglio 106 per minimizzare il contatto con la formazione. E' anche previsto che gli elementi fresanti superabrasivi 100 possano anche comprendere TSP (ad esempio in una configurazione a mosaico o matrice), diamanti naturali, o sinterizzati di nitruro di boro cubico. Si preferisce tuttavia che gli elementi fresanti superabrasivi 100 utilizzati abbiano una faccia di taglio che si estende in due dimensioni sostanzialmente trasversalmente alla direzione di rotazione della punta ed uno spigolo di taglio in corrispondenza di una periferia esterna

della faccia di taglio.

Un pattino di calibro allungato 40 si estende in una posizione sostanzialmente contigua da ciascuna lama 14; ciascuno dei pattini di calibro 40 è inclinato in avanti nella direzione di rotazione in modo simile alle lame 14 in modo che ciascuno di essi definisca un segmento parziale di un'elica. Come illustrato, i pattini di calibro 40 sono di larghezza sostanzialmente costante trasversalmente alle loro estensioni longitudinali e per una parte sostanzialmente maggiore di tali estensioni. Le superfici portanti radialmente esterne 42 dei pattini di calibro 40 possono essere provviste di elementi resistenti all'usura, come piastrine di carburo di tungsteno 43 (rappresentate di forma circolare, ma sono del tutto adatte configurazioni circolari o altre configurazioni) e di strutture di diamante naturale o di diamante termicamente stabile 45, o, alternativamente, possono essere provviste di un riporto duro, come un materiale spruzzato a plasma, una superficie a pellicola di diamante, o altrimenti in modo noto nella tecnica. Ciascuna delle scanalature di scarico 44, formate tra i pattini di calibro 40, comunica con un passaggio di fluido associato 18 su una zona di transizione di ampio raggio 46 racchiusa anch'essa tra pattini di

calibro 40 adiacenti. Una porzione di ciascun pattino di calibro 40 è disposta a sbalzo in avanti nella direzione di rotazione su una porzione della scanalatura di scarico 44 che lo precede in rotazione in modo da delimitare una cavità di intercapedine 48 sul lato di questa scanalatura di scarico 40 che segue in rotazione, che comunica con la cavità di intercapedine 20 di ciascuna lama 40 in modo da aumentare l'area della sezione trasversale della scanalatura di scarico trasversalmente alla direzione del flusso, mantenendo una superficie portante radialmente esterna 42 allargata. Le scanalature di scarico 44 si allargano alle loro estremità inferiori 50 a causa del troncamento in corrispondenza dell'estremità inferiore 52 in una direzione longitudinale dei pattini di calibro 40 in modo da ridurre qualsiasi tendenza all'inizio di impastatura della punta. Le scanalature di scarico 44 sboccano sulla superficie esterna del codolo della punta 90, che può portare su di esso appiattimenti di rottura 92, come illustrato, sopra i quali (nella direzione in cui la punta è orientata per la perforazione) filettature esterne 94 (normalmente filettature API) formano un collegamento a perno 96 in grado di accoppiarsi con un collegamento a bussola filettata di un collare di perforazione o albero di un mec-

canismo di comando motorizzato.

L'inclinazione, o il passo, dell'angolo dell'elica dei pattini di calibro rispetto all'asse longitudinale L può essere ottimizzato, come precedentemente indicato, dal punto di vista dell'efficienza idraulica, della densità degli elementi fresanti, dei requisiti di perforazione direzionale, e delle esigenze di stabilità.

Ad esempio, si è notato nelle prove di una punta configurata secondo l'invenzione che la configurazione a segmento elicoidale dei pattini di calibro 40 agiva, a velocità di rotazione superiori, in modo da ridurre la pressione sulla faccia della punta. Ciò indica che i pattini di calibro, di concerto, sembrano funzionare come una girante di pompa durante la rotazione della punta rispetto alla parete laterale del foro di pozzo, aspirando letteralmente fluido di perforazione con detriti della formazione trascinati verso l'alto dalla faccia della punta entro la corona anulare del foro di pozzo. Così, una variazione dell'angolo del passo dei pattini di calibro può essere utilizzata per facilitare questa azione di pompaggio, ed un passo più corto produce una azione di pompaggio più significativa a velocità di rotazione relativamente inferiori. Il passo può essere espresso in

termini di angolo rispetto all'asse longitudinale L della punta 10, oppure può essere espresso in gradi di traiettoria circonferenziale di un pattino di calibro 40 (e del bordo radialmente esterno associato 24 di una lama 14). Ad esempio, una lama (o pattino di calibro) con un passo di 16° per pollice (ogni 25,4 mm) si estenderà circonferenzialmente di 16° per ogni pollice (ogni 25,4 mm) di allungamento longitudinale. Così, se una lama o pattino di calibro avente questo passo si estendesse longitudinalmente per cinque pollici (127 mm), esso ruoterebbe o si estenderebbe di circa 80° circonferenzialmente rispetto al corpo della punta 12.

Un adattamento specifico della punta secondo la presente invenzione alla perforazione direzionale, ed in particolare alla perforazione a raggio medio e corto, può anche essere effettuato riducendo il passo dei pattini di calibro per accorciare il corpo della punta 12, facilitando così le curve mantenendo le caratteristiche di stabilizzazione precedentemente menzionate, oltre all'allontanamento di fluido e detriti dalla faccia della punta.

Se la stabilità è di interesse primario e non è richiesta una perforazione direzionale, o è richiesta soltanto una perforazione con un lungo raggio, i

pattini di calibro 40 possono essere allungati ed il loro passo reso relativamente ripido per conferire una maggiore stabilità, mantenendo ancora una certa efficienza di pompaggio per migliorare l'allontanamento di fluido dalla faccia della punta.

Il passo dei pattini di calibro 40 e dei bordi radialmente esterni 24 delle lame 14 può anche essere ottimizzato per aumentare la densità di elementi fresanti della punta. Mentre i progetti tradizionali delle punte aumentano il numero di lame o l'altezza delle lame per fornire una maggiore area di montaggio (ossia lunghezza dello spigolo della lama) per montare elementi fresanti, e la prima di queste soluzioni può compromettere l'idraulica della punta mentre la seconda può ridurre la resistenza delle lame ad un impatto, una punta secondo la presente invenzione può fornire tale maggiore area di montaggio senza l'aggiunta di lame o un aumento dell'altezza delle lame utilizzando un passo relativamente corto per i bordi radialmente esterni 24 delle lame in modo da aumentarne la lunghezza, come chiaramente illustrato nelle figure 1A ed 1B dei disegni. Così, una punta a tre lame secondo l'invenzione può fornire, ad esempio, sostanzialmente la stessa densità di elementi fresanti di una struttura tradizionale a quattro lame.

Si noterà, in particolare con riferimento alle figure 2 e 3, che i bordi radialmente esterni 24 delle lame 14 giacciono sostanzialmente in posizione radialmente adiacente alle superfici portanti radialmente esterne 42 dei pattini di calibro 40, e vi è una transizione angolare abbastanza marcata 26 tra i bordi di attacco 22 delle lame 14 ed i bordi radialmente esterni 24. Così, bordi radialmente esterni 24 di lame 14 e superfici portanti associate 42 di pattini di calibro 40 circondano sostanzialmente il corpo della punta 12 in direzione circonferenziale. I pattini di calibro 40 stessi forniscono una superficie portante che si estende circonferenzialmente che supera 270° . Questa grande estensione circonferenziale dei pattini di calibro fornisce, senza la necessità di un pattino di calibro o di pattini di calibro eccessivamente allargati, la possibilità di progettare una punta secondo la presente invenzione come una cosiddetta punta "anti-mulinello". Tali punte utilizzano un vettore di forza laterale o radiale intenzionalmente squilibrato ed orientato, generato normalmente dagli elementi fresanti della punta, per fare in modo che un lato della punta scivoli con continuità contro la parete laterale del foro di pozzo per evitare l'inizio di un "movimento

a mulinello" della punta, fenomeno ben riconosciuto in cui la punta esegue una precessione intorno al foro di pozzo e contro la parete laterale in una direzione contraria alla direzione in cui la punta viene fatta ruotare. Il movimento a mulinello può produrre come minimo un foro di pozzo surdimensionato e non circolare, e nel peggiore dei casi un danneggiamento degli elementi fresanti e della punta stessa. I grandi pattini di calibro allungati della punta secondo la presente invenzione forniscono un'area portante sufficiente rendendo così inutile un pattino di calibro "portante" dedicato eccessivamente allargato per assorbire il vettore di forza laterale del tipo utilizzato in punte anti-mulinello secondo la tecnica anteriore. Si deve mettere in evidenza, tuttavia, che la punta secondo la presente invenzione è del tutto adatta per strutture diverse da strutture anti-mulinello, e si ritiene che la stabilità conferita dalla struttura cooperante di lame e pattini di calibro secondo la presente invenzione riduca sostanzialmente la necessità di progettare e fabbricare una punta secondo la presente invenzione come punta anti-mulinello. In conformità con l'invenzione, si preferisce che i pattini di calibro 40 ed i bordi esterni 24 delle lame 14 forniscano un avvolgimento circonfe-

renziale del corpo della punta 12 di almeno 180° , fino a 360° o anche più (in cui ciascun pattino di calibro e superficie portante radialmente esterna di una lama associata si sovrappongono rispettivamente in direzione circonferenziale ad una superficie portante radialmente esterna di una lama adiacente e ad un pattino di calibro adiacente).

Si deve anche notare che la superficie portante circonferenziale maggiorata fornita dall'orientamento dei pattini di calibro 40 e delle lame 14 della punta 10 permette una marcata riduzione della larghezza W dei pattini di calibro 40 (vedere figura 2) rispetto a strutture di punta tradizionali e permette così un aumento conseguente dell'area circonferenziale, o larghezza, disponibile per le scanalature di scarico 40 migliorando ulteriormente l'idraulica e la capacità della punta 10 di allontanare detriti della formazione dalla faccia della punta 16. In altre parole, la configurazione a segmenti elicoidali dei pattini di calibro 40 e dei bordi radialmente esterni 24 delle lame 14 fornisce un'eccellente copertura circonferenziale del calibro con superfici portanti radiali senza larghi pattini di calibro. Così la larghezza di ciascun pattino di calibro è sostanzialmente inferiore alla larghezza, misurata nella stessa

direzione, di ciascuna scanalatura di scarico.

La punta 10 comprende quattro ugelli 60a-60d su di essa; ciascuno degli ugelli 60a, 60b e 60c è disposto sulla faccia 16 vicino ad una giunzione tra ciascun passaggio di fluido 18 e la lama che precede questo passaggio di fluido 18, e porzioni delle aperture in cui risiede ciascuno degli ugelli da 60a a 60c sono in effetti disposte in superfici delle lame 14 che seguono in rotazione. Gli ugelli da 60a a 60c sono orientati in modo da essere almeno parzialmente diretti verso la lama 14 che segue in rotazione il rispettivo ugello, e tale orientamento è notevolmente facilitato dalla posizione relativamente alta (considerata longitudinalmente) sulla punta 10. L'ugello 60d è disposto in posizione sostanzialmente centrale sulla faccia della punta 16, leggermente spostato dalla linea assiale o asse longitudinale L della punta 10. Ciascuno degli ugelli da 60a a 60c è dimensionato in modo da alimentare fluido di perforazione ai passaggi di fluido 18 con cui il rispettivo ugello 60a, 60b o 60c è associato, in modo sostanzialmente proporzionale al volume relativo di detriti della formazione generati dagli elementi fresanti 100 sulla lama 14 che seguono in rotazione questo passaggio di fluido 18, come percentuale del volume totale di

detriti della formazione. In altre parole, il volume di fluido di perforazione è distribuito dagli ugelli da 60a a 60c tra i volumi spaziali SV_1 , SV_2 ed SV_3 in conformità con la proporzione relativa di volumi di detriti della formazione generati dalle rispettive lame 14 associate con ciascun volume spaziale SV_1 , SV_2 ed SV_3 rispetto al volume totale di detriti della formazione. L'ugello 60d disposto in posizione sostanzialmente centrale può fornire un flusso di fluido di perforazione a tutti i passaggi di fluido 18, e quindi a tutti i volumi spaziali SV_1 , SV_2 ed SV_3 , benché l'ugello 60d possa essere inclinato in modo da fornire un flusso dominante verso un passaggio di fluido particolare 18 ed il volume spaziale associato SV . Si deve anche notare che, benché il flusso del fluido di perforazione da ciascuno degli ugelli da 60a a 60c sia principalmente diretto radialmente verso l'esterno nel passaggio di fluido 18 associato con questo ugello, un certo flusso minimo può raggiungere un altro passaggio di fluido 18, attraverso il centro della faccia della punta intorno ad un bordo radialmente interno di una lama 14, o sotto (nell'orientamento della punta durante la perforazione) una lama 14. Le dimensioni degli orifizi come anche gli orientamenti di ciascuno degli ugelli da

60a a 60d possono essere regolati in modo da minimizzare tale flusso incrociato attraverso una modellazione matematica e prove empiriche in un simulatore di perforazione o in un pozzo di prova; entrambe queste tecniche sono generalmente note nel ramo. Inoltre un procedimento specifico di regolazione del flusso che utilizza l'orientamento degli ugelli descritto nella domanda di Brevetto statunitense n. di serie 08/934.031 di Trujillo ed altri, ceduta alla Cessionaria della presente invenzione ed incorporata nella presente tramite questo riferimento, può essere utilizzato per facilitare la distribuzione del volume e della direzione di flusso. Gli orientamenti degli ugelli possono anche essere regolati per dirigere una maggiore quantità del flusso verso uno o più elementi fresanti 100 portati da una lama particolare 14, i quali elementi fresanti richiedono un flusso di pulitura addizionale a causa del volume generato di detriti della formazione, ed anche per ridurre il flusso verso elementi fresanti che generano un volume minore, o sostanzialmente nullo, di detriti. Come nel caso dei volumi di flusso, i volumi di detriti della formazione per un dato elemento fresante 100 possono essere previsti matematicamente o verificati empiricamente in un simulatore di perforazione o in un

pozzo di prova. La modellazione matematica delle caratteristiche di flusso di una punta ottimizzata secondo la presente invenzione indica che una impastatura o aggregazione di importanza limitata di detriti della formazione in una o più scanalature di scarico 44 interesserà il bilanciamento di flusso tra loro, ma che l'inizio di impastatura, diversamente da punte tradizionali, non condurrà ad una impastatura severa o pesante con una conseguente occlusione di una o più scanalature di scarico 44, seguite dai passaggi di fluido 18.

Con riferimento ora alle figure da 4A a 4E dei disegni, un elemento fresante PDC 100 comprende, come precedentemente menzionato, una piastrina di diamante 102 formata su un substrato 104, e l'elemento fresante 100 definisce una estensione longitudinale tra la parte anteriore della piastrina di diamante 102 e la parte posteriore del substrato 104. La piastrina di diamante 102 presenta una faccia di taglio circolare 106 avente uno spigolo di taglio periferico 108 destinato ad impegnarsi con la formazione. La piastrina di diamante 102 e l'estremità di supporto del substrato 104 possono essere configurate, come illustrato, in conformità con la descrizione della Domanda di Brevetto statunitense n. di serie 08/935.931 di Scott

ed altri, ceduta alla Cessionaria della presente invenzione e così incorporata nella presente tramite questo riferimento, benché ciò non costituisca un requisito per l'elemento fresante 100. Come si può comprendere più chiaramente facendo riferimento alle figure 4B e 4C, il substrato 104, benché cilindrico vicino alla sua estremità di attacco 110 ed estendentesi all'indietro da essa su una porzione cilindrica di parete laterale 112 che precede nella direzione di rotazione per una breve distanza dietro lo spigolo di taglio 108, è scaricato in un'area 114 più arretrata, estendentesi fino all'estremità di uscita 116. Il termine "scaricato" o "scarico" come utilizzato nella presente significa che la parete laterale del substrato giace entro un involuppo esterno definito dalla parete laterale cilindrica, in modo da essere rientrante lateralmente o radialmente rispetto all'involuppo. Lo scarico, nella forma di attuazione preferita, comprende una superficie arcuata 118 di diametro simile al diametro della porzione di parete 112 che precede nella direzione di rotazione vicino all'estremità di attacco 110, ma orientata secondo un angolo acuto (ad esempio, è illustrato un angolo di 15°) rispetto all'asse longitudinale 120 dell'elemento fresante 100.

Superfici appiattite estendentisi longitudinalmente 122 fiancheggiano la superficie arcuata 118 per facilitare la transizione nella porzione di parete laterale cilindrica 124 che segue nella direzione di rotazione, che è contigua alla porzione di parete laterale 112 che precede nella direzione di rotazione. Soltanto a titolo di esempio, l'elemento fresante 100 come illustrato comprende un elemento fresante del diametro di 19 mm ($\approx$ 0,75 pollici). Si noterà che lo scarico nell'area 114, anche quando si utilizza un angolo di spoglia longitudinale (denominato anche comunemente "angolo di spoglia posteriore") leggermente negativo, neutro, o anche leggermente positivo per elementi fresanti PDC 100, minimizza l'area di contatto tra i substrati 104 degli elementi fresanti PDC 100 e la faccia della formazione che si impegna con gli elementi fresanti PDC 100. Così, il WOB è concentrato in misura maggiore sulla piastrina di diamante 102 e sulla porzione di parete laterale 112 di ciascun elemento fresante 100 che precede nella direzione di rotazione, riducendo il WOB richiesto per ottenere una data DOC e riducendo l'attrito tra la punta 10 e la formazione ed il calore nocivo generato risultante e la conseguente tendenza alla retinatura a caldo del substrato ed anche alla degrada-

zione indotta dal calore della piastrina di diamante. In pratica, è previsto che elementi fresanti PDC 100 possano essere montati con le loro facce di taglio 106 ad un angolo di spoglia posteriore compreso tra circa 0° e 40° negativi. Si preferisce al momento che l'angolo di spoglia posteriore sia compreso tra circa 5° e 10° negativi. 5° negativi sono previsti al momento come valore ottimale per schisti in sovrappressione a perforazione lenta. Elementi fresanti PDC 100 possono anche essere montati con le loro facce di taglio 106 all'angolo di spoglia longitudinale neutro precedentemente menzionato, o anche ad un angolo di spoglia positivo.

E' espressamente previsto che elementi fresanti PDC 100 possano essere configurati con facce di taglio di configurazione ovale, rettangolare, a lapide o altra configurazione adatta.

A titolo di confronto con punte tradizionali, una punta prototipo da 8,5 pollici (215,9 mm) secondo la presente invenzione è stata fatta funzionare in schisti teneri e sabbie deboli e presentava un valore medio compreso tra 60 e 100 piedi per ora (tra 18,3 e 30,5 metri per ora) su ampie porzioni di un intervallo di 1700 piedi (519 metri) funzionando da 0 a 2000 libbre (da 0 a 907 kg) di WOB. La ROP media per

l'intervallo era di 41 piedi per ora (12,5 metri per ora). A titolo di confronto, la ROP pianificata per una punta Hughes Christensen ChipMaster™ da utilizzare nell'intervallo era soltanto di 12 piedi per ora (3,7 metri per ora), in base alle migliori prestazioni precedenti dimostrate nell'area in una formazione sostanzialmente identica ed utilizzando lo stesso sistema di fluido di perforazione, poiché si è dimostrato che l'impastatura della punta costituisce un fattore limitativo della ROP.

Nella perforazione con una punta secondo la presente invenzione e come parte di un procedimento preferito per la perforazione con tali punte, è previsto che il WOB possa essere controllato per inibire l'impastatura della punta, oppure la velocità di rotazione della punta possa essere aumentata per migliorare la capacità della punta di allontanare detriti della formazione con l'aumento del WOB attraverso l'effetto di pompaggio precedentemente menzionato fornito dai pattini di calibro. E' inoltre previsto che, per una data profondità di taglio e un dato WOB, diverse velocità di rotazione forniscano una ROP ottimale a causa dell'idraulica migliorata e della migliorata funzione di allontanamento di detriti della formazione consentite dalla struttura della

punta secondo la presente invenzione.

Benché la punta rotativa a lame dentate secondo la presente invenzione sia stata descritta nel contesto di una forma di attuazione preferita, essa non è ad essa limitata. I tecnici del ramo riconosceranno e comprenderanno che molte aggiunte, cancellazioni e modifiche alla forma di attuazione preferita possono essere apportate senza allontanarsi dall'ambito dell'invenzione come definito dalle rivendicazioni che seguono.

RIVENDICAZIONI

1. Punta rotativa a lame dentate per la perforazione di una formazione sotterranea, comprendente:

un corpo della punta comprendente una faccia ad una sua estremità anteriore, una struttura per collegare la punta rotativa a lame dentate ad una batteria di perforazione ad una sua estremità posteriore, ed avente un asse longitudinale;

una molteplicità di lame estendentisi generalmente in direzione radiale che si estendono longitudinalmente dalla faccia, che portano su di esse una struttura di taglio superabrasiva ed inclinate in avanti in una direzione di rotazione prevista della punta, in cui le lame formano passaggi di fluido tra loro che si estendono sostanzialmente dall'asse longitudinale ad una periferia della faccia;

una molteplicità di ugelli sulla faccia, in cui almeno un ugello è associato con ciascun passaggio di fluido; e

una molteplicità di pattini di calibro allungati, inclinati in avanti nella direzione di rotazione su una periferia del corpo della punta formando tra loro scanalature di scarico, in cui ciascun pattino di calibro è associato con una lama della molteplicità di lame ed ha una estremità longitudinalmente

anteriore vicino ad una estremità radialmente esterna della lama che segue nella direzione di rotazione.

2. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui almeno una porzione di ciascuna lama della molteplicità di lame è sostanzialmente a sbalzo su una porzione di uno dei passaggi di fluido.

3. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 2, in cui almeno una porzione di ciascun pattino di calibro della molteplicità di pattini di calibro è a sbalzo su una porzione di una delle scanalature di scarico.

4. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui ugelli della molteplicità di ugelli sono dimensionati ed orientati, in combinazione, in modo da distribuire un flusso di fluido di perforazione tra i passaggi di fluido sostanzialmente in proporzione ad un volume di detriti della formazione che sarà generato dalla struttura di taglio superabrasiva portata dalle lame che rispettivamente seguono in rotazione i passaggi di fluido.

5. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui la struttura di taglio superabrasiva comprende almeno un elemento fresante superabrasivo avente una estensione longitudinale e comprendente:

una piastrina superabrasiva avente una faccia di taglio con uno spigolo di taglio su una sua periferia;

un substrato che supporta la piastrina superabrasiva e comprendente una parete laterale avente una porzione scaricata, longitudinalmente lontana dalla piastrina superabrasiva e circonferenzialmente allineata con almeno una porzione dello spigolo di taglio.

6. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 5, in cui la struttura di taglio superabrasiva comprende una molteplicità di elementi fresanti superabrasivi.

7. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 6, in cui facce di taglio di almeno alcuni elementi fresanti della molteplicità di elementi fresanti superabrasivi sono disposte ad un angolo di spoglia longitudinale neutro.

8. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 6 oppure 7, in cui facce di taglio di almeno alcuni elementi fresanti della molteplicità di elementi fresanti superabrasivi sono inclinate in avanti.

9. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui ciascuno dei pattini di calibro

allungati comprende un segmento di un'elica.

10. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 9, in cui i pattini di calibro allungati hanno una larghezza sostanzialmente costante per la maggior parte delle loro estensioni longitudinali.

11. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, 9 oppure 10, in cui i pattini di calibro allungati sono configurati, in combinazione con una porzione del corpo della punta, in modo da funzionare come girante quando il corpo della punta è fatto ruotare entro un foro di pozzo.

12. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, 9, 10 oppure 11, in cui ciascun pattino di calibro della molteplicità di pattini di calibro è contiguo ad una lama della molteplicità di lame, e porzioni delle lame e dei pattini di calibro che precedono nella direzione di rotazione sono a sbalzo.

13. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 12, in cui le porzioni delle lame e dei pattini di calibro che precedono nella direzione di rotazione definiscono cavità di intercapedine contigue che si estendono da vicino ad una estremità radialmente interna di ciascuna lama ad una estremità di ciascun pattino di calibro che segue nella dire-

zione di rotazione.

14. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui sue superfici portanti radialmente esterne si estendono circonferenzialmente intorno al corpo della punta in una misura compresa tra non meno di circa 180° e più di 360° intorno al corpo della punta.

15. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 14, in cui superfici portanti radialmente esterne delle lame, in combinazione con superfici portanti radialmente esterne dei pattini di calibro, si estendono, in combinazione, sostanzialmente interamente intorno al corpo della punta.

16. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1 oppure 4, in cui ciascuno degli ugelli disposti sulla faccia ed associati con ciascun passaggio di fluido è disposto in posizione adiacente ad una porzione di una lama che segue nella direzione di rotazione e che precede nella direzione di rotazione il passaggio di fluido associato e diretto verso la struttura di taglio portata da una lama che segue nella direzione di rotazione il passaggio di fluido associato.

17. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 16, in cui almeno uno degli ugelli disposti

sulla faccia ed associati con un passaggio di fluido è posizionato almeno parzialmente entro una porzione di una lama della molteplicità di lame che segue nella direzione di rotazione.

18. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, 4, 16 oppure 17, comprendente inoltre almeno un ugello sulla faccia disposto in posizione molto vicina all'asse longitudinale.

19. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, in cui i pattini di calibro presentano una larghezza, considerata trasversalmente ad una direzione di allungamento, sostanzialmente inferiore ad una larghezza, considerata sostanzialmente secondo lo stesso orientamento, delle scanalature di scarico.

20. Punta rotativa a lame dentate secondo la rivendicazione 1, 6, 7 oppure 8, in cui facce di taglio di almeno alcuni elementi fresanti della molteplicità di elementi fresanti superabrasivi sono inclinate negativamente all'indietro di un angolo selezionato in almeno uno dei seguenti campi di angoli di spoglia posteriore negativi: 40° o meno; 10° o meno; e 5° o meno.

PER INCARICO
Ing. Giuseppe QUINTERO
N. Iscritt. ALBO 257
(in proprio e per gli altri)



2000001-1-10-11-12-13-14

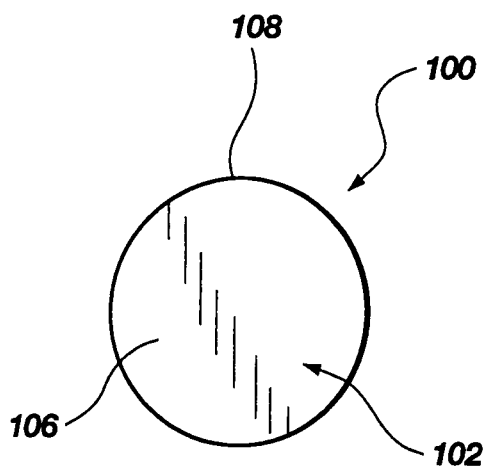


Fig. 4A

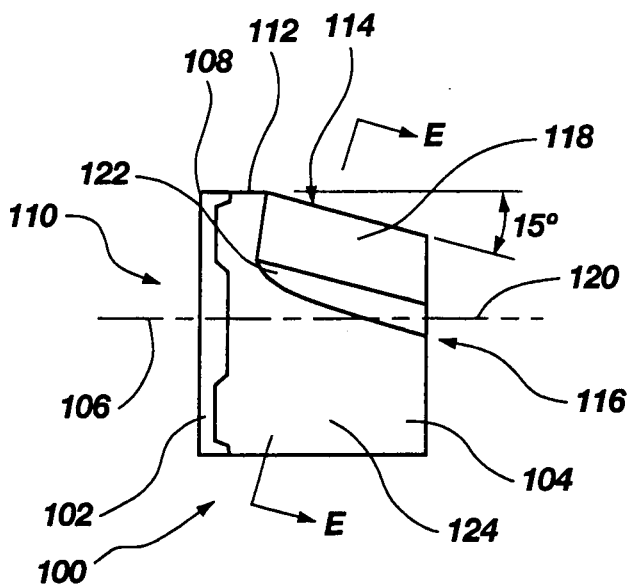


Fig. 4B

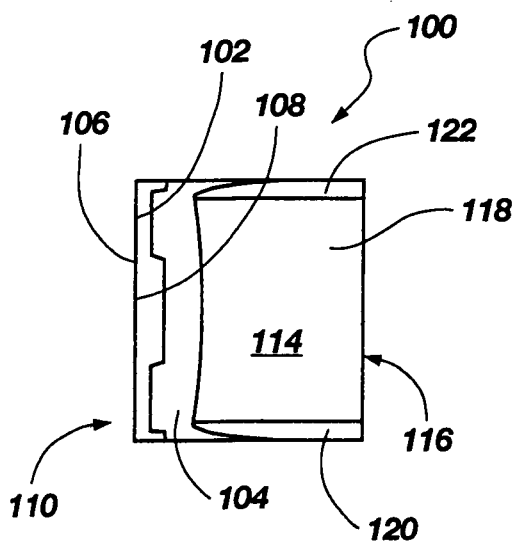


Fig. 4C

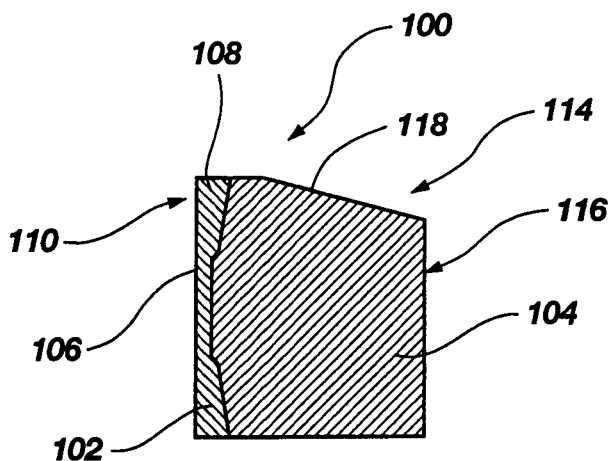


Fig. 4D

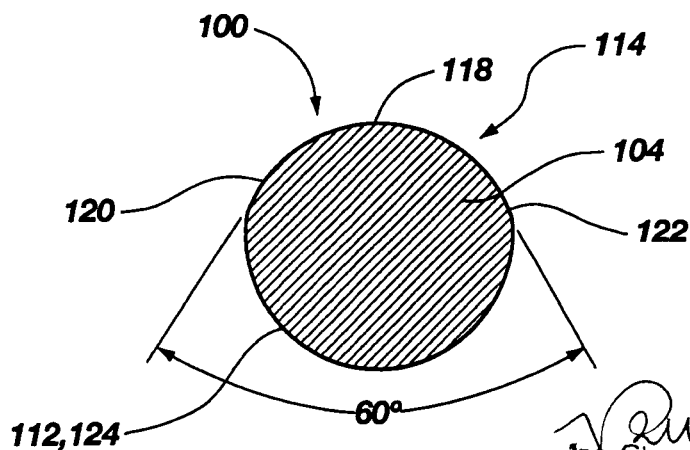


Fig. 4E

Per incarico di: BAKER HUGHES INCORPORATED

Ing. Giuseppe C. M. Fano
N. Verde 800 00 57
In proprio e per altri



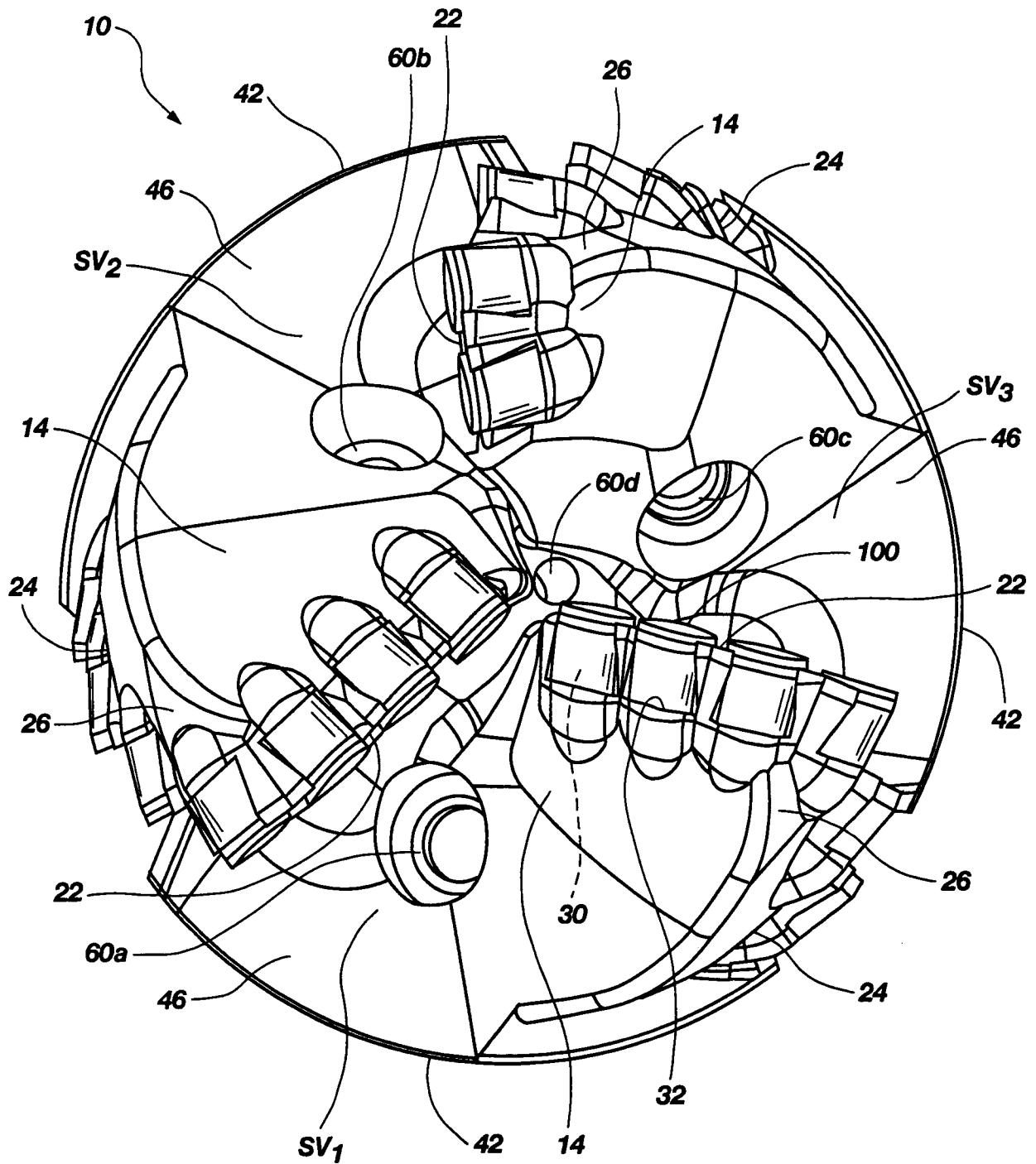


Fig. 3

Perinetti

C.C.I.A.A.
Virovano

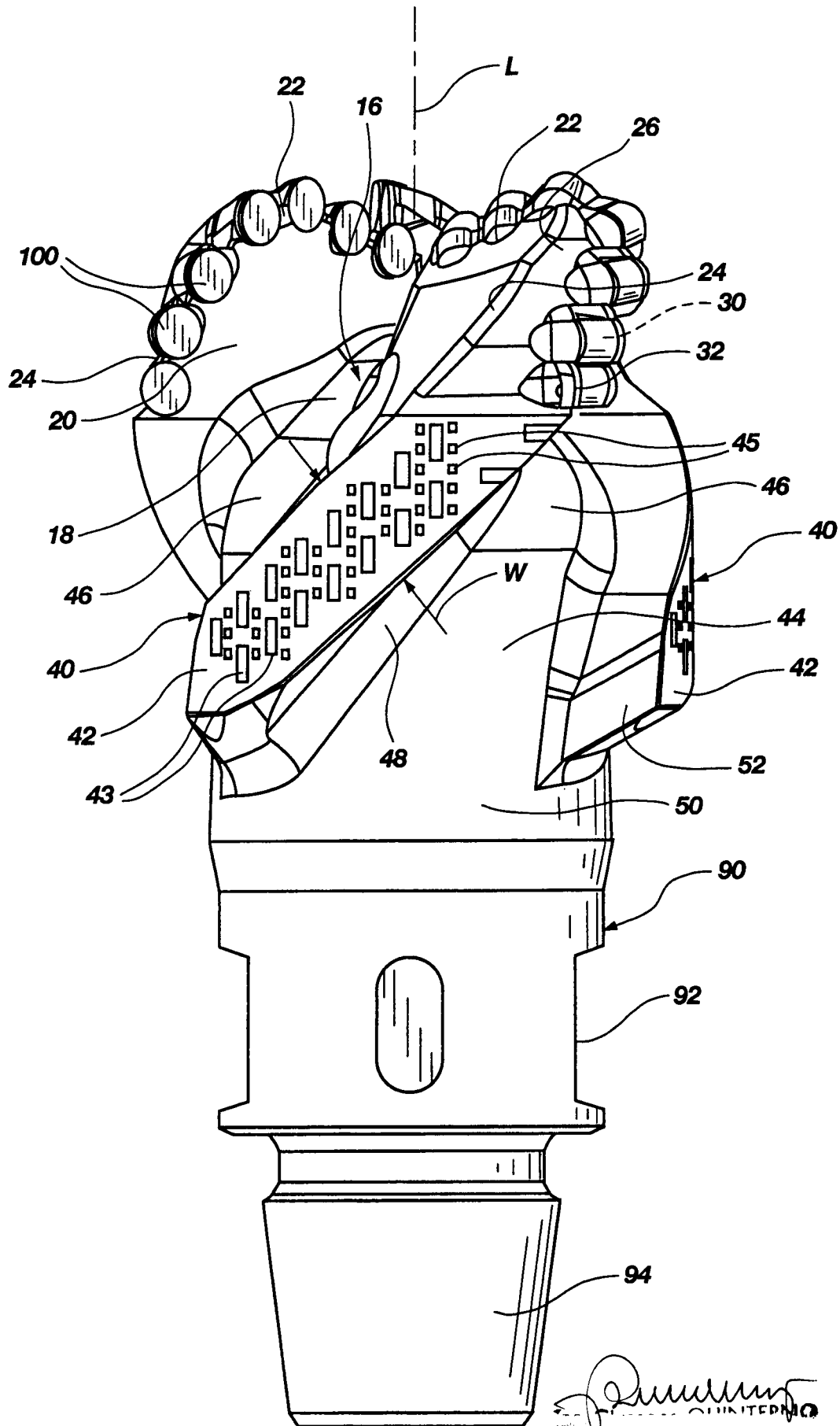


Fig. 2

Per incarico di: BAKER HUGHES INCORPORATED

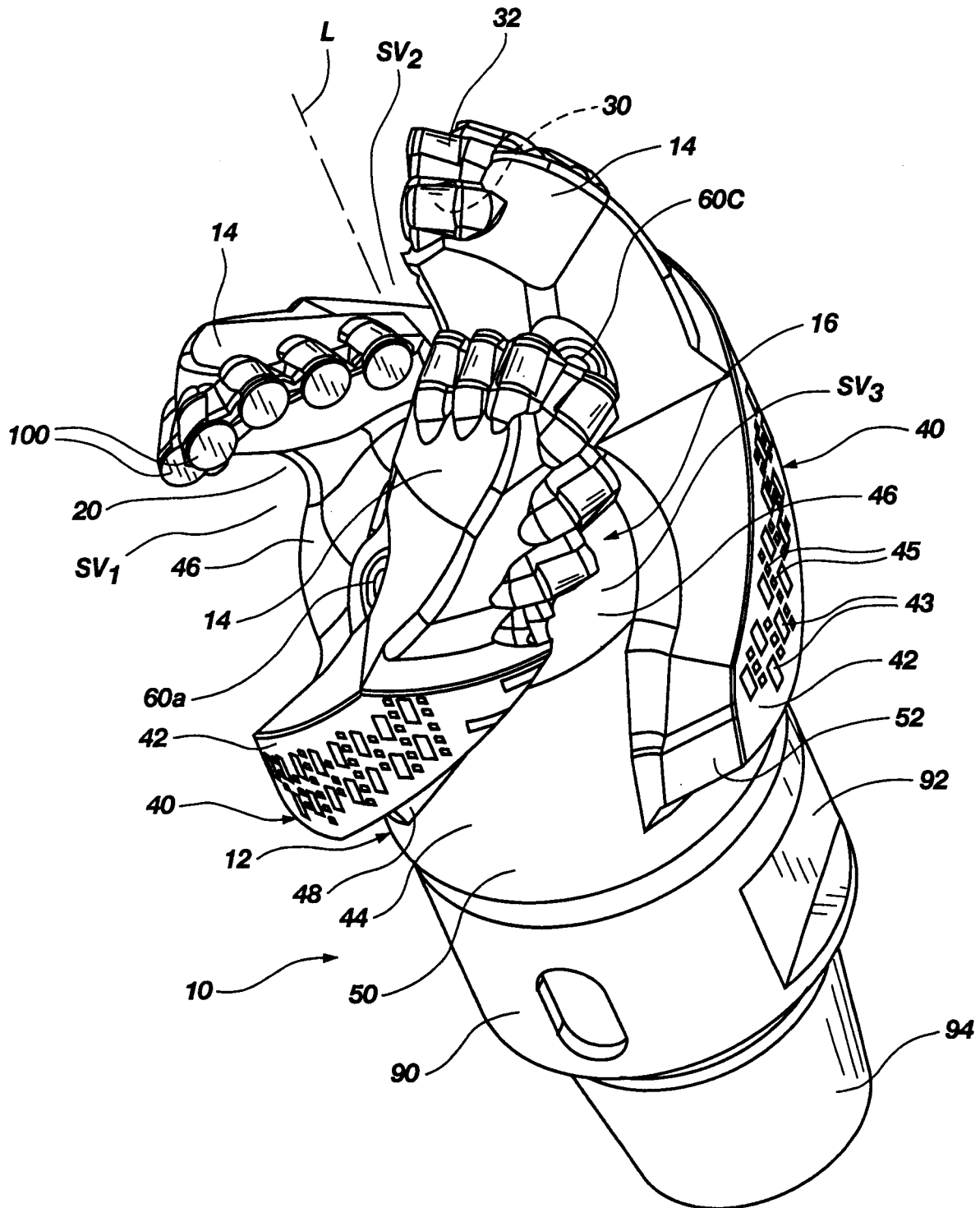


Fig. 1B

Signature

C.O.I.A.A.
Torino

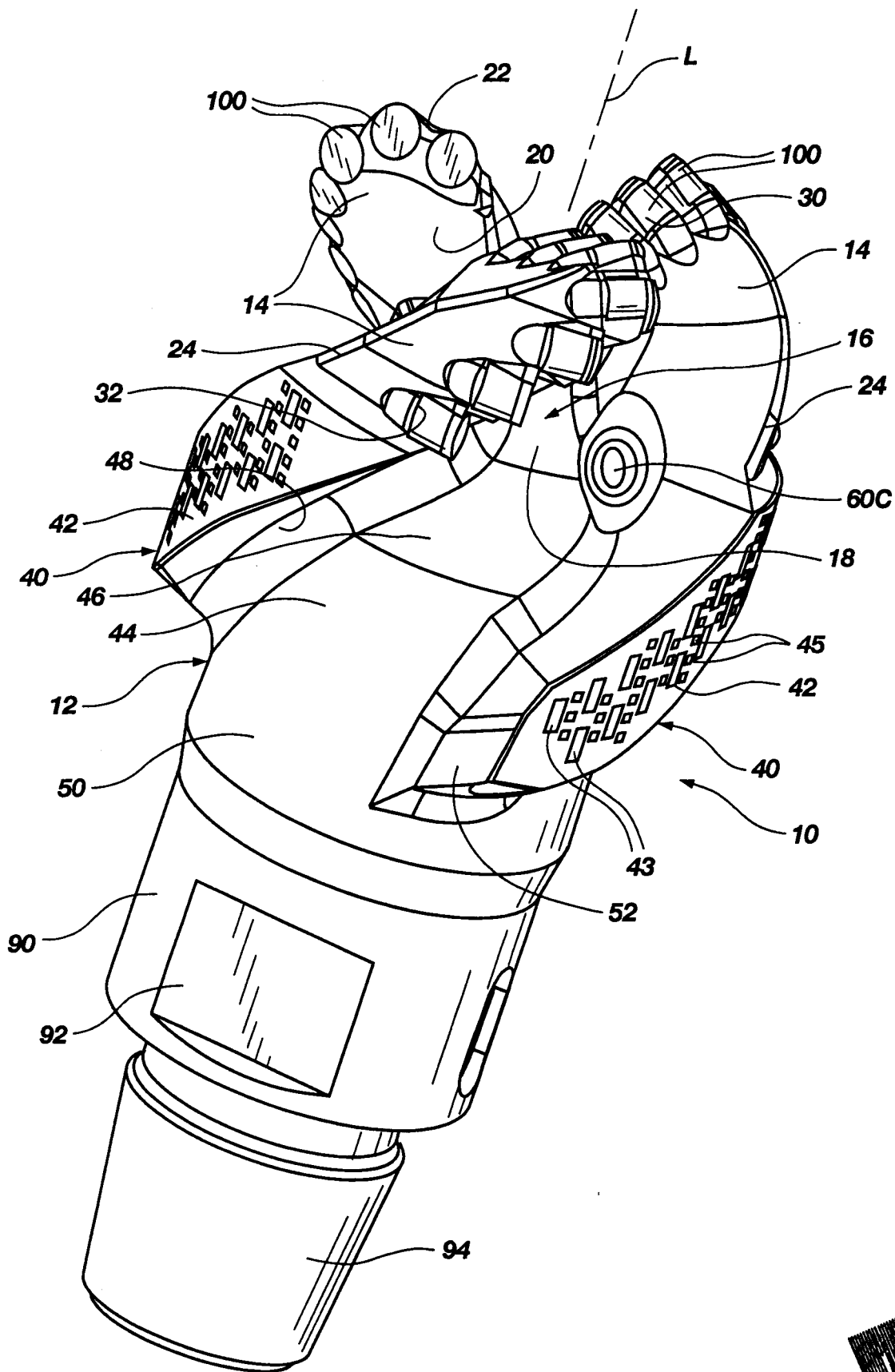


Fig. 1A

[Handwritten signature]

