



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102000900816026
Data Deposito	24/01/2000
Data Pubblicazione	24/07/2001

Priorità	09/236,971
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	B		

Titolo

PUNTE DA PERFORAZIONE ED ALTRI ARTICOLI DI PRODUZIONE INCLUDENTI UN GUSCIO FABBRICATO A STRATI VINCOLATO INTEGRALMENTE AD UNA STRUTTURA PRODOTTA PER COLATA E PROCEDIMENTI PER LA LORO FABBRICAZIONE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Punte da perforazione ed altri articoli di produzione  
includenti un guscio fabbricato a strati vincolato  
integralmente ad una struttura prodotta per colata e  
procedimenti per la loro fabbricazione"

484-12196-IT

di: BAKER HUGHES INCORPORATED, nazionalità statunitense, 3900  
Essex Lane, Houston, Texas 77027, Stati Uniti d'America.

Inventori designati: Sidney L. FINDLEY; Trent N. BUTCHER;  
Gordon A. TIBBITTS.

Depositata il: 24 GEN. 2000

TO 2000A000066

\* \* \* \* \*

#### SFONDO DELL'INVENZIONE

Campo dell'invenzione: La presente invenzione si  
riferisce a punte da perforazione per la trivellazione del  
suolo e a procedimenti per la fabbricazione di tali punte e  
dei loro componenti. In particolare, la presente invenzione  
si riferisce al deposito controllato ed al fissaggio di  
strati di uno o più materiali utilizzati come materiale di  
matrice della punta o del componente della punta, il che è  
anche indicato come "fabbricazione a strati". Più in  
particolare, la presente invenzione si riferisce a  
procedimenti per la fabbricazione di un guscio  
sostanzialmente cavo di un componente di una punta da  
perforazione, come ad esempio una corona della punta o altro  
articolo di produzione, comprendente la disposizione del

FOR INVENT. & PERAMI S.p.A.

guscio sostanzialmente cavo in posizione adiacente ad una cavità di uno stampo, la disposizione di un materiale entro il guscio sostanzialmente cavo ed entro la cavità dello stampo, e l'infiltrazione del guscio.

Sfondo della tecnica attinente: Le punte da perforazione per la trivellazione del suolo che comprendono elementi taglienti fissi sulla loro faccia, che sono comunemente indicate come "punte o scalpelli rotativi a lame" o semplicemente "punte o scalpelli a lame", comprendono tipicamente un corpo della punta formato in acciaio o fabbricato da una matrice infiltrata di un materiale duro in particelle, come carburo di tungsteno. Corpi di punta a base di particelle sono tipicamente infiltrati con infiltranti, o materiali leganti, come leghe di rame. Il corpo di una punta a lame è tipicamente fissato ad un gambo di acciaio. Il gambo di acciaio comprende tipicamente un collegamento a perno filettato tradizionale American Petroleum Institute (API) mediante il quale la punta da perforazione può essere fissata all'albero conduttore di un motore in foro o ad un collare di perforazione all'estremità distale di una batteria di perforazione.

Tradizionalmente, punte a corpi di acciaio sono state lavorate alla macchina a partire da una barra di sezione circolare fino ad una forma desiderata, con caratteristiche topografiche e passaggi di acqua interni per l'alimentazione

di fluido di perforazione alla faccia della punta. Un rivestimento duro può quindi essere applicato alla faccia della punta e ad altre aree critiche della superficie della punta, ed elementi taglienti possono essere fissati alla faccia della punta. Un gambo può essere lavorato alla macchina ed inserito sulla punta da perforazione.

Nella fabbricazione tradizionale di una punta da perforazione a base di particelle, uno stampo, comprendente relativi inserti, è fresato o lavorato alla macchina in modo da definire le caratteristiche della superficie esterna della punta da perforazione. Tipicamente, dopo una prima fresatura di un blocco di materiale dello stampo, ad esempio grafite, per definire una cavità di stampo che successivamente definirà caratteristiche topografiche principali della punta da perforazione, è richiesta una fresatura secondaria per definire sedi degli elementi fresanti e supporti laterali per essi sulla faccia della punta da perforazione. Può anche essere richiesta una fresatura addizionale a mano o lavori in argilla per creare od affinare caratteristiche topografiche della punta da perforazione.

Quando lo stampo è stato fresato o altrimenti lavorato alla macchina, uno sbizzato preformato della punta di acciaio o altro materiale adatto può essere disposto entro la cavità dello stampo per rinforzare internamente la matrice del corpo della punta durante la fabbricazione del corpo

INDIRIZZO E PERNI S.O.A.

della punta. Inserti, come preforme che definiscono passaggi di fluido interni, sedi per elementi taglienti, creste, superfici in rilievo, anse di ugelli, scanalature di scarico, o altre caratteristiche topografiche del corpo della punta, sono anche inseriti nella cavità dello stampo. Le preforme devono essere singolarmente progettate e fabbricate, e modifiche anche secondarie nella progettazione di una punta da perforazione possono richiedere l'uso di preforme nuove e differenti. Le preforme devono essere disposte in posizioni precise entro lo stampo per assicurare il posizionamento corretto di elementi taglienti, ugelli, scanalature di scarico, ecc.

Una data quantità di materiale a base di particelle può quindi essere disposta entro la cavità dello stampo per formare una matrice del corpo della punta. La matrice del corpo della punta è quindi infiltrata con un infiltrante metallico fuso per formare un corpo solido della punta dopo la solidificazione dell'infiltrante metallico e per fissare lo sbizzato preformato della punta al corpo della punta.

Il corpo della punta può quindi essere assemblato con altri componenti della punta da perforazione. Ad esempio, un gambo filettato è allora saldato o altrimenti fissato allo sbizzato ed elementi taglienti (tipicamente di diamante, e nella maggior parte dei casi di un sinterizzato di diamante policristallino sintetico o PDC ("polycrystalline diamond

ANNO 1981 - 1982

compact")) sono fissati entro le sedi degli elementi taglienti, ad esempio per brasatura, collegamento ad adesivo, o fissaggio meccanico. Alternativamente, gli elementi taglienti possono essere collegati alla faccia del corpo della punta durante il trattamento in forno e l'infiltrazione di quest'ultimo se si utilizzano PDC termicamente stabili, comunemente indicati come "TSP".

Di conseguenza, il procedimento di fabbricazione di una punta da perforazione a base di particelle è un procedimento abbastanza lungo, costoso e complesso che richiede la produzione, con un elevato costo di manodopera, di un prodotto intermedio (lo stampo) prima che il prodotto finale (il corpo della punta) possa essere colato.

In alcuni casi, il procedimento di fabbricazione dello stampo è stato reso più rapido e meno costoso mediante l'uso di anime di gomma, che duplicano, nei dettagli minuti, la topografia dell'intero profilo e faccia della punta. Queste anime sono utilizzate per colare uno stampo ceramico della punta avente una configurazione interna appropriata, da cui è possibile colare una punta. Tipicamente, tuttavia, tali anime di gomma possono essere utilizzate soltanto nella fabbricazione di punte "standard", la cui forma è fissa in termini di dimensioni, numero e posizionamento di elementi taglienti ed in termini di dimensione, numero e posizionamento di ugelli. Così, anime di gomma sono economicamente

6  
9  
vantaggiose soltanto per la fabbricazione di punte da perforazione in numero elevato, che sono relativamente poco numerose. Con i frequenti progressi e modifiche nella struttura della punta, le preferenze dei singoli clienti per i quali le punte sono fabbricate, e la diminuzione generale del numero di pozzi trivellati negli ultimi anni, punte da perforazione standard in grandi lotti sono diventate quasi inesistenti.

11  
12  
I procedimenti di fabbricazione a strati, come quelli descritti nel brevetto statunitense n. 5.433.280 (indicato nel seguito come "il brevetto '280"), rilasciato a Smith il 18 luglio 1995, e nel brevetto statunitense n. 5.544.550 (nel seguito "il brevetto '550"), rilasciato a Smith il 13 agosto 1996, che sono stati entrambi ceduti alla cessionaria della presente invenzione ed incorporati nella presente nella loro interezza tramite questo riferimento a tutti gli effetti, erano originariamente destinati a ridurre il costo ed il tempo richiesti per fabbricare corpi di punte a base di particelle.

13  
14  
I brevetti '280 e '550 descrivono un procedimento per la fabbricazione di un corpo di punta, di un componente di punta da perforazione, o altro articolo di produzione in una serie di strati o sezioni sovrapposte in sequenza. Come descritto, un corpo di punta è progettato come modello "solido" tridimensionale utilizzando un programma di proget-

PROTEZIONE E PERMANENZA

tazione assistita da calcolatore (CAD), che permette che il progettista dimensioni, configuri e posizioni tutte le caratteristiche interne ed esterne della punta, come (a titolo di esempio) passaggi interni di fluido e cavità nello sbozzato della punta, e gli angoli di inclinazione e le posizioni di sedi per elementi taglienti esterni, nonché l'altezza, lo spessore, il profilo e l'orientamento di superfici in rilievo e creste sulla faccia della punta, e l'orientamento, la profondità ed il profilo di passaggi di acqua sulla faccia della punta e scanalature di scarico sul diametro esterno della punta. Il programma CAD fornisce quindi un archivio ".STL" (ossia un archivio che rappresenta la superficie del corpo della punta), che può successivamente essere trasformato in un modello solido e "sezionato" numericamente in un gran numero di sottili strati piani mediante procedimenti noti che utilizzano programmi di calcolatore noti.

Dopo l'esecuzione del sezionamento o suddivisione a strati matematica, viene predisposta una tavola orizzontale sulla quale viene depositato, in uno strato sottile ed uniforme, un materiale granulare o in particelle, come carburo di tungsteno rivestito con un agente di collegamento reattivo al laser, come un polimero, una resina, e/o un metallo a basso punto di fusione, come metallo di Wood o una lega di piombo, o carburo di tungsteno miscelato con tale

agente di collegamento reattivo al laser. Un laser a focalizzazione fine, una sorgente di luce focalizzata come ad esempio da una lampada ad incandescenza o da una lampada del tipo a scarica, o altro fascio di energia, programmato in modo da seguire la configurazione della sezione o strato esposto del corpo della punta, è diretto sullo strato di polvere per fondere l'agente di collegamento e collegare tra loro le particelle metalliche nelle aree dello strato rappresentate come porzioni solide della punta nel modello. Un altro strato di polvere è quindi depositato in modo sostanzialmente uniforme sopra il primo strato, ora collegato, dopodichè le particelle metalliche del secondo strato sono collegate simultaneamente l'una all'altra e al primo strato, precedentemente creato, tramite il laser. Il procedimento prosegue finchè tutti gli strati o sezioni della punta, come rappresentato dal modello solido, sono state depositate e collegate, producendo una massa di materiale in particelle legato che costituisce un corpo di punta che duplica in modo sostanzialmente fedele il modello solido su calcolatore sotto ogni aspetto dimensionale. In aree di ogni strato che non fanno parte dell'articolo completo, il laser o altro fascio di energia non incide sulle particelle, collegandole. Così, una punta da perforazione, o almeno un corpo di punta costituito da materiale in particelle legato, può essere fabbricato direttamente dal modello solido genera-

REDAZIONE E PERNA S. S. A.

to tramite CAD senza la necessità di progettare e fabbricare stampi, e senza il lavoro manuale delicato e artistico richiesto per definire una cavità con i dettagli minuti della topografia della faccia di una punta da perforazione.

In una variante del procedimento di fabbricazione a strati, un carburo di tungsteno o altra polvere adatta o miscela di polveri (metalliche o non metalliche) avente le caratteristiche fisiche desiderate per una matrice può essere uniformemente premiscelata con un legante in polvere, ad esempio una polvere di legante metallico o non metallico (ad esempio polimerico), la premiscela può essere depositata in strati, e la polvere di legante può essere almeno parzialmente fusa mediante un laser per collegare le particelle di carburo di tungsteno in una matrice e definire la forma del corpo della punta. Dopo il completamento del procedimento di fabbricazione a strati, poichè il legante è già in posizione, il corpo della punta può essere riscaldato per eseguire l'infiltrazione completa sul posto della matrice. Alternativamente, strati di polvere di legante e polvere di matrice possono essere depositati in modo alternato. In ogni caso, legante addizionale dev'essere disposto sopra il corpo della punta per infiltrare e riempire eventuali cavità nella matrice di polvere metallica consolidata dal legante.

In un'altra variante del procedimento di fabbricazione

a strati del corpo della punta, un materiale di matrice rivestito di legante (ad esempio carburo di tungsteno) può essere disperso in uno strato, ed il rivestimento di legante può essere fuso con un laser in misura sufficiente per far aderire l'una all'altra particelle di ogni strato e di strati adiacenti. Il corpo della punta può quindi essere riscaldato per completare l'infiltrazione sul posto della matrice. E' anche possibile utilizzare legante addizionale, come precedentemente indicato.

Secondo ancora un'altra variante del procedimento di fabbricazione a strati del corpo della punta, materiale in particelle è disperso in uno strato, e le particelle in aree selezionate dello strato sono fissate l'una all'altra mediante un adesivo polimerico o un legante non polimerico (ad esempio vetro solubile). A causa del deposito selettivo di legante sopra lo strato di materiale in particelle allo scopo di definire una struttura solida desiderata, questo tipo di fabbricazione a strati è tipicamente indicato come "Stampa 3D".

Il corpo della punta può quindi essere disposto in un forno dove può essere preriscaldato per rimuovere sostanzialmente l'agente legante. In tali casi, alcune polveri metalliche possono essere almeno preliminarmente sinterizzate o fuse, e tale sinterizzazione è perfezionata o completata, se necessario, in una operazione successiva di trattamento in

forno.

Se un metallo in polvere rivestito con agente legante o metallo miscelato con agente legante è utilizzato come materiale in particelle come precedentemente menzionato, il corpo della punta risultante è una massa metallica porosa e permeabile simile ad una spugna o ad una schiuma a celle aperte, che può essere imbibita con opportuni infiltranti induribili, metallici, non metallici, o una loro combinazione, per completare il corpo della punta. Se si utilizza un infiltrante in forma liquida a temperatura ambiente (ad esempio alcuni polimeri), la punta può essere infiltrata nella massa per azione capillare, per gravità, e/o con un flusso sotto pressione a temperatura ambiente. Se si utilizza un infiltrante che è solido a temperatura ambiente, la punta può essere infiltrata nella massa per azione capillare, per gravità, e/o con un flusso sotto pressione mentre l'infiltrante è riscaldato, ad esempio mediante un forno o una bobina di induzione.

Il procedimento di infiltrazione può comprendere la colata di un materiale colabile in grado di sopportare le elevate temperature che si incontrano tipicamente durante il procedimento di infiltrazione, come ceramica, gesso, o un impasto di grafite, intorno al corpo della punta o assieme a base di particelle per fornire un supporto strutturale solido dopo la solidificazione o l'indurimento del materiale

SECRET & PERMANENT

colabile. Analogamente, il corpo della punta o assieme può essere immerso una o più volte in un materiale colabile, come una ceramica, gesso o un impasto di grafite, per formare un materiale relativamente rigido intorno al corpo della punta. In ogni caso, eventuali orifizi o aperture in corrispondenza delle quali sboccano passaggi interni nel corpo della punta possono essere otturate prima della colata in modo che il materiale colabile che potrebbe altrimenti essere difficile da rimuovere da esse non si accumuli all'interno del corpo della punta o assieme. E possibile utilizzare materiali come sabbia, particelle di grafite, ed argilla per otturare questi orifizi o aperture.

Alternativamente, il corpo della punta o assieme a base di particelle può essere disposto in un recipiente refrattario con un materiale granulare compattato intorno al corpo della punta a base di particelle fino alla sua superficie superiore. Questo materiale granulare circonda in modo sostanzialmente completo tutte le superfici del corpo della punta e può essere fatto vibrare per compattare più densamente il materiale granulare. Poichè il materiale granulare mantiene la sua forma granulare durante l'infiltrazione e non è bagnabile dall'infiltrante, il materiale granulare forma praticamente uno stampo "conforme". Ossia, il materiale granulare continua a fornire un supporto strutturale al corpo della punta durante l'infiltrazione,

anche se le dimensioni del corpo della punta cambiano, ad esempio a causa di dilatazione e ritiro che possono avvenire quando l'agente legante utilizzato per trattenere preliminarmente insieme le particelle metalliche del corpo della punta fonde o evapora. Il materiale granulare può sostanzialmente non sinterizzarsi, incollarsi, o altrimenti irrigidirsi durante il procedimento di infiltrazione in modo da evitare la complicazione della sua rimozione dal corpo della punta dopo l'infiltrazione, e quindi continua a supportare il corpo della punta sostanzialmente durante tutta l'infiltrazione senza una variazione sostanziale delle sue caratteristiche fisiche di supporto.

Un materiale granulare che sinterizza, reagisce chimicamente, o altrimenti si irrigidisce durante il procedimento di infiltrazione può essere utilizzato con corpi di punta che subiscono un ritiro scarso o nullo durante l'infiltrazione allo scopo di fornire uno stampo più rigido per supportare il corpo della punta. Analogamente stampi rigidi possono anche essere utilizzati per fornire un supporto principalmente durante i primi stadi di infiltrazione, in cui le particelle metalliche del corpo della punta stratificato sono imbibite con una quantità sufficiente di infiltrante e/o sufficientemente sinterizzate affinché il corpo della punta possa essere strutturalmente autoportante.

I materiali dello stampo sono tipicamente selezionati in modo da conformarsi per ritiro e/o dilatazione insieme con un eventuale ritiro e/o dilatazione del corpo della punta durante il procedimento di infiltrazione, mantenendo così una struttura di supporto conforme sostanzialmente impermeabile durante l'infiltrazione. Questi stampi possono anche evitare che l'infiltrante esca dal corpo della punta e si raccolga in spazi che potrebbero altrimenti formarsi tra il corpo della punta e la superficie interna di uno stampo avente dimensioni che non variano con la variazione delle dimensioni del corpo della punta durante l'infiltrazione.

Tipicamente, i materiali utilizzati per formare la struttura di supporto e/o riempire eventuali cavità interne nel corpo della punta sono non bagnabili da parte dell'infiltrante. Ossia, questi materiali non assorbono o altrimenti si legano chimicamente o meccanicamente al, o reagiscono con l'infiltrante. Invece, a causa della loro qualità di non bagnabilità, questi materiali formano una barriera intorno al corpo della punta in modo da contenere l'infiltrante entro il corpo della punta ed evitare che la struttura di supporto si leghi al corpo della punta. Inoltre, tali stampi o strutture di supporto possono essere formate da materiali che sono sostanzialmente permeabili a gas e vapori generati durante il procedimento di infiltrazione, in modo da impedire la formazione o la ritenuta di cavità create da gas

o da vapore tra lo stampo ed il corpo della punta durante l'infiltrazione.

Se si utilizza un materiale bagnabile per formare la struttura di supporto, il corpo della punta può essere rivestito con un materiale resistente all'infiltrante, come nitruro di boro, vetro solubile, o altri materiali adatti noti nella tecnica, prima di essere disposto entro il, o circondato dal, materiale di supporto. Il nitruro di boro può essere semplicemente spruzzato o applicato a pennello su varie superfici del corpo della punta, oppure il corpo della punta può essere immerso in un contenitore di una sospensione di nitruro di boro per formare una barriera attraverso la quale l'infiltrante non può uscire dal corpo della punta e imbevare la struttura di supporto bagnabile. Così, il rivestimento resistivo non bagnabile ed impermeabile (per l'infiltrante) trattiene l'infiltrante fuso contenuto entro il corpo della punta stratificato. Inoltre, tale rivestimento può favorire la formazione di una migliore finitura superficiale per il corpo della punta poichè crea un guscio intermedio a cui la parte stratificata e l'infiltrante possono conformarsi durante l'infiltrazione. Inoltre, a causa della sua consistenza liquida, il rivestimento riempie piccole cavità, vuoti o aree di configurazione complessa che potrebbero non essere completamente ed intimamente in contatto con il materiale di supporto circostante. Durante il

procedimento di rivestimento, è generalmente desiderabile lasciare almeno una superficie non rivestita in modo che il corpo della punta abbia almeno una superficie non resistiva, o bagnabile, attraverso la quale far penetrare infiltrante addizionale, anche se l'infiltrante è già presente nel corpo della punta preformato a base di particelle. Tale rivestimento resistivo può anche essere utilizzato in unione con varianti del procedimento di infiltrazione, sia che il materiale di supporto sia bagnabile o meno, per contribuire alla formazione di una migliore finitura superficiale e contribuire ad assicurare che l'infiltrante non esca dal corpo della punta a base di particelle penetrando nella struttura di supporto, si raccolga in eventuali cavità, spazi o vuoti presenti tra il corpo della punta e la struttura di supporto, o formi una pellicola indesiderata di infiltrante sulla superficie esterna del corpo della punta.

Dopo che il corpo della punta a base di particelle è stato opportunamente supportato, il corpo della punta ed eventuali materiali e/o strutture di supporto sono disposti entro un forno tradizionale, un forno a bobina di induzione, o altro dispositivo di riscaldamento insieme con un infiltrante e riscaldati finchè l'infiltrante fonde e permea sostanzialmente nel corpo della punta attraverso la superficie libera, o non rivestita, esposta all'infiltrante. I materiali che sono stati tradizionalmente utilizzati per

SECRET

infiltrare corpi di punte a base di particelle comprendono leghe a base di rame che includono altri elementi, come il nichel.

Il brevetto '280 ed il brevetto '550 descrivono anche un carburo di tungsteno o altra polvere adatta o miscela di polveri (metalliche o non metalliche) avente caratteristiche fisiche desiderate per una matrice premiscelata in modo sostanzialmente uniforme con una polvere di infiltrante polimerico (o altrimenti non metallico) o metallico, in cui la premiscela è depositata in strati e la polvere di infiltrante almeno parzialmente fusa tramite un laser per collegare le particelle di carburo di tungsteno in una matrice e definire la forma del corpo della punta. Dopo il completamento del procedimento di fabbricazione a strati e fusione, poichè l'infiltrante è già in posizione, il corpo della punta è riscaldato in un forno per eseguire l'infiltrazione completa sul posto della matrice. In un'altra alternativa alla procedura precedente, vengono depositati strati di polvere di matrice alternati con strati di polvere di infiltrante. In ogni caso, è possibile aggiungere infiltrante addizionale durante l'infiltrazione per riempire eventuali cavità prive di infiltrante nella matrice di polvere metallica consolidata dall'infiltrante. Se si utilizza un carburo di tungsteno rivestito di infiltrante o altra polvere adatta o miscela di polveri in modo stratifi-

ACIRAC & PERAZI S.p.A.

cato, è possibile utilizzare un laser per fondere il rivestimento di infiltrante almeno a sufficienza per far aderire ogni strato, ed il corpo della punta completato può essere disposto in un forno per una infiltrazione sul posto del corpo della punta, fornendo infiltrante addizionale se necessario, come precedentemente indicato.

E' anche possibile utilizzare una struttura di supporto per infiltrare un corpo di punta costituito da particelle metalliche miscelate con particelle di un materiale infiltrante. Con tale corpo di punta a base di particelle, può non essere necessario lasciare almeno una superficie esposta per l'introduzione di infiltrante addizionale nel corpo della punta. Tale corpo di punta a base di particelle può tuttavia richiedere un supporto strutturale come precedentemente descritto.

Benchè punte del tipo a matrice possano offrire vantaggi significativi rispetto a punte a corpo di acciaio secondo la tecnica anteriore in termini di resistenza all'abrasione ed all'erosione, e benchè i recenti progressi nella tecnologia a matrice abbiano notevolmente aumentato la tenacità e la duttilità di corpi a matrice, in molti casi, il costo di una punta del tipo a matrice ed il tempo per la sua fabbricazione faranno sì che il cliente scelga una punta a corpo di acciaio più economica con un tempo di consegna più rapido. In ogni caso, il cliente deve scegliere tra una punta

tenace ma meno resistente all'abrasione ed una punta più costosa, altamente resistente all'abrasione ed all'erosione, con una tenacità ridotta.

Di conseguenza, sarebbe vantaggioso realizzare un procedimento per la fabbricazione di una punta da perforazione, di un componente di una punta da perforazione, o altro articolo di produzione in un tempo minore, ad un costo inferiore, senza sacrificare l'orientamento, l'allineamento, ed il dettaglio delle varie caratteristiche dell'articolo di produzione.

#### SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Il procedimento secondo la presente invenzione comprende l'utilizzo dei procedimenti noti di fabbricazione a strati per produrre un guscio sostanzialmente cavo a base di particelle di una corona di un corpo di punta, il posizionamento di uno stampo corrispondente al diametro esterno della punta in posizione adiacente al guscio sostanzialmente cavo, e la disposizione di un materiale di anima, che può essere anche indicato nella presente come materiale della punta, entro il guscio sostanzialmente cavo e lo stampo corrispondente al diametro esterno della punta per formare un interno dello stampo ed un diametro esterno della punta. Il materiale di anima può essere un materiale fuso o un materiale a base di particelle.

Il procedimento secondo la presente invenzione può

ARMANDO TESTA & PERANI S.p.A.

anche comprendere l'infiltrazione del guscio sostanzialmente cavo e/o del materiale di anima (se il materiale di anima è a base di particelle) con un legante, che è anche indicato nella presente come un infiltrante. Il procedimento può inoltre comprendere la disposizione del guscio sostanzialmente cavo entro un materiale di stampo morbido o che si adatta per supportare il guscio sostanzialmente cavo durante la disposizione del materiale di anima entro il guscio sostanzialmente cavo e lo stampo corrispondente al diametro esterno della punta. Preferibilmente, il materiale della sezione morbida dello stampo che si adatta è un materiale non bagnabile che si adatta sostanzialmente alle caratteristiche della superficie esterna della corona della punta e che impedisce che il materiale fuso scorra sostanzialmente fuori dalle superfici esterne della corona della punta.

Poichè, in accordo con il procedimento secondo la presente invenzione, la corona della punta è prodotta prima della produzione dell'interno e del diametro esterno della punta, la corona della punta può essere realizzata in materiali differenti dal diametro esterno della punta e dall'interno del corpo della punta. Così, un corpo di punta secondo la presente invenzione può comprendere un materiale duro resistente all'abrasione ed all'erosione, come carburo di tungsteno, sulla sua corona, e materiali meno costosi e

ITALIANA S.P.A.

più tenaci e più duttili, come acciaio, nell'interno del corpo della punta.

Quando un materiale fuso è utilizzato quale materiale di anima, il guscio sostanzialmente cavo che costituisce la corona del corpo della punta è preferibilmente infiltrato prima di formare l'interno della punta ed il diametro esterno della punta. Poichè il materiale di anima fuso è disposto entro ed in posizione adiacente al guscio sostanzialmente cavo, il legante con il quale il guscio sostanzialmente cavo è stato infiltrato, e che è esposto verso il materiale fuso di anima, preferibilmente si rammollisce o fonde e quindi si miscela con, o altrimenti aderisce al materiale di anima per formare una struttura sostanzialmente integrale. Alternativamente, il materiale di anima fuso può anche essere utilizzato quale legante per infiltrare il guscio sostanzialmente cavo a base di particelle sostanzialmente simultaneamente alla disposizione del materiale di anima fuso entro ed in posizione adiacente al guscio sostanzialmente cavo.

Quando il materiale di anima è a base di particelle, il materiale di anima è preferibilmente disposto entro il guscio sostanzialmente cavo e lo stampo corrispondente al diametro esterno della punta prima dell'infiltrazione. Il materiale di anima in particelle e la corona della punta a base di particelle sono quindi sostanzialmente infiltrati

ARMANDO TESTA S.p.A.

integralmente con un legante. Così si forma una struttura sostanzialmente integrale.

Di conseguenza, il corpo della punta secondo la presente invenzione comprende un guscio di corona della punta a base di particelle ed un diametro esterno della punta ed un interno della punta integrali fissati al guscio di corona della punta.

Uno stampo che può essere utilizzato per produrre un corpo di punta in accordo con il procedimento secondo la presente invenzione può comprendere una sezione morbida o che si adatta ed una sezione adiacente dura e rigida. Come precedentemente discusso, la sezione morbida dello stampo, che si adatta, supporta una struttura preformata, come un guscio sostanzialmente cavo di una corona della punta. La sezione dura e rigida dello stampo è utilizzata in combinazione con la struttura preformata per definire un'altra struttura, come un diametro esterno della punta, adiacente alla struttura preformata. Dopo la definizione di un'altra struttura mediante la sezione dura e rigida dello stampo, lo stampo può essere rimosso dalla struttura formata.

Quando tale stampo è utilizzato per produrre una punta da perforazione per la trivellazione del suolo, la corona della punta è disposta entro la sezione morbida dello stampo che si adatta in modo che il materiale morbido dello stampo si adatti sostanzialmente alla forma della superficie esterna

della corona della punta, comprese le sue diverse caratteristiche topografiche. Nell'assemblaggio della sezione morbida dello stampo che si adatta e della sezione dura e rigida dello stampo, che comprende lo stampo corrispondente al diametro esterno della punta, la sezione dura e rigida dello stampo è disposta in posizione adiacente alla corona della punta e alla sezione morbida dello stampo. Così la sezione dura e rigida dello stampo è preferibilmente una struttura sostanzialmente anulare comprendente un materiale, come grafite o ceramica, che sopporterà le temperature e altre condizioni di disposizione di un materiale fuso, come un legante fuso o un materiale di anima fuso, nel suo interno. Inoltre, l'interno della sezione dura e rigida dello stampo comprende preferibilmente caratteristiche lavorabili in modo relativamente facile, come forme per i pattini del diametro esterno e le scanalature di scarico del corpo della punta.

All'assemblaggio della sezione morbida dello stampo che si adatta e dello stampo duro e rigido corrispondente al diametro esterno della punta, l'interno del guscio sostanzialmente cavo della corona della punta e l'interno dello stampo corrispondente al diametro esterno della punta delimitano una cavità. Inserti di stampo possono essere disposti entro la cavità, come è noto nella tecnica, per definire varie caratteristiche del corpo della punta, compre-

si passaggi interni di fluido, anime di ugello, e caratteristiche topografiche del corpo della punta. Preferibilmente, tuttavia, le anime di ugello e le caratteristiche topografiche del corpo della punta sono definite durante la fabbricazione a strati della corona della punta e dallo stampo corrispondente al diametro esterno della punta.

Di conseguenza, le caratteristiche topografiche relativamente complesse della corona della punta possono essere definite in modo sostanzialmente fedele durante la fabbricazione a strati della corona della punta, mentre le caratteristiche più facilmente definite e lavorate alla macchina, come i pattini sul diametro esterno, le scanalature di scarico, ed i passaggi interni di fluido della punta da perforazione, possono essere definite dallo stampo duro e rigido corrispondente al diametro esterno della punta e da inserti di stampo.

Poichè si utilizzano procedimenti di fabbricazione a strati per produrre soltanto un guscio della corona della punta, e quindi soltanto una frazione dell'intero corpo della punta, il tempo impiegato dalla fabbricazione a strati è ~~rispetto~~ <sup>rispetto</sup> quello richiesto quando l'intero corpo della punta o un intero guscio del corpo della punta è prodotto mediante procedimenti di fabbricazione a strati.

Analogamente, poichè lo stampo corrispondente al

FORNITORE E PERANA S.p.A.



strata nella figura 1, come potrebbe essere modellato da un sistema CAD, sezionato trasversalmente all'asse longitudinale della punta per esporne una sezione;

la figura 2A rappresenta una vista in prospettiva di una corona della punta configurata secondo il modello illustrato nella figura 2;

la figura 3 rappresenta una vista in prospettiva parziale della punta da perforazione illustrata nella figura 1, sezionata trasversalmente all'asse longitudinale della punta per esporne una sezione e per illustrare la corona del corpo della punta e l'interno della punta;

la figura 4 rappresenta una illustrazione schematica di un primo dispositivo di fabbricazione a strati controllato da calcolatore adatto per l'uso nella fabbricazione di un guscio sostanzialmente cavo di una corona di punta in accordo con un procedimento preferito di fabbricazione a strati del procedimento secondo la presente invenzione, e le figure 4A-4D rappresentano illustrazioni schematiche che mostrano l'uso del dispositivo illustrato nella figura 4 nella fabbricazione di un guscio sostanzialmente cavo a base di particelle per una corona di punta;

la figura 4E rappresenta una illustrazione schematica di un altro dispositivo che può essere utilizzato nella fabbricazione a strati di un guscio sostanzialmente cavo a base di particelle di una corona di punta;

SECURITY & PERMANENCE

la figura 5 rappresenta una illustrazione schematica che mostra ancora un altro dispositivo che può essere utilizzato per fabbricare il guscio sostanzialmente cavo della corona della punta mediante tecniche di fabbricazione di oggetti a strati;

la figura 6 rappresenta una illustrazione schematica di uno stampo che può essere utilizzato in combinazione con un guscio sostanzialmente cavo di una corona di punta per fabbricare un corpo di punta in accordo con il procedimento secondo la presente invenzione;

le figure 7A-7D rappresentano illustrazioni schematiche di un primo procedimento di fabbricazione del corpo di una punta secondo la presente invenzione, in cui si utilizza un materiale in particelle per fabbricare l'interno del corpo della punta ed il diametro esterno della punta; e

le figure 8A-8C rappresentano illustrazioni schematiche di un secondo procedimento di fabbricazione del corpo di una punta secondo la presente invenzione, in cui si utilizza un materiale fuso per fabbricare l'interno del corpo della punta ed il diametro esterno della punta.

#### DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Con riferimento alle figure 1 e 3 dei disegni, è illustrata una punta da perforazione 10 esemplificativa secondo la presente invenzione. La punta da perforazione 10 comprende un corpo della punta 12 con un guscio sostanzial-

INDUSTRIE & SERVIZI S.p.A.

mente cavo di una corona della punta 13, un interno della punta/sbozzato della punta 14 configurato in modo complementare alla, e che può essere disposto entro la corona della punta 13, ed un diametro esterno della punta 15 continuo rispetto all'interno della punta/sbozzato della punta 14 e disposto intorno alla sua periferia.

Con riferimento ora alla figura 2 dei disegni, un modello esemplificativo 13' della corona della punta è illustrato nel modo in cui viene modellato tridimensionalmente da un sistema CAD secondo lo stato dell'arte. Tali sistemi sono ben noti e diffusamente utilizzati, ed un sistema CAD particolarmente adatto e disponibile in commercio per l'implementazione della presente invenzione è il sistema Pro/ENGINEER, commercializzato dalla Parametric Technology Corporation.

Con riferimento ancora alle figure 1 e 3, la corona della punta 13 può essere fabbricata mediante procedimenti noti di fabbricazione a strati, compresi, senza carattere limitativo, sinterizzazione selettiva a laser ("selective laser sintering" - "SLS"), stereolitografia ("STL"), stampa tridimensionale, fabbricazione di oggetti a strati ("laminated object manufacturing" - "LOM"), ed altre cosiddette tecniche di produzione rapida di prototipi. La corona della punta 13 fabbricata mediante queste tecniche di fabbricazione può comprendere una varietà di caratteristiche

APPROVATO E REGISTRO IN...

o componenti esterni ed interni..

Come illustrato, la corona della punta 13 comprende sei lame o ali 18 comprendenti sedi per elementi fresanti 22 configurate in modo da contenere elementi taglienti 20. Le sedi per elementi fresanti 22 possono comprendere speroni inclinati 24 per supportare un elemento tagliente 20 da dietro.

Le lame 18 sono separate da passaggi di fluido estendentisi in direzione generalmente radiale 30 che, quando la corona della punta 13 e il diametro esterno della punta 15 sono disposti in posizioni adiacenti l'una all'altro e correttamente orientati l'una rispetto all'altro, sono diretti verso scanalature di scarico 32 disposte tra pattini 28 del diametro esterno della punta 15. I passaggi di fluido 30 e le scanalature di scarico 32 di una punta da perforazione in funzione possono essere alimentati con fluido di perforazione, o "fango", dalla batteria di perforazione attraverso l'interno della punta/sbozzato della punta 14. Nel funzionamento della punta da perforazione 10, il fluido di perforazione entra nella punta da perforazione 10 attraverso l'interno della punta/sbozzato della punta 14, e passa attraverso passaggi di fluido interni 34 (figura 3), che sboccano in ugelli 36 che sono disposti in cavità 38. Le cavità 38 sboccano in passaggi di fluido 30.

Come illustrato, il diametro esterno della punta 15

SECRET

comprende un pattino di diametro esterno 28 longitudinalmente  
adiacente a ciascuna lama 18 della corona della punta 13.  
Taglienti di diametro esterno 26 (non illustrati nella figura  
3) possono essere posizionati entro sedi 27 disposte in  
posizione immediatamente adiacente ai pattini di diametro  
esterno 28 e sopra questi ultimi (come illustrato nella  
figura 1).

Le lame 18, i passaggi di fluido 30 e le  
caratteristiche topografiche del corpo della punta 12  
definiscono complessivamente quella che può essere denominata  
una "faccia della punta", ossia la superficie della punta che  
entra in contatto con la formazione non perforata sul fondo  
di un foro di trivellazione. La forma esterna di una sezione  
trasversale diametrale della corona della punta 13  
considerata lungo l'asse longitudinale 40 della punta  
definisce quello che può essere denominato il "profilo della  
punta" o "profilo della corona".

L'estremità dell'interno della punta/sbozzato della  
punta 14, o un gambo 14' ad essa fissato, può essere  
filettato con un collegamento a perno API 16, come è noto  
nella tecnica, per facilitare il fissaggio della punta di  
perforazione 10 ad una batteria di perforazione.

Con riferimento alla figura 1A, è illustrata una forma  
di attuazione della corona della punta 13, che comprende un  
guscio esterno 110 ed un guscio interno 112. Il guscio inter-

no 112 è preferibilmente disposto in posizione sostanzialmente centrale entro la corona della punta 13, e comprende una camera centrale in pressione 114 con passaggi di fluido 116 estendentisi da quest'ultima sostanzialmente fino alla periferia o faccia della corona della punta 13 ed in comunicazione con la camera centrale in pressione 114. Di conseguenza, all'assemblaggio della corona della punta 13 con altri componenti della punta da perforazione 10 (vedere figura 1), il guscio interno 112 può essere disposto in posizione adiacente al gambo della punta 14' (vedere figura 1) e la camera centrale in pressione 114 può essere allineata e disposta in comunicazione con passaggi di fluido del gambo della punta 14'.

Poichè la camera centrale in pressione 114 è disposta entro la corona della punta 13, i passaggi di fluido 116 estendentisi da quest'ultima sono corti e diritti rispetto ai passaggi interni di fluido di punte da perforazione tradizionali per la trivellazione del suolo. Di conseguenza, i passaggi di fluido 116 non si eroderanno in modo altrettanto rapido dei lunghi passaggi di fluido interni curvi di punte da perforazione tradizionali per la trivellazione del suolo mentre fluido di perforazione o altri liquidi li attraversano.

Come illustrato nella figura 2, un modello tridimensionale 13' della corona della punta 13 (vedere

figura 1) può essere "sezionato" numericamente lungo qualsiasi piano desiderato e, in questo caso, lungo un piano perpendicolare all'asse longitudinale 40' del modello della corona della punta 13'. Guardando la superficie 42, è facilmente evidente che il modello del corpo della punta può essere facilmente caratterizzato numericamente come una serie di sottili strati sovrapposti sostanzialmente bidimensionali di sezione trasversale gradualmente variabile, i quali strati sostanzialmente bidimensionali, quando sono completamente impilati, definiscono un modello tridimensionale 13' della corona della punta 13, come illustrato nella figura 2.

La figura 2A mostra anche che una corona di punta 13 configurata secondo il modello 13' può comprendere aperture o cavità interne per definire aperture ad ugello 38, porzioni di passaggi interni di fluido 34 (vedere figura 3), o altre caratteristiche della corona della punta 13. Durante la fabbricazione a strati della corona della punta 13, aperture o cavità sostanzialmente longitudinalmente adiacenti in strati o sezioni contigue sovrapposte costituiscono passaggi o aperture tridimensionali attraverso il guscio della corona della punta 13. Poichè il modello della corona della punta 13' non modella elementi taglienti, taglienti di diametro esterno, ugelli o altri componenti che possono essere successivamente assemblati su un corpo della punta per completare una punta da perforazione, cavità 44 possono

essere formate nelle superfici della corona della punta 13 per ricevere questi componenti aggiunti successivamente.

Con riferimento ora alle figure 4- 4D, è illustrato schematicamente un dispositivo esemplificativo 200 che può essere utilizzato per fabbricare un guscio sostanzialmente cavo di una corona di punta in accordo con la presente invenzione. Il dispositivo 200 comprende una tavola orizzontale 202 sulla quale deve essere formata una corona di punta 13 (vedere figure 1 e 3), configurata secondo il modello 13' di corona di punta (vedere figura 2). La tavola 202 è preferibilmente mobile verticalmente ad incrementi precisi, ad esempio mediante un gruppo di motore a passo o altri mezzi 204. Un distributore di particelle, comprendente una testa di alimentazione 206 estendentesi linearmente sul fondo di una tramoggia 208, è mobile orizzontalmente attraverso e sopra la tavola 202 in modo da depositare uno strato di materiale in particelle 220, o particelle, sulla tavola 202. La tramoggia 208 può essere fatta vibrare per facilitare il flusso di materiale in particelle 220 e per rendere più uniforme il flusso, se lo si desidera. Un rullo o lama o barra raschiatrice 210 verticalmente fisso ed estendentesi orizzontalmente è anche mobile orizzontalmente attraverso la tavola 202 e può, se lo si desidera, essere sospeso alla tramoggia 208. Una testa di fissaggio 212 è sospesa sopra la tavola 202. La testa di fissaggio 212 può

BOCCARDI & PERSI S.p.A.

comprendere un assieme facente parte di una varietà di  
assiemi, in funzione della natura del materiale in particelle  
220 utilizzato per fabbricare il corpo della punta e  
dell'alternativa desiderata di legante utilizzata per attuare  
il procedimento secondo l'invenzione. La testa di fissaggio  
212 può comprendere, ad esempio e non a titolo limitativo, un  
laser, un ugello a getto di inchiostro, o una pistola di  
spruzzatura di metallo. Quando la testa di fissaggio 212  
comprende un laser, il dispositivo 200 può anche comprendere  
un galvanometro 213 con uno o più specchi rotanti. La  
sequenza di funzionamento e i movimenti della tavola 202,  
della tramoggia 208, del rullo 210 e della testa di fissaggio  
212 sono controllati da un calcolatore 214 che utilizza un  
opportuno programma di controllo della macchina del tipo  
attualmente noto nel ramo. Il calcolatore 214 può comprendere  
un personal computer disponibile in commercio che utilizza un  
microprocessore della serie Intel Pentium<sup>®</sup> o Pentium<sup>®</sup> II.  
Produttori che offrono calcolatori opportunamente programmati  
che utilizzano sistemi facenti uso di formati di archivio  
CAD .STL ed hardware associato adattabili al procedimento  
secondo la presente invenzione comprendono DTM Corporation,  
Austin, Texas, Stati Uniti d'America; Soligen, Inc.,  
Northridge, California, Stati Uniti d'America; Stratasys,  
Inc., Eden Prairie, Minnesota, Stati Uniti d'America;  
Helisys, Inc. di Torrance, California, Stati Uniti d'America;

e 3D-Systems, Inc., Valencia, California, Stati Uniti d'America.

Con riferimento alla figura 4E, è illustrato un dispositivo alternativo 200' per fabbricare una punta rotativa a lame in accordo con la presente invenzione. Il dispositivo 200' comprende una tavola orizzontale 202', simile alla tavola 202 del dispositivo 200 illustrato nelle figure da 4 a 4D, su cui deve essere formata una corona di punta 13 (vedere figure 1 e 3) configurata secondo il modello 13' di corona di punta (vedere figura 2). Un distributore di particelle, comprendente cartucce 208a' e 208b' disposte sotto la tavola 202' ed un rullo o barra raschiatrice o lama 210' mobile orizzontalmente attraverso la tavola 202', deposita uno strato di materiale in particelle 220', o di particelle, sopra la tavola 202' con uno spessore sostanzialmente uniforme. Le cartucce 208a' e 208b' sono preferibilmente mobili verticalmente ad incrementi precisi, ad esempio mediante un gruppo di motore a passo o altri mezzi 207', allo scopo di far muovere il materiale in particelle 220' verso l'alto per la sua disposizione sulla tavola 202'. Il dispositivo 200' comprende inoltre una testa di fissaggio 212', un galvanometro 213' comprendente almeno uno specchio, ed un calcolatore 214', simili a quelli del dispositivo 200, descritto in precedenza con riferimento alle figure 4-4D.

Con riferimento ancora alle figure 4-4D, in una forma

ARMANDO TESTA S.p.A.

di attuazione a sinterizzazione selettiva a laser del procedimento di fabbricazione a strati, il materiale in particelle 220 comprende preferibilmente particelle di un materiale di matrice duro, resistente all'abrasione ed all'erosione, come carburo di tungsteno, miscelato con un materiale legante in polvere, come una resina polimerica o un metallo a basso punto di fusione. Così, quando una testa di fissaggio 212 comprendente un laser dirige energia laser verso gli specchi 213 montati sul galvanometro, che riflettono l'energia laser verso aree selezionate di uno strato 222 del materiale in particelle 220, il materiale legante fa aderire, o fissa, particelle adiacenti del materiale di matrice entro queste aree selezionate l'una all'altra.

Alternativamente, il materiale in particelle 220 può comprendere particelle di un materiale di matrice duro, resistente all'abrasione ed all'erosione, come carburo di tungsteno, rivestite con un materiale legante, come una resina polimerica o un metallo a basso punto di fusione.

Come altra alternativa, in una forma di attuazione a stampa tridimensionale del procedimento di fabbricazione a strati secondo la presente invenzione, la testa di fissaggio 212 può depositare un materiale legante, come una resina polimerica o un metallo a basso punto di fusione, su aree selezionate di uno strato 222 del materiale in particelle

220. Quando il materiale legante polimerizza o indurisce, le particelle del materiale di matrice entro queste aree selezionate sono fatte aderire, o fissate, l'una all'altra.

Particelle 220 delle aree selezionate sono preferibilmente fissate in una configurazione orizzontale regolare rappresentativa di un primo strato o sezione trasversale più bassa del modello 13' della corona della punta (vedere figura 2), come definito numericamente e memorizzato nel calcolatore 214. La testa di fissaggio 212 è diretta in modo da fissare particelle dello strato 222 nelle aree in cui la corona della punta 13 è costituita da materiale solido evitando le aree nella regione cava del modello 13' della corona della punta o in cui esiste una cavità o apertura in uno strato del modello 13' della corona della punta.

Come illustrato nella figura 4A, il laser fonde o sinterizza e lega tra loro per fusione le particelle 220, producendo quello che può essere denominato un primo strato di particelle 222', e primo strato di preforma, avente il profilo periferico del modello 13' della corona della punta (vedere figura 2) a questo livello verticale o longitudinale, mentre aperture o cavità in questo strato rimangono come particelle libere non collegate per fusione (vedere figura 2A). La testa di fissaggio 212 è quindi ritirata e, come illustrato nella figura 4B, la tavola 202 è fatta muovere

verso il basso ad intermittenza per una distanza verticale che può essere uguale o meno allo spessore del primo strato di particelle 222' (ossia una struttura fabbricata a strati può avere strati di spessori differenti); un secondo strato 224 di particelle 220 è depositato dalla testa di alimentazione 206 della tramoggia 208, quindi distribuito e livellato dal rullo o raschietto 210 come precedentemente descritto. Come illustrato nella figura 4C, il laser è di nuovo diretto, questa volta sul secondo strato 224', in modo da seguire uno schema orizzontale rappresentativo di un secondo strato o sezione più alta del modello 13' della corona della punta (vedere figura 2), come definito numericamente e memorizzato nel calcolatore 214, fondendo il secondo strato 224 nel secondo strato di particelle 224', o secondo strato di preforma. Preferibilmente, il secondo strato di particelle 224' è anche simultaneamente collegato per fusione al primo strato di particelle 222'. Si noterà che, nelle figure del disegno, gli spessori del primo e del secondo strato di particelle 222' e 224', rispettivamente, sono stati esagerati per illustrare chiaramente il procedimento di fabbricazione a strati. Poiché il profilo della corona della punta 13 non è cilindrico, ma leggermente conico, e le aperture o cavità in essa si estendono lateralmente oltre che longitudinalmente, il risultato netto è che il secondo strato di particelle 224', pur essendo

ADRIANO P. PERINI S.p.A.

contiguo al primo strato di particelle 222', può non essere identico a quest'ultimo.

Il deposito di particelle, il livellamento e il collegamento selettivo per fusione di ciascuno strato di preforma successivo proseguono sotto il controllo del calcolatore per centinaia o anche migliaia di strati fino a far emergere gradualmente una struttura tridimensionale riconoscibile, come illustrato nella figura 2, ed il procedimento di fabbricazione a strati prosegue ancora fino ad ottenere una corona di punta completa 13 (vedere figure 1 e 3), come illustrato nella figura 4D.

Il materiale in particelle nelle aree non legate dello strato è quindi rimosso e può essere recuperato, fornendo così una struttura sostanzialmente cava di corona della punta 13. Il materiale recuperato può essere successivamente utilizzato per formare un'altra corona di punta 13.

Alternativamente, ancora con riferimento alle figure 4-4D, il materiale in particelle 220 può essere depositato sulla tavola 202 in uno o più anelli che approssimano uno strato del modello 13' della corona della punta (vedere figura 2) ed eventuali sue caratteristiche interne (ad esempio passaggi interni di fluido), se lo si desidera. Il materiale in particelle 220 può quindi essere collegato insieme mediante un laser, ed un deposito successivo controllato di particelle può quindi essere eseguito per

LOS ANGELES CENTER

formare il secondo strato 224, che è quindi formato e sostanzialmente collegato simultaneamente per fusione al primo strato 222.

Ancora un'altra variante del procedimento di fabbricazione a strati che è utile per fabbricare il guscio sostanzialmente cavo della corona della punta 13 secondo la presente invenzione (vedere figure 1-3), il quale procedimento è tipicamente indicato come fabbricazione di oggetti a strati, utilizza lamine di materiale per formare la corona della punta 13. Come illustrato nella figura 5 dei disegni, un dispositivo 300 per attuare il procedimento comprende una tavola 302, mezzi di azionamento 304 per far muovere la tavola 302 in incrementi verticali, un alimentatore di lamine 306, una testa laser 308, ed un calcolatore di controllo 310. L'alimentatore di lamine 306 può comprendere un alimentatore del tipo per fotocopiatrici e fornire singole lamine, oppure può comprendere un alimentatore del tipo a rullo con un rullo di alimentazione ed un rullo di avvolgimento, come desiderato. In ogni caso, una lamina 312 di materiale adatto è disposta sulla tavola 302. La testa laser 308, sotto il controllo del calcolatore 310, taglia un profilo della periferia dello strato della corona della punta 13 in fase di realizzazione. Il materiale circostante della lamina può quindi essere rimosso, se lo si desidera, ed una seconda lamina non tagliata 312 applicata

sopra la lamina 312 è collegata alla lamina 312 mediante opportuni mezzi, dopo di che la testa laser 308 taglia il profilo del perimetro del secondo strato della corona della punta 13. Se lo si desidera, il laser può essere utilizzato per riscaldare rapidamente la seconda lamina 312' e collegarla alla prima lamina 312 prima che la lamina 312' sia tagliata sulla sua periferia. Alternativamente, un rullo riscaldato 314 può essere spinto contro e fatto rotolare sulla lamina superiore 312' per fissare la lamina superiore 312' e la lamina sottostante 312 immediatamente adiacente l'una all'altra prima che la lamina 312' sia tagliata in modo da definire la periferia dello strato successivo corrispondente della corona della punta 13.

Tale collegamento può essere eseguito per fusione o sinterizzazione, o mediante un materiale adesivo disposto sulla sommità, sul fondo, o su entrambe le superfici di ciascuna lamina. Una o entrambe le superfici delle lamine possono essere pre-rivestite con adesivo, oppure un adesivo può essere applicato ad esse, ad esempio per laminatura o spruzzatura, durante il procedimento di fabbricazione a strati.

#### GRUPPO DI STAMPO

##### Stampo morbido

Con riferimento alla figura 6, la superficie esterna della corona della punta 13 può essere rivestita con un si-

FORNITORE DI MATERIE PLASTICHE

gillante o altra sostanza non bagnabile, come nitruro di boro, nitruro di alluminio, NICOBRAZE GREEN STOP-OFF prodotto dalla Wall Colmonoy, Inc. di Madison Heights, Michigan, Stati Uniti d'America; o ZIRCWASH prodotto dalla Zyp Coatings, Inc. di Oak Ridge, Tennessee, Stati Uniti d'America, in modo da chiudere i pori esterni della matrice della corona della punta 13 ed eventuali pori che sboccano in aperture o cavità attraverso la corona della punta 13.

La corona della punta 13 è quindi rovesciata, con la superficie esterna rivolta verso il basso, e posizionata in un involucro di stampo 60 che comprende nel suo interno uno stampo morbido 64 della corona della punta, che è anche indicato nella presente come uno stampo morbido. Lo stampo della corona della punta 64 comprende un materiale di stampo 62. Preferibilmente, il materiale di stampo 62 è un materiale granulare non bagnabile da un materiale fuso utilizzato per infiltrare la corona della punta 13 o per riempire ed infiltrare la corona della punta 13, come sabbia per fonderia, grafite, polvere ceramica, silice, allumina, carburo di silicio, loro combinazioni, o altri materiali adatti noti nel ramo che preferibilmente non induriranno o altrimenti diventeranno rigidi durante il procedimento di infiltrazione. Preferibilmente, il materiale di stampo 62 è fatto vibrare o altrimenti fatto sedimentare in modo da compattare sostanzialmente il materiale di stampo 62 intorno

alla corona della punta 13 ed in contatto sostanziale con le sue superfici esterne. Il materiale di stampo 62 o un altro materiale granulare o in particelle non bagnabile può anche essere disposto in eventuali aperture o cavità nella corona della punta 13.

Quando il materiale di stampo 62 comprende un materiale granulare non bagnabile, lo stampo 64 della corona della punta è preferibilmente uno stampo "morbido" o non consolidato, che può continuare ad adattarsi sostanzialmente alla, e supportare la corona della punta 13 durante variazioni della dimensione o della conformazione della corona della punta 13. Ad esempio, con il riscaldamento della corona della punta 13, ad esempio durante ~~procedimenti di trattamento~~ ~~in forno~~ ed infiltrazione, la corona della punta 13 può ridursi come dimensioni a causa della dissipazione o evaporazione della resina o altro materiale legante che trattiene insieme le particelle della corona della punta 13. La capacità di un materiale di stampo granulare non bagnabile 62 di essere relativamente cedevole rispetto alla corona della punta 13 può, durante l'infiltrazione della corona della punta 13 o di un corpo di punta 12 comprendente la corona della punta, evitare anche che un materiale infiltrante si raccolga o si accumuli in spazi che potrebbero altrimenti formarsi tra uno stampo sostanzialmente rigido e dimensionalmente stabile ed un corpo di punta che si contrae.

STAMPATA A PERMANENZA

Può anche essere vantaggioso far passare un gas di lavaggio, riducente o ossidante, come ossigeno, idrogeno, o miscele di ossigeno ed idrogeno con altri gas, o un solvente, come un alcool, estere, idrocarburo, petrolio, solvente clorato, chetone, o altro materiale organico o inorganico attraverso la corona della punta 13 per sciogliere e rimuovere sostanzialmente la resina o altro materiale legante dalla corona della punta 13. Uno stampo 64 della corona della punta formato da un materiale granulare non bagnabile faciliterà il flusso di tali gas o solventi che escono dalla corona della punta 13 attraverso lo stampo 64.

Alternativamente, lo stampo 64 della corona della punta può essere formato da un materiale che è inizialmente sostanzialmente rigido e si indebolisce quando lo stampo 64 della corona della punta è esposto ad una temperatura elevata, come la temperatura di infiltrazione. Così, uno stampo 64 della corona della punta fabbricato in tale materiale può essere facilmente rimosso da una corona di punta 13 infiltrata o altro articolo di produzione. Ad esempio, sabbia legata insieme con un polimero può fornire un supporto rigido finchè il polimero non è riscaldato alla temperatura alla quale il polimero fonde, evapora, si decompone, o altrimenti si dissipa, lasciando la sabbia in una forma relativamente sciolta.

E' anche previsto che un materiale relativamente

ADIBACCO & PERANI S.p.A.

sciolto che solidifica o altrimenti si irrigidisce durante il procedimento di infiltrazione, ad esempio per sinterizzazione, adesione, e/o legame chimico, possa fornire un supporto sufficiente per la corona della punta 13. In altre parole, si potrebbe selezionare un materiale di stampo 62 che mantenga la sua natura non consolidata durante la rimozione della resina o altro materiale legante che fissa inizialmente insieme le particelle della corona della punta 13, e durante variazioni della conformazione o dimensione della corona della punta 13. A temperature più alte, tuttavia, dopo che la resina o altro materiale legante è stato rimosso dalla corona della punta 13 e la corona della punta 13 è relativamente dimensionalmente stabile, tale materiale di stampo 62 potrebbe solidificare o altrimenti irrigidirsi per fornire un supporto più rigido. Così, in effetti, lo stampo 64 della corona della punta si adatta alla corona della punta 13 durante gli stadi iniziali del trattamento in forno e quindi diventa più rigido durante il trattamento in forno o l'infiltrazione.

Di conseguenza, il materiale di stampo 62, benchè preferibilmente non bagnabile, può alternativamente comprendere una sostanza bagnabile, come acciaio e/o acciaio inossidabile, per migliorare la conducibilità termica dello stampo 64 della corona della punta. Tali materiali possono tuttavia aderire o collegarsi alla corona della punta 13

durante l'infiltrazione o essere infiltrati integralmente con la corona della punta 13. Di conseguenza, può essere desiderabile rivestire le superfici esterne della corona della punta 13 e qualsiasi altra superficie della corona della punta 13 che entra in contatto con tale materiale di stampo 62 per evitare l'adesione o il collegamento del materiale di stampo 62 alla corona della punta 13 o l'infiltrazione integrale dello stampo 64 della corona della punta e della corona della punta 13. Mezzi esemplificativi per evitare l'adesione o il collegamento del materiale di stampo 62 alla corona della punta 13 comprendono spruzzatura, verniciatura, immersione o altrimenti rivestimento della corona della punta 13 con un sigillante o altra sostanza non bagnabile, come il nitruro di boro precedentemente menzionato, vetro solubile, nitruro di alluminio, NICOBRAZE GREEN STOP-OFF, ed altri materiali, come ZIRCWASH. Questi o altri materiali di rivestimento possono anche servire per trattenere un materiale infiltrante entro i confini delle superfici della corona della punta 13 o di un corpo di punta 12 comprendente la corona della punta per evitare l'infiltrazione integrale dello stampo 64 della corona della punta e della corona della punta 13.

Inoltre, è previsto che tale rivestimento 66 possa migliorare la finitura superficiale della corona della punta 13 finita riempiendo pori esterni e/o interni della corona

della punta 13 fabbricata a strati e fornendo una superficie più congruente contro la quale il materiale infiltrante può solidificare. Così, un rivestimento 66 può essere utile in altre forme di attuazione indipendentemente dal tipo di materiale da cui è realizzato lo stampo o la struttura di supporto.

Come altra alternativa, il materiale di stampo 62 può comprendere un materiale liquido induribile, come Cotronics 770 (una ceramica liquida induribile), un gesso, un impasto di grafite o altri materiali noti nella tecnica che possono fornire un supporto strutturale solido dopo solidificazione e sopportare le elevate temperature che si incontrano durante il procedimento d'infiltrazione. Tale materiale di stampo 62 può essere colato nell'involucro dello stampo 60 e la superficie esterna della corona della punta 13 può essere posizionata entro l'involucro dello stampo 60 in modo da entrare in contatto con il materiale di stampo 62 e, preferibilmente, in modo che il materiale di stampo 62 si adatti sostanzialmente alla superficie esterna della corona della punta 13. Il materiale di stampo 62 è allora lasciato indurire per formare lo stampo 64 della corona della punta. Analogamente, le superfici esterne della corona della punta 13 possono essere immerse una o più volte in un materiale di stampo colabile come una ceramica, gesso, o un impasto di grafite per formare uno stampo relativamente rigido 64 della

ACCIAIO A PERNA S.p.A.

corona della punta intorno alla periferia esterna della corona della punta 13.

#### Stampo rigido ed inserti di stampo

Ancora con riferimento alla figura 6, uno stampo sostanzialmente rigido 68 corrispondente al diametro esterno della punta è posizionato entro l'involucro di stampo 60 sopra la corona della punta 13 ed in contatto con lo stampo 64 della corona della punta. Lo stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta può essere realizzato in grafite, ceramica, gesso, altri materiali di stampo refrattari tradizionalmente utilizzati, o altri materiali sostanzialmente rigidi che sopportano temperature elevate, come le temperature di fusione dei materiali infiltranti destinati ad essere disposti in tale stampo. Lo stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta è preferibilmente un componente anulare, o a forma di anello, che delimita attraverso di esso una cavità 70 di diametro esterno. Preferibilmente, la cavità 70 dello stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta e l'interno cavo della corona della punta 13 sono continui l'una con l'altro, e delimitano una cavità interna della punta 71. La cavità 70 ha preferibilmente una configurazione corrispondente alle superfici superiori esterne del corpo della punta 12 da formare, compresi pattini di diametro esterno 28 e scanalature di scarico 32 tra loro (vedere figure 1 e 3).

Inseriti di stampo 72 di tipo noto nella tecnica possono essere posizionati entro la cavità interna della punta 71 in posizioni in cui si devono formare passaggi interni di fluido 34 (vedere figura 3) o altri passaggi interni o cavità attraverso il corpo della punta 12 (vedere figure 1 e 3). Inseriti di stampo 72 che sono particolarmente adatti per l'uso nel procedimento secondo la presente invenzione sono facilmente estraibili da un corpo di punta 12 formato (vedere figura 1) per distruzione o in modo altrimenti noto. Materiali esemplificativi degli inserti di stampo 72 comprendono sabbia legata con resina, grafite, ceramica e gesso. Preferibilmente, una estremità di fondo di uno o più degli inserti di stampo 72 è disposta entro una cavità che forma una apertura di ugello in una corona di punta 13 in modo che l'apertura di ugello ed il passaggio di fluido interno 34 ad essa corrispondente (vedere figura 3) del corpo di punta 12 successivamente fabbricato siano contigui.

#### INTEGRAZIONE DELLA CORONA DELLA PUNTA, DEL DIAMETRO

#### ESTERNO DELLA PUNTA, E DELL'INTERNO DELLA PUNTA

Passando ora alle figure 7A-7D, una forma di attuazione preferita di un procedimento per la fabbricazione di una punta da perforazione 10 (vedere figura 1) che include la corona della punta 13 fabbricata a strati comprende la disposizione di uno o più materiali di anima in particelle 74

entro la cavità interna della punta 71 e l'infiltrazione integrale della corona della punta 13 e del materiale di anima in particelle 74.

Materiali esemplificativi di anima in particelle 74 che possono essere utilizzati per formare l'interno del corpo della punta 12 comprendono, senza carattere limitativo, carburo di tungsteno, altri materiali resistenti all'erosione ed all'abrasione, ferro, acciaio, acciaio inossidabile, titanio, una lega di titanio, nichel, una lega di nichel, lega Invar<sup>®</sup>, altri materiali tenaci e duttili, altri materiali che sono utili nella fabbricazione di punte da perforazione di tipo rotativo per la trivellazione del suolo, o combinazioni di un numero qualsiasi dei materiali precedenti. Preferibilmente, eventuali superfici del corpo della punta 12 che possono essere esposte durante la perforazione, ad esempio le superfici esterne dei pattini di diametro esterno 28, le scanalature di scarico 32, la corona della punta 13, e passaggi interni di fluido 34 (vedere figure 1 e 3), comprendono un materiale resistente all'erosione ed all'abrasione, come carburo di tungsteno.

Materiali in particelle aventi queste caratteristiche possono essere compattati a mano o fatti aderire all'interno dello stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta ed il resto della cavità interna della punta può essere riempito con un altro materiale.

Dopo la disposizione di uno o più materiali di anima in particelle 74 entro la cavità interna della punta 71, come illustrato nella figura 7C, il materiale di anima in particelle 74 può essere fatto vibrare o altrimenti compattato per facilitare il riempimento sostanzialmente completo della cavità interna della punta 71 con materiale di anima in particelle 74.

Prima dell'infiltrazione della corona della punta 13 e del materiale o dei materiali di anima in particelle 74 con un materiale infiltrante, lo stampo 64 della corona della punta può essere preriscaldato per dissipare o fare evaporare eventuale resina o altro materiale legante nella sua matrice a base di particelle. Il preriscaldamento e l'infiltrazione possono essere eseguiti in un forno o altro dispositivo di riscaldamento, quale una bobina di induzione, in modo noto nella tecnica.

Passando alla figura 7D, l'infiltrazione può essere eseguita a temperature di infiltrazione tipiche, ad esempio temperature comprese tra circa 950°C e circa 1200°C o più, a cui il materiale infiltrante liquido induribile 76 si è liquefatto e sarà assorbito sostanzialmente in tutte le varie regioni a base di particelle del corpo della punta 12, compresa la corona della punta 13.

Preferibilmente un materiale infiltrante tradizionale 76, come una lega di rame o di rame-nichel o un legante non

metallico ad alto punto di fusione, come un materiale a base di vetro, è utilizzato per l'infiltrazione della corona della punta 13 e del corpo della punta 12. Una lega di rame esemplificativa che è particolarmente adatta per l'uso nel procedimento secondo la presente invenzione è descritta nel brevetto statunitense n. 5.000.273, rilasciato ad Horton ed altri, la cui descrizione è così incorporata per riferimento nella sua interezza. Alternativamente, un legante polimerico, come un poliestere o una resina epossidica, può essere utilizzato per l'infiltrazione della corona della punta 13 a base di particelle e del resto del corpo della punta 12. In alcuni casi, l'infiltrazione con tale materiale può essere eseguita sostanzialmente a temperatura ambiente.

Ancora con riferimento alla figura 7D, un materiale infiltrante liquido induribile 76 è portato in contatto con il materiale di anima in particelle 74 disposto nella cavità di stampo 72 ed infiltrato nella massa, entro gli interstizi tra particelle del materiale di anima 74 e, preferibilmente, entro gli interstizi della corona della punta 13 a base di particelle, in modo noto nella tecnica. Durante l'infiltrazione, il materiale infiltrante 76 fonde e si porta in tutte le regioni a base di particelle del materiale o dei materiali di anima 74.

Il materiale infiltrante 76 è quindi lasciato indurire e solidificare, legando efficacemente insieme le particelle

che costituiscono il corpo della punta 12. Quando il materiale infiltrante 76 solidifica, esso può anche legare il corpo della punta 12 ad eventuali strutture solide disposte nel suo interno, come uno sbizzato della punta o un gambo della punta (non rappresentato), producendo un'unica struttura integrale. Il materiale infiltrante 76 può anche riempire eventuali vuoti o cavità entro il, o sul corpo della punta 12. Preferibilmente, il materiale infiltrante 76 si infiltra anche nella corona della punta 13 e così integra la corona della punta 13 con il resto del corpo della punta 12 (vedere figura 1).

Alternativamente, la corona della punta 13 può essere infiltrata prima dell'infiltrazione del resto del corpo della punta 12. La corona della punta 13 può essere successivamente fissata al resto del corpo della punta 12 durante l'infiltrazione mediante il materiale infiltrante 76 che si lega al materiale con il quale la corona della punta 13 è stata infiltrata. Alternativamente, la corona della punta 13 può essere successivamente fissata al resto del corpo della punta 12 mediante mezzi meccanici o altri mezzi noti, ad esempio mediante le tecniche descritte nel brevetto statunitense n. 5.441.121, rilasciato a Tibbitts, la cui descrizione è così incorporata per riferimento nella sua interezza.

Se la corona della punta 13 comprende una camera

ACQUA & PIANI S.p.A.

centrale in pressione 114 (vedere figura 1A), un elemento di riscaldamento può essere disposto attraverso la camera centrale in pressione 114 per facilitare una temperatura sostanzialmente congruente entro la regione sostanzialmente cava della corona della punta 13, ad esempio tra il guscio interno 112 ed il guscio esterno 110. Di conseguenza, il posizionamento di un elemento di riscaldamento attraverso la camera centrale in pressione 114 facilita un raffreddamento sostanzialmente congruente del materiale infiltrante 76 disposto tra il guscio interno 112 ed il guscio esterno 110 e pertanto riduce la probabilità di fessurazioni o altre imperfezioni nel corpo della punta 12 prodotto e la probabilità di rotture.

Il corpo della punta 12 e lo stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta possono quindi essere rimossi dall'involucro dello stampo 60, e lo stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta e gli inserti di stampo 72 possono essere rimossi dal corpo della punta 12, come è noto nella tecnica.

Con riferimento ora alle figure 8A-8C, è illustrata un'altra forma di attuazione del procedimento per la fabbricazione di una punta da perforazione per la trivellazione del suolo di tipo rotativo secondo la presente invenzione. Come illustrato nella figura 8A, un materiale granulare non bagnabile 73' è preferibilmente disposto entro

la porzione interna cava della corona della punta 13 prima dell'assemblaggio dello stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta con lo stampo 64 della corona della punta. La corona della punta 13 può quindi essere infiltrata con un materiale infiltrante 76', che è indicato nella presente come materiale di anima 76', in modo noto nella tecnica, e come spiegato in precedenza con riferimento alle figure 7A-7D. Il materiale granulare non bagnabile 73' può quindi essere rimosso dalla porzione interna cava della corona della punta 13, e lo stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta può essere assemblato con lo stampo 64 della corona della punta.

Come alternativa all'uso di tecniche di fabbricazione a strati per produrre la corona della punta 13, è possibile utilizzare altre tecniche note per produrre la corona della punta 13 (ad esempio per colata) come una massa sostanzialmente solida di materiale, invece che come matrice a base di particelle infiltrata con un materiale infiltrante.

L'insieme dell'involucro dello stampo 60, dello stampo 64 della corona della punta, e dello stampo 68 corrispondente al diametro esterno della punta può quindi essere posizionato entro un forno o altro dispositivo di riscaldamento noto, come una bobina di induzione, e riscaldato ad una temperatura sufficiente per facilitare la disposizione di un materiale di anima fuso 76' entro la cavità interna della punta 71'.

Il materiale di anima 76' è preferibilmente un materiale tenace e duttile o un materiale resistente all'erosione ed all'abrasione, del tipo tradizionalmente utilizzato per fabbricare punte da perforazione per la trivellazione del suolo di tipo rotativo. Materiali di anima 76' esemplificativi comprendono, senza carattere limitativo, ferro, acciaio, acciaio inossidabile, titanio, una lega di titanio, nichel, una lega di nichel, altri materiali tenaci e duttili, tungsteno, altri materiali refrattari, altri materiali resistenti all'erosione ed all'abrasione, e loro leghe.

Con riferimento alla figura 8C, quando il materiale di anima fuso 76' è disposto nella cavità interna della punta 71', il materiale di anima 76' può fondere o rendere adesivo il materiale infiltrante della corona della punta 13 e quindi aderire o altrimenti legarsi ad esso. Così, con la solidificazione del materiale di anima 76', la corona della punta 13 ed il resto del corpo della punta 12 diventano una struttura sostanzialmente integrale.

Alternativamente, la corona della punta 13 può essere infiltrata integralmente con il resto del corpo della punta 12 dal materiale di anima fuso 76' quando il materiale di anima fuso 76' è disposto entro la cavità interna della punta 71'. Di conseguenza, l'infiltrazione e la fabbricazione dell'interno della punta e del diametro esterno della punta

possono avvenire in modo sostanzialmente simultaneo.

Ancora con riferimento alle figure 8A-8C, il materiale di anima fuso 76' può tuttavia avere una temperatura di fusione molto più alta del materiale infiltrante utilizzato per l'infiltrazione della corona della punta 13. Ad esempio, il materiale infiltrante può avere una temperatura di fusione compresa tra circa 900°C e circa 1250°C. Invece l'acciaio ha una temperatura di fusione compresa tra circa 1200°C e circa 1550°C. Così, se la corona della punta 13 è infiltrata prima della disposizione del materiale di anima fuso 76' nella cavità interna di stampo 71', la corona della punta 13 ha preferibilmente uno spessore ed un'area superficiale interna (ossia una porzione cava) tali da facilitare la disposizione di una certa quantità di materiale di anima fuso 76' entro il suo interno cavo, mantenendo l'integrità strutturale della corona della punta 13. Di conseguenza, durante la progettazione della corona della punta 13, è preferibile considerare la temperatura di fusione del materiale infiltrante che è utilizzato per l'infiltrazione della corona della punta 13, oltre alla temperatura di fusione del materiale di anima 76'. Inoltre, i materiali infiltrante e di matrice della corona della punta 13 e il materiale di anima 76' sono preferibilmente compatibili, sostanzialmente non reattivi, ed in grado di almeno miscelarsi o, più preferibilmente, formare una lega in prossimità della

superficie interna della corona della punta 13. Lo spessore e la massa della corona della punta 13, nonché il volume della regione interna cava della corona della punta 13, e la massa ed il volume del materiale di anima 76' che può essere utilizzato con essa, possono essere determinati allo scopo di fabbricare una corona della punta 13 che manterrà la sua integrità strutturale quando il materiale di anima fuso 76' è disposto entro la cavità interna della punta 71'.

Alternativamente, strati di materiale di anima fuso 76' possono essere disposti in sequenza in posizione adiacente alla superficie della regione interna cava della corona della punta 13, in modo da assorbire una parte del calore prodotto da strati disposti successivamente.

Poichè il materiale di anima 76' può essere un materiale tenace e duttile invece che un materiale resistente all'erosione ed all'abrasione, può essere necessario applicare un materiale resistente all'abrasione ed all'erosione su alcune delle superfici esterne del corpo della punta 12, come i pattini di diametro esterno, le scanalature di scarico, ed i suoi passaggi interni di fluido. Quando sono applicati a superfici esterne di una punta, tali materiali resistenti all'abrasione ed all'erosione sono tipicamente denominati "rivestimento duro". Con riferimento ancora alla figura 8C, un rivestimento duro 78' può essere disposto entro la cavità interna della punta 71' in modo noto

nella tecnica, ad esempio mediante i procedimenti descritti nel brevetto statunitense n. 4.884.477, rilasciato a Smith ed altri il 5 dicembre 1989, e nel brevetto statunitense n. 5.090.491, rilasciato a Tibbitts ed altri il 25 febbraio 1992, le descrizioni di ognuno dei quali sono così incorporate per riferimento nella loro interezza. Come precedentemente descritto, un rivestimento duro 78' di materiale resistente all'erosione ed all'abrasione è preferibilmente disposto sulle superfici della cavità interna della punta 71', ad esempio le superfici della cavità 70' e dell'inserito di stampo 74', prima della disposizione del materiale di anima 76' nella cavità interna della punta 71'. Alternativamente, un rivestimento duro 78' può essere applicato alle superfici esterne desiderate del corpo della punta 12, in modo noto nella tecnica, dopo la fabbricazione del corpo della punta 12.

Benchè la descrizione precedente contenga molti dettagli specifici ed esempi, questi non devono essere intesi in senso limitativo dell'ambito della presente invenzione, ma puramente nel senso di fornire illustrazioni di alcune delle forme di attuazione attualmente preferite. Analogamente, è possibile realizzare altre forme di attuazione dell'invenzione che non si allontanano dallo spirito o dall'ambito della presente invenzione. L'ambito della presente invenzione è perciò indicato e limitato soltanto

dalle rivendicazioni annesse e dai loro equivalenti legali,  
piuttosto che dalla descrizione precedente. Tutte le  
aggiunte, cancellazioni e modifiche dell'invenzione come  
descritto nella presente e che rientrano nel significato  
delle rivendicazioni devono essere intese racchiuse nel loro  
ambito.

\* \* \*

INDUSTRIE & SERVIZI S.p.A.

## RIVENDICAZIONI

1. Punta da perforazione di tipo rotativo per la trivellazione del suolo, comprendente:

una corona della punta a base di particelle avente un interno sostanzialmente cavo;

un materiale di anima disposto entro l'interno sostanzialmente cavo suddetto, aderente alla corona della punta suddetta, e formante un diametro esterno della punta in posizione adiacente alla corona della punta suddetta.

2. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui il materiale di anima suddetto comprende un materiale in particelle.

3. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 2, in cui il materiale in particelle suddetto del materiale di anima suddetto ed un altro materiale in particelle della corona della punta suddetta a base di particelle sono infiltrati ciascuno con un materiale infiltrante.

4. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 3, in cui la corona della punta suddetta a base di particelle ed il materiale di anima suddetto sono infiltrati integralmente.

5. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui la corona della punta suddetta a base di particelle comprende una molteplicità di strati contigui sovrapposti.

6. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui la corona della punta suddetta a base di particelle

comprende un materiale resistente all'erosione ed alla abrasione.

7. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 6, in cui il materiale suddetto resistente all'erosione ed all'abrasione comprende carburo di tungsteno.

8. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui la corona della punta suddetta a base di particelle ed il materiale di anima suddetto sono legati integralmente l'una all'altro.

9. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui il materiale di anima suddetto comprende acciaio, acciaio inossidabile, ferro, titanio, una lega di titanio, nichel, una lega di nichel, carburo di tungsteno, o tungsteno.

10. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 3, in cui il materiale infiltrante suddetto comprende rame o una lega di rame.

11. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui una superficie del diametro esterno della punta suddetto comprende un materiale di rivestimento duro.

12. Corpo di punta secondo la rivendicazione 11, in cui il materiale di rivestimento duro suddetto comprende un materiale resistente all'erosione ed all'abrasione.

13. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 12, in cui il materiale suddetto resistente all'erosione ed alla abrasione comprende carburo di tungsteno.

UNIVERSITÀ DI TORINO

14. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 1, in cui il materiale di anima suddetto comprende un materiale tenace e duttile.

15. Stampo per fabbricare un articolo di produzione, comprendente:

una prima regione di stampo sostanzialmente in grado di adattarsi; e

una seconda regione di stampo sostanzialmente rigida adiacente alla prima regione di stampo suddetta sostanzialmente in grado di adattarsi e comprendente una cavità interna.

16. Stampo secondo la rivendicazione 15, in cui la prima regione di stampo suddetta sostanzialmente in grado di adattarsi comprende un materiale granulare.

17. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui il materiale granulare suddetto è non bagnabile.

18. Stampo secondo la rivendicazione 17, in cui il materiale granulare suddetto comprende sabbia, grafite, ceramica o gesso.

19. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui la prima regione di stampo suddetta sostanzialmente in grado di adattarsi comprende un materiale colabile.

20. Stampo secondo la rivendicazione 19, in cui il materiale colabile suddetto comprende ceramica colabile, gesso colabile, o un impasto di grafite.

21. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui la prima regione di stampo suddetta sostanzialmente in grado di adattarsi comprende un materiale in grado di adattarsi.
22. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui la seconda regione di stampo suddetta sostanzialmente rigida comprende un materiale che sopporta condizioni refrattarie.
23. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui la prima regione di stampo suddetta sostanzialmente in grado di adattarsi è destinata a ricevere una parte preformata.
24. Stampo secondo la rivendicazione 23, in cui la parte preformata suddetta comprende una porzione aperta sostanzialmente cava.
25. Stampo secondo la rivendicazione 24, in cui la cavità suddetta e la porzione aperta sostanzialmente cava suddetta delimitano tra loro una sede.
26. Stampo secondo la rivendicazione 16, in cui la cavità suddetta è configurata in modo da definire almeno una caratteristica superficiale esterna dell'articolo.
27. Stampo secondo la rivendicazione 25, comprendente almeno un inserto di stampo disposto entro la sede suddetta.
28. Procedimento per fabbricare una punta da perforazione di tipo rotativo per la trivellazione del suolo, comprendente:  
la definizione di periferie di una molteplicità di strati di una corona di punta da strati corrispondenti di materiale in

particelle;

l'orientamento della molteplicità suddetta di strati in modo che strati adiacenti della molteplicità suddetta di strati siano contigui l'uno con l'altro e sovrapposti l'uno sull'altro;

il fissaggio degli strati adiacenti suddetti della molteplicità suddetta di strati l'uno all'altro;

l'assemblaggio di uno stampo corrispondente al diametro esterno della punta e della corona della punta suddetta; e

la disposizione di un materiale di anima entro una cavità definita dalla corona della punta suddetta e dallo stampo suddetto corrispondente al diametro esterno della punta in modo da formare un interno della punta ed un diametro esterno della punta.

29. Procedimento secondo la rivendicazione 28, comprendente inoltre la rimozione dello stampo suddetto corrispondente al diametro esterno della punta dal materiale di anima suddetto.

30. Procedimento secondo la rivendicazione 28, in cui la disposizione suddetta comprende la disposizione di un materiale in particelle entro la cavità suddetta.

31. Procedimento secondo la rivendicazione 30, comprendente inoltre l'infiltrazione del materiale in particelle suddetto e della corona della punta suddetta con un materiale infiltrante.

32. Procedimento secondo la rivendicazione 28, in cui il materiale di anima suddetto comprende un materiale fuso.

33. Procedimento secondo la rivendicazione 28, comprendente inoltre il fissaggio della corona della punta suddetta al materiale di anima suddetto.

34. Procedimento secondo la rivendicazione 33, in cui il fissaggio suddetto comprende il collegamento di un materiale della corona della punta suddetta ad un altro materiale dell'interno della punta suddetto.

35. Procedimento per la progettazione di una punta da perforazione, comprendente:

la selezione di un materiale di anima;

la selezione di un materiale della corona della punta;

la configurazione di una corona della punta sostanzialmente cava destinata ad essere fabbricata con il materiale suddetto della corona della punta, in cui la corona della punta sostanzialmente cava suddetta ha uno spessore sufficiente per mantenere una sua configurazione quando una certa quantità di materiale di anima fuso è disposta nel suo interno.

36. Procedimento secondo la rivendicazione 35, comprendente inoltre il bilanciamento di una massa della corona della punta suddetta e della quantità suddetta del materiale di anima suddetto in funzione di una temperatura di fusione del materiale suddetto della corona della punta e di un'altra temperatura del materiale di anima suddetto.

SACRICE & PERANI S.p.A.

37. Procedimento secondo la rivendicazione 36, in cui il bilanciamento suddetto comprende inoltre la considerazione di un'area superficiale di un interno della corona della punta suddetta destinata ad entrare in contatto con materiale di anima fuso.

38. Procedimento secondo la rivendicazione 35, in cui la selezione suddetta del materiale suddetto della corona della punta comprende la selezione del materiale suddetto della corona della punta in modo che abbia una temperatura di fusione superiore ad una temperatura di fusione del materiale di anima selezionato suddetto.

39. Procedimento secondo la rivendicazione 35, in cui la selezione suddetta del materiale suddetto della corona della punta comprende la selezione di un materiale in particelle e la selezione di un materiale infiltrante.

40. Procedimento secondo la rivendicazione 39, in cui la selezione suddetta del materiale infiltrante suddetto comprende la selezione di un materiale infiltrante avente una temperatura di fusione inferiore ad una temperatura di fusione del materiale di anima selezionato suddetto.

41. Procedimento secondo la rivendicazione 39, in cui la selezione suddetta del materiale in particelle suddetto comprende la selezione di un materiale in particelle avente una temperatura di fusione superiore ad una temperatura di fusione del materiale di anima selezionato suddetto.

42. Procedimento per fissare la corona sostanzialmente cava di una punta al corpo di una punta, comprendente il collegamento di un materiale della corona della punta suddetta ad un materiale del corpo della punta suddetto.

43. Procedimento secondo la rivendicazione 42, in cui il collegamento suddetto comprende l'infiltrazione reciproca di un materiale in particelle della corona della punta suddetta e di un altro materiale in particelle del corpo della punta suddetto.

44. Procedimento secondo la rivendicazione 42, in cui il collegamento suddetto comprende il rammollimento di un materiale infiltrante della corona della punta suddetta disponendo un materiale di anima riscaldato avente una temperatura almeno pari ad una temperatura di fusione del materiale infiltrante suddetto in posizione adiacente al materiale infiltrante suddetto.

45. Procedimento secondo la rivendicazione 42, in cui il collegamento suddetto comprende l'infiltrazione di un materiale in particelle della corona della punta suddetta con un materiale fuso del corpo della punta suddetto.

46. Procedimento per la fabbricazione di una punta da perforazione di tipo rotativo per la trivellazione del suolo, comprendente:

la fabbricazione di una corona della punta sostanzialmente cava a partire da un materiale in particelle, comprendente:

la definizione di periferie in una molteplicità di strati del materiale in particelle suddetto, in cui la molteplicità di strati suddetta corrisponde a strati contigui di un modello su calcolatore della corona della punta sostanzialmente cava;

la sovrapposizione di strati contigui della molteplicità di strati suddetta;

l'infiltrazione del materiale in particelle suddetto con un materiale infiltrante; e

la disposizione di un materiale del corpo della punta in un interno della corona della punta sostanzialmente cava.

47. Procedimento secondo la rivendicazione 46, comprendente inoltre la disposizione di uno stampo corrispondente al diametro esterno della punta comprendente una cavità adiacente alla corona della punta sostanzialmente cava.

48. Procedimento secondo la rivendicazione 47, in cui la cavità suddetta e l'interno suddetto della corona della punta suddetta sono continui l'una rispetto all'altro.

49. Procedimento secondo la rivendicazione 48, in cui la disposizione suddetta comprende la disposizione di materiale in particelle nell'interno suddetto della corona della punta suddetta e nella cavità di stampo suddetta.

50. Procedimento secondo la rivendicazione 49, in cui la

INCHIESTA E REPERE

cui la camera in pressione centrale suddetta è disposta in posizione sostanzialmente centrale nella corona della punta suddetta.

60. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui la camera in pressione centrale suddetta è configurata in modo da comunicare con un passaggio di fluido di un gambo della punta che può essere disposto in posizione adiacente al guscio interno suddetto.

61. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui la corona della punta suddetta comprende una molteplicità di strati contigui, di cui strati adiacenti sono fissati l'uno all'altro.

62. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui la corona della punta suddetta comprende una matrice a base di particelle.

63. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 62, in cui la matrice a base di particelle suddetta comprende carburo di tungsteno.

64. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui il materiale di anima suddetto comprende ferro, acciaio, acciaio inossidabile, titanio, una lega di titanio, nichel, una lega di nichel, carburo di tungsteno, o tungsteno.

65. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui il materiale di anima suddetto comprende carburo di tungsteno.

UNIONE E PERANI S.p.A.

66. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui il materiale di anima suddetto e la corona della punta suddetta comprendono un materiale infiltrante.

67. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 66, in cui il materiale infiltrante suddetto comprende una lega rame-nichel.

**PER INCARICO**

**Dott. Francesco SERRA**  
N. Iscriz. ALBO 90  
(in proprio e per gli altri)



**ANDRACCI & PERANI S.p.A.**



disposizione suddetta comprende inoltre l'infiltrazione del materiale in particelle suddetto.

51. Procedimento secondo la rivendicazione 47, comprendente inoltre l'infiltrazione della corona della punta sostanzialmente cava.

52. Procedimento secondo la rivendicazione 51, in cui l'infiltrazione suddetta comprende l'infiltrazione del materiale in particelle suddetto della corona della punta suddetta.

53. Procedimento secondo la rivendicazione 47, in cui la disposizione suddetta comprende la disposizione di un materiale di anima sostanzialmente fuso nell'interno suddetto della corona della punta suddetta.

54. Procedimento secondo la rivendicazione 53, comprendente inoltre il collegamento, almeno su una superficie dell'interno suddetto, del materiale di anima sostanzialmente fuso suddetto ad un materiale della corona della punta suddetta.

55. Procedimento secondo la rivendicazione 53, comprendente inoltre l'infiltrazione del materiale in particelle suddetto della corona della punta suddetta con il materiale di anima sostanzialmente fuso suddetto.

56. Procedimento secondo la rivendicazione 53, in cui la disposizione suddetta comprende:

la disposizione di un primo strato di materiale di anima fuso

adiacente ad una superficie dell'interno suddetto della corona della punta suddetta, in modo che il primo strato di materiale di anima fuso suddetto formi un guscio nell'interno suddetto;

lasciar raffreddare il primo strato di materiale di anima fuso suddetto;

la disposizione di un secondo strato di materiale di anima fuso adiacente al primo strato di materiale di anima fuso suddetto e nell'interno del guscio suddetto.

57. Punta da perforazione di tipo rotativo per la trivellazione del suolo, comprendente:

una corona della punta comprendente un guscio esterno ed un guscio interno avente una camera in pressione centrale formata attraverso di esso ed almeno un passaggio di fluido interno che si estende dalla camera in pressione centrale suddetta sostanzialmente fino ad una periferia della corona della punta suddetta ed in comunicazione con la camera in pressione centrale suddetta; e

un materiale di anima interno disposto tra il guscio esterno suddetto ed il guscio interno suddetto.

58. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in cui il guscio esterno suddetto ed il guscio interno suddetto sono continui l'uno rispetto all'altro su una faccia della punta da perforazione.

59. Punta da perforazione secondo la rivendicazione 57, in

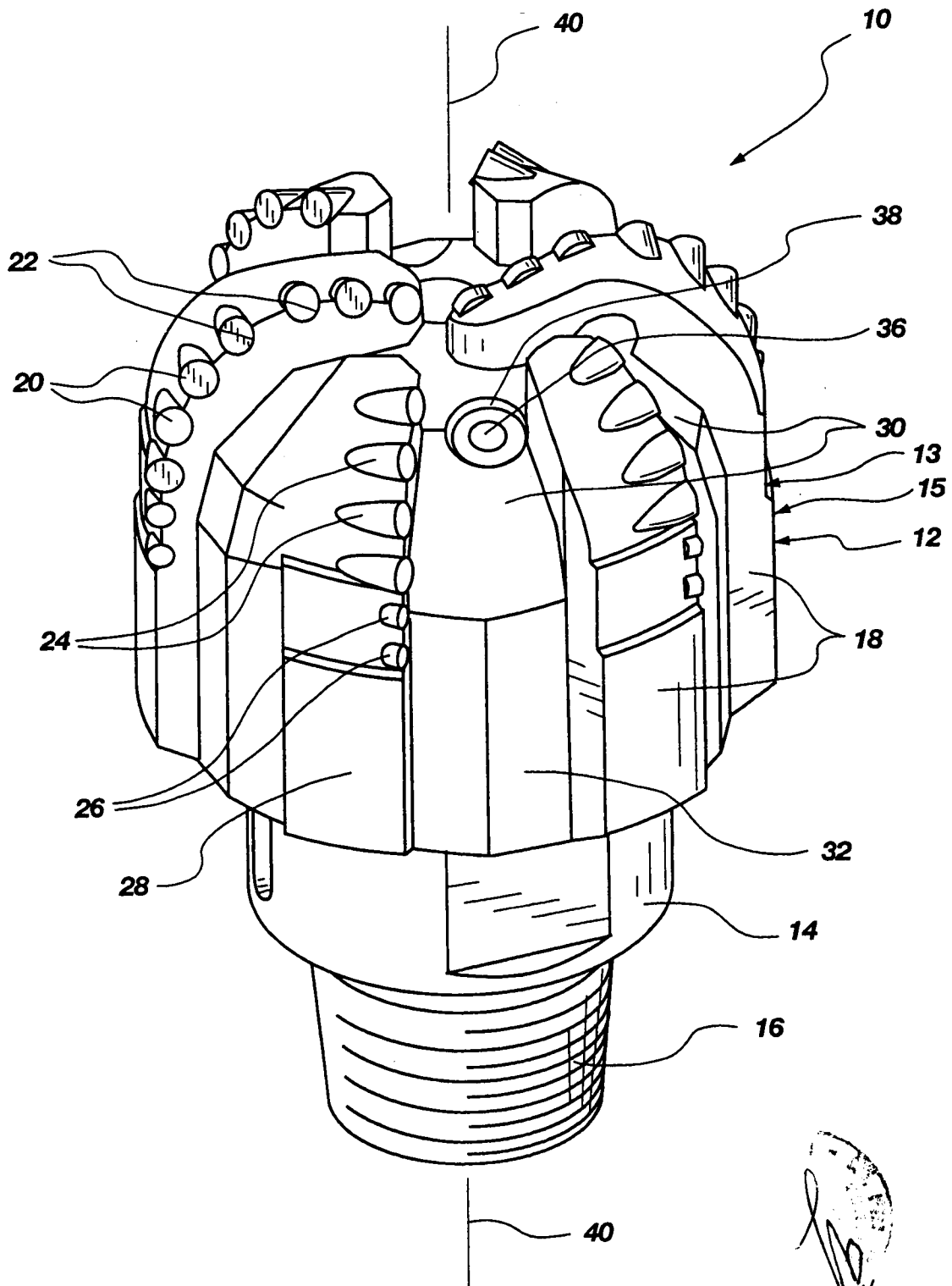
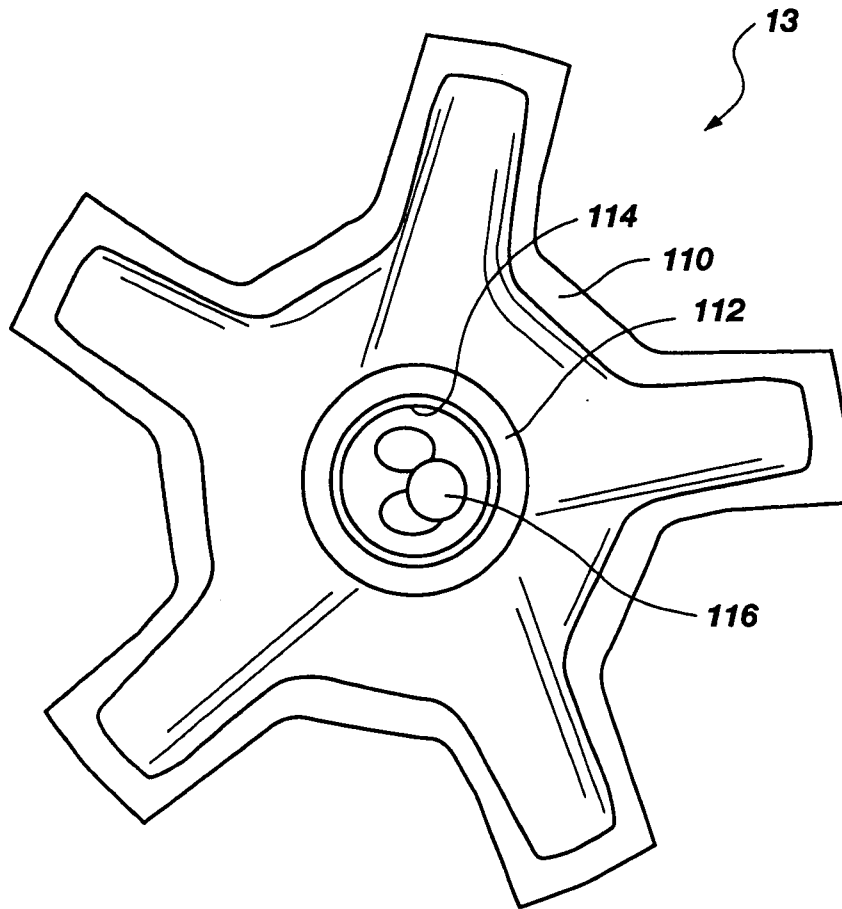


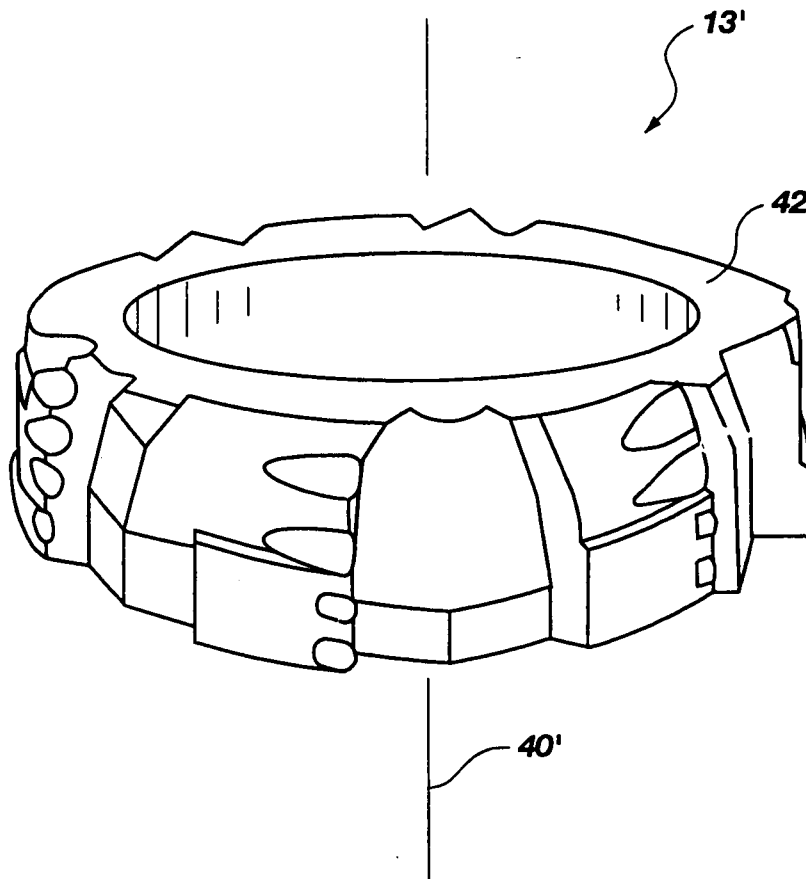
Fig. 1

*[Signature]*  
Dott. Ferruccio SERRA  
N. 10000 del 90  
(in proprio e per gli altri)



**Fig. 1A**

*[Handwritten signature]*  
Dott. *[Handwritten name]* CERRA  
N. 1000 1000 90  
(in proprio e per gli altri)



**Fig. 2**

*[Handwritten signature]*  
Dott. F. ...  
N. ...  
(In proprio e per gli altri)

TO 2000A-000006

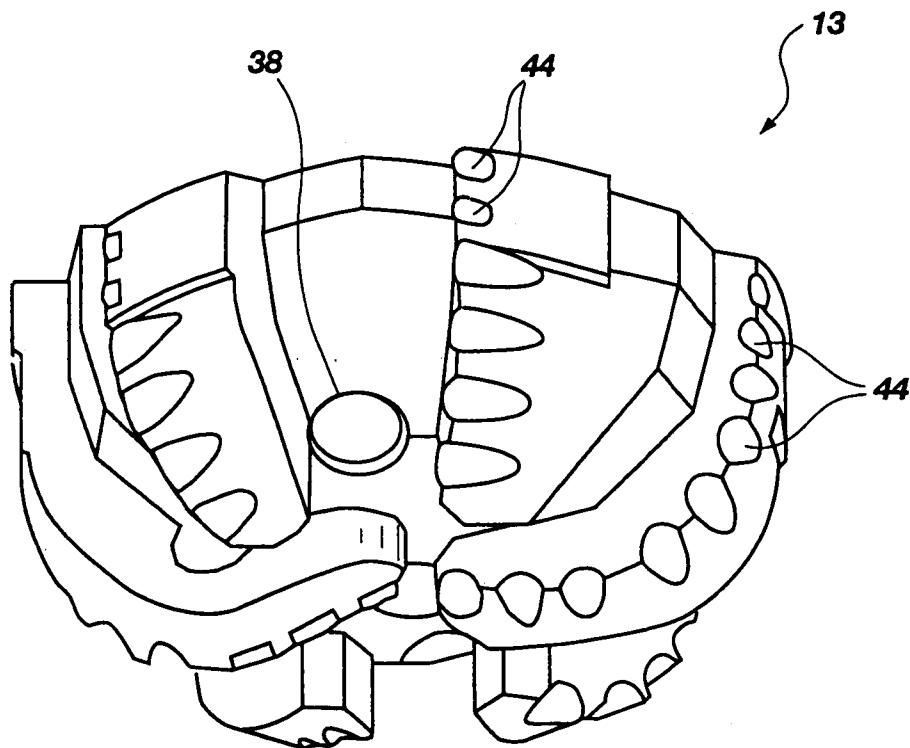



Fig. 2A

per incarico di: BAKER HUGHES INCORPORATED

  
*[Handwritten signature]*  
Dott. Ferrera  
190  
(in presenza di altri)

TO 2000A00066

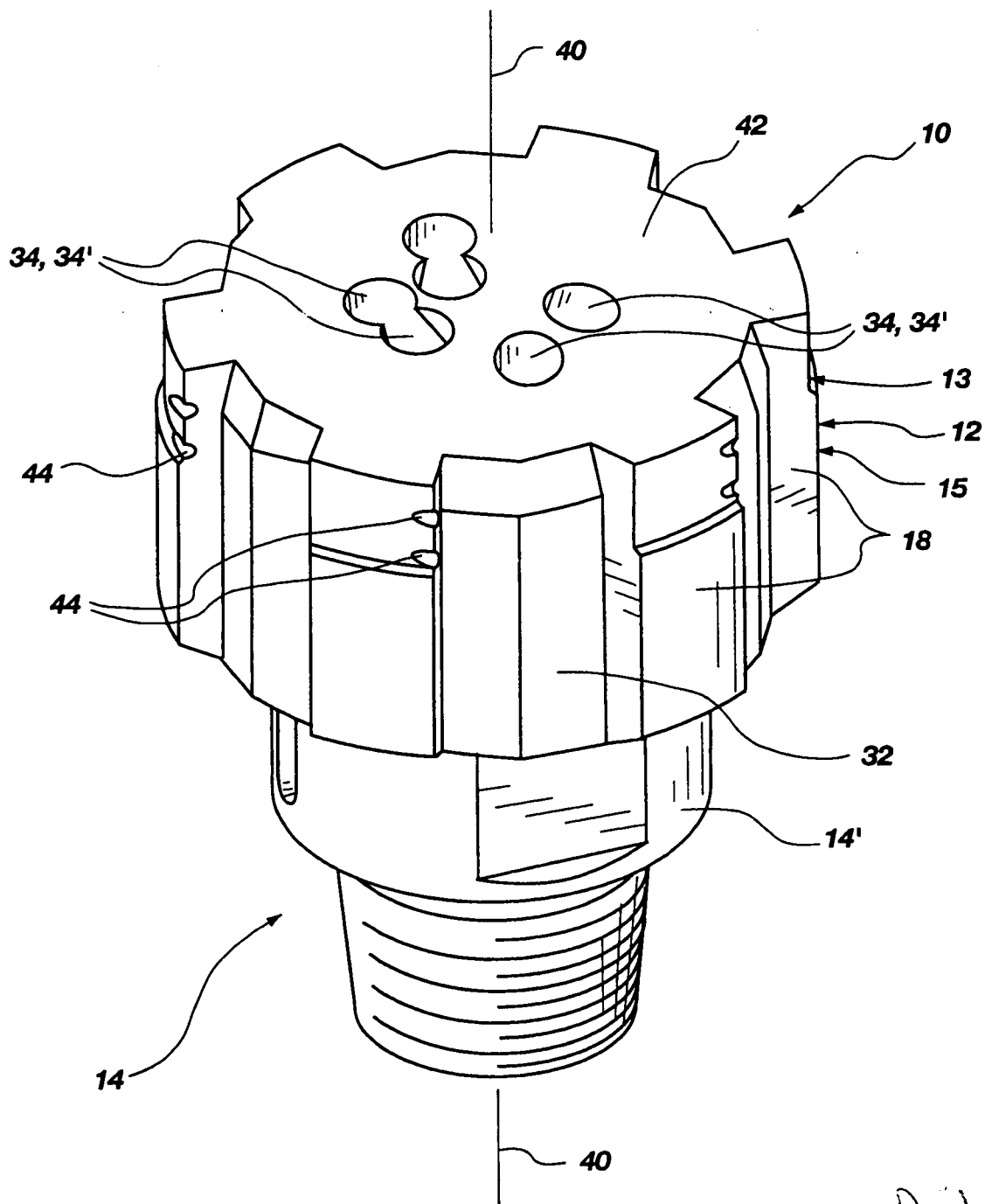



Fig. 3

per incarico di: BAKER HUGHES INCORPORATED

  
Dott. Franco SERRA  
N. Iscriz. AUBO 90  
(in proprio e per gli altri)

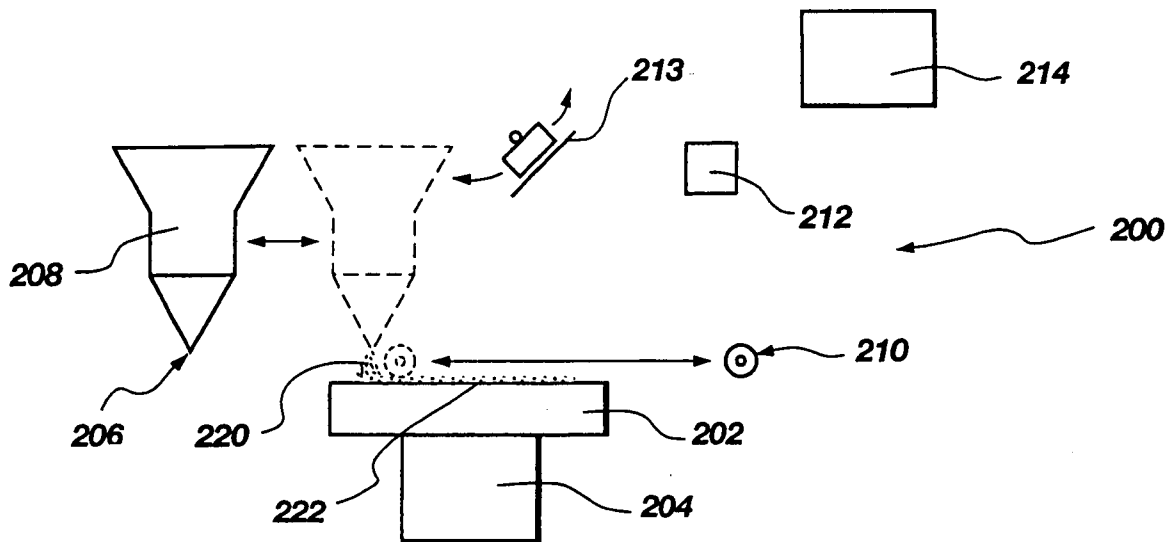


Fig. 4

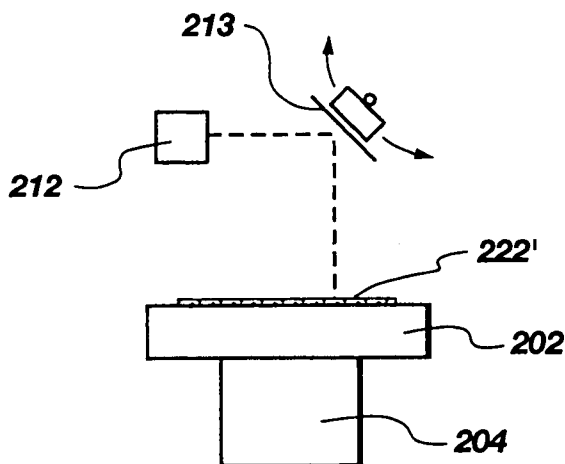


Fig. 4A

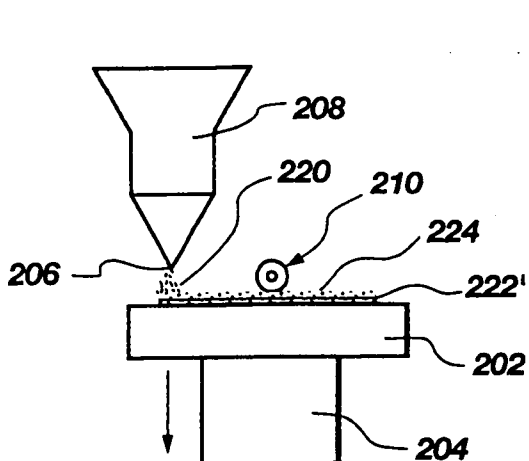


Fig. 4B

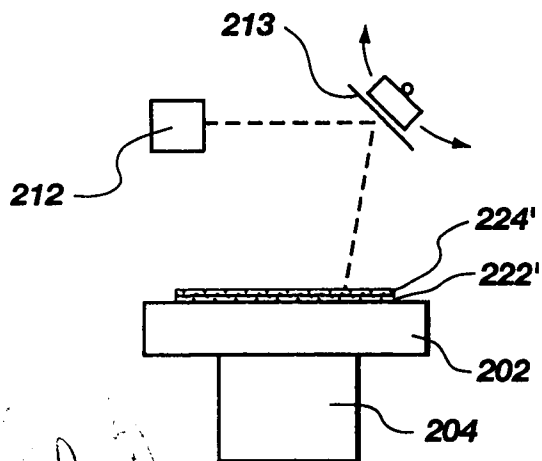


Fig. 4C

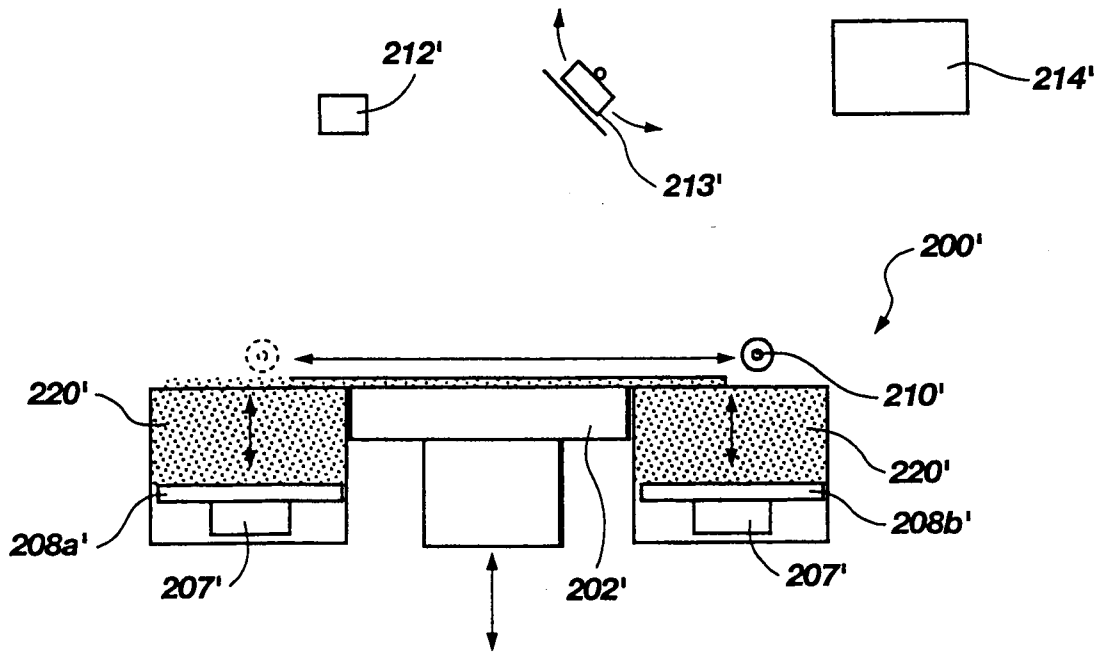


Fig. 4E

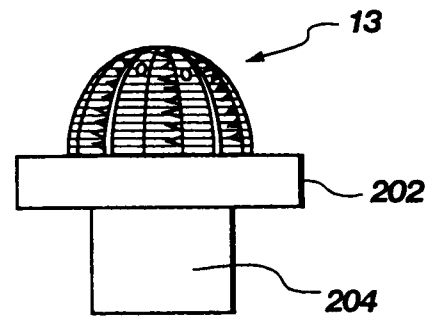


Fig. 4D

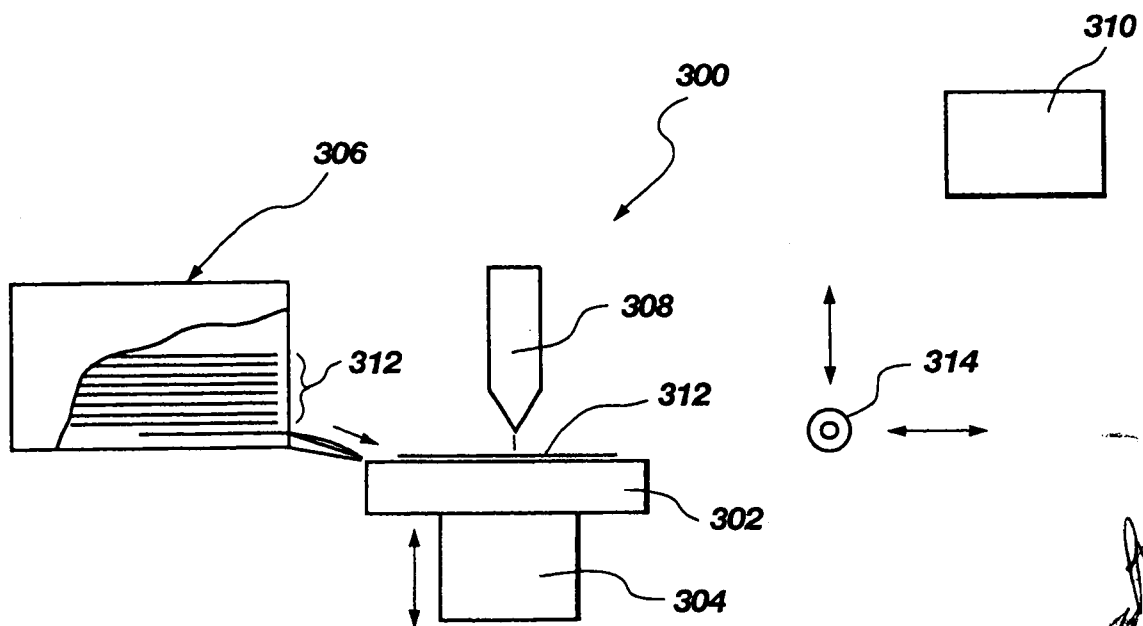
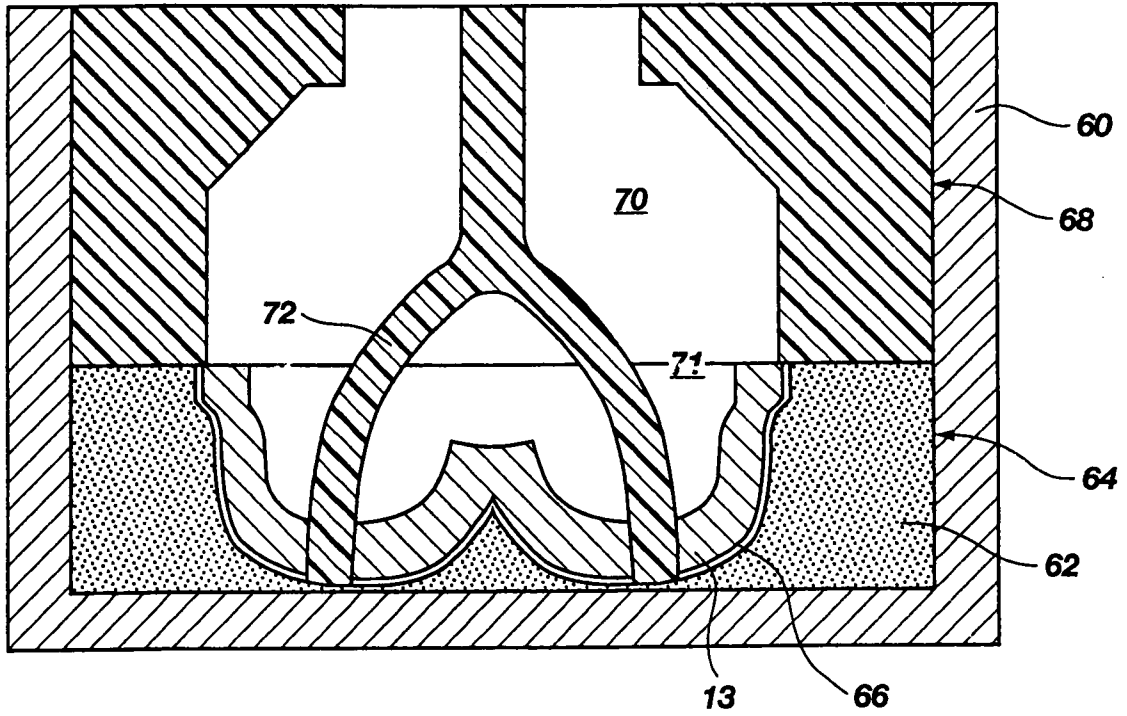


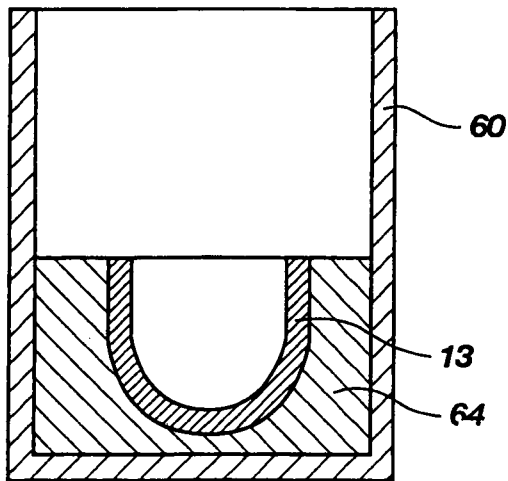
Fig. 5

Dott. *[Signature]* RKA  
 20/05/90  
 (in proprio e per gli altri)

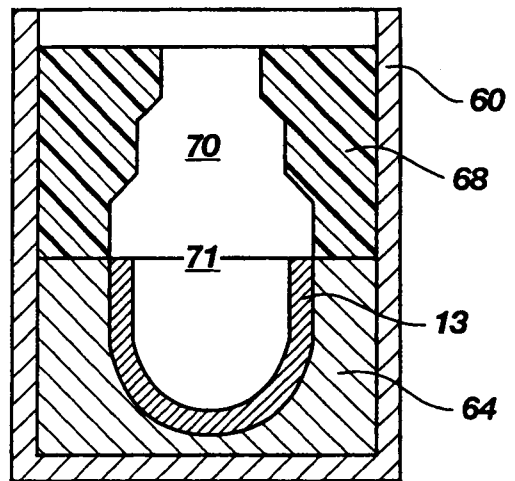


**Fig. 6**

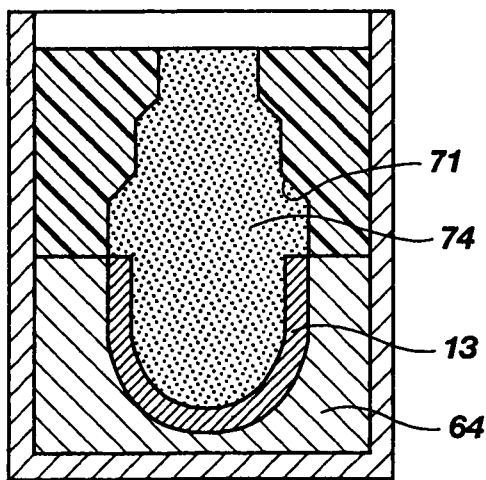
*[Handwritten signature and circular stamp]*



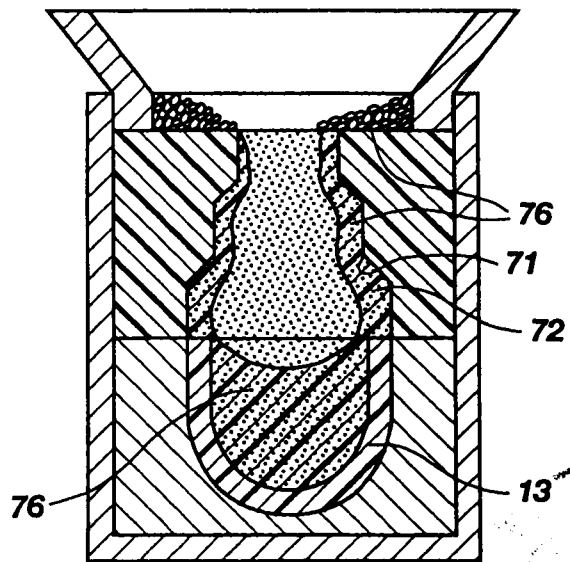
**Fig. 7A**



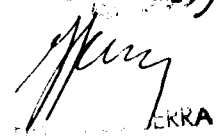
**Fig. 7B**



**Fig. 7C**



**Fig. 7D**

Dott.  EKRA  
N. Inc. 1180/90  
(in proprio e per gli altri)

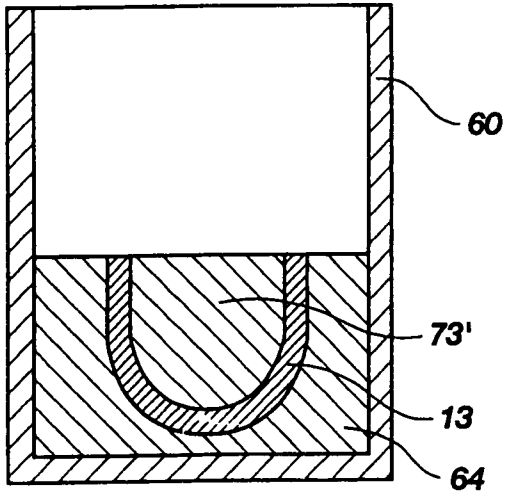


Fig. 8A

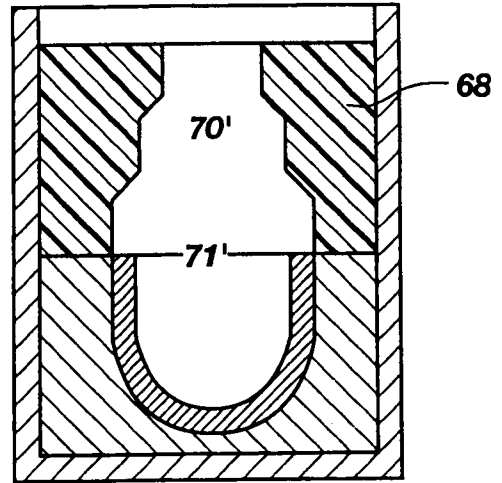


Fig. 8B

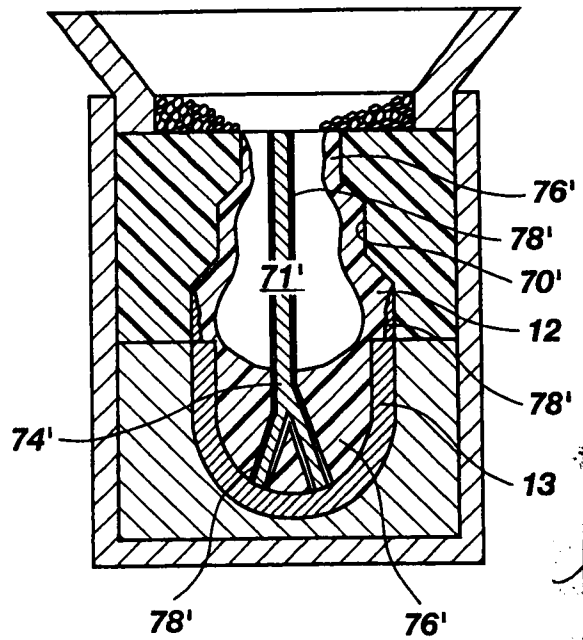


Fig. 8C

*[Signature]*  
Dott. Francesco SERRA  
N. Iscriz. ARCO 90  
(in proprio e per gli altri)