



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

DOMANDA NUMERO	102000900820040
Data Deposito	08/02/2000
Data Pubblicazione	08/08/2001

Priorità	247,105
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	B		

Titolo

MODELLI RESILIENTI DI CORPI DI PUNTE DA PERFORAZIONE E PROCEDIMENTI PER FABBRICARE MODELLI RESILIENTI DI CORPI DI PUNTE DA PERFORAZIONE, PER COLARE FORME DA TALI MODELLI E PER FABBRICARE CORPI DI PUNTE PER PUNTE PER LA PERFORAZIONE DEL TERRENO

9
f

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Modelli resilienti di corpi di punte da perforazione
e procedimenti per fabbricare modelli resilienti di
corpi di punte da perforazione, per colare forme da
tali modelli e per fabbricare corpi di punte per
punte per la perforazione del terreno"

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

Inventore designato: MEISTER, Matthias

Depositata il:

8 FEB. 2000

** * **

TO 2000A 0001231

DESCRIZIONE

CAMPO TECNICO

La presente invenzione si riferisce a procedi-
menti di fabbricazione a strati per produrre punte
per la perforazione del terreno ed altri articoli di
produzione. In particolare, la presente invenzione si
riferisce all'uso di modelli deformabili e resilien-
ti, fabbricati a strati, nella produzione di forme
per punte per la perforazione del terreno ed altri
articoli di produzione. In modo più specifico, la
presente invenzione si riferisce a modelli deformabi-
li fabbricati a strati che possono essere utilizzati
nella produzione di una molteplicità di forme.

SFONDO

In modo tradizionale, i corpi di punte per punte per la perforazione del terreno a base di particelle metalliche, come punte di carburo di tungsteno, sono stati fabbricati in forme di grafite. Le cavità di forme di grafite sono tipicamente lavorate alla macchina, con una macchina utensile a cinque o sette assi. Caratteristiche fini sono quindi aggiunte alla cavità di una forma di grafite mediante macchine utensili manuali. Possono anche essere richiesti lavori addizionali in argilla per ottenere la configurazione desiderata di alcune caratteristiche del corpo di punta. Così, la fabbricazione di tali forme di grafite è tipicamente molto lunga e costosa. Inoltre, l'uso di forme di grafite è in un certo senso indesiderabile dal punto di vista ambientale e sanitario, poiché la lavorazione alla macchina di tali forme genera tipicamente grandi quantità di polvere di grafite o di carbone.

Nella fabbricazione di articoli di produzione a base di carburo di tungsteno o a base di altre particelle metalliche, come un corpo di punta per una punta per la perforazione del terreno, la cavità della forma di grafite è riempita con un materiale di matrice, come carburo di tungsteno. Tipicamente il

materiale di matrice è quindi fatto vibrare o altrimenti compattato in modo da diminuire lo spazio tra particelle adiacenti del materiale di matrice. Successivamente il materiale di matrice è infiltrato in un forno con un materiale legante fuso, come una lega rame-nichel. Dopo il raffreddamento della punta, la forma di grafite è quindi tipicamente distrutta per facilitare la rimozione da essa del corpo di punta infiltrato. Così, l'uso di forme di grafite può essere ulteriormente svantaggioso per il fatto che un unico corpo di punta può essere fabbricato da ciascuna forma, e quindi una nuova forma di grafite deve essere lavorata alla macchina per ciascuna nuova punta per la perforazione del terreno.

I procedimenti di fabbricazione diretta a strati eliminano la necessità di forme di grafite. I procedimenti di fabbricazione diretta a strati sono stati utilizzati per fabbricare punte per la perforazione del terreno, forme per punte per la perforazione del terreno, ed altri articoli di produzione. I Brevetti statunitensi n. 5.544.550, che è stato rilasciato a Redd H. Smith il 13 agosto 1996, e n. 5.433.280, che è stato rilasciato a Redd H. Smith il 18 luglio 1995, descrivono l'uso di procedimenti di fabbricazione a strati per produrre punte per la perforazione

del terreno ed altri articoli di produzione.

La fabbricazione diretta a strati di punte per la perforazione del terreno o altri articoli di produzione comprende la generazione di un modello tridimensionale su calcolatore della punta da perforazione o articolo di produzione, la creazione di "sezioni" del modello su calcolatore, e l'uso del modello su calcolatore in unione con una apparecchiatura di fabbricazione a strati per fabbricare l'articolo di produzione.

Nel funzionamento, l'apparecchiatura di fabbricazione a strati sinterizza o altrimenti fissa insieme un primo strato di particelle di un materiale di matrice, dispone un secondo strato di particelle sopra il primo strato, sinterizza particelle in regioni selezionate del secondo strato l'una con l'altra e con il primo strato, e ripete questo procedimento per fabbricare strati successivi finché il componente desiderato non è stato formato dalle particelle di materiale di matrice.

Le apparecchiature e le tecniche di fabbricazione a strati secondo lo stato dell'arte hanno una buona risoluzione, e possono pertanto essere utilizzate per fabbricare componenti che riproducono il loro modello tridimensionale su calcolatore. Così,

una volta fabbricata una punta da perforazione o altro articolo di produzione dal materiale di matrice, il componente a base di particelle può essere infiltrato con un materiale legante che lega insieme particelle adiacenti di materiale di matrice, e forma un componente sostanzialmente integrale che riproduce il modello su calcolatore.

Questo tipo di procedimento di fabbricazione a strati è tuttavia in un certo senso svantaggioso poiché richiede un periodo di tempo sostanziale (ossia almeno la durata del procedimento di fabbricazione a strati) per produrre ciascun componente a base di particelle fabbricato a strati. Inoltre, le macchine di fabbricazione a strati che sono in grado di produrre direttamente un componente metallico sono tipicamente costose. Così, il numero di componenti che possono essere prodotti in un dato periodo di tempo è limitato dal numero di macchine di fabbricazione a strati disponibili.

Prima dell'infiltrazione, le particelle delle matrici di articoli di produzione a base di particelle prodotti mediante tali procedimenti diretti di fabbricazione a strati possono essere mantenute insieme con un materiale legante, come un polimero termoplastico (ad esempio polistirolo), una resina, o un

metallo a basso punto di fusione (ad esempio metallo di Wood o una lega a base di piombo). Nella fabbricazione a strati, le particelle di materiale di matrice metallico non sono tuttavia tipicamente compattate alla loro massima densità. La presenza di materiale legante tra particelle di materiale di matrice metallico, o come rivestimento su tali particelle, riduce anche la densità della matrice. Inoltre, a causa dei coefficienti di dilatazione termica di materiali leganti, e a causa dello spazio che esiste tra le particelle metalliche di matrice e le particelle di materiale legante prima della fusione o del rammollimento del materiale legante, le dimensioni di ogni strato possono variare durante e dopo il procedimento di fabbricazione a strati, e si contraggono con il raffreddamento del materiale legante. Inoltre, prima della, o durante l'infiltrazione seguente della matrice, materiali leganti di polimero termoplastico e di resina sono "bruciati" eliminandoli dalla matrice, e generando cavità in essa. Così, gli articoli fabbricati direttamente a strati non hanno tipicamente la massima densità, e possono contrarsi o diventare in un certo senso dimensionalmente distorti rispetto al modello su calcolatore utilizzato per generare tali articoli.

Nel tentativo di utilizzare procedimenti di fabbricazione a strati per produrre componenti di densità piena, sono stati utilizzati cosiddetti procedimenti di fusione "a cera perduta" per creare un modello che è successivamente utilizzato per produrre una forma di colata. I procedimenti di fabbricazione a strati noti comprendono la produzione di modelli di materia plastica, di cera o di carta. Una volta utilizzato il modello per produrre una forma, il modello è distrutto mediante procedimenti noti di fusione a cera perduta (ad esempio fusione della materia plastica o della cera o combustione della carta), esponendo così la cavità della forma. La forma può allora essere utilizzata in procedimenti noti, come colata o formazione di una matrice a base di particelle e infiltrazione di tale matrice, per fabbricare un articolo di produzione di densità piena. Dopo la fabbricazione di alcuni articoli di produzione, come punte per la perforazione del terreno, in tale forma, la forma deve essere distrutta per rimuovere i componenti da essa. Una tecnica di questo tipo di fabbricazione a strati di modelli per fusione a cera perduta, che può essere utilizzata per la produzione di punte per la perforazione del terreno, è descritta nella domanda di Brevetto britannico n. di serie

2.296.673 della Camco Drilling Group Limited (nel seguito indicata come "la domanda britannica '673"), che è stata pubblicata il 7 ottobre 1996. Tali procedimenti di fusione a cera perduta, che utilizzano modelli fabbricati a strati, sono tuttavia in un certo senso svantaggiosi poiché il modello può essere utilizzato per fabbricare un'unica forma. Così, per la fabbricazione di un articolo di produzione quando si utilizzano tecniche di fabbricazione a strati per produrre un modello per fusione a cera perduta può essere richiesto più tempo di quando si utilizzano tecniche di fabbricazione diretta a strati per produrre lo stesso articolo di produzione. Inoltre, ciascun modello per fusione a cera perduta prodotto a strati può essere utilizzato per fabbricare un'unica forma, e perciò un'unica punta da perforazione o altro articolo di produzione.

La domanda britannica '673 descrive anche l'uso di un modello fabbricato a strati che comprende diversi pezzi che sono assemblati prima della colata di una forma e singolarmente rimossi dalla forma dopo la colata. Il modello deve allora essere riassemblato prima della produzione di un'altra forma. Poiché l'uso di un modello con diversi pezzi separati può richiedere altrettante fasi di fabbricazione separa-

ATTORCI & ASSOCIATI S.p.A.

te, nonché l'assemblaggio e lo smontaggio dei pezzi ogni volta che viene prodotta una forma, questo procedimento è anch'esso lungo e perciò in un certo senso svantaggioso.

La domanda britannica '673 descrive un altro procedimento per la produzione di forme per punte per la perforazione del terreno, che comprende l'impiego di procedimenti di fabbricazione a strati per produrre una prima forma, l'uso della prima forma per colare un modello deformabile, e l'uso del modello per colare forme di produzione. Benché il modello deformabile possa essere utilizzato per colare più di una forma di produzione, questo procedimento è in un certo senso svantaggioso per il fatto che richiede diverse fasi, comprendenti una fase di fabbricazione a strati, una fase di colata del modello, e una fase di colata della forma di produzione, per realizzare una forma di produzione.

Modelli resilienti cedevoli di forme maschio sono anche stati colati nelle cavità di forme di grafite lavorate alla macchina, quindi utilizzati per formare le cavità di forme ceramiche femmina mediante colata delle forme ceramiche intorno al modello di forma maschio. Poiché il modello di forma maschio è realizzato in un materiale cedevole e resiliente, il

modello può essere rimosso dalla cavità della forma ceramica e riutilizzato per colare un'altra forma femmina. Questo procedimento è tuttavia in un certo senso svantaggioso poiché richiede la lavorazione alla macchina di una forma di grafite. Inoltre, allo scopo di variare una qualsiasi delle caratteristiche della forma, come è tipicamente richiesto da clienti che ordinano punte per la perforazione del terreno, dovrà essere lavorata alla macchina una nuova forma di grafite e dovranno essere colati in essa modelli di forma maschio.

Così, è necessario un procedimento che utilizzi un unico modello fabbricato a strati per produrre in modo efficiente una molteplicità di forme per punte per la perforazione del terreno.

ENUNCIAZIONE DELL'INVENZIONE

La presente invenzione affronta ognuna delle necessità precedenti.

Il procedimento secondo la presente invenzione comprende la fabbricazione di un modello resiliente di un corpo di punta mediante tecniche di fabbricazione a strati. Il modello resiliente del corpo di punta può essere cavo. Alternativamente, il modello resiliente del corpo di punta può comprendere una massa sostanzialmente piena. Il modello resiliente

del corpo di punta può comprendere caratteristiche interne, come i passaggi interni di fluido di una punta da perforazione.

Preferibilmente, il modello resiliente del corpo di punta è fabbricato mediante tecniche di produzione a strati, come sinterizzazione laser selettiva ("selective laser sintering" - "SLS"), stereolitografia ("STL"), stampa tridimensionale, fabbricazione di oggetti a strati ("laminated object manufacturing" - "LOM"), ed altri procedimenti di fabbricazione a strati.

Dopo che il modello del corpo di punta è stato fabbricato, una forma di punta può essere colata intorno al modello del corpo di punta. Un materiale esemplificativo nel quale può essere colata una forma di punta comprende ceramiche induribili a temperatura ambiente.

Dopo l'indurimento della forma di punta, il modello del corpo di punta può essere rimosso da essa per esporre una cavità della forma. Una o più forme successive possono allora essere colate con il modello del corpo di punta. Ciascuna delle forme può allora essere utilizzata per fabbricare un corpo di punta, come è noto nella tecnica.

Altri vantaggi della presente invenzione risul-

teranno evidenti dalla considerazione della descrizione seguente, delle figure annesse del disegno, e delle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura rappresenta una vista in prospettiva capovolta di un modello solido tridimensionale di una punta per la perforazione del terreno di tipo rotativo, come potrebbe essere progettata da un sistema di disegno assistito da calcolatore ("computer-aided drafting" - "CAD");

la figura 1A rappresenta una vista in prospettiva capovolta di una variante del modello solido illustrato nella figura 1, comprendente taglienti modellati e speroni inclinati associati con alcuni dei taglienti modellati;

la figura 2 rappresenta una vista in prospettiva ingrandita della punta da perforazione illustrata nella figura 1, sezionata trasversalmente all'asse longitudinale della punta per esporre una sua sezione interna;

la figura 3 rappresenta una vista ingrandita in elevazione dall'alto della sezione esposta o strato del segmento della punta da perforazione illustrato nella figura 2;

la figura 4 rappresenta una vista in sezione

trasversale di un modello di corpo di punta sostanzialmente cavo rappresentativo della punta da perforazione illustrata nelle figure 1-3;

la figura 5 rappresenta una illustrazione schematica di un primo dispositivo preferito di fabbricazione a strati controllato da calcolatore adatto per l'uso nella fabbricazione di una punta da perforazione in accordo con un procedimento preferito di fabbricazione a strati del metodo secondo la presente invenzione, e le figure da 5A a 5D rappresentano illustrazioni schematiche che mostrano l'uso del dispositivo illustrato nella figura 5 per la fabbricazione di un modello resiliente del corpo di punta;

la figura 5E rappresenta una illustrazione schematica che mostra un altro dispositivo che può essere utilizzato nella fabbricazione di una punta;

la figura 6 rappresenta una illustrazione schematica di un secondo dispositivo preferito di fabbricazione a strati adatto per l'uso nella fabbricazione di una punta da perforazione in accordo con una variante del procedimento di fabbricazione a strati del metodo secondo la presente invenzione;

le figure da 7A a 7D rappresentano illustrazioni schematiche di un procedimento di utilizzo del modello resiliente per fabbricare una forma;

le figure 7E e 7F rappresentano illustrazioni schematiche che mostrano, in sezione trasversale, l'uso di un materiale di supporto o anima metallica rigida in combinazione con una forma sostanzialmente cava di un corpo di punta;

le figure 8A ed 8B rappresentano illustrazioni schematiche di un primo procedimento di fabbricazione di un articolo di produzione mediante la forma illustrata nelle figure da 7A a 7D; e

le figure da 8C ad 8E rappresentano illustrazioni schematiche di un altro procedimento di fabbricazione di un articolo di produzione mediante la forma illustrata nelle figure da 7A a 7D.

FORME MIGLIORI PER L'ATTUAZIONE DELL'INVENZIONE

Con riferimento ora alle figure da 1 a 4 dei disegni, i modelli esemplificativi di punte da perforazione 12 e 112 sono illustrati in una forma a modellazione tridimensionale mediante un sistema CAD secondo lo stato dell'arte. Tali sistemi sono ben noti e diffusamente utilizzati, ed un sistema CAD disponibile in commercio e particolarmente adatto per l'attuazione della presente invenzione è Pro/ENGINEER, offerto dalla Parametric Technology Corporation.

Con riferimento alle figure da 1 a 3, è illu-

strato un modello generato su calcolatore di una punta per la perforazione del terreno di tipo rotativo, comprendente una prima forma di attuazione di un modello resiliente 12 del corpo di punta in accordo con la presente invenzione. Il modello del corpo di punta 12 può essere fabbricato mediante procedimenti noti di fabbricazione a strati, comprendenti, senza carattere limitativo, sinterizzazione laser selettiva ("SLS"), stereolitografia ("STL"), stampa tridimensionale, fabbricazione di oggetti a strati ("LOM"), ed altre cosiddette tecniche di produzione rapida di prototipi. Il modello del corpo di punta 12 fabbricato mediante queste tecniche di produzione a strati può comprendere una varietà di componenti esterni ed interni.

Benché le figure da 1 a 4 illustrino modelli di corpi di punta 12 e 112 per la fabbricazione di punte da perforazione del tipo a lame, i procedimenti secondo la presente invenzione possono anche essere utilizzati per fabbricare altri tipi di punte per la perforazione del terreno, come punte a rulli conici, nonché altri tipi di articoli di produzione.

Il modello del corpo di punta 12 comprende sei lame o ali 18 comprendenti sedi per taglienti 22 che sono in grado di contenere elementi fresanti 20 (ve-

dere figura 1A). Le sedi per taglienti 22 possono anche comprendere speroni inclinati 24 per supportare gli elementi fresanti 20 dal lato posteriore. Alternativamente, con riferimento alla figura 1A, una variante del modello del corpo di punta 12' può comprendere elementi fresanti 20. Così, una forma colata dal modello del corpo di punta 12' potrebbe comprendere rientranze nella sua cavità per ricevere taglienti termicamente stabili prima della fabbricazione in essa di un corpo di punta. Poiché un corpo di punta è fabbricato in una cavità della forma avente taglienti termicamente stabili disposti in essa, i taglienti possono essere fissati integralmente al corpo di punta.

Le lame 18 sono separate da passaggi di fluido estendentisi generalmente in direzione assiale 30 che sboccano in scanalature di scarico 32, in cui i passaggi di fluido 30 e le scanalature di scarico 32 di una punta da perforazione operativa sono alimentati con fluido di perforazione, o "fango", dalla batteria di perforazione attraverso un gambo 14 della punta. Nel funzionamento di una punta da perforazione il fluido di perforazione entra nella punta da perforazione attraverso il gambo 14 e scorre attraverso passaggi di fluido interni 34, che sboccano in ugelli

36 che sono disposti in cavità 38. Le cavità 38 sboccano nei passaggi di fluido 30.

Alternativamente, il modello del corpo di punta 12 può essere privo di passaggi interni di fluido 34, che possono essere integrati in un corpo di punta durante la sua fabbricazione per mezzo di inserti di formatura, in modo noto nella tecnica.

Come illustrato, il modello del corpo di punta 12 comprende un pattino di definizione del diametro esterno 28 longitudinalmente adiacente a ciascuna lama 18. Alesatori modellati di definizione del diametro esterno 26 possono essere disposti in posizione immediatamente adiacente e superiore (come illustrato nelle figure del disegno) ai pattini di definizione del diametro esterno 28. Alternativamente, il modello del corpo di punta 12 può comprendere sedi (non rappresentate), simili alle sedi per taglienti 22, che sono in grado di contenere alesatori di definizione del diametro esterno 26.

Le lame 18, i passaggi di fluido 30 ed i dettagli topografici del modello del corpo di punta 12 definiscono complessivamente quella che può essere denominata la "faccia della punta", ossia la superficie della punta che entra in contatto con la formazione non perforata sul fondo del foro di trivella-

zione. La forma esterna di una sezione diametrale del modello del corpo di punta 12 passante per l'asse longitudinale 40 della punta definisce quello che può essere denominato il profilo della punta o "corona".

La figura 1 illustra anche, con linee tratteggiate, altre caratteristiche di una punta da perforazione 10 che possono essere assemblate con il modello del corpo di punta 12 per fabbricare una punta da perforazione finita 10, comprendente un gambo tubolare 14 della punta che può essere fissato a, o integrale con uno sbizzato della punta (non illustrato), ed una connessione a perno filettato 16 American Petroleum Institute (API) fissata ad una estremità esterna del gambo della punta 14.

Passando ora alla figura 4, un'altra forma di attuazione di un modello resiliente di corpo di punta 112 può comprendere una struttura resiliente sostanzialmente cava. Il modello del corpo di punta 112 può comprendere ciascuna delle caratteristiche precedentemente descritte con riferimento alle figure da 1 a 3. Il modello del corpo di punta 112 può anche comprendere supporti o sedi per facilitare il posizionamento e l'orientamento corretti di passaggi di fluido rispetto alla faccia del modello. Il modello del corpo di punta 112 può analogamente comprendere

strutture per facilitare il posizionamento e l'orientamento corretti di altri elementi.

**Fabbricazione a strati del modello resiliente del
corpo di punta**

Come illustrato nella figura 2 dei disegni, un modello solido tridimensionale del modello di corpo di punta 12 può essere numericamente "sezionato" lungo qualsiasi piano desiderato e, in questo caso, lungo un piano perpendicolare all'asse longitudinale della punta 40 del modello del corpo di punta 12. Guardando la superficie 42 nella figura 2, è facilmente evidente che il modello del corpo di punta può essere facilmente caratterizzato numericamente come una serie di sottili strati sovrapposti sostanzialmente bidimensionali di sezione trasversale variabile gradualmente, i quali strati sostanzialmente bidimensionali, una volta completamente sovrapposti, definiscono il modello tridimensionale del corpo di punta 12 illustrato nella figura 1.

Come rappresentato nelle figure 2 e 3, la superficie 42 può comprendere aperture o cavità in cui vi sono segmenti 34' di passaggi interni di fluido 34, in modo che i segmenti adiacenti 34' in strati o sezioni sovrapposte costituiscano passaggi interni completi di fluido 34 nel modello del corpo di punta

12. La figura 2 mostra anche cavità 44 nella superficie del corpo di punta dove sono stati eliminati alesatori di definizione del diametro esterno 26; il procedimento secondo la presente invenzione fornisce un modello di corpo di punta 12 senza ugelli, alesatori di definizione del diametro esterno o elementi fresanti modellati.

Con riferimento ora alle figure da 5 a 5D, è illustrato schematicamente un dispositivo esemplificativo 200 per la fabbricazione di una punta da perforazione rotativa a lame in accordo con la presente invenzione. Il dispositivo 200 comprende una tavola orizzontale 202 sulla quale dovrà essere formato un modello di corpo di punta 12 (vedere figure 1-3). 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 estendentesi linearmente 206 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 di particelle, sulla tavola 202. La tramoggia 208 può essere fatta vibrare per facilitare lo scorrimento del materiale in particelle 220 e per rendere più uniforme il flusso, se lo

si desidera. Un rullo o barra raschiatrice o lama 210 verticalmente fissa ed estendentesi orizzontalmente è anche mobile orizzontalmente sulla tavola 202 e può, se lo si desidera, essere sospesa alla tramoggia 208. Una testa di fissaggio 212 è sospesa sopra la tavola 202. La testa di fissaggio 212 può comprendere un gruppo selezionato tra una varietà di gruppi, in funzione della natura del materiale in particelle 220 utilizzato per fabbricare il corpo di punta ed il legante alternativo desiderato utilizzato 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 getti di inchiostro o una pistola per l'applicazione di metallo a spruzzo. 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 ed 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 nella tecnica. Il calcolatore 214 può comprendere un personal computer disponibile in commercio che utilizza un microprocessore Intel della serie Pentium®

o Pentium®II. Fornitori che offrono calcolatori opportunamente programmati che utilizzano sistemi che operano su archivi CAD in formato .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., Torrance, California, Stati Uniti d'America; e 3D-Systems, Inc., Valencia, California, Stati Uniti d'America.

Con riferimento alla figura 5E, è illustrato un dispositivo alternativo 20' per fabbricare una punta da perforazione 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 5 a 5D, su cui dovrà essere formato un modello di corpo di punta 12 (vedere figura 1). 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, sulla 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 il suo posizionamento sulla tavola 202'. Il dispositivo 200' comprende anche 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 da 5 a 5D.

Con riferimento ancora alle figure da 5 a 5D, in una forma di attuazione a sinterizzazione laser selettiva del procedimento di fabbricazione a strati, il materiale in particelle 220 comprende preferibilmente un materiale elastomerico resiliente, ad esempio particelle di elastomero termoplastico commercializzato sotto il marchio di fabbrica SOMOS® 201 dalla DTM Corporation. SOMOS® 201 ha una durezza, misurata sulla scala Shore A, di circa 81 a 23°C, un punto di fusione di circa 159°C, ed una dimensione media delle particelle di circa 93 μ m. Particelle di altri elastomeri termoplastici possono anche essere utilizzate nella forma di attuazione a sinterizzazione laser selettiva del procedimento di fabbricazione a strati. Le particelle 220 di materiale resiliente del

modello sono depositate dal movimento orizzontale della tramoggia 208 sulla tavola 202, con quest'ultima nella sua posizione più alta. Il rullo o raschietto 210 distribuisce e spiana le particelle 220 in un primo strato sottile 222, o strato di particelle, di spessore sostanzialmente uniforme (ad esempio da 0,003 a 0,020 pollici - da 0,0762 a 0,508 mm). Successivamente, la testa di fissaggio 212, che comprende un laser, dirige un fascio laser verso gli specchi 213 montati sul galvanometro, che riflettono il fascio laser verso regioni selezionate dello strato 222 allo scopo di fissare le particelle 220 delle regioni selezionate dello strato 222 per fusione o sinterizzazione. Le particelle 220 di queste regioni selezionate sono preferibilmente fissate in un disegno orizzontale regolare rappresentativo di un primo strato o sezione trasversale più bassa del modello del corpo di punta 12 (vedere figura 2), come definito numericamente e memorizzato nel calcolatore 212. Il fascio laser è diretto in modo da incidere sullo strato di particelle 222 nelle aree in cui il modello del corpo di punta 12 è costituito da materiale pieno, evitando le aree in cui vi è un segmento 34' di un passaggio interno di fluido 34 o altra cavità (ad esempio una camera in pressione) entro il modello del corpo di

IACCBACCI & PERANI S.p.A.

punta 12.

Come illustrato nella figura 5A, il laser fonde o sinterizza, e collega tra loro per fusione le particelle 220, producendo quello che può essere denominato un primo strato di particelle 222', o primo strato di preforma, avente almeno il profilo periferico del modello del corpo di punta 12 al livello verticale o longitudinale corrispondente, mentre aperture o cavità in questo strato rimangono nella forma di particelle sciolte non collegate per fusione 220. Il laser è quindi allontanato e, come illustrato nella figura 5B, la tavola 212 è spostata verso il basso di un passo per una distanza verticale che può essere o meno uguale allo spessore dello 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 spianato dal rullo o raschietto 210 come precedentemente descritto. Come illustrato nella figura 5C, il laser è nuovamente diretto, questa volta sul secondo strato 224', in modo da seguire un disegno orizzontale rappresentativo di un secondo strato o sezione più alta del modello del corpo di punta 12, come definito numericamente e memorizzato

nel calcolatore 214, collegando per fusione il secondo strato 224 in un secondo strato di particelle 224', o secondo strato di preforma. Preferibilmente il secondo strato di particelle 224' è anche collegato simultaneamente per fusione al primo strato di particelle 222'. Si può notare 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 di corona del modello del corpo di punta 12 non è cilindrico, ma leggermente convergente, ed i passaggi interni di fluido si estendono lateralmente oltre che longitudinalmente entro il modello del corpo di punta 12, il risultato netto è che il secondo strato di particelle 224', benché adiacente al primo strato di particelle 222', può non essere identico a quest'ultimo.

La deposizione di particelle, lo spianamento ed il collegamento selettivo per fusione di ciascuno strato successivo di preforma 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 fab-

bricazione a strati prosegue ancora fino ad ottenere, come rappresentato nella figura 5D, un modello completo del corpo di punta 12, come illustrato nella figura 1.

Una variante del procedimento di fabbricazione a strati utilizza una premiscela di materiale di matrice in particelle e legante elastomerico in polvere o in particelle, che è depositata in strati sulla tavola 202 come precedentemente descritto. Quando si utilizza tale miscela di materiale di matrice in particelle e legante elastomerico, il legante elastomerico è preferibilmente più morbido ed ha una elasticità (ossia compressibilità ed allungamento) superiore al materiale di matrice in particelle.

Con riferimento ancora alla figura 4, un modello di corpo di punta 112 può essere fabbricato mediante un procedimento simile alla fabbricazione del modello del corpo di punta 12 precedentemente spiegata con riferimento alle figure da 5 a 5D. Uno strato di materiale elastomerico resiliente in particelle è depositato sull'intera sezione trasversale di uno strato del corpo di punta e quindi selettivamente collegato in punti desiderati in modo da definire la periferia dello strato, ad esempio mediante l'uso di un laser, come precedentemente descritto con riferi-

mento alle figure da 5 a 5D. Un secondo strato di materiale elastomerico resiliente in particelle è quindi depositato sull'intera sezione trasversale e selettivamente collegato insieme e, preferibilmente, alle regioni collegate dello strato precedente di materiale elastomerico resiliente in particelle. Questo procedimento viene ripetuto fino al completamento della struttura desiderata. Materiale elastomerico resiliente in particelle nelle aree non collegate dello strato è quindi rimosso e può essere recuperato, ottenendo così una struttura di un modello cavo di corpo di punta 12. Il materiale recuperato può essere successivamente utilizzato per formare un altro modello resiliente di corpo di punta.

Alternativamente, ancora con riferimento alle figure da 5 a 5D, particelle di un materiale elastomerico resiliente possono essere depositate sulla tavola 202 in una o più corone o gusci che approssimano la periferia esterna ed eventuali caratteristiche interne (ad esempio passaggi interni di fluido) dello strato esposto del modello del corpo di punta 112 (vedere figura 4). Le particelle di materiale elastomerico resiliente possono allora essere collegate insieme mediante un laser, ed una deposizione controllata successiva di particelle è quindi esegui-

ta in modo da definire il secondo strato, che è quindi formato e sostanzialmente collegato simultaneamente per fusione al primo strato.

Ancora un'altra variante del procedimento di fabbricazione a strati che è utile per fabbricare modelli di corpi di punte 12 (vedere figure 1-3) e 112 (vedere figura 4), che è tipicamente indicata come fabbricazione di oggetti a strati, utilizza fogli di materiale elastomerico resiliente per formare il modello del corpo di punta. Come illustrato nella figura 6 dei disegni, un dispositivo 300 per attuare il procedimento comprende una tavola 302, mezzi di azionamento 304 per far muovere la tavola 302 ad incrementi verticali, un alimentatore di fogli 306, una testa laser 308, ed un calcolatore di controllo 310. L'alimentatore di fogli 306 può comprendere un alimentatore del tipo previsto su fotocopiatrici che alimenta fogli singoli, oppure può comprendere un alimentatore del tipo a rullo con un rullo di alimentazione ed un rullo di avvolgimento, come desiderato. In ogni caso, un foglio 312 di materiale adatto, come un elastomero termoplastico resiliente, è posizionato sulla tavola 302. Una testa laser 308, sotto il controllo del calcolatore 310, taglia un profilo della periferia di questo strato del modello

del corpo di punta 12 in fase di realizzazione. Il materiale circostante del foglio può allora essere rimosso, se lo si desidera, ed un secondo foglio non tagliato 312' posizionato sopra il foglio 312 è collegato al foglio 312 mediante opportuni mezzi, dopodiché la testa laser 308 taglia il profilo di perimetro del secondo strato del modello del corpo di punta 12. Se lo si desidera, il laser può essere utilizzato per riscaldare rapidamente il secondo foglio 312' e collegarlo al primo foglio 312 prima che il foglio 312' sia tagliato sulla sua periferia. Alternativamente, un rullo riscaldato 314 può essere sollecitato contro, e fatto rotolare sopra il foglio superiore 312' per fissare il foglio superiore 312' ed il foglio sottostante immediatamente adiacente 312 l'uno all'altro prima che il foglio 312' sia tagliato in modo da definire la periferia dello strato corrispondente del modello del corpo di punta 12.

Tale collegamento può essere realizzato mediante fusione o sinterizzazione, o mediante un materiale adesivo disposto sulla superficie superiore, sulla superficie inferiore, o su entrambe le superfici di ogni foglio. Una o entrambe le superfici dei fogli possono essere rivestite preliminarmente con adesivo, oppure un adesivo può essere applicato ad esse, ad

esempio per laminatura o spruzzatura, durante il procedimento di fabbricazione a strati.

Colata di una forma dal modello resiliente del corpo di punta

Con riferimento ora alle figure da 7A a 7D, è illustrato schematicamente un procedimento di colata di una forma 410 mediante il modello resiliente del corpo di punta 12. La forma 410 è fabbricata da un materiale colabile per forme 412, come una ceramica colabile (ad esempio quelle commercializzate sotto i marchi di fabbrica COTRONICS 770, PYROMEDIA HS2, THERMOSIL 120, o THERMOSIL 220), o altro materiale refrattario colabile per forme, ad esempio quelli descritti nel brevetto statunitense n. 5.632.326, rilasciato a Michael J. Gough il 27 maggio 1997, e nel brevetto statunitense n. 5.641.015, rilasciato a Nigel Challand il 24 giugno 1997; le descrizioni di entrambi questi brevetti sono così incorporate nella loro interezza tramite questo riferimento. Preferibilmente, il materiale per forme 412 non degrada sostanzialmente il materiale resiliente del modello del corpo di punta 12. Il materiale per forme 412 dovrebbe indurire ad una temperatura inferiore alla temperatura di fusione del materiale in cui è realizzato il modello del corpo di punta 12 (ad esempio

temperatura ambiente, 100°C, eccetera), in misura sufficiente per estrarre da esso il modello del corpo di punta 12 senza degradazione della forma 410 o del modello del corpo di punta 12. Il materiale per forme 412 dovrebbe anche sopportare la temperatura di fusione o temperatura di transizione vetrosa del materiale che deve essere colato mediante la forma 410.

Le superfici esposte del modello del corpo di punta 12 possono essere rivestite con un materiale che contrasta l'adesione al materiale per forme 412, come un materiale noto per facilitare il distacco dalla forma. Materiali per facilitare il distacco dalla forma che sono utili per rivestire il modello del corpo di punta 12 comprendono, senza carattere limitativo, tetrafluoroetilene (ossia TEFLON), materiali cerosi, oli, ed altri materiali che facilitano la rimozione del modello del corpo di punta 12 da una forma colata indurita 410, e non saranno sostanzialmente sciolti o degradati dal materiale per forme 412.

Come illustrato nelle figure 7E e 7F, se il modello del corpo di punta 12" è una struttura sostanzialmente cava, un materiale di supporto, come sabbia o altro materiale in particelle, o un'anima metallica rigida 408, che sono complessivamente indicati nella

presente come strutture di supporto, può essere disposto entro una cavità interna 13" del modello del corpo di punta 12" per fornire un supporto al modello del corpo di punta 12" ed evitare così il cedimento o la distorsione del modello del corpo di punta 12" durante la colata successiva di una forma intorno ad esso. L'uso di un materiale di supporto o di un'anima metallica rigida 408 può anche far sì che le caratteristiche esterne di un modello sostanzialmente cavo di corpo di punta 12" sporgano, aumentando così la precisione con cui la cavità della forma rappresenta queste caratteristiche esterne. Dopo che una forma è stata colata intorno al modello del corpo di punta 12" (vedere ad esempio le figure 7A-7D), il materiale di supporto o anima metallica rigida 408 può essere rimossa dal modello sostanzialmente cavo del corpo di punta 12", ed il modello del corpo di punta 12 può essere deformato e facilmente estratto alla forma.

Come illustrato nella figura 7A, una certa quantità di materiale per forme 412 è applicata sulle superfici esposte del modello del corpo di punta 12. Il materiale per forme 412 può essere applicato al modello del corpo di punta 12 mediante immersione del modello del corpo di punta in un impasto di materiale per forme 412, mediante spruzzatura di una certa

quantità di materiale per forme 412 sul modello del corpo di punta 12, mediante posizionamento del modello del corpo di punta 12 in un contenitore e colata di una certa quantità di materiale per forme 412 intorno al modello del corpo di punta, mediante applicazione di una certa quantità di materiale per forme 412 in forma di pasta sulle superfici esposte del modello del corpo di punta 12, mediante soffiatura di una certa quantità di materiale per forme 412 in forma di pasta sul modello del corpo di punta 12, o in altro modo, come è noto nella tecnica.

Il materiale per forme 412 può essere applicato sul modello del corpo di punta 12 in una molteplicità di strati sottili, in particolare quando si utilizza un materiale per forme 412 umido o liquido per produrre la forma 410. Prima dell'applicazione di uno strato successivo, ogni strato può essere lasciato sostanzialmente indurire.

Preferibilmente, una base 15 del modello del corpo di punta 12 rimane esposta attraverso il materiale per forme 412, e pertanto attraverso un'apertura 414 della forma 410 durante l'applicazione del materiale per forme 412 sul modello del corpo di punta 12. Alternativamente, dopo che la forma 410 è indurita o polimerizzata a sufficienza, una base 15

o altra porzione del modello del corpo di punta 12 può essere esposta attraverso la forma 410 rimuovendo una porzione della forma 410, formando così attraverso quest'ultima un'apertura 414.

Con riferimento alla figura 7B, il materiale per forme 412 è quindi lasciato indurire. Il materiale per forme 412 può indurire a temperatura ambiente, oppure può essere riscaldato ad una temperatura più alta, in funzione del tipo di materiale utilizzato e del suo spessore. Se il materiale per forme 412 è sottoposto ad una temperatura più alta per il suo indurimento, la temperatura di indurimento più alta preferibilmente non fonderà o altrimenti sostanzialmente degraderà il materiale resiliente del modello del corpo di punta 12.

Con riferimento ora alla figura 7C, quando il materiale per forme 412 è indurito in misura sufficiente, il modello resiliente del corpo di punta 12 può essere estratto da esso attraverso l'apertura 414. La figura 7D mostra una cavità 416 della forma 410, che è esposta attraverso l'apertura 414 quando il modello del corpo di punta 12 è stato estratto dalla forma 410. Il modello del corpo di punta 12 può allora essere utilizzato per produrre un'altra forma. Se il modello del corpo di punta è sostanzialmente

cavo, come illustrato nella figura 7F, il modello del corpo di punta 12" può essere deformato allo scopo di facilitarne l'estrazione dalla cavità 416 della forma 410.

La forma 410 può essere ulteriormente indurita o polimerizzata come necessario, mediante procedimenti noti, ad esempio trattamento in forno o riscaldamento in altro modo della forma 410, che dipendono dal tipo di materiale per forme 412 utilizzato, dallo spessore delle pareti della forma 410, e dal procedimento utilizzato per produrre la forma 410. La forma 410 può essere disposta in una struttura di supporto, ad esempio una cassetta per forme con sabbia o altro materiale cedevole per forme nel suo interno, per proteggere e supportare la forma 410 mentre indurisce o polimerizza.

Fabbricazione di una punta tramite la forma

Con riferimento ora alle figure da 8A ad 8E, un articolo di produzione che è simile al modello resistente utilizzato per la colata della forma 410, come un corpo di punta di una punta per la perforazione del terreno di tipo rotativo che assomiglia con precisione al modello del corpo di punta 12, può essere fabbricato nella forma 410.

Le figure 8A ed 8B illustrano schematicamente

l'uso della forma 410 per fabbricare un articolo di produzione mediante colata di un materiale fuso. Come esempio di colata di un articolo di produzione, è possibile colare un corpo di punta di acciaio 12', come è noto nella tecnica.

La forma 410 può essere disposta in una struttura di supporto, come una cassetta per forme o altro recipiente contenente una certa quantità di materiale di supporto cedevole, come sabbia, per fornire un supporto alla forma 410 ed evitare un suo danneggiamento quando uno o più materiali sono disposti entro la cavità 416 per fabbricare un articolo di produzione.

Con riferimento alla figura 8A, inserti di colata 418, come inserti che definiranno i passaggi interni di fluido del corpo di punta 12' o altre caratteristiche interne del corpo di punta 12', possono essere inseriti nella cavità 416 attraverso l'apertura 414 e posizionati entro la cavità 416. Un materiale fuso 422, ad esempio un acciaio fuso, nel quale l'articolo di produzione deve essere fabbricato, è quindi colato attraverso l'apertura 414 nella cavità 416 della forma 410 e lasciato indurire.

Con riferimento alla figura 8B, quando il materiale fuso 422 è indurito, la forma 410 può essere

rimossa dal corpo di punta 12' di acciaio. Eventuali elementi fresanti, sbozzato, gambo, ugelli o altri componenti possono allora essere opportunamente assemblati sul corpo di punta 12' per formare una punta da perforazione finita.

Passando ora alle figure da 8C ad 8E, è illustrato un procedimento di fabbricazione di un articolo di produzione comprendente una matrice a base di particelle. In particolare, le figure da 8C ad 8E mostrano la fabbricazione di un corpo di punta 12" a base di particelle per una punta per la perforazione del terreno di tipo rotativo.

Con riferimento alla figura 8C, inserti di colata 418, ad esempio inserti che definiranno i passaggi interni di fluido del corpo di punta 12" o altre caratteristiche interne del corpo di punta 12", possono essere inseriti nella cavità 416 attraverso l'apertura 414 e posizionati entro la cavità 416. Se il modello del corpo di punta 12 (vedere figura 1) che è stato utilizzato per la colata della forma 410 comprendeva elementi fresanti modellati 20 o alesatori modellati di definizione del diametro esterno 26, elementi fresanti ed alesatori di definizione del diametro esterno termicamente stabili possono essere opportunamente posizionati entro la cavità 416.

Un materiale di matrice in particelle 424, come carburo di tungsteno, ferro, acciaio, Invar, ceramica, altri materiali adatti, o miscele di un numero qualsiasi dei materiali precedenti, è disposto nella cavità 416 attraverso l'apertura 414 per formare una matrice 426. Preferibilmente, il materiale di matrice 424 è densamente compattato entro la cavità 416 come è noto nella tecnica, ad esempio facendo vibrare la forma 410. Uno sbizzato della punta può anche essere disposto entro la cavità 416.

Con riferimento ora alla figura 8D, la matrice 426 è infiltrata con un materiale infiltrante fuso 428, come una lega rame-nichel o altro infiltrante noto, in modo noto nella tecnica, ad esempio mediante disposizione del materiale infiltrante 428 entro un imbuto (non rappresentato) continuo con l'apertura 414 e riscaldamento dell'imbuto 430, del materiale infiltrante 428, della forma 410, e della matrice 426 finché il materiale infiltrante 428 non si è sostanzialmente infiltrato nei pori della matrice 426. Eventuali elementi fresanti, alesatori di definizione del diametro esterno, o sbizzato della punta disposti nella cavità 416 sono preferibilmente fissati integralmente al corpo di punta 450 mediante il procedimento di infiltrazione. Il materiale infiltrante 428

è quindi lasciato raffreddare ed indurire.

Con riferimento alla figura 8E, quando il materiale infiltrante 428 è indurito, la forma 410 può essere rimossa dal corpo di punta 450. Eventuali elementi fresanti, gambo, ugelli, o altri componenti possono allora essere opportunamente assemblati con il corpo di punta 12" per formare una punta da perforazione finita.

Benché la descrizione precedente contenga molti particolari specifici, questi non devono essere intesi in senso limitativo dell'ambito della presente invenzione, ma puramente come mezzi per permettere l'illustrazione di alcune delle forme di attuazione attualmente preferite. Analogamente, è possibile escogitare altre forme di attuazione dell'invenzione che non si allontanano dallo spirito o dall'ambito della presente invenzione. E' possibile utilizzare in combinazione caratteristiche di forme di attuazione differenti. L'ambito dell'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 che rientrano nel significato e nell'ambito delle rivendicazioni devono essere intese

coperte da queste ultime.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per fabbricare una forma per un corpo di punta per una punta per la perforazione del terreno, comprendente:

la fabbricazione di un modello resiliente del corpo di punta utilizzando un procedimento di fabbricazione a strati;

l'applicazione di un materiale refrattario per forme ad almeno alcune superfici esterne del modello resiliente suddetto; e

l'indurimento del materiale refrattario per forme suddetto per realizzare la forma.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui il procedimento di fabbricazione a strati suddetto comprende sinterizzazione laser selettiva, stereolitografia, stampa tridimensionale, o fabbricazione di oggetti a strati.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui il procedimento di fabbricazione a strati suddetto comprende:

la deposizione di un primo strato di materiale resiliente;

la definizione di una periferia nel primo strato suddetto ad un primo livello corrispondente ad una periferia di un modello tridimensionale del corpo di

punta al primo livello suddetto;

la deposizione di un secondo strato di materiale resiliente sul primo strato suddetto; e

il fissaggio del secondo strato suddetto al primo strato suddetto e la definizione di una periferia nel secondo strato suddetto ad un secondo livello corrispondente ad una periferia del modello tridimensionale suddetto al secondo livello suddetto.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui almeno alcuni degli strati suddetti di materiale resiliente comprendono particelle sostanzialmente non consolidate una volta depositate, e la definizione suddetta di una periferia negli almeno alcuni degli strati suddetti comprende il consolidamento delle particelle suddette in regioni selezionate degli almeno alcuni degli strati suddetti.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui la fabbricazione suddetta del modello resiliente suddetto comprende la fabbricazione di un modello resiliente sostanzialmente cavo sostanzialmente corrispondente come configurazione e dimensioni ad una periferia del corpo di punta.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre l'applicazione di un materiale per facilitare il distacco dalla forma ad una periferia

del modello resiliente suddetto prima dell'applicazione suddetta del materiale refrattario per forme suddetto.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'applicazione suddetta comprende l'immersione del modello resiliente suddetto in una certa quantità del materiale refrattario per forme suddetto, la spruzzatura di una certa quantità del materiale refrattario per forme suddetto sul modello resiliente suddetto, la colata di una certa quantità di materiale refrattario per forme intorno al modello resiliente suddetto, la soffiatura di una certa quantità del materiale refrattario per forme suddetto sul modello resiliente suddetto, o la compattazione di una certa quantità del materiale refrattario per forme suddetto intorno al modello resiliente suddetto.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'applicazione suddetta prevede di lasciare esposta una porzione del modello resiliente suddetto attraverso il materiale refrattario per forme suddetto.

9. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'indurimento suddetto comprende l'esposizione del materiale refrattario per forme suddetto ad una temperatura maggiore.

10. Procedimento secondo la rivendicazione 1, com-

prendente inoltre l'esposizione del modello resiliente suddetto attraverso il materiale refrattario per forme suddetto.

11. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre la polimerizzazione del materiale refrattario per forme suddetto.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre l'estrazione del modello resiliente suddetto dalla forma.

13. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre la disposizione di una struttura di supporto entro una porzione cava del modello resiliente suddetto.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 13, comprendente inoltre la rimozione della struttura di supporto suddetta dalla porzione cava suddetta dopo l'indurimento suddetto.

15. Procedimento secondo la rivendicazione 13, comprendente inoltre la deformazione del modello resiliente suddetto e l'estrazione del modello resiliente suddetto dalla forma.

16. Procedimento per la fabbricazione di una punta per la perforazione del terreno, comprendente:

la fabbricazione di un modello resiliente di un corpo di punta per la punta per la perforazione del

terreno utilizzando un procedimento di fabbricazione a strati;

la realizzazione di una forma con il modello resiliente suddetto mediante applicazione di un materiale refrattario per forme su superfici esterne del modello resiliente suddetto ed indurimento del materiale refrattario per forme suddetto;

l'estrazione del modello resiliente suddetto dalla forma suddetta; e

la disposizione di almeno un materiale in una cavità della forma suddetta per realizzare un corpo di punta sostanzialmente corrispondente come configurazione e dimensioni al modello resiliente suddetto.

17. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui il procedimento di fabbricazione a strati suddetto comprende:

la deposizione di un primo strato di materiale resiliente;

la definizione di una periferia nel primo strato suddetto ad un primo livello corrispondente ad una periferia di un modello tridimensionale della punta per la perforazione del terreno al primo livello suddetto;

la deposizione di un secondo strato di materiale resiliente sul primo strato suddetto; e

il fissaggio del secondo strato suddetto al primo strato suddetto e la definizione di una periferia nel secondo strato suddetto ad un secondo livello corrispondente ad una periferia del modello tridimensionale suddetto al secondo livello suddetto.

18. Procedimento secondo la rivendicazione 17, in cui almeno alcuni degli strati suddetti di materiale resiliente comprendono particelle sostanzialmente non consolidate quando sono depositate, e la definizione suddetta di una periferia negli almeno alcuni suddetti degli strati suddetti comprende il consolidamento delle particelle suddette in regioni selezionate degli almeno alcuni suddetti degli strati suddetti.

19. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui la fabbricazione suddetta del modello resiliente suddetto comprende la fabbricazione di un modello resiliente sostanzialmente cavo che rappresenta sostanzialmente una periferia dell'articolo di produzione.

20. Procedimento secondo la rivendicazione 16, comprendente inoltre l'applicazione di un materiale per facilitare il distacco dalla forma su una periferia del modello resiliente suddetto.

21. Procedimento secondo la rivendicazione 16, comprendente inoltre l'esposizione di almeno una porzio-

ne del modello resiliente suddetto attraverso il materiale refrattario per forme suddetto.

22. Procedimento secondo la rivendicazione 16, comprendente inoltre la rimozione della forma suddetta dal corpo di punta suddetto.

23. Procedimento secondo la rivendicazione 16, comprendente inoltre l'assemblaggio di un altro componente della punta da perforazione con il corpo di punta suddetto.

24. Procedimento secondo la rivendicazione 16, comprendente inoltre la polimerizzazione del materiale refrattario per forme suddetto.

25. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui l'almeno un materiale suddetto comprende un metallo fuso.

26. Procedimento secondo la rivendicazione 25, in cui il metallo fuso suddetto comprende acciaio fuso.

27. Procedimento secondo la rivendicazione 25, comprendente inoltre l'indurimento del metallo fuso suddetto.

28. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui l'almeno un materiale suddetto comprende un materiale di matrice in particelle.

29. Procedimento secondo la rivendicazione 28, in cui il materiale di matrice in particelle suddetto

strati di materiale resiliente comprendono materiale in foglio preformato.

41. Modello resiliente secondo la rivendicazione 38, in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente comprendono delle discontinuità che sono in comunicazione con discontinuità in strati adiacenti in modo da definire passaggi entro il modello resiliente.

42. Modello resiliente secondo la rivendicazione 41, in cui almeno uno dei passaggi suddetto comunica con una superficie esterna del modello resiliente.

43. Modello resiliente secondo la rivendicazione 38, in cui strati sovrapposti adiacenti sono fissati l'uno all'altro mediante un materiale legante entro e tra gli strati sovrapposti adiacenti suddetti di materiale resiliente.

44. Modello resiliente secondo la rivendicazione 38, in cui strati contigui selezionati della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente definiscono una regione interna sostanzialmente cava del modello resiliente.



PER INCARICO

Ing. Paolo CIANI
N. Inv. MBO 665
per proprio per gli altri

comprende carburo di tungsteno.

30. Procedimento secondo la rivendicazione 28, comprendente inoltre l'introduzione di un materiale infiltrante nella forma suddetta.

31. Procedimento secondo la rivendicazione 28, comprendente inoltre l'infiltrazione del materiale di matrice in particelle suddetto con un materiale infiltrante fuso.

32. Procedimento secondo la rivendicazione 28, comprendente inoltre l'indurimento del materiale infiltrante suddetto.

33. Modello resiliente di un corpo di punta per una punta per la perforazione di formazioni sotterranee, comprendente una molteplicità di strati sovrapposti sostanzialmente bidimensionali di materiale resiliente, in cui strati sovrapposti adiacenti sono fissati l'uno all'altro in modo da definire un modello del corpo di punta avente una faccia.

34. Modello resiliente secondo la rivendicazione 33, in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente comprendono delle discontinuità che sono in comunicazione con discontinuità in strati adiacenti in modo da definire passaggi entro il modello resiliente.

35. Modello resiliente secondo la rivendicazione 33,

in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente comprendono materiale in particelle consolidato.

36. Modello resiliente secondo la rivendicazione 33, in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente comprendono materiale in foglio preformato.

37. Modello resiliente secondo la rivendicazione 33, in cui gli strati sovrapposti adiacenti suddetti sono fissati l'uno all'altro mediante un materiale legante entro e tra gli strati sovrapposti adiacenti suddetti di materiale resiliente.

38. Modello resiliente di un componente per una punta rotativa per la perforazione di formazioni sotterranee, comprendente una molteplicità di strati sovrapposti sostanzialmente bidimensionali di materiale resiliente, in cui strati sovrapposti adiacenti sono fissati l'uno all'altro in una forma tridimensionale predeterminata.

39. Modello resiliente secondo la rivendicazione 38, in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di strati di materiale resiliente comprendono materiale in particelle consolidato.

40. Modello resiliente secondo la rivendicazione 38, in cui almeno alcuni della molteplicità suddetta di

10 0000A 0001231

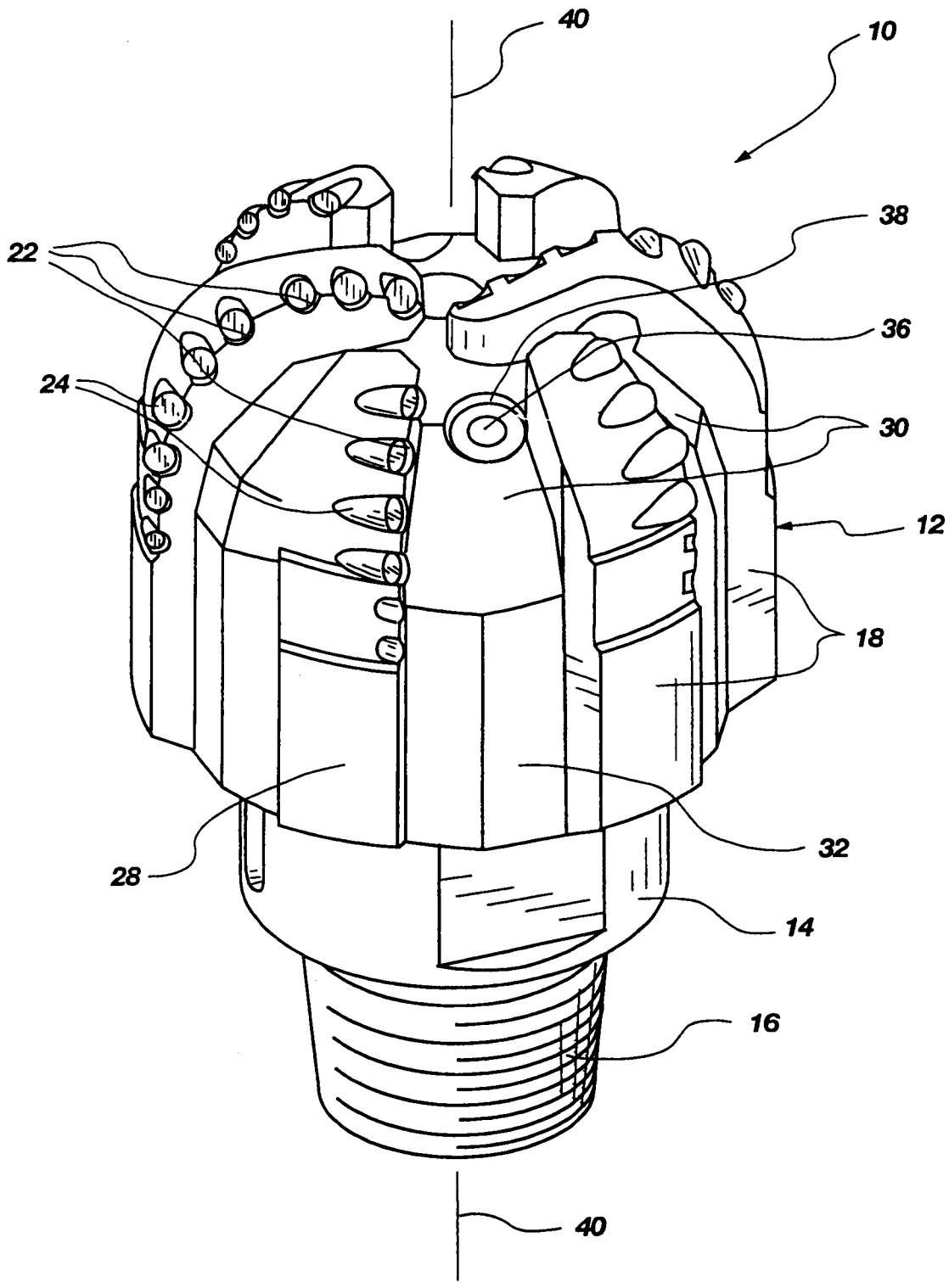


Fig. 1



Per incarico di BAKER HUGHES INCORPORATED

ing. Paolo GAT
N. 10000A 0001231
10 0000A 0001231

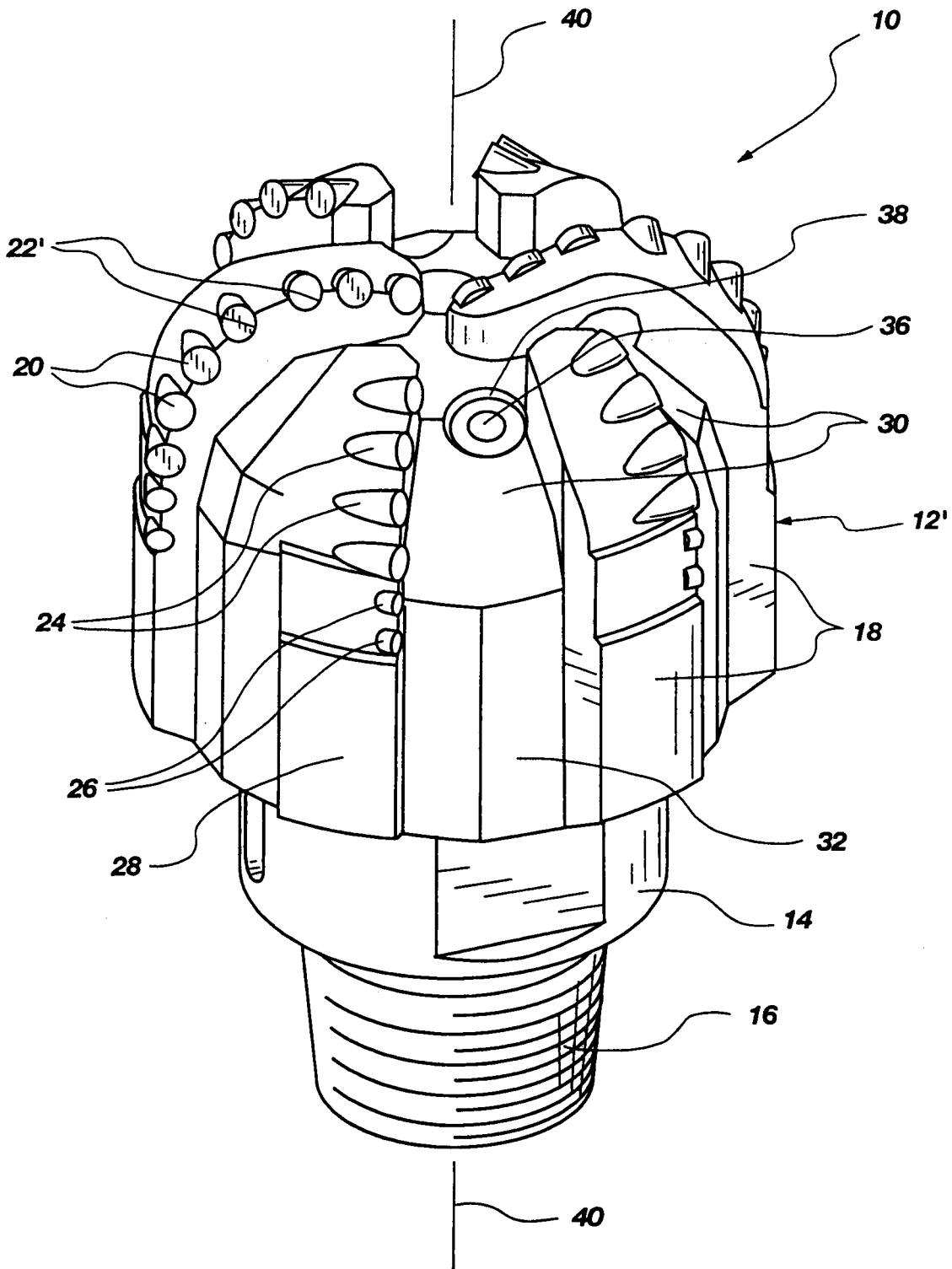
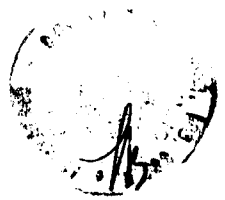


Fig. 1A

Per incarico di BAKER HUGHES INCORPORATED

Ing. Paolo Cion
N. 12/2000A/000123
proprio per gli altri



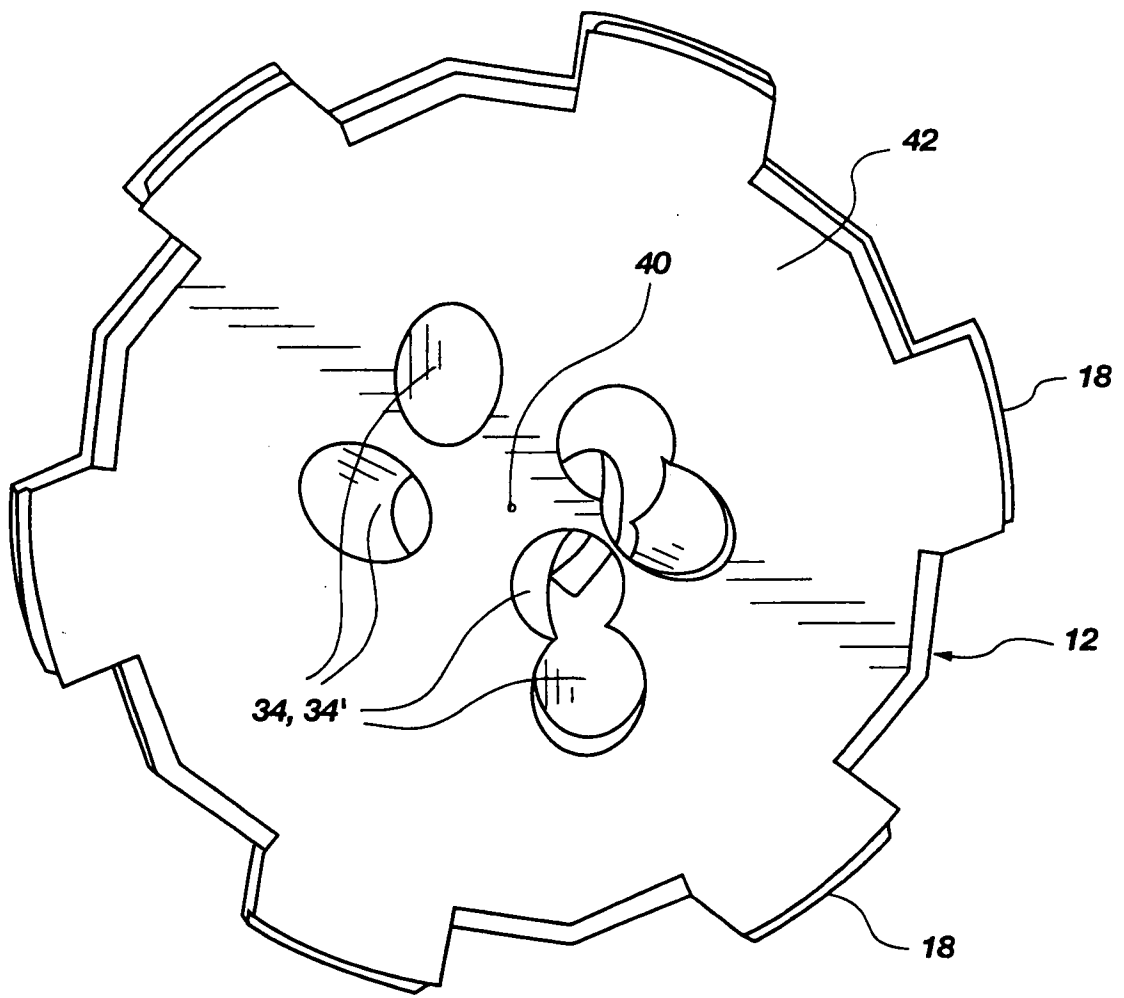


Fig. 3

Per incarico di BAKER HUGHES INCORPORATED

Ing. Paolo CIANI
[Handwritten signature]



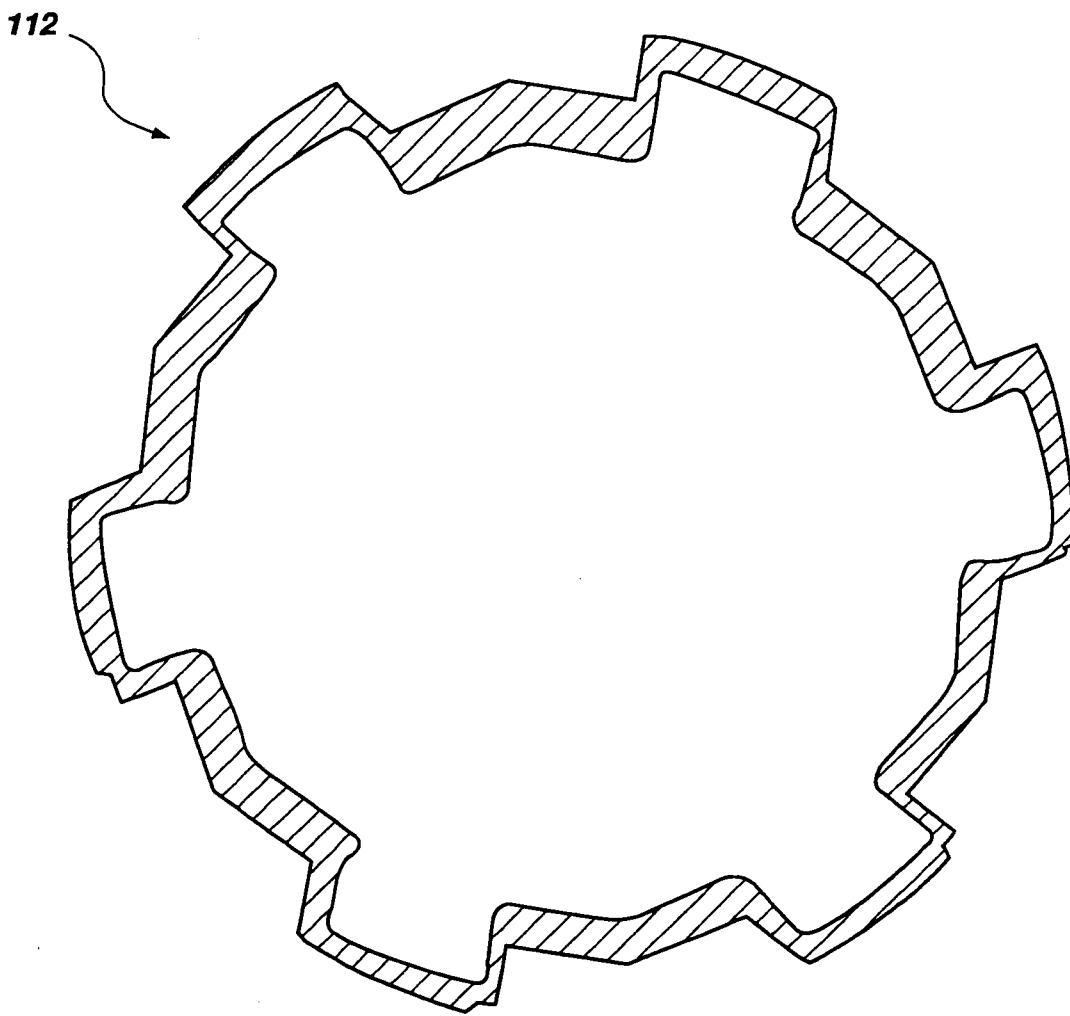


Fig. 4

ING. P. ...
N. ...
P. ...



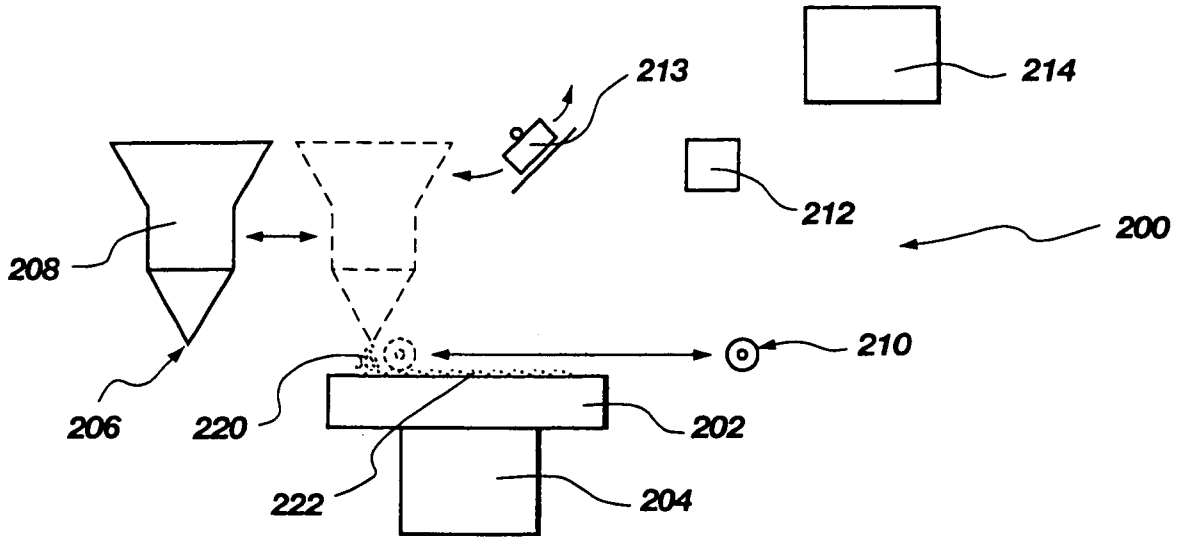


Fig. 5

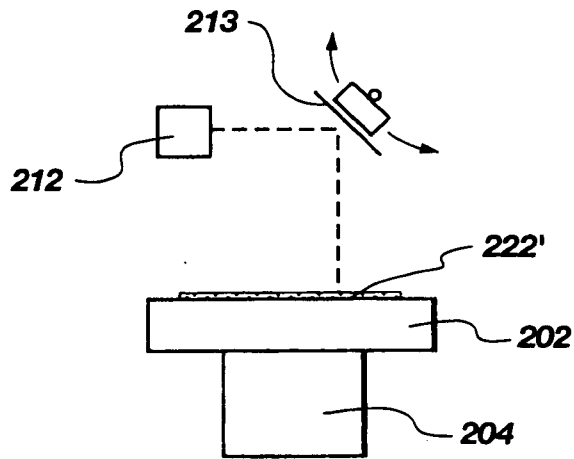


Fig. 5A

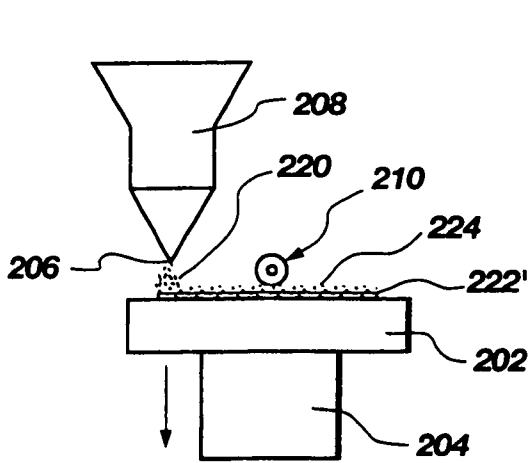


Fig. 5B

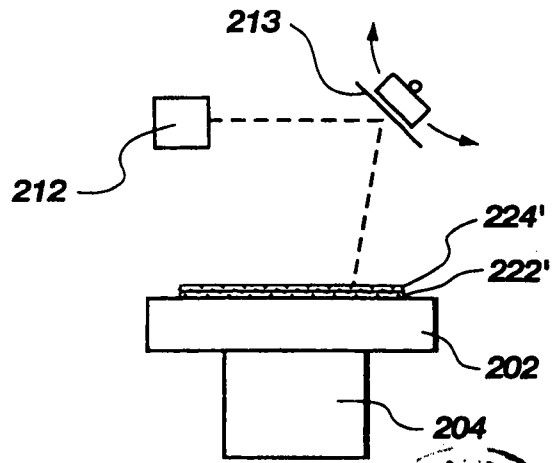


Fig. 5C

INCORPORATED

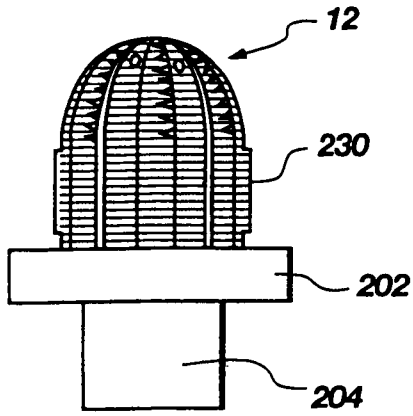


Fig. 5D

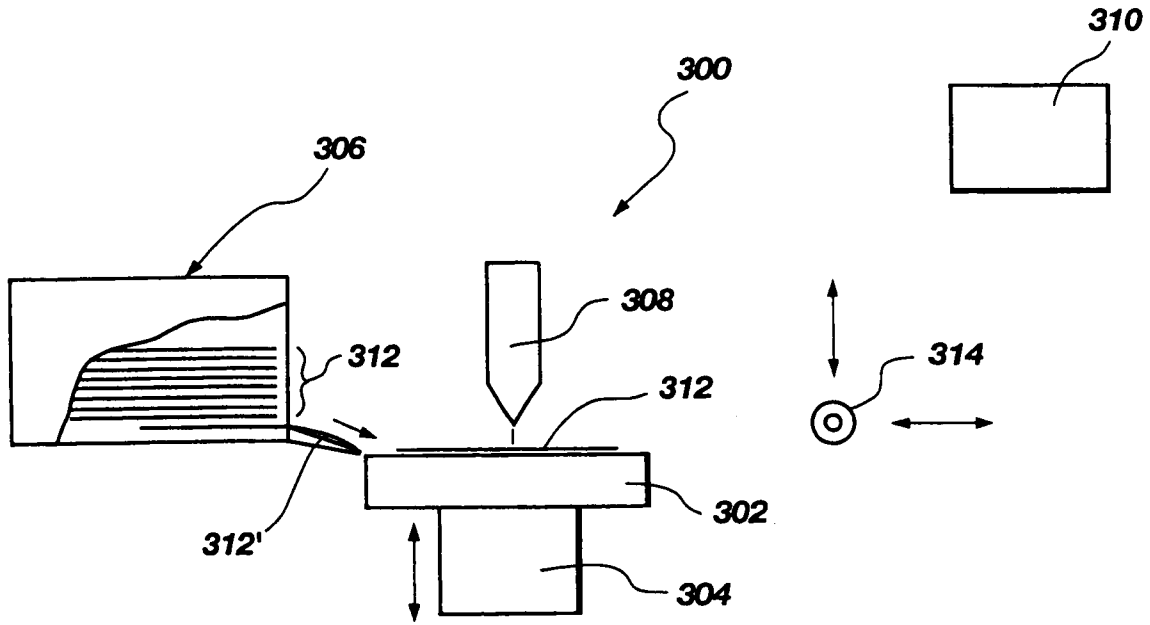


Fig. 6



TO 9300A 000123

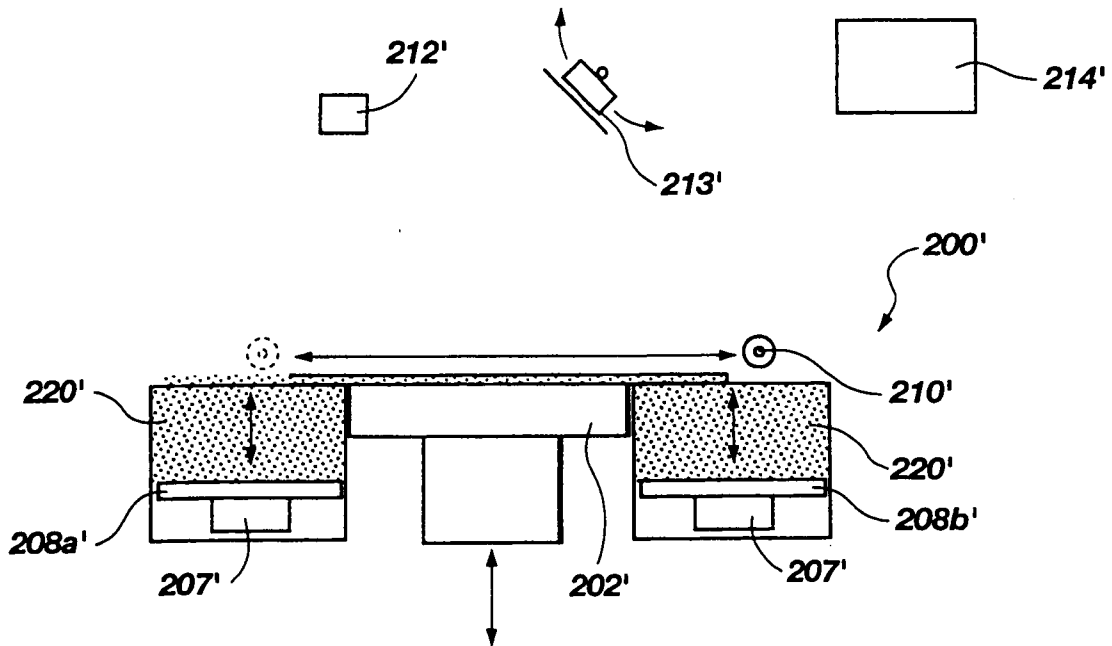


Fig. 5E



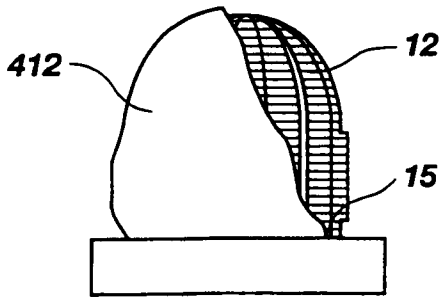


Fig. 7A

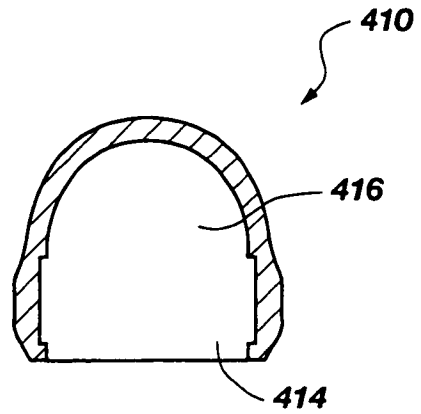


Fig. 7D

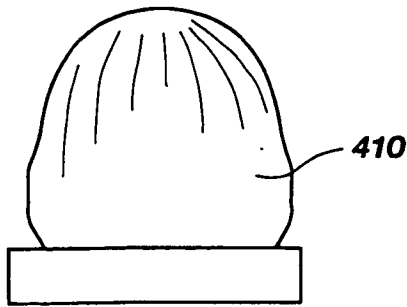


Fig. 7B

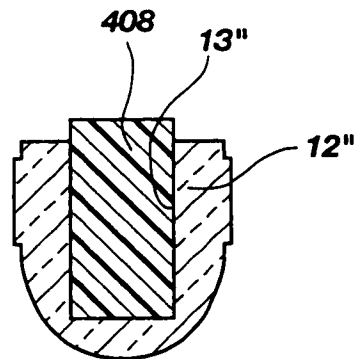


Fig. 7E

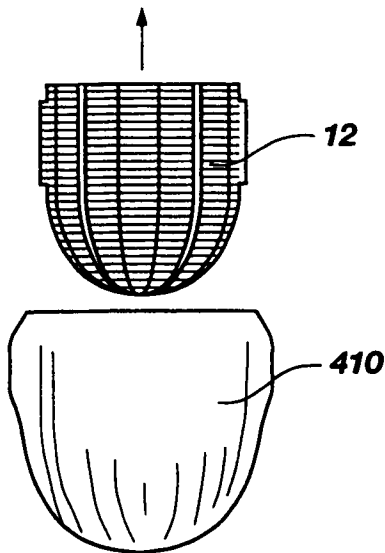


Fig. 7C

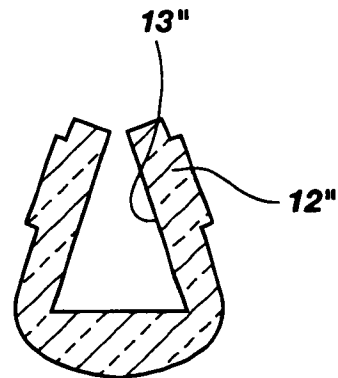


Fig. 7F

Ing. Paolo Rossi
 N. 505
 per gli altri

13

