

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 626**

51 Int. Cl.:  
**E21B 10/00** (2006.01)  
**E21B 10/42** (2006.01)  
**E21B 10/62** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07761022 .8**  
96 Fecha de presentación: **20.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2024599**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.02.2009**

54 Título: **Cabezas perforadoras de suelos modulares con cuchillas fijas y cuerpos de cabezas perforadoras de suelos modulares con cuchillas fijas**

30 Prioridad:  
**27.04.2006 US 795290 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.08.2012**

73 Titular/es:  
**TDY INDUSTRIES, INC.  
1000 SIX PPG PLACE  
PITTSBURGH, PA 15222, US**

72 Inventor/es:  
**MIRCHANDANI, Prakash K.;  
WALLER, Michale E.;  
WEIGOLD, Jeffrey L. y  
MOSCO, Alfred J.**

74 Agente/Representante:  
**Urizar Anasagasti, José Antonio**

ES 2 386 626 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

**Campo Técnico de la Invención**

0001 La presente invención se refiere, en parte, a mejoras en cabezas perforadoras de suelos. La presente invención además se refiere a cuerpos de cabezas perforadoras de suelos modulares.

**5 Antecedentes de la Tecnología**

0002 Las cabezas perforadoras de suelos pueden tener elementos de corte giratorios o fijos. Las cabezas perforadoras de suelos con elementos de corte fijos normalmente incluyen un cuerpo de cabeza perforadora mecanizado a partir de acero o fabricado infiltrando un lecho de partículas duras tales como carburo fundido (WC + W2C), carburo de tungsteno macrocristalino o estándar (WC), y/o carburo cementado sinterizado con un ligante de aleación a base de cobre. Las cabezas convencionales perforadoras de suelos de elementos de corte fijos comprenden un cuerpo de cabeza perforadora de una sola pieza con varios insertos de corte en cavidades de inserto ubicadas en el cuerpo de la cabeza perforadora de una forma diseñada para optimizar el corte. Es importante mantener los insertos en ubicaciones precisas para optimizar la eficiencia de la perforación, evitar vibraciones, y minimizar tensiones en el cuerpo de cabeza perforadora con el fin de maximizar la vida de la cabeza perforadora de suelos. Los insertos de corte están a menudo basados en materiales altamente resistentes al desgaste tales como el diamante. Por ejemplo, los insertos de corte pueden consistir de una capa de diamante sintético colocado en un sustrato de carburo cementado, y tales insertos se mencionan a menudo como compactos de diamante policristalino (PDC). El cuerpo de cabeza perforadora debe ajustarse a un árbol de acero que normalmente incluye una conexión de perno roscado mediante el cual la cabeza perforadora se fija a un eje de transmisión de un motor de pozo profundo o un collar de perforación en un extremo distal de una columna perforadora. En adición, el fluido o lodo de perforación puede ser bombeado hacia abajo a la columna perforadora hueca y afuera de las boquillas formadas en el cuerpo de cabeza perforadora. El fluido o lodo de perforación enfría y lubrica la cabeza perforadora mientras ésta gira y también lleva material cortado por la cabeza perforadora a la superficie.

0003 Los cuerpos convencionales de cabeza perforadora han sido hechos normalmente de una de las siguientes maneras, por ejemplo, mecanizados de una pieza de acero en bruto o fabricados infiltrando un lecho de partículas duras de carburo colocadas dentro de un molde con una aleación de ligante con base de cobre. Las cabezas perforadoras con cuerpos en acero son mecanizadas normalmente de redondo a una forma deseada, con características topográficas e internas. Después de mecanizar el cuerpo de la cabeza perforadora, la superficie puede endurecerse superficialmente para aplicar materiales resistentes al desgaste a la cara del cuerpo de cabeza perforadora y otras áreas críticas de la superficie del cuerpo de cabeza perforadora.

0004 En el método convencional para la fabricación de un cuerpo de cabeza perforadora a partir de partículas duras y un ligante, se fresa o mecaniza un molde para definir las características exteriores de la superficie del cuerpo de cabeza perforadora. También puede ser necesario un fresado a mano o trabajo de arcilla para crear o refinar características topográficas del cuerpo de cabeza perforadora.

0005 Una vez que el molde está completo, una cabeza perforadora preformada de acero bruto puede ser dispuesta dentro de la cavidad del molde para reforzar internamente la matriz del cuerpo de cabeza perforadora tras la fabricación. Otros insertos a base de metales de transición o refractarios, tales como los que definen caminos internos de fluido, cavidades para elementos de corte, aristas, surcos, desplazamientos de boquilla, ranuras de fango, u otras características internas o topográficas del cuerpo de cabeza perforadora, pueden también insertarse en la cavidad del molde. Cualquier inserto utilizado puede ser colocado en posiciones precisas para asegurar un posicionamiento correcto de los elementos de corte, boquillas, ranuras de fango, etc., en la cabeza perforadora final.

0006 Las partículas duras deseadas pueden luego ubicarse dentro del molde y compactarse a la densidad deseada. Las partículas duras son luego infiltradas con un aglutinante fundido, el cual refrigera para formar un cuerpo de cabeza perforadora macizo que incluye una fase discontinua de partículas duras dentro de una fase continua de aglutinante.

0007 El cuerpo de cabeza perforadora puede ser luego ensamblado con otros componentes de cabeza perforadora de suelos. Por ejemplo, un vástago roscado puede ser soldado o fijado de otro modo al cuerpo de cabeza perforadora, y los elementos de corte o insertos (normalmente diamante o un compacto de diamante sintético policristalino ("PDC")) se fijan dentro de las cavidades de insertos de corte, como por soldadura, pegado, o fijación mecánica. Alternativamente, los insertos de corte pueden unirse a la cara del cuerpo de cabeza perforadora durante la estancia en horno e infiltración si son empleados PDCs térmicamente estables ("TSP"). La patente US 5,560,440 describe una cabeza perforadora giratoria para perforar formaciones subterráneas. La cabeza perforadora incluye un cuerpo de cabeza perforadora fabricado separadamente y estructuras de soporte de elementos de corte, las últimas de las cuales pueden ser diseñadas como láminas, nervios, almohadillas o de otro modo, dependiendo del estilo de cabeza perforadora. El cuerpo y una o más estructuras de soporte de elementos de corte son ensamblados y fijados juntos después de la fabricación. La fabricación separada de las estructuras de soporte de elementos de corte permite un posicionamiento de corte más preciso, así como orientación, y promueve el uso de medios de fijación de elementos de corte más diversos. Las estructuras de soporte de elementos de corte pueden ser móviles radialmente ajustables con respecto al cuerpo de cabeza perforadora, a fin de proporcionar la capacidad de fabricar cabezas perforadoras de varios tamaños de calibre

dentro de un intervalo utilizando un único cuerpo de cabeza perforadora y un único tamaño de estructura de soporte de elementos de corte.

5 0008 El cuerpo de cabeza perforadora y otros elementos de cabezas perforadoras de suelos están sometidos a muchas formas de desgaste mientras operan en un ambiente arduo de fondo de pozo. Entre las formas más comunes de desgaste está el desgaste por abrasión causado por contacto con formaciones de rocas abrasivas. En adición, el lodo de perforación, cargado de detritos de las rocas, hace que la cabeza perforadora se erosione o desgaste.

10 0009 El tiempo de vida de una cabeza perforadora de suelos es una función no sólo de las propiedades de desgaste de los PDCs o insertos de carburo cementado, sino también de las propiedades de desgaste del cuerpo de cabeza perforadora (en el caso de cabezas perforadoras de elementos de corte fijos) o soportes cónicos (en el caso de cabezas perforadoras de cono de rodillos. Una manera de incrementar el tiempo de vida de la cabeza perforadora es emplear cuerpos de cabeza perforadora hechos de materiales con combinaciones mejoradas de resistencia, tenacidad y resistencia a la abrasión/erosión.

15 0010 Recientemente, se ha descubierto que cuerpos de cabeza perforadora de elementos de corte fijos pueden fabricarse de carburos cementados empleando practicas estándar de metalurgia del polvo (consolidación de polvo, seguido de la conformación o mecanizado del polvo compacto verde o presinterizado, a altas temperaturas). Tales cuerpos de cabeza perforadora a base de carburo cementado macizos de una pieza se describen en la patente US N° 2005/0247491.

20 0011 En general, cuerpos de cabezas perforadoras en base a carburo cementado proporcionan ventajas sustanciales sobre los cuerpos de cabeza perforadora de la técnica anterior (mecanizado de acero o carburos infiltrados) ya que los carburos cementados ofrecen combinaciones superiores de resistencia, tenacidad, así como resistencia a la abrasión y erosión comparados con los aceros o carburos infiltrados con ligantes a base de cobre. La figura 1 muestra un cuerpo de cabeza perforadora de carburo cementado macizo típico de una pieza 10 que puede emplearse para hacer una cabeza perforadora a base de PDC. Como se puede observar, el cuerpo de cabeza perforadora 10 consiste esencialmente de una parte central 11 que tiene agujeros 12 a través de los que puede bombearse el lodo, así como los brazos u cuchillas 13 que tienen cavidades 14 dentro de los que están sujetos los elementos de corte PDC. El cuerpo de cabeza perforadora 10 de la figura 1 se preparó por las tecnologías de metal en polvo. Normalmente, para preparar tal cuerpo de cabeza perforadora, se rellena un molde con metales en polvo que comprenden el metal ligante y el carburo. El molde es luego compactado para densificar el metal en polvo y formar un compacto verde. Debido a la resistencia y dureza de los carburos cementados sinterizados, el cuerpo de cabeza perforadora es usualmente mecanizado en la forma compacta verde. El compacto verde puede ser mecanizado para incluir cualquier característica deseada en el cuerpo final de cabeza perforadora.

30 0012 La durabilidad y el rendimiento general de las cabezas perforadoras de elementos de corte fijos depende no solo de la durabilidad y rendimiento de los elementos de corte, sino también de la durabilidad y rendimiento de los cuerpos de cabezas perforadoras. Por lo tanto, se puede esperar que las cabezas perforadoras a base de cuerpos de cabezas perforadoras de carburo cementado presentarán una durabilidad y rendimiento significativamente mejores comparadas con cabezas perforadoras hechas utilizando acero o cuerpos de cabeza perforadora infiltrados. Sin embargo, cabezas perforadoras de suelos que incluyen cuerpos macizos de cabeza perforadora de carburo cementado sufren limitaciones, tales como los siguientes:

35 0013 1. Es a menudo difícil controlar las posiciones de los elementos de corte PDC individuales con exactitud y precisión. Después del mecanizado de las cavidades de inserto, el compacto verde es sinterizado para densificar más el cuerpo de cabeza perforadora. Los cuerpos de carburo cementado sufrirán alguna depresión y distorsión durante los procesos de sinterización a altas temperaturas y esto resulta en distorsión de la posición de las cavidades de inserto. Las cavidades de inserto que no están ubicadas precisamente en las posiciones diseñadas del cuerpo de cabeza perforadora pueden no actuar de una forma satisfactoria debido a rotura prematura de los elementos de corte y/o cuchillas, perforación de agujeros no redondos, vibración excesiva, perforación ineficiente, así como otros problemas.

40 0014 2. Dado que las formas de los cuerpos de cabeza perforadora de carburo cementado macizos de una pieza son muy complejas (ver por ejemplo, Figura 1), los cuerpos de cabeza perforadora de carburo cementado son mecanizados y conformados de compactos de polvo verdes utilizando máquinas-herramientas complejas. Por ejemplo, máquinas de fresado controlado por ordenador de cinco ejes. Sin embargo, incluso cuando se emplean las máquinas-herramientas más sofisticadas, las gamas de formas y diseños que puede fabricarse son limitantes debido a limitaciones físicas del proceso de mecanizado. Por ejemplo, el número de cuchillas de corte y las posiciones relativas de los elementos de corte PDC pueden limitarse porque las características diferentes del cuerpo de cabeza perforadora podrían interferir con el camino de la herramienta de corte durante el proceso de conformación.

45 0015 3. El coste de cuerpos de cabeza perforadora de carburo cementado de una pieza puede ser relativamente alto ya que una gran cantidad de material de carburo cementado muy costoso se gasta durante el proceso de conformación o mecanizado.

50 0016 4. Es muy costoso producir un cuerpo de cabeza perforadora de carburo cementado de una pieza con propiedades diferentes en diferentes lugares. Las propiedades de cuerpos de cabeza perforadora de carburo

cementado macizos de una pieza son por tanto, normalmente, homogéneas, e.d., tienen propiedades similares en cada posición dentro del cuerpo de cabeza perforadora. Desde un punto de vista de diseño y durabilidad, puede ser ventajoso en muchos casos tener propiedades diferentes en diferentes lugares.

5 0017 5. Todo el cuerpo de cabeza perforadora de un cuerpo de cabeza perforadora de una pieza debe ser deseado si una parte del cuerpo de cabeza perforadora se fractura durante el servicio (por ejemplo, la rotura de un brazo o una cuchilla de corte).

0018 En consecuencia, hay una necesidad de cuerpos de cabeza perforadora mejorados para cabezas perforadoras con resistencia al desgaste, resistencia y tenacidad mayores que no sufran las limitaciones señaladas anteriormente.

**Breve Descripción de las Figuras**

10 0019 Las características y ventajas de la presente invención se podrán entender mejor por referencia a las figuras acompañantes en las cuales:

0020 Figura 1 es una fotografía de un cuerpo de cabeza perforadora de carburo cementado macizo de una pieza para cabezas perforadoras de suelos;

15 0021 Figura 2 es una fotografía de una realización de un cuerpo de cabeza perforadora modular de elemento cortador fijo ensamblado que comprende seis piezas de cuchilla de carburo cementado fijadas a una pieza de soporte de cuchilla de carburo cementado, donde cada pieza de cuchilla tiene nueve cavidades de inserto de elemento de corte;

0022 Figura 3 es una fotografía de una vista desde arriba del cuerpo de cabeza perforadora modular de elemento de corte fijo ensamblado de la Figura 2;

20 0023 Figura 4 es una fotografía de la pieza de soporte de cuchilla de la realización del cuerpo de cabeza perforadora modular de elemento de corte fijo ensamblado de la Figura 2 mostrando las ranuras de cuchilla y los agujeros de lodo de la pieza de soporte de cuchilla;

0024 Figura 5 es una fotografía de una pieza de cuchilla individual de la realización del cuerpo de cabeza perforadora modular de elemento de corte fijo ensamblado de la Figura 2 mostrando las cavidades de inserto de corte; y

25 0025 Figura 6 es una fotografía de otra realización de una pieza de cuchilla que comprende múltiples piezas de cuchilla que pueden fijarse en una ranura simple de cuchilla en la pieza de soporte de cuchilla de la Figura 4.

**Breve Resumen**

30 0026 Ciertas realizaciones no limitantes de la presente invención están enfocadas a un cuerpo de cabeza perforadora modular de elemento de corte fijo que comprende una pieza soporte de cuchilla y al menos una pieza de cuchilla fijada a la pieza de soporte de cuchilla. El cuerpo de cabeza perforadora modular de suelos de elemento de corte fijo puede además comprender al menos una cavidad de inserto en la al menos una pieza de cuchilla. La pieza de soporte de cuchilla, y cualquier otra pieza o parte del cuerpo de cabeza perforadora modular puede independientemente comprender al menos un material seleccionado de partículas duras cementadas, carburos cementados, cerámicas, aleaciones metálicas, y plásticos. Al menos una pieza de cuchilla comprende carburo cementado.

**Descripción de Ciertas Realizaciones No Limitantes de la Invención**

35 0027 La invención proporciona un cuerpo modular de cabeza perforadora de suelos de elemento de corte fijo según la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. Las cabezas perforadoras de suelos convencionales incluyen un cuerpo de cabeza perforadora de una pieza con insertos de corte soldados en cavidades de inserto. Los cuerpos de cabeza perforadora convencionales para cabezas perforadoras de suelos se producen en un diseño de una pieza para maximizar la resistencia del cuerpo de cabeza perforadora. Se requiere suficiente resistencia en un cuerpo de cabeza perforadora para soportar las tensiones extremas involucradas en la perforación de pozos de petróleo y de gas natural.

40 Realizaciones de los cuerpos de cabeza perforadora modular de suelos de elementos de corte fijos de la presente invención pueden comprender una pieza de soporte de cuchilla y al menos una pieza de cuchilla unida a la pieza de soporte de cuchilla. La una o más piezas de cuchilla pueden además incluir cavidades para sujetar insertos de corte, tales como insertos de corte PDC o insertos de corte de carburo cementado. Los cuerpos de cabeza perforadora modular pueden comprender cualquier número de piezas de cuchilla que puedan físicamente diseñarse dentro de la cabeza perforadora de elemento de corte fijo. El número máximo de piezas de cuchilla en una cabeza perforadora o cuerpo de cabeza perforadora particular dependerá del tamaño del cuerpo de cabeza perforadora de suelos, el tamaño y la anchura de una pieza individual de cuchilla, y la aplicación de la cabeza perforadora de suelos, así como otros factores conocidos por los expertos en la materia. Las realizaciones de los cuerpos de cabeza perforadora modular

45 pueden comprender de 1 a 12 piezas de cuchilla, por ejemplo, o para ciertas aplicaciones pueden desearse de 4 a 8 piezas de cuchilla.

50

0028 Las realizaciones de los cuerpos de cabezas perforadoras modulares de suelos están basadas en un diseño de pieza modular o múltiple, en vez de una construcción maciza de una pieza. El uso de un diseño modular supera varias de las limitaciones de los cuerpos de cabeza perforadora macizos de una pieza.

0029 Los cuerpos de cabezas perforadoras de la presente invención incluyen dos o más componentes individuales que están ensamblados y fijados juntos para formar un cuerpo adecuado de cabeza perforadora para cabezas perforadoras de suelos. Por ejemplo, los componentes individuales pueden incluir una pieza de soporte de cuchilla, piezas de cuchilla, boquillas, anillos de calibrado, porciones de unión, vástagos, así como otros componentes de cuerpos de cabezas perforadoras de suelos.

0030 Las realizaciones de la pieza de soporte de cuchilla pueden incluir, por ejemplo, orificios y/o un anillo de calibrado. Los orificios pueden ser usados para permitir el flujo de agua, lodo, lubricantes, u otros líquidos. Los líquidos o lodos enfrían la cabeza perforadora y ayudan a la eliminación de polvo, roca, y escombros de los taladros.

0031 Las realizaciones de las piezas de cuchilla pueden comprender, por ejemplo, cavidades de corte para los elementos de corte PDC, y/o piezas individuales de piezas de cuchilla que comprenden cavidades de inserto.

0032 Una realización del cuerpo modular de cabeza perforadora de suelos 20 de una cabeza perforadora de suelos de elemento de corte fijo se muestra en la Figura 2. El cuerpo modular de cabeza perforadora 20 comprende medios de unión 21 en un vástago 22 de la pieza de soporte de cuchilla 23. Piezas de cuchillas 24 están unidas a la pieza de soporte de cuchilla 23. Se puede notar que a pesar de que la realización del cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de la Figura 2 incluye la parte de unión 21 y el vástago 22 como formados en la pieza de soporte de cuchilla, la parte de unión 21 y el vástago 22 pueden también hacerse como piezas individuales para fijarse juntas para formar la parte del cuerpo modular de cabeza perforadora 20. Además, la realización del cuerpo modular de cabeza perforadora de suelos 20 comprende piezas de cuchilla idénticas 24. Realizaciones adicionales de los cuerpos modulares de cabeza perforadora de suelos pueden comprender piezas de cuchilla que no son idénticas. Por ejemplo, las piezas de cuchilla pueden independientemente comprender materiales de construcción que incluyen pero no se limitan a partículas duras cementadas, aleaciones metálicas (incluyendo, pero no limitados a, aleaciones a base de hierro, aleaciones a base de níquel, cobre, aluminio, y/o aleaciones a base de titanio), cerámicas, plásticos, o combinaciones de las mismas. Las piezas de cuchilla pueden también incluir diseños diferentes incluyendo diferentes ubicaciones de las cavidades de inserto de corte y orificios de lodo u otras características según se desee. En adición, el cuerpo de cabeza perforadora modular incluye piezas de cuchilla que son paralelas al eje de rotación del cuerpo de cabeza perforadora. Otras realizaciones pueden incluir piezas de cuchilla inclinadas en un ángulo, como 5° a 45° del eje de rotación.

0033 Además, la parte de unión 21, el vástago 22, la pieza de soporte de cuchilla 23, y las piezas de cuchilla 24 pueden cada uno independientemente estar hechos de cualquier material deseado de la construcción que puede fijarse conjuntamente. Las piezas individuales de una realización del cuerpo modular de cabeza perforadora de elemento de corte fijo pueden estar unidas juntas por cualquier método tal como, pero no limitado a, soldadura, conexiones roscadas, pasadores, chavetas, ajustes por contracción, adhesivos, unión por difusión, ajustes por interferencia, o cualquier otra conexión mecánica. En ese sentido, el cuerpo de cabeza perforadora 20 puede construirse con varias regiones o piezas, y cada región o pieza puede comprender una concentración, composición, y tamaño de cristal diferente de partículas duras o ligante, por ejemplo. Esto permite adaptar las propiedades en regiones y piezas específicas del cuerpo de cabeza perforadora como se desee para una aplicación particular. En ese sentido, el cuerpo de cabeza perforadora puede ser diseñado de modo que las propiedades o la composición de las piezas o regiones en una pieza cambie abruptamente o más gradualmente entre diferentes regiones del artículo. El ejemplo, cuerpo de cabeza perforadora modular 20 de la Figura 2, comprende dos zonas distintas definidas por seis piezas de cuchilla 24 y la pieza de soporte de cuchilla 23. En una realización, la pieza de soporte de cuchilla 23 puede comprender una fase dura discontinua de tungsteno y/o carburo de tungsteno y las piezas de cuchilla 24 pueden comprender una fase dura discontinua de fundición fina de carburo, carburo de tungsteno, y/o partículas de carburo cementado sinterizado. Las piezas de cuchilla 24 también incluyen cavidades de elementos de corte 25 a lo largo del borde de las piezas de cuchilla 24 en las que pueden disponerse insertos de corte; hay nueve cavidades de elementos de corte 25 en la realización de la Figura 2. Las cavidades de elementos de corte 25 pueden, por ejemplo, ser incorporadas directamente en el cuerpo de cabeza perforadora por el molde, como mecanizando la palanquilla verde o marrón, o como piezas fijadas a una pieza de cuchilla mediante soldadura u otro método de unión. Como se aprecia en la Figura 3, las realizaciones del cuerpo de cabeza perforadora modular 24 pueden también incluir vías internas de fluidos 31, aristas, surcos, boquillas, ranuras de fango 32, y cualquier otra característica topográfica convencional de un cuerpo de cabeza perforadora de suelos. Opcionalmente, estas características topográficas pueden definirse mediante piezas adicionales que son fijadas en posiciones adecuadas en el cuerpo de cabeza perforadora modular.

0034 Figura 4 es una fotografía de la realización de la pieza de soporte de cuchilla 23 de las Figuras 2 y 3. La pieza de soporte de cuchilla 23 en esta realización esta hecha de carburos cementados y comprende vías de fluidos internas 31 y ranuras de cuchilla 41. La Figura 5 es una fotografía de una realización de una pieza de cuchilla 24 que puede ser insertada en la ranura de cuchilla 41 de la pieza de soporte de cuchilla 23 de la Figura 4. La pieza de cuchilla 24 incluye nueve cavidades de inserto de elemento de corte 51. Como se muestra en la Figura 6, una realización más de una pieza de cuchilla incluye una pieza de cuchilla 61 que comprende varias piezas individuales 62, 63, 64 y 65. Esta realización multi-pieza de la pieza de cuchilla permite una mayor personalización de la cuchilla para cada ranura de cuchilla y

permite el reemplazo de piezas individuales de la pieza de cuchilla 61 si un cuerpo de cabeza perforadora ha de ser reformado o modificado, por ejemplo.

5 0035 El uso de la construcción modular para cuerpos de cabezas perforadoras de suelos supera varias de las limitaciones de los cuerpos de cabeza perforadora de una pieza, por ejemplo: 1) Los componentes individuales de un cuerpo de cabeza perforadora modular son más pequeños y menos complejos de conformar comparados a un cuerpo de cabeza perforadora de carburo cementado macizo de una pieza. Por tanto, los componentes van a sufrir menos distorsión durante el proceso de sinterización y los cuerpos de cabezas perforadoras modulares y las piezas individuales pueden estar hechos dentro de tolerancias más estrechas. Adicionalmente, las superficies clave de acoplamiento y otras características, pueden ser molidas o mecanizadas fácilmente y sin coste después de la sinterización para asegurar un ajuste exacto y preciso entre componentes, y así asegurar que las cavidades de elementos de corte y los insertos de elementos de corte puedan localizarse precisamente en posiciones determinadas. A su vez, esto asegurará una operación óptima de la cabeza perforadora de suelos durante el servicio. 2) Las formas menos complejas de los componentes individuales de un cuerpo de cabeza perforadora modular permiten el uso de máquinas herramientas y operaciones de mecanizado para la fabricación de los componentes mucho más simples (menos complicadas). También, dado que un cuerpo de cabeza perforadora modular está hecho de componentes individuales, hay mucho menos preocupación con respecto a la interferencia de cualquier característica del cuerpo de cabeza perforadora con el camino de la herramienta de corte u otra parte de la máquina durante el proceso de conformación. Esto permite la fabricación de piezas conformadas mucho más complejas para el ensamblado en cuerpos de cabeza perforadora comparado con cuerpos de cabeza perforadora macizos de una pieza. La fabricación de piezas similares puede ser producida en formas más complejas permitiendo al diseñador sacar una ventaja total de las propiedades superiores de los carburos cementados y otros materiales. Por ejemplo, puede incorporarse un gran número de cuchillas en un cuerpo de cabeza perforadora modular que en un cuerpo de cabeza perforadora de una pieza. 3) El diseño modular consiste de un conjunto de componentes individuales y, por tanto, habría muy poco desperdicio de material de carburo cementado caro durante el proceso de conformación. 4) Un cuerpo de cabeza perforadora modular permite el uso de una amplia gama de materiales (carburos cementados, aceros y otras aleaciones metálicas, cerámicas, plásticos, etc.) que pueden ser ensamblados juntos para proporcionar un cuerpo de cabeza perforadora con las propiedades óptimas en cualquier lugar del cuerpo de cabeza perforadora. 5) Finalmente, pueden reemplazarse piezas de cuchilla individuales, si es necesario o deseado, y la cabeza perforadora de suelos podría volver a ponerse en servicio. En el caso de una pieza de cuchilla que comprende piezas múltiples, las piezas individuales podrían reemplazarse. Por ello no es necesario descartar el cuerpo entero de cabeza perforadora debido a un fallo de una parte sola del cuerpo de cabeza perforadora, resultando en una disminución importante de costos operacionales.

35 0036 Los materiales de carburo cementado que pueden usarse en las piezas de cuchilla y la pieza de soporte de cuchilla puede incluir carburos de uno o más elementos que pertenecen a los grupos IVB a VIB de la tabla periódica. Preferentemente, los carburos cementados comprenden al menos un carburo de metal de transición seleccionado de carburo de titanio, carburo de cromo, carburo de vanadio, carburo de zirconio, carburo de hafnio, carburo de tantalio, carburo de molibdeno, carburo de niobio, y carburo de tungsteno. Las partículas de carburo preferentemente comprenden cerca de 60 hasta 98 por ciento en peso del peso total del material de carburo cementado en cada región. Las partículas de carburo están embebidas dentro de una matriz de un ligante que preferentemente constituye cerca de 2 a 40 por ciento en peso del peso total del carburo cementado.

40 0037 En una realización no limitante, un cuerpo de cabeza perforadora de elemento de corte fijo modular según la presente descripción incluye una pieza de soporte de cuchilla que comprende un primer material de carburo cementado y al menos una pieza de cuchilla compuesta de un segundo material de carburo cementado, donde la al menos una pieza de cuchilla está unida a la pieza de soporte de cuchilla, y donde al menos uno de los primer y segundo materiales de carburo cementado incluye partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.3 a 10µm. Según una realización alterna no limitante, uno de los primer y segundo materiales de carburo cementado incluye partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.5 a 10µm, y el otro de los primer y segundo materiales de carburo cementado incluye partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.3 a 1.5µm. Y todavía en otra realización alterna no limitante, uno de los primer y segundo materiales de carburo cementado incluye 1 a 10 por ciento en peso más de aglutinante (en base al peso total del material de carburo cementado) que el otro de los primer y segundo materiales de carburo cementado. Todavía en otra realización alterna no limitante, una dureza del primer material de carburo cementado es 85 a 90 HRA y una dureza del segundo material de carburo cementado es 90 a 94 HRA. Aun en otra realización alterna no limitante, el primer material de carburo cementado comprende 10 a 15 por ciento en peso de aleación de cobalto y el segundo material de carburo cementado comprende 6 a 15 por ciento en peso de aleación de cobalto. Según otra realización alterna no limitante, el ligante del primer carburo cementado y el ligante del segundo carburo cementado difieren en composición química. Aun en una realización alterna no limitante más, un porcentaje en peso de ligante del primer carburo cementado difiere de un porcentaje en peso de ligante en el segundo carburo cementado. En otra realización alterna no limitante, un carburo de metal de transición del primer carburo cementado difiere de un carburo de metal de transición del segundo carburo cementado en al menos uno de composición química y tamaño de grano promedio. Según una realización alternativa no limitante adicional, el primer y el segundo material de carburo cementado difieren en al menos una propiedad. La al menos una propiedad puede ser seleccionada de, por ejemplo, módulo de elasticidad, dureza, resistencia al desgaste, tenacidad, resistencia a tracción, resistencia a la corrosión, coeficiente de expansión térmica, y coeficiente de conductividad térmica.

0038 El ligante de las partículas duras cementadas o carburos cementados puede comprender, por ejemplo, al menos uno de cobalto, níquel, hierro, o aleaciones de estos elementos. El ligante puede también comprender, por ejemplo, elementos tales como tungsteno, cromo, titanio, tantalio, vanadio, molibdeno, niobio, circonio, hafnio, y carbono hasta los límites de solubilidad de estos elementos en el ligante. Además, el ligante puede incluir uno o más de boro, silicio, y renio. Adicionalmente, el ligante puede contener hasta 5 por ciento en peso de elementos tales como cobre, manganeso, plata, aluminio, y rutenio. Un experto en la materia reconocerá que cualquiera o todos los constituyentes del material de partícula dura cementada puede introducirse en forma elemental, como compuestos, y/o como aleaciones madre. La pieza de soporte de cuchilla y las piezas de cuchilla, u otras piezas si se desea, independientemente puede comprender diferentes carburos cementados que comprenden carburo de tungsteno en un ligante de cobalto. En una realización, la pieza de soporte de cuchilla y la pieza de cuchilla incluyen al menos dos diferentes partículas duras cementadas que difieren respecto a al menos una propiedad.

0039 Realizaciones de las piezas de la cabeza perforadora modular pueden también incluir carburos cementados híbridos, tales como, pero no limitados a, cualquiera de los carburos cementados híbridos descritos en la aplicación co-pendiente de la Solicitud de patente U.S. 10/735,379, que se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

0040 Un método para la producción de una cabeza perforadora modular de elemento de corte fijo según la presente invención comprende fijar al menos una pieza de cuchilla a una pieza de soporte de cuchilla. El método puede incluir fijar piezas adicionales juntas para producir el cuerpo de cabeza perforadora modular incluyendo vías de fluido internas, aristas, surcos, boquillas, ranuras de lodos y cualquier otra característica topográfica convencional de un cuerpo de cabeza perforadora de suelos. Fijar una pieza de cuchilla individual puede lograrse por cualquier medio incluyendo, por ejemplo, insertando la pieza de cuchilla en una ranura en la pieza de soporte de cuchilla, por soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda de la pieza de cuchilla a la pieza de soporte de cuchilla, ajustando a presión la pieza de cuchilla a la pieza de soporte de cuchilla, por ajuste por contracción de la pieza de cuchilla a la pieza de soporte de cuchilla, uniendo con adhesivo la pieza de cuchilla a la pieza de soporte de cuchilla (como con una resina epoxi u otro adhesivo), o fijando mecánicamente la pieza de cuchilla a la pieza de soporte de cuchilla. En ciertas realizaciones, ya sea la pieza de soporte de cuchilla o las piezas de cuchilla tienen una estructura de cola de milano o cualquier otra característica para fortalecer la conexión.

0041 El proceso de fabricación para piezas de partículas duras cementadas normalmente supone la consolidación metalúrgicamente los polvos (normalmente una cerámica en partículas y metal ligante en polvo) para formar una palanquilla verde. Pueden usarse procesos de consolidación de polvo que utilizan técnicas convencionales, tales como el prensado mecánico o hidráulico en moldes rígidos, y prensado isostático húmedo con membrana o seco con membrana. La palanquilla verde puede luego ser presinterizada o totalmente sinterizada para consolidar y densificar el polvo. La presinterización resulta en tan sólo una parcial consolidación y densificación de la pieza. Una palanquilla verde puede ser presinterizada a una temperatura inferior a la temperatura alcanzada en la operación de sinterización final para producir una palanquilla presinterizada ("palanquilla marrón"). Una palanquilla marrón tiene resistencia y dureza relativamente bajas comparada al artículo final totalmente sinterizado, pero significativamente superior a la palanquilla verde. Durante la fabricación, el artículo puede ser mecanizado como palanquilla verde, palanquilla marrón, o como un artículo totalmente sinterizado. Normalmente, la maquinabilidad de una palanquilla verde o marrón es sustancialmente mayor que la maquinabilidad del artículo totalmente sinterizado. El mecanizado de una palanquilla verde o palanquilla marrón puede ser ventajoso si la parte totalmente sinterizada es difícil de mecanizar o podría requerir moler en vez de mecanizar para alcanzar las tolerancias dimensionales requeridas finales. Otros medios para mejorar la maquinabilidad de la parte pueden también ser empleados como la adición de agentes de mecanizado para cerrar la porosidad de la palanquilla. Un agente de mecanizado típico es un polímero. Finalmente, puede llevarse a cabo la sinterización a temperatura de fase líquida en hornos convencionales de vacío o a altas presiones en un horno SinterHip. La palanquilla puede ser una sinterizada a sobre presión a una presión de 300-2000 psi y a una temperatura de 1350-1500°C. El presinterizado y sinterizado de la palanquilla causa la eliminación de lubricantes, reducción de óxido, densificación, y desarrollo de microestructura. Como se mencionó anteriormente, con posterioridad a la sinterización, las piezas del cuerpo de cabeza perforadora modular pueden ser apropiadamente mecanizadas o molidas para formar la configuración final.

0042 Un experto en la materia entenderá los parámetros de proceso requeridos para la consolidación y la sinterización para formar artículos de partículas duras cementadas, tales como insertos de corte de carburo cementado.

0043 Adicionalmente, para los propósitos de esta invención, aleaciones metálicas incluyen aleaciones de todos los metales estructurales tales como hierro, níquel, titanio, cobre, aluminio, cobalto, etc. Los cerámicos incluyen carburos, boruros, óxidos, nitruros, etc. de todos los elementos comunes.

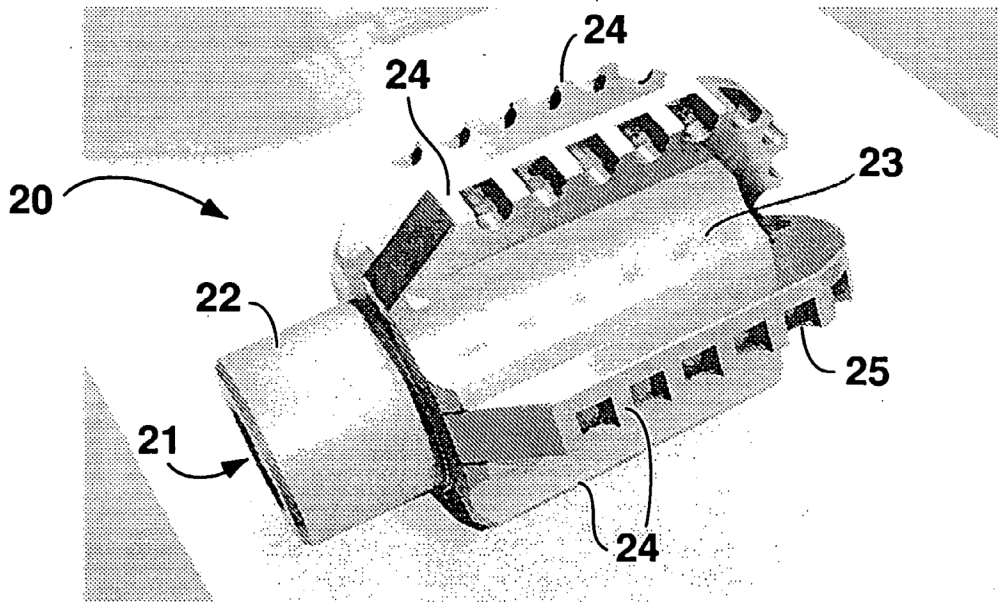
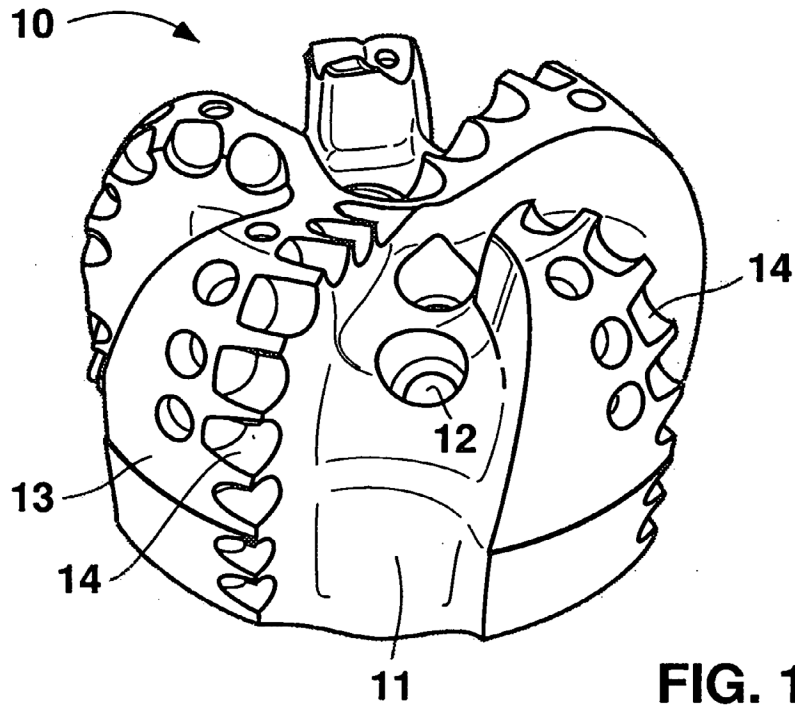
0044 Debe entenderse que la presente descripción ilustra aquellos aspectos de la invención relevantes para un claro entendimiento de la invención. Ciertos aspectos de la invención que serían evidentes para aquellos expertos en la materia y que, por lo tanto, no facilitarán un mejor entendimiento de la invención no han sido presentados con el fin de simplificar la presente descripción. Aunque las realizaciones de la presente invención han sido descritas, un experto en la materia podrá, al considerar la descripción anterior, reconocer que pueden ser empleadas muchas modificaciones y variaciones de la invención. Se pretende que todas estas variaciones y modificaciones de la invención estén cubiertas por las siguientes reivindicaciones.

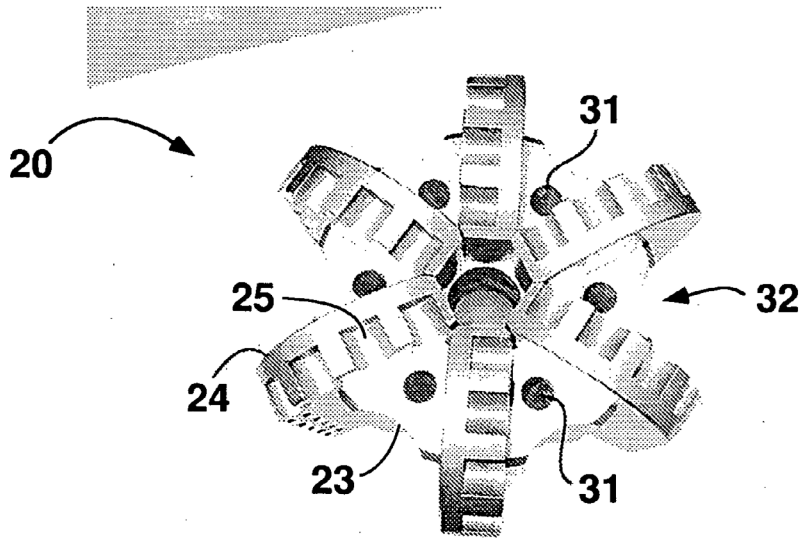
**REIVINDICACIONES**

1. Un cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20), que comprende:
- 5 una pieza de soporte de cuchilla (23) que comprende al menos un material seleccionado del grupo consistente de partículas duras cementadas, carburos cementados, cerámicas, aleaciones metálicas, y plásticos; y al menos una pieza de cuchilla (24);
- caracterizado porque** al menos una pieza de cuchilla (24,61) comprende carburo cementado.
2. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 1, donde la al menos una pieza de cuchilla (24, 61) comprende una pluralidad de piezas de cuchilla individuales (62, 63, 64, 65) y cada una de la pluralidad de piezas de cuchilla individuales teniendo al menos una cavidad de inserto (51).
- 10 3. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 1, donde la pieza de soporte de cuchilla (23) comprende un primer carburo cementado y la al menos una pieza de cuchilla (24, 61) comprende un segundo carburo cementado, y donde el primer carburo cementado y el segundo carburo cementado difieren en al menos una propiedad, la al menos una propiedad siendo seleccionada del grupo consistente de módulo de elasticidad, dureza, resistencia al desgaste, tenacidad a fractura, resistencia a tracción, resistencia a la corrosión,
- 15 coeficiente de expansión térmica, y coeficiente de conductividad térmica.
4. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 3, donde el primer carburo cementado y el segundo carburo cementado individualmente comprenden partículas de al menos un carburo de metal de transición en un ligante.
- 20 5. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde en el primer carburo cementado y el segundo carburo cementado, el al menos un carburo es independientemente seleccionado de un carburo de un metal de transición seleccionado de titanio, cromo, vanadio, circonio, hafnio, tantalio, molibdeno, niobio, y tungsteno, y el ligante independientemente comprende al menos un metal seleccionado de cobalto, níquel, hierro, aleación de cobalto, aleación de níquel, y aleación de hierro.
- 25 6. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 5, donde el ligante además comprende al menos un agente de aleación seleccionado de tungsteno, titanio, tantalio, niobio, cromo, molibdeno, boro, carbono, silicio, rutenio, renio, manganeso, aluminio, y cobre.
7. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 5, donde el carburo del primer carburo cementado y el carburo del segundo carburo cementado comprenden carburo de tungsteno y el ligante del primer carburo cementado y el ligante del segundo carburo cementado comprenden cobalto.
- 30 8. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde el ligante del primer carburo cementado y el ligante del segundo carburo cementado difieren en composición química.
9. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde un porcentaje en peso del ligante del primer carburo cementado difiere de un porcentaje en peso del ligante del segundo carburo cementado.
- 35 10. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde el carburo de metal de transición del primer carburo cementado difiere del carburo de metal de transición al del segundo carburo cementado en al menos uno de composición química y tamaño de grano promedio.
- 40 11. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde el primer carburo cementado y el segundo carburo cementado cada uno comprende de 2 a 40 por ciento en peso de ligante y de 60 a 98 por ciento en peso de carburo de metal de transición.
12. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde el al menos uno del primer carburo cementado y el segundo carburo cementado comprende partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.3 a 10  $\mu\text{m}$ .
- 45 13. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde uno del primer carburo cementado y del segundo carburo cementado comprende partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.5 a 10  $\mu\text{m}$ , y el otro del primer carburo cementado y el segundo carburo cementado comprende partículas de carburo de tungsteno que tienen un tamaño de grano promedio de 0.3 a 1.5  $\mu\text{m}$ .
- 50 14. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde uno del primer carburo cementado y el segundo carburo cementado incluye de 1 a 10 por ciento en peso más de ligante que el otro del primer carburo cementado y el segundo carburo cementado.

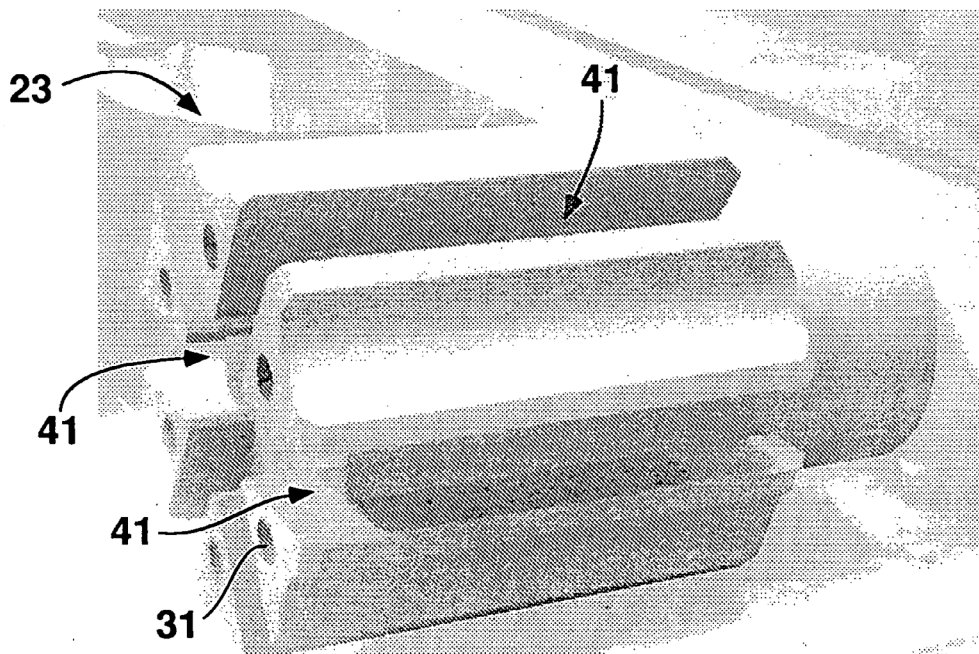


15. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde la dureza del segundo carburo cementado es de 90 a 94 HRA y la dureza del primer carburo cementado es de 85 a 90 HRA.
- 5 16. El cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) de la reivindicación 4, donde el primer carburo cementado comprende de 6 a 15 por ciento en peso de aleación de cobalto y el segundo carburo cementado comprende de 10 a 15 por ciento en peso de aleación de cobalto.
17. Una cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo que comprende un cuerpo de cabeza perforadora de suelos modular de elemento de corte fijo (20) como se recita en cualquiera de las reivindicaciones precedentes y además que comprende: al menos un inserto de corte unido a la al menos una pieza de cuchilla (24,61).

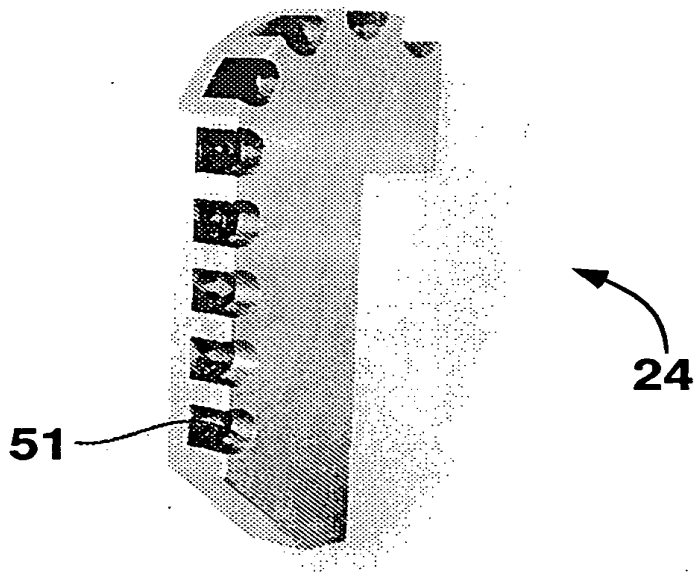




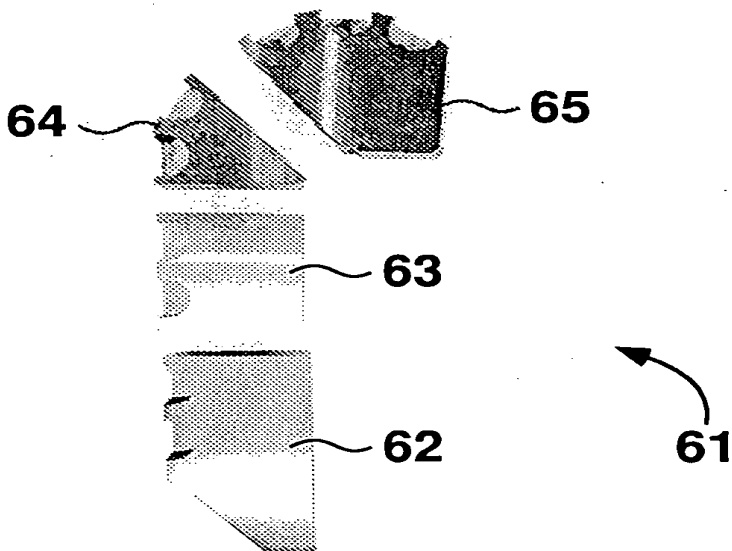
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**