(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 161 398**

(51) Int. Cl.:
C23C 8/22 (2006.01)
C23C 8/38 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA T5

(96) Número de solicitud europea: **97108860 .4**
(96) Fecha de presentación : **03.06.1997**
(97) Número de publicación de la solicitud: **0882811**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.1998**

(54) Título: **Procedimiento para la carburación de piezas metálicas en un horno de vacío.**

(45) Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.12.2001**

(45) Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **05.04.2011**

(45) Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **05.04.2011**

(73) Titular/es: **Ipsen International GmbH**
Flutstrasse 78
47533 Kleve, DE

(72) Inventor/es: **Edenhofer, Bernd Dr.;**
Drissen, Hansjakob y
Gräfen, Winfried

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 161 398 T5

DESCRIPCIÓN

La invención se refiere a un procedimiento para la carburación de piezas metálicas en un horno de vacío, en el que la atmósfera del horno contiene un portador de carbono, que se disocia en las condiciones del proceso de carburación proporcionando carbono puro.

Entre los procedimientos termoquímicos de tratamiento para la cementación de piezas metálicas, se han impuesto los últimos años cada vez más los procedimientos de carburación en instalaciones de vacío, además de la carburación convencional con gas, puesto que solo con estos procedimientos se puede realizar una carburación sin oxidación marginal. En cuanto a estos procedimientos de carburación en instalaciones de vacío, se trata de la carburación al vacío y la carburación con plasma. Dado que en estos procedimientos de carburación se trabaja sin gases de reacción que contengan oxígeno, no se puede realizar ninguna regulación del nivel de C. El valor característico decisivo para la transmisión de carbono en estos procedimientos es la densidad del caudal másico de carbono, que se define como la cantidad de carbono que se transmite a la pieza por cada unidad de tiempo y de superficie. Este carbono, necesario para la carburación, lo proporciona un portador de carbono que se encuentra en la atmósfera del horno, generalmente un hidrocarburo, que se disocia en las condiciones en las que se realiza el procedimiento, proporcionando carbono puro.

Son conocidos procedimientos de carburación en vacío, por ejemplo, por los documentos SU –A- 668 978, WO –A- 96/3056 y GB –A- 226 197.

En los procedimientos de carburación en vacío ya conocidos, se utiliza como portador de carbono por regla general el propano (C_3H_8), que se disocia en el transcurso de la denominada pirólisis del propano según las siguientes fórmulas de reacción:

$$C_3H_8 \rightarrow CH_4 + C_2H_4$$

$$C_2H_4 \rightarrow 2C + 2H_2$$

$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2 \ .$$

En la carburación con plasma se emplea como portador de carbono generalmente metano (CH_4), que se disocia en el transcurso de la pirólisis del metano según la fórmula:

$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2.$$

Sin embargo, para la carburación con plasma es posible también utilizar propano, en vez de metano.

La utilización de metano o de propano como portador de carbono lleva consigo diferentes ventajas e inconvenientes. Así, por ejemplo, el propano, a causa de su mayor número de átomos de carbono (3 átomos de C en el propano, frente a 1 átomo de C en el metano) es un portador de carbono más eficaz que el metano. Por otra parte, el propano sin embargo tiene el inconveniente de que ya se disocia térmicamente al alcanzar un intervalo de temperaturas superior a 600 ºC, lo cual puede ocasionar la formación de hollín en las paredes del horno, así como la producción de alquitrán en el horno. La pronta disociación del propano ya a temperaturas bajas tiene además como consecuencia el que, al realizarse el tratamiento de cargas amontonadas muy apretadamente, así como de piezas con superficies difícilmente accesibles, como por ejemplo con taladros ciegos, el carbono disociado es suministrado predominantemente a la parte exterior de la carga o lote de piezas, de manera que en el centro de la carga es menor el efecto de carburación. Lo mismo ocurre no solo para cargas amontonadas muy apretadamente, sino también para taladros en especial taladros ciegos, en los que el carbono se suministra predominantemente en la abertura del taladro, mientras que en el interior del taladro apenas sí se nota un efecto de carburación.

Por el contrario, el metano tiene ciertamente solo un átomo de C, pero la molécula de metano es tan estable, que ya no se disocia a la temperatura de carburación necesaria. La disociación tiene lugar más bien sólo al formarse plasma y de este modo actúa sólo realmente sobre la superficie de la pieza. Dado que la densidad del caudal másico del carbono es pequeña al realizarse la disociación del metano, en las cargas de gran superficie se deben introducir en el horno grandes cantidades de gas para el proceso.

Como ya se ha dicho anteriormente, otro problema existente en los procedimientos de carburación ya conocidos en el estado de la técnica consiste en que al aumentar la relación entre carbono e hidrógeno (C/H) del portador de carbono, aumenta la formación de hollín en el horno. En el caso de metano, CH_4 (C/H = 0,25), es pequeña la formación de hollín; en el caso de etano, C_2H_6 (C/H = 0,33), la formación de hollín es de una cantidad media; en el caso del propano, C_3H_8 (C/H = 0,375), la formación de hollín es grande; y en el caso del butano, C_4H_{10} (C/H = 0,4), la formación de hollín es muy grande. Por lo tanto, para realizar la optimización de los procedimientos de carburación en hornos de vacío se enfrentan dos exigencias o procesos contradictorios entre sí, concretamente por una parte la exigencia de un aumento de la relación entre carbono e hidrógeno en el portador de carbono, para aumentar la densidad del caudal másico de carbono para lograr un mejor efecto de carburación, y por otra parte la formación creciente de hollín al aumentar la relación entre carbono e hidrógeno en el portador de carbono. Un aumento de la presión parcial del portador de carbono, con la intención de que aumente la intensidad del caudal másico de carbono, aumenta también adicionalmente la formación de hollín en el horno.

Para reducir la formación de hollín, mientras aumenta la presión parcial del portador de carbono, es conocido ya, por ejemplo, por el documento de patente US – 3 796 615 el sistema de variar la presión parcial del portador de carbono mediante pulsaciones hasta alcanzar presiones parciales más altas, de manera que la presión parcial del portador de carbono que aumenta la densidad del caudal másico de carbono esté disponible solo durante

muy corto tiempo para aumentar el efecto de carburación, pero que descienda luego otra vez, de manera que se pueda mantener dentro de unos límites aceptables la formación de hollín. Debido a la presión parcial, en parte muy alta, del portador de carbono, que puede llegar hasta 10 kPa, sin embargo, incluso en este procedimiento, en el que se trabaja con impulsos de presión, se produce una progresiva formación de hollín en las paredes del horno, de manera que el horno tiene que ser desconectado todavía para realizar operaciones de limpieza.

Considerando el estado de la técnica descrito en los párrafos anteriores, la invención tiene por objeto proponer un procedimiento para la carburación de piezas metálicas en un horno de vacío, que asegure una carburación constantemente igual con una alta densidad de corriente de masa de carbono, sin que al mismo tiempo exista el riesgo de formación de hollín en las paredes del horno.

Sorprendentemente se ha comprobado que este objeto se soluciona, según la presente invención, empleando como portador de carbono un hidrocarburo con una relación entre carbono e hidrógeno de 1:1, preferentemente acetileno, en las condiciones indicadas en la reivindicación 1.

Si se emplea acetileno como portador de carbono, sorprendentemente se consigue no solo un efecto de carburación muy bueno y uniforme, incluso en piezas difícilmente accesibles, sino que en especial se produce el hecho de que, a pesar de la elevada relación entre carbono e hidrógeno de 1:1, no se produce prácticamente ninguna formación de hollín o de alquitrán. El buen efecto de carburación cuando se utiliza acetileno como portador de carbono se puede explicar, porque, gracias a la elevada relación entre el carbono y el hidrógeno se dispone de una suficiente densidad de corriente de masa de carbono también ya con pequeñas presiones parciales del portador de carbono, para conseguir una carburación constantemente igual y suficiente.

Según una primera forma preferida de realización del procedimiento preconizado en la invención, se mantiene ventajosamente una presión parcial del portador de carbono por debajo de 2 kPa, pero preferentemente de 1 kPa, para conseguir una elevada densidad de corriente de masa de carbono o un alto índice de transmisión de carbono sin formación de hollín. Según una variante del procedimiento de carburación preconizado en la invención, la presión parcial del portador de carbono puede variarse mediante pulsaciones, de manera que la presión parcial del portador de carbono alcance valores de hasta 5 kPa.

Además de hidrocarburo con una relación entre carbono e hidrógeno de 1:1, la atmósfera del horno puede contener adicionalmente también otros gases, en especial hidrógeno y/o argón, que actúan como gases inertes y tienen la misión adicional de impedir la oxidación de las piezas.

En una variante del procedimiento, realizada según la invención, puede apoyarse la disociación del portador del carbono puede por medio de plasma.

Las características del procedimiento sin los impulsos de presión según la invención están incluidas en las explicaciones siguientes, que se refieren a los dibujos adjuntos, en los que se muestran:

- en la figura 1 una sección longitudinal esquemática a través de una pieza de muestra, con la correspondiente tabla de valores, que reproduce los valores de dureza de la superficie en el lado interior de la pieza sometida a la prueba con diferentes portadores de carbono;
- en la figura 2 una vista lateral de la pieza de muestra según la figura 1, con la indicación de diferentes puntos de medición para comprobar el desarrollo de la dureza en los lados exterior e interior de la pieza sometida a la prueba;
- en la figura 3 una representación gráfica del desarrollo de la dureza en los puntos de medición A, C y E de la figura 2, en el lado exterior de la pieza sometida a la prueba, después de la cementación con acetileno; y
- en la figura 4 una representación gráfica del desarrollo de la dureza en los puntos de medición B, D, F y H de la figura 2, en el lado interior de la pieza sometida a la muestra, después de la cementación con acetileno.

En el dibujo con la correspondiente tabla de valores se representa en forma comparativa el desarrollo de la dureza de la superficie en el lado interior de un tubo después de la carburación en vacío con los portadores de carbono: acetileno, propano y etano, para un tubo fabricado de material 16MnCr5 con un taladro pasante escalonado.

La carburación en vacío con los portadores de carbono propano y etano ha sido realizada a una temperatura de 860 ºC y con una presión parcial del portador del carbono de 1 kPa. La carburación en vacío con el portador de carbono acetileno se ha realizado a una temperatura de 930 ºC y con una presión parcial del portador de carbono de 1 kPa durante un tiempo de 260 minutos para la fase de carburación y para la fase de difusión.

Como se puede ver por los dibujos, así como por la correspondiente tabla de valores, con los portadores de carbono propano y etano, ya conocidos en el estado de la técnica, se han conseguido durezas de superficie de aproximadamente 60 HRC y más solo en las zonas de los bordes de los taladros, es decir hasta una profundidad de unos 50 mm de los taladros, mirando desde ambas aberturas o bocas de los taladros. Por el contrario, utilizando propano como portador de carbono, el valor de la dureza de superficie en el centro del taladro pasante, con una profundidad de taladro de 110 mm ha sido de solo 36,0 HRC. Por lo tanto, aquí prácticamente no ha tenido lugar ninguna carburación. Utilizando etano como portador de carbono, el cual también solo puede conseguir una menor densidad de masa de carbono, debido a su menor proporción de carbono/hidrógeno, con la misma presión parcial del portador de carbono, el valor de la dureza de superficie en el centro del taladro pasante ha sido incluso de solo 25,9 HRC.

En comparación con estos portadores de carbono ya conocidos, propano y etano, con el nuevo portador de carbono acetileno se ha conseguido una carburación casi constantemente buena a lo largo de todo el taladro pasante. Como se puede ver por la tabla de valores, el valor de la dureza de superficie en la superficie interior del taladro pasante es a lo largo de casi todo el taladro de aproximadamente 60 HRC y más.

La carburación uniforme descrita en los párrafos anteriores en las superficies exterior e interior de la pieza de muestra puede verse también claramente en las imágenes de las figuras 2 a 4, en las que se representa la dureza de superficie, así como la profundidad de la cementación (HV 1,0) en diferentes puntos de medición. Una comparación de los gráficos de las figuras 3 y 4 muestra que, si se utiliza acetileno como portador de carbono, no solo se consigue una dureza casi uniforme de la superficie a lo largo de las superficies interior y exterior de las piezas, sino que también coincide en casi todos los puntos de medición la profundidad de cementación (HV 1,0) en las superficies interior y exterior de las piezas.

De este modo, con el procedimiento descrito en los párrafos anteriores, por medio de la utilización de un hidrocarburo con una relación entre carbono e hidrógeno de 1:1, preferentemente acetileno, como portador de carbono, es posible aumentar claramente el efecto de carburación al realizar la carburación de piezas metálicas en un horno de vacío, también en el caso de piezas con superficies difícilmente accesibles, sin que exista el riesgo de formación de hollín en las paredes del horno.

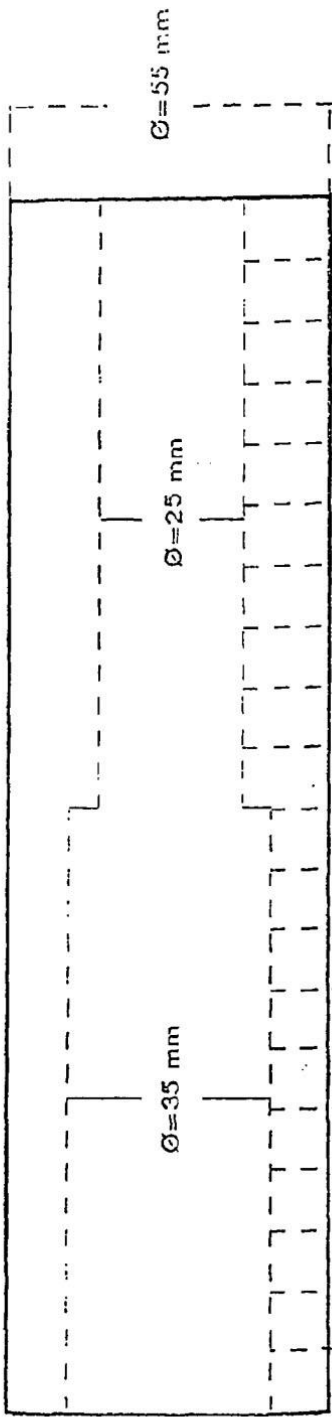
REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la carburación de piezas metálicas en un horno de vacío, con una atmósfera del horno que contiene un portador de carbono, graduándose las condiciones del procedimiento en la atmósfera del horno de manera que el portador de carbono se disocie en atmósfera de vacío, proporcionando carbono puro, **caracterizado porque** el portador de carbono tiene una relación entre carbono e hidrógeno de 1:1, y la presión parcial del portador de carbono se varía mediante pulsaciones, de manera que la presión parcial del portador de carbono se eleva por medio de impulsos de presión hasta 5 kPa y en los demás casos se mantiene por debajo de 2 kPa.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** emplear acetileno como portador de carbono.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** en la atmósfera del horno, además del portador de carbono, están contenidos adicionalmente también hidrógeno y/o argón.

4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el portador de carbono se disocia con ayuda de un plasma.



	HRC	HRC	HRC
200 mm			
190 mm	59,2	62,0	63,2
180 mm	61,4	62,6	61,5
170 mm	59,9	62,0	61,9
160 mm	62,0	61,4	60,9
150 mm	61,8	60,9	59,7
140 mm	63,5	57,6	44,8
130 mm	63,9	50,9	32,6
120 mm	64,0	43,3	30,6
110 mm	63,7	36,0	25,9
100 mm			
90 mm	62,7	49,6	25,3
80 mm	61,5	50,4	37,3
70 mm	61,1	53,6	39,9
60 mm	60,0	60,3	58,0
50 mm	62,3	62,8	59,8
40 mm	61,4	62,1	60,1
30 mm	62,2	62,6	63,4
20 mm	61,8	62,8	64,8
10 mm	60,9	62,5	64,3
0 mm	Metileno C_2H_2	Propano C_3H_8	Etano C_2H_6

Fig.1

Fig. 2

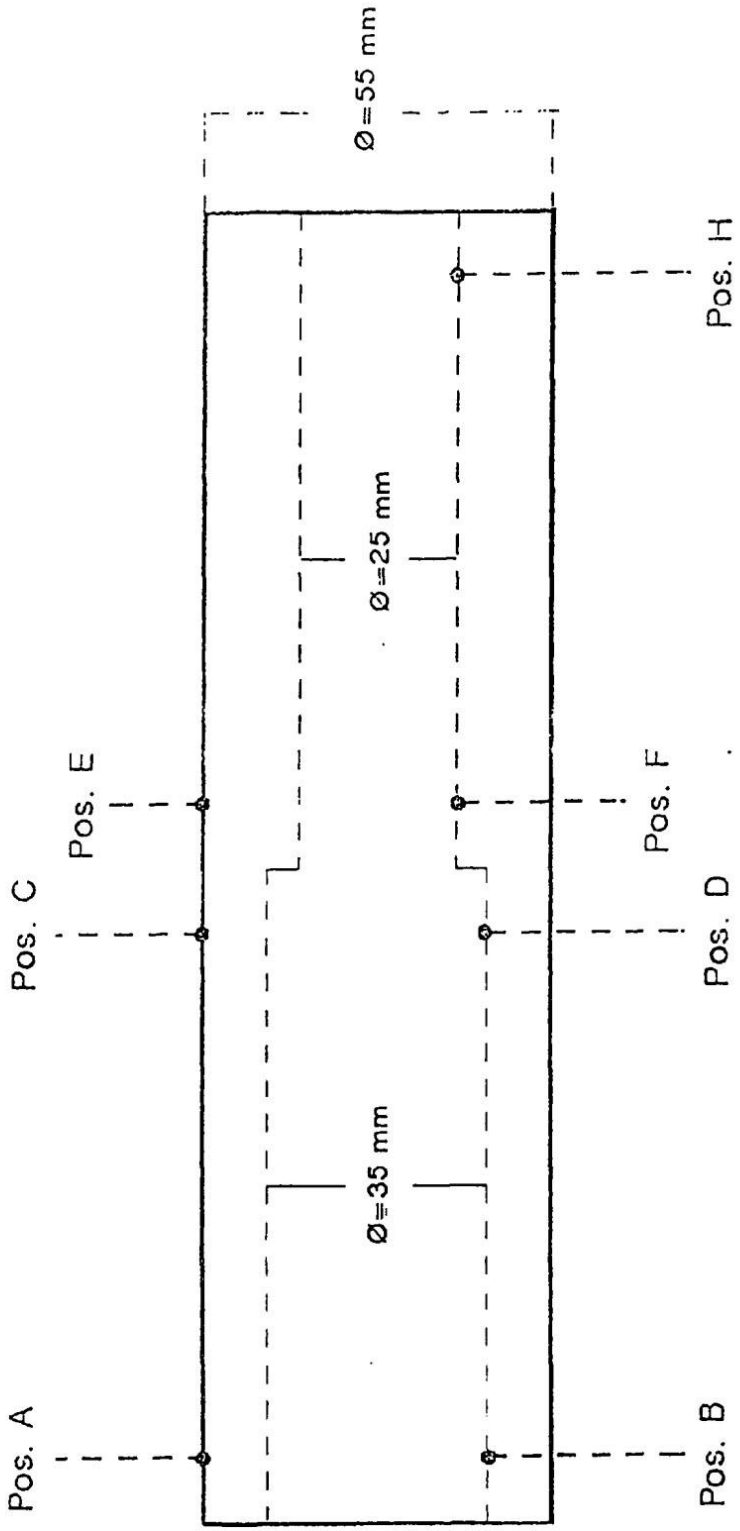


Fig. 3

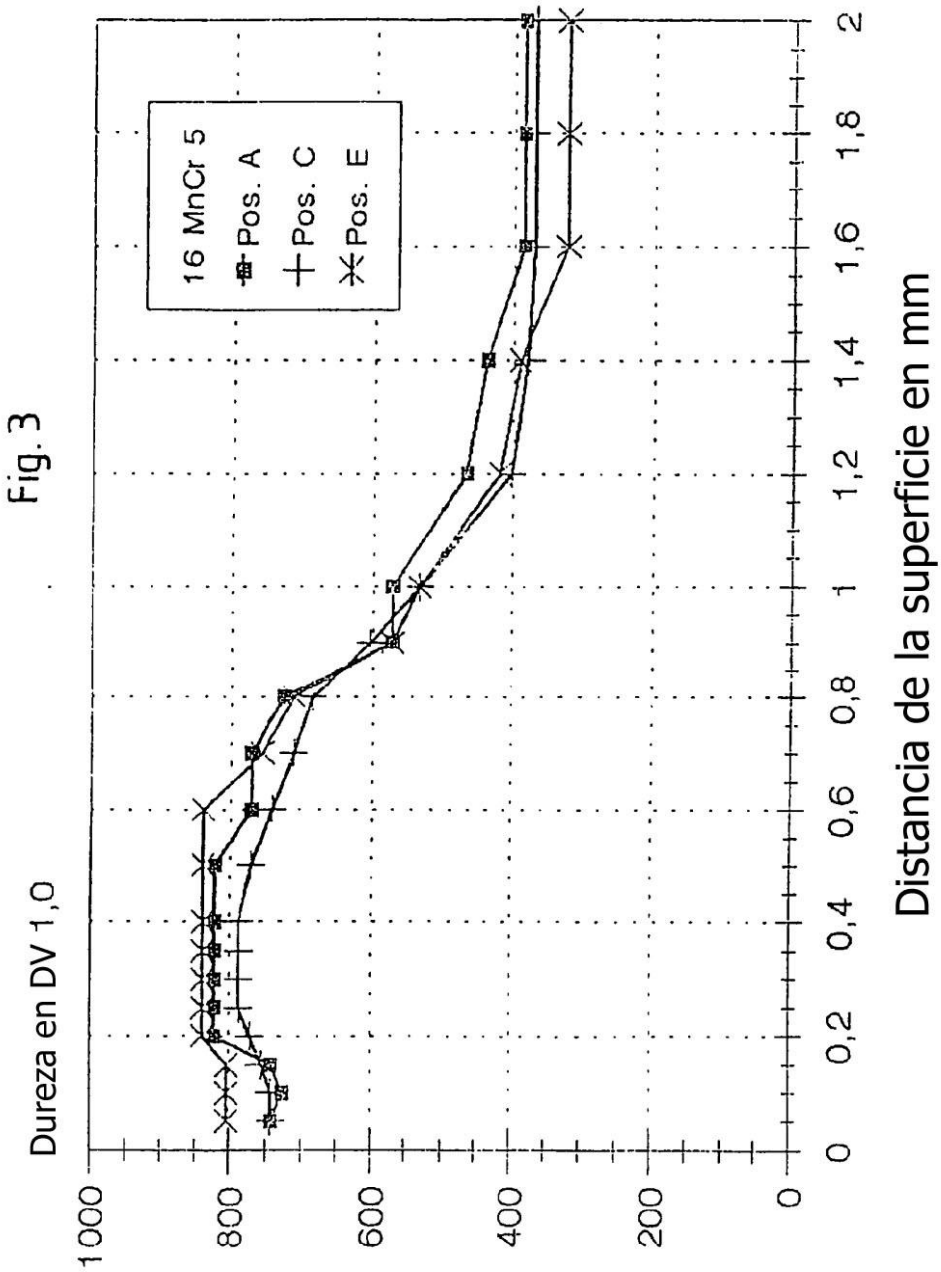
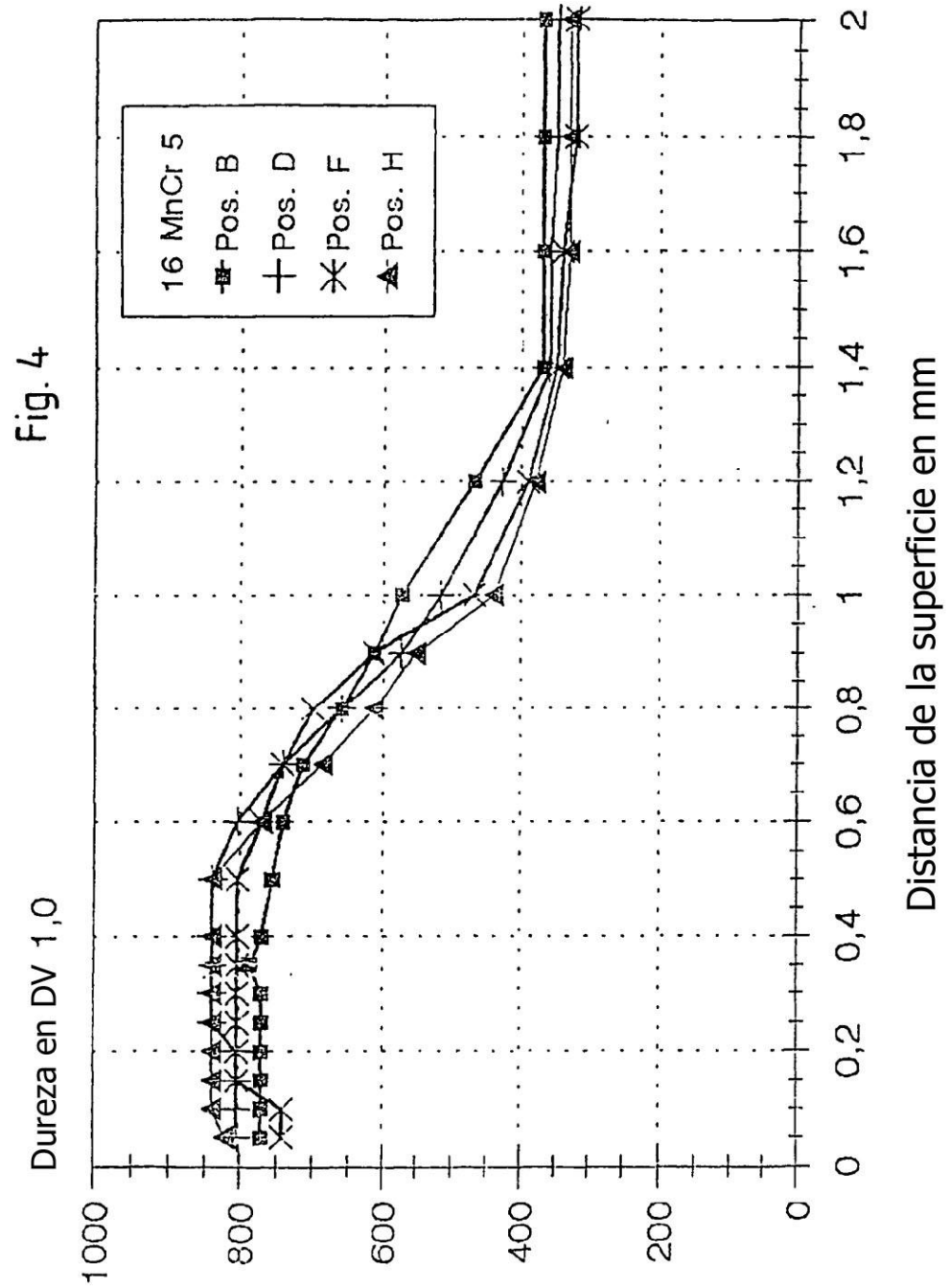

16 MnCr 5
Pos. A
Pos. C
Pos. E
Dureza en DV 1,0
1000
800
600
400
200
0
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
Distancia de la superficie en mm

Fig. 4


16 MnCr 5
Pos. B
Pos. D
Pos. F
Pos. H
Dureza en DV 1,0
1000
800
600
400
200
0
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
Distancia de la superficie en mm