



325.980

Ini. Cl. C22C37/06; C21D5/04  
B02C17/00

## MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una..

### PATENTE DE INVENCION

**SOLICITANTE:** ACIERIES THOME CROMBACK, S.A., de nacionalidad francesa.

**RESIDENCIA:** 2, Rue Alfred de Vigny - 75008 PARIS (Francia).

**Inventor:** MICHEL THOME, que cede sus derechos a la empresa solicitante.

**ENUNCIADO:** "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE CUERPOS TRITURADORES FORJADOS EN FUNDICION BLANCA CON ALTO CONTENIDO EN CROMO".

**Prioridad:** Patente francesa n.º 73.16163 del 4-5-73,





1 utiliza sin embargo muchos cuerpos trituradores forjados en fundición  
blanca con alto contenido en cromo, porque su fabricación implica la co-  
lada de lingotes, un laminado difícil, un forjado y un tratamiento térmi-  
co, lo que se traduce en numerosas dificultades técnicas y un precio de  
5 coste prohibitivo.

Ya ha sido sin embargo propuesto el utilizar unos  
cuerpos trituradores forjados con contenido relativamente elevado en  
cromo (1 a 2% en peso), o unas fundiciones blancas con débil contenido  
en cromo y débil contenido en níquel. Estas fundiciones comprenden una  
10 solución sólida que puede ser bien martensítica, bien martensítica y per-  
lítica, bien, al menos, perlítica. No contienen siempre más que unos  
carburos del tipo cementita finamente dispersos de fórmula general  $M_3C$   
en que M designa el metal concerniente, lo que presenta un doble incon-  
veniente.

15 . - Por una parte, estos carburos no confieren a  
las fundiciones blancas más que una resistencia a la abrasión muy limi-  
tada, pues su dureza no sobrepasa 53 Rockwell, es decir alrededor de  
530 Brinell;

20 . - por otra parte, la cantidad de metal auxiliar  
(Cr, Ni) que se utiliza es importante, lo que aumenta de manera muy  
sensible el coste de las fundiciones obtenidas.

El invento tiene por finalidad eliminar las dificul-  
tades de la técnica conocida y remediar los inconvenientes más arriba  
mencionados.

25 En consecuencia, el invento tiene por objeto un  
procedimiento de fabricación sencillo y poco costoso y, en todo caso,  
menos oneroso que los procedimientos conocidos, para fabricar unos  
cuerpos trituradores forjados, en fundición blanca con alto contenido en  
cromo.

30 El invento tiene igualmente por objeto unos cuer-



1 pos trituradores con alta resistencia a la abrasión obtenidos por este  
procedimiento.

El procedimiento, conforme al invento, es pues  
un procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fun-  
5 dición blanca con alto contenido en cromo, cuya estructura está compues-  
ta de una solución sólida martensítica o austenítica conteniendo unos car-  
buos secundarios de cromo y unos carburos primarios o eutécticos de  
cromo del tipo  $M_7C_3$ , finamente divididos y repartidos de una manera ho-  
mogénea, caracterizado porque se utiliza como material de partida una  
10 barra en fundición blanca conteniendo de 1'5% a 3% en peso de carbono,  
de 8 a 25% en peso de cromo, de 0 a 2% en peso de molibdeno y, even-  
tualmente, unos elementos especiales tales como vanadio, tungsteno, bo-  
ro, níquel, cobre, y porque se procede al calentamiento de dicha barra  
o de trozos resultantes de esta barra con una primera temperatura de-  
15 seada, porque se corta eventualmente dicha barra en trozos con esta pri-  
mera temperatura, y porque se procede al forjado de los trozos con una  
segunda temperatura, eligiéndose dichas primera y segunda temperatu-  
ras en función de la composición química del material inicial, de la es-  
tructura micrográfica martensítica o austenítica de las bolas de hierro  
20 que se desee obtener y de las condiciones de fabricación, con vistas a la  
obtención de carburos de cromo exclusivamente del tipo  $M_7C_3$ .

Preferentemente, por unas razones que se indica-  
rán más adelante, el metal de partida empleado en el procedimiento de  
fabricación conforme al invento está en barras obtenidas por colada con-  
25 tínua. Las barras pueden obtenerse directamente con el diámetro desea-  
do u obtenerse por elaboración en colada contínua seguida de una soldadu-  
ra al rojo.

Se procede al recalentamiento de las barras de es-  
te metal con una primera temperatura deseada, al corte en trozos de es-  
30 tas barras a esta temperatura y al forjado de estos trozos a una segunda



1 temperatura deseada, dependiendo dichas primera y segunda temperatu-  
ras de la composición química del metal, de la estructura micrográfica  
que se desea obtener en la bola de hierro (martensita o austenita) y de  
las condiciones de fabricación.

5 El forjado está, eventualmente, seguido de un tra-  
tamiento térmico que comprende un mantenimiento isotérmico con una  
temperatura deseada, inmediatamente después el forjado y un temple  
con aire o con aceite.

10 El tratamiento térmico, según el invento, puede  
ser seguido, eventualmente, de una regresión a una temperatura inferior  
a la temperatura del principio de la transformación de la martensita en  
perlita, por ejemplo una regresión a 200-250°C, o un regreso a 450-  
550°C, según los contenidos en carbono y en cromo.

15 Las bolas de hierro así obtenidas comprenden una  
estructura compuesta de una solución sólida martensítica o austenítica  
no conteniendo más que unos carburos de cromo del tipo  $M_7C_3$ , con ex-  
clusión de carburos de hierro o cementita del tipo  $M_3C$ . La dureza de  
los carburos  $Cr_7C_3$  es muy superior a la de la cementita, puesto que es  
aproximadamente de 1400 Vickers, y las bolas de hierro conformes al  
20 invento tienen pues una notable resistencia a la abrasión.

25 Se ha comprobado que, para ciertas aplicaciones  
tales como, por ejemplo, la trituración de las granallas de acero y de  
fundición que necesita la utilización de bolas de hierro de un diámetro su-  
perior a 120 mm., es más ventajoso, económicamente, el utilizar unas  
bolas de hierro según el invento que presenten una estructura completa-  
mente austenítica, que unas bolas de hierro según el invento que presen-  
ten una estructura martensítica. En efecto, se comprueba que una bola  
de hierro moldeada de un diámetro superior a 90 mm., por ejemplo  
120 mm., y de composición 15% en cromo y 0'2% en molibdeno, trata-  
30 da por recocido y templada, posee una estructura mezclada de martensi



- 6 -

1 ta-perlita que no tiene más que una débil resistencia al desgaste.

Una bola de hierro de 120 mm. del mismo análisis, obtenida por forjado seguido de un tratamiento de mantenimiento isotérmico y de temple, no presenta una estructura martensítica completa, incluso en superficie, por el hecho de la falta de temple; se obtendrá pues una débil resistencia al desgaste.

Se podría obtener un buen resultado aumentando el porcentaje de molibdeno de 0'2% al 1%, es decir, con un aumento neto del coste de la bola de hierro.

10 El invento se propone, por la elección de la temperatura del recalentamiento de la barra, con cizallado y forjado, obtener una estructura austenítica estable que no será seguida de mantenimiento isotérmico.

15 En efecto, el solo hecho de alcanzar un umbral mínimo de temperatura permite obtener una austenita estable a la temperatura ambiente, austenita que se transformará por simple batido o choque debido a su utilización específica, en martensita que resiste perfectamente al desgaste.

20 Se ha comprobado igualmente que las condiciones de forjado, en particular las temperaturas de recalentamiento de las barras, podían influenciar las condiciones de los tratamientos térmicos después del forjado.

25 Las descripciones detalladas más adelante dadas a título de ejemplos, harán resaltar más claramente el procedimiento de fabricación, según el invento. No tienen carácter limitativo.

#### EJEMPLO 1

30 Este ejemplo concierne a la fabricación de bolas de hierro de 120 mm. de diámetro a partir de barras de 90 mm. de diámetro aproximadamente obtenidas por colada continua, cuya composición química es aproximadamente la siguiente:



- 7 -

- 1
- Carbono ..... 2'2% en peso.
  - Cromo ..... 14 % en peso.
  - Molibdeno ..... 0 % en peso.
  - Silicio ..... 0'7% en peso.
- 5
- Manganeso ..... 0'8% en peso.

Las condiciones del procedimiento de fabricación están definidas como sigue:

10 - El recalentamiento de las barras se efectúa con una temperatura comprendida entre 1100°C y 1120°C (temperatura de obtención de la austenita estable).

- Las barras son cortadas en trozos a esta temperatura.

- Los trozos son forjados en bolas de hierro con una temperatura comprendida entre 1050°C y 1070°C.

15 - Las bolas de hierro son templadas inmediatamente con aire de insuflación.

20 La estructura micrográfica de estas bolas de hierro está entonces compuesta de una solución sólida completamente austenítica, conteniendo unos carburos secundarios y unos carburos eutécticos finamente divididos y repartidos de una manera homogénea. La dureza Brinell es de aproximadamente 400.

#### EJEMPLO 2

25 Este ejemplo concierne a la fabricación de bolas de hierro de 90 mm. de diámetro a partir de barras de aproximadamente 65 mm. de diámetro, obtenidas por colada continua, cuya composición química es la siguiente:

- 30
- Carbono ..... 2'20% en peso.
  - Cromo ..... 14'20% en peso.
  - Molibdeno ..... 0'28 % en peso.
  - Silicio ..... 0'72 % en peso.
  - Manganeso ..... 0'88 % en peso.



1 Las condiciones del procedimiento de fabricación  
están definidas como sigue:

5 - El recalentamiento de las barras se efectúa con  
una temperatura comprendida entre 1070°C y 1100°C, correspondiente  
a una austenita parcialmente estabilizada, que permite el forjado fácil y  
en unas condiciones económicas.

- Las barras son cortadas en trozos a esta tempe-  
ratura.

10 - Los trozos son forjados en bolas de hierro con  
una temperatura comprendida entre 1020°C y 1050°C.

15 - Las bolas de hierro están después sometidas a  
un tratamiento térmico compuesto de un mantenimiento isotérmico, que  
asegura la vuelta a una austenita completamente inestable, inmediata-  
mente después del forjado de una duración de 15 minutos, con una tempe-  
ratura comprendida entre 970°C y 990°C, después de un temple con ai-  
re de insuflación y de una regresión a una temperatura de 250°C.

20 La estructura micrográfica de las bolas de hierro  
está entonces compuesta de una solución sólida martensítica, contien-  
do unos carburos secundarios y unos carburos eutécticos finamente divi-  
didos y repartidos de una manera homogénea. La dureza Brinell es co-  
mo mínimo de 620.

25 Se anotará que un tratamiento clásico, compuesto  
de un recocido y de un temple, permitiría recuperar unas bolas de hie-  
rro mal tratadas en el susodicho mantenimiento isotérmico o incluso  
reemplazar éste, pero evidentemente con aumento del precio de coste.

30 Si el diámetro de la bola de hierro aumenta, bien  
sea éste moldeado o forjado, en unas condiciones de tratamiento idénti-  
cas, y con una composición idéntica, la estructura obtenida será una  
mezcla de martensita-perlita, que no tiene más que una débil resisten-  
cia al desgaste.



1

EJEMPLO 3

Se considera la fabricación de bolas de hierro de 50 mm. de diámetro a partir de barras de aproximadamente 45 mm., obtenidas por colada continua, cuya composición química es aproximadamente la siguiente:

5

- Carbono ..... 2'2 % en peso.
- Cromo ..... 14 % en peso.
- Molibdeno ..... 0'25% en peso.
- Silicio ..... 0'7 % en peso.
- Manganeso ..... 0'8 % en peso.

10

Las condiciones del procedimiento de fabricación están definidas como sigue:

15

- El recalentamiento de las barras se efectúa con una temperatura comprendida entre 1000°C y 1020°C, correspondiente a una proporción de austenita no estabilizada cercana de 100%.

- Las barras son cortadas en trozos a esta temperatura y forjadas inmediatamente.

20

- Las bolas de hierro están entonces sometidas inmediatamente a un temple con aire de insuflación y un resultado de 250 grados centígrados.

25

- La estructura micrográfica está entonces compuesta de una solución sólida martensítica conteniendo unos carburos secundarios y unos carburos eutécticos finamente divididos y repartidos de una manera homogénea. La dureza Brinell es superior a 620.

30

Una característica importante de las bolas de hierro, según el invento, reside en sus estructuras micrográficas.

Para comprender mejor la naturaleza del invento, en el plano adjunto representamos (a título de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo) una forma preferente de realización industrial a la que nos remitimos en nuestra descripción; sobre dicho plano:



1 Las figuras 1 y 2 son unas micrográficas, respectivamente de una bola de hierro moldeada de un tipo clásico y de una bola de hierro forjada conforme al invento.

5 Las figuras 3 y 4 son unas micrográficas, respectivamente de una barra obtenida por colada continua y de un lingote moldeado, utilizables como material de partida.

10 Las micrográficas de las figuras 1 y 2, cuya ampliación es de 600, representan respectivamente las estructuras típicas, después de tratamiento térmico, de una bola de hierro moldeada de un diámetro de 90 mm. y de una bola de hierro forjada del mismo diámetro según el invento, cuyas composiciones químicas, sensiblemente idénticas, son las siguientes:

	Bola de hierro moldeada (% en peso)	Bola de hierro forjada (% en peso)
15 Carbono ...	2,17	2,16
Cromo ...	15,02	14,75
Molibdeno ...	0,26	0,23
20 Silicio ...	0,93	1,08
Manganeso...	1,27	1,27

25 En las bolas de hierro moldeadas (figura 1), la estructura está compuesta de una solución sólida martensítica, conteniendo unos carburos secundarios precipitados en el curso del recocido, y de una red de carburos eutécticos muy importante, que divide la matriz en campos.

30 En las bolas forjadas de hierro, según el invento, (figura 2) la estructura está compuesta de una solución sólida martensítica, conteniendo unos carburos secundarios y unos carburos eutécticos, finamente divididos y repartidos de una manera homogénea.





- 12 -

1 La estructura inicial puede obtenerse por colada continua o cualquier otro método que da una velocidad de solidificación elevada, por ejemplo moldeado en coñcha.

5 No es posible calcular con precisión el contenido exacto de las bolas de hierro en carburos primarios y secundarios. En efecto, en las bolas de hierro moldeadas, la red de carburos primarios es prácticamente continua, tanto que es difícil definir la dimensión media de los carburos, mientras que en las bolas de hierro forjadas conforme al invento es muy difícil distinguir y contar los carburos primarios  
10 divididos en el forjado y los pequeños carburos secundarios precipitados en el curso de los tratamientos térmicos, por el hecho de su muy baja dimensión.

Teniendo en cuenta los contenidos en cromo de los cuerpos trituradores conformes al invento los carburos primarios así  
15 como secundarios de estos cuerpos trituradores son del tipo  $M_7C_3$ , como resalta claramente de los diagramas ternarios Fe - Cr - C, muy conocidos en la técnica.

El contenido en carburos primarios, la densidad de estos carburos por  $\text{mm}^2$  y su dimensión media han podido ser valoradas por la Demandante. Resulta de sus observaciones que el contenido  
20 en carburos primarios es prácticamente el mismo para las bolas de hierro moldeadas y las bolas forjadas. En el caso de los ejemplos ilustrados por las micrografías de las figuras 1 y 2, este contenido es del orden de 17'5% en peso, el complemento, o sea 82'5%, constituyendo la  
25 matriz.

El número de carburos primarios es por contra muy diferente, si se comparan las bolas de hierro moldeadas y las bolas de hierro forjadas. En efecto, en el primer caso (bolas de hierro moldeadas), si se asimila la red de carburos primarios con un montón de  
30 carburos, el número de carburos primarios por milímetro cuadrado es



1 del orden de 5000. Al contrario, en el caso de las bolas de hierro forja  
das, conforme al invento, incluso sin tener en cuenta unos pequeños car-  
buros primarios divididos en el forjado, ni unos carburos secundarios  
que no se llegan a distinguir, el número de carburos suficientemente im-  
5 portantes para ser contados (dimensión máxima superior o igual a un mi-  
cron) es de al menos 17000/mm<sup>2</sup>.

Igualmente, las dimensiones medias de los carbu-  
ros (valorados en superficie aparente sobre unas micrografías) son muy  
diferentes, puesto que varían aproximadamente de 35 /u<sup>2</sup>, para las bolas  
10 de hierro moldeadas a 10 /u<sup>2</sup> aproximadamente para las bolas de hierro  
forjadas conforme al invento.

Se comprueba pues que el procedimiento conforme  
al invento permite obtener unas bolas de hierro forjadas de fundición  
blanca con alto contenido en cromo, conteniendo en la matriz un grandí-  
15 simo número de carburos de pocas dimensiones y presentando, por con-  
siguiente, una gran resistencia al desgaste.

Descrita suficientemente la naturaleza del presen-  
te invento, así como su realización industrial, sólo cabe añadir que en  
su conjunto y partes constitutivas es posible añadir cambios de forma,  
20 materia y disposición, sin salirse del cuadro del invento, en cuanto ta-  
les alteraciones no supongan variación sustancial del mismo.

El solicitante, al amparo de los Convenios Inter-  
nacionales sobre Propiedad Industrial, se reserva el derecho de exten-  
der la presente demanda a los países extranjeros, si fuera posible, rei-  
25 vindicando la misma prioridad de la presente solicitud.

Igualmente, el solicitante se reserva el derecho  
de solicitar los adecuados Certificados de Adición, en la forma señalada  
por la Ley, al introducir en el presente invento cuantos perfeccionamien-  
30 tos se deriven del mismo.



- 14 -

1

NOTA

La Patente de Invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación sobre Propiedad Industrial, deberá recaer sobre "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE CUERPOS TRITURADORES FORJADOS EN FUNDICION BLANCA CON ALTO CONTENIDO EN CROMO", en todo de acuerdo con las siguientes

5

REIVINDICACIONES

1ª) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, cuya estructura está compuesta de una solución sólida martensítica o austenítica conteniendo unos carburos secundarios de cromo y unos carburos primarios o eutécticos de cromo del tipo  $M_7C_3$  finamente divididos y repartidos de una manera homogénea, caracterizado porque se utiliza como material de partida una barra en fundición blanca conteniendo de uno con cinco a tres por ciento en peso de carbono, de ocho a veinticinco por ciento en peso de cromo, de cero a dos por ciento en peso de molibdeno y, eventualmente, unos elementos especiales tales como vanadio, tungsteno, boro, níquel, cobre y porque se procede al calentamiento de dicha barra o de trozos resultantes de esta barra a una primera temperatura deseada, porque se corta eventualmente dicha barra en trozos a esta primera temperatura, y porque se procede al forjado de los trozos a una segunda temperatura, eligiéndose dichas primera y segunda temperaturas en función de la composición química del material inicial, de la estructura micrográfica martensítica o austenítica de las bolas de hierro que se desee obtener y de las condiciones de fabricación, con vistas a la obtención de carburos de cromo exclusivamente del tipo  $M_7C_3$ .

10

15

20

25

30

2ª) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con la primera reivindicación, caracterizado porque la



- 15 -

1 fundición de partida contiene en peso, aproximadamente, dos con dos  
por ciento de carbono, catorce por ciento de cromo, cero con uno a cero  
con tres por ciento de molibdeno, cero con siete por ciento de silicio y  
cero con ocho por ciento de manganeso.

5 3a) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones primera y segunda, caracterizado porque se procede al calentamiento de los trozos de la barra a una temperatura de mil cien grados centígrados a mil ciento veinte  
10 grados centígrados y al forjado de los trozos a una temperatura de mil cincuenta grados centígrados a mil setenta grados centígrados, y porque el forjado es seguido de un temple al aire confiriendo a los cuerpos trituradores, por una parte, una estructura compuesta de una solución sólida austenítica conteniendo unos carburos primarios o eutécticos de cromo  
15 del tipo  $M_7C_3$ , finamente divididos y repartidos de una manera homogénea y, por otra parte, una dureza Brinell de aproximadamente cuatrocientos.

20 4a) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones primera y segunda, caracterizado porque se procede al calentamiento de los trozos o de la barra a una temperatura de mil setecientos grados centígrados a mil  
cien grados centígrados y al forjado de los trozos a una temperatura de  
25 mil veinte grados centígrados, estando el forjado inmediatamente seguido de un mantenimiento isotérmico de quince minutos a novecientos setenta grados centígrados - novecientos noventa grados centígrados y de un temple al aire o al aceite confiriendo a los cuerpos trituradores, por una  
parte, una estructura compuesta de una solución sólida martensítica conteniendo unos carburos secundarios de cromo y unos carburos primarios  
30 o eutécticos de cromo del tipo  $M_7C_3$ , finamente divididos y repartidos de



1 una manera homogénea y, por otra parte, una dureza Brinell superior a seiscientos veinte.

5 5a) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones primera y segunda, caracterizado porque se procede al calentamiento de los trozos o de la barra y a su forjado a una temperatura de mil grados centígrados - mil veinte grados centígrados, y porque el forjado está seguido de un temple al aire o al aceite, confiriendo a los cuerpos trituradores, por una parte  
10 una estructura compuesta de una solución sólida martensítica conteniendo unos carburos secundarios de cromo y unos carburos primarios o eutécticos de cromo del tipo  $M_7C_3$ , finamente divididos y repartidos de una manera homogénea y, por otra parte, una dureza Brinell superior a seiscientos veinte.

15 6a) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el tratamiento térmico comprende, después de dicho temple, un regreso a una temperatura inferior a la del principio de transformación de la martensita en perlita.  
20

25 7a) Procedimiento de fabricación de cuerpos trituradores forjados en fundición blanca con alto contenido en cromo, en todo de acuerdo con la cuarta reivindicación, caracterizado porque el mantenimiento isotérmico está seguido después de enfriamiento o reemplazo por un recocido y un temple al aire o al aceite.

8a) "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE CUERPOS TRITURADORES FORJADOS EN FUNDICION BLANCA CON ALTO CONTENIDO EN CROMO".

30 Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria descriptiva que consta de diecisiete hojas, mecanografiadas



1 por una sólo cara, acompañadas de sus correspondientes ilustra  
ciones.

Madrid, a 4-5-74

El Agente Oficial.  
MIGUEL FERNANDEZ-LOAYSA PINZON  
P. P.

5

10

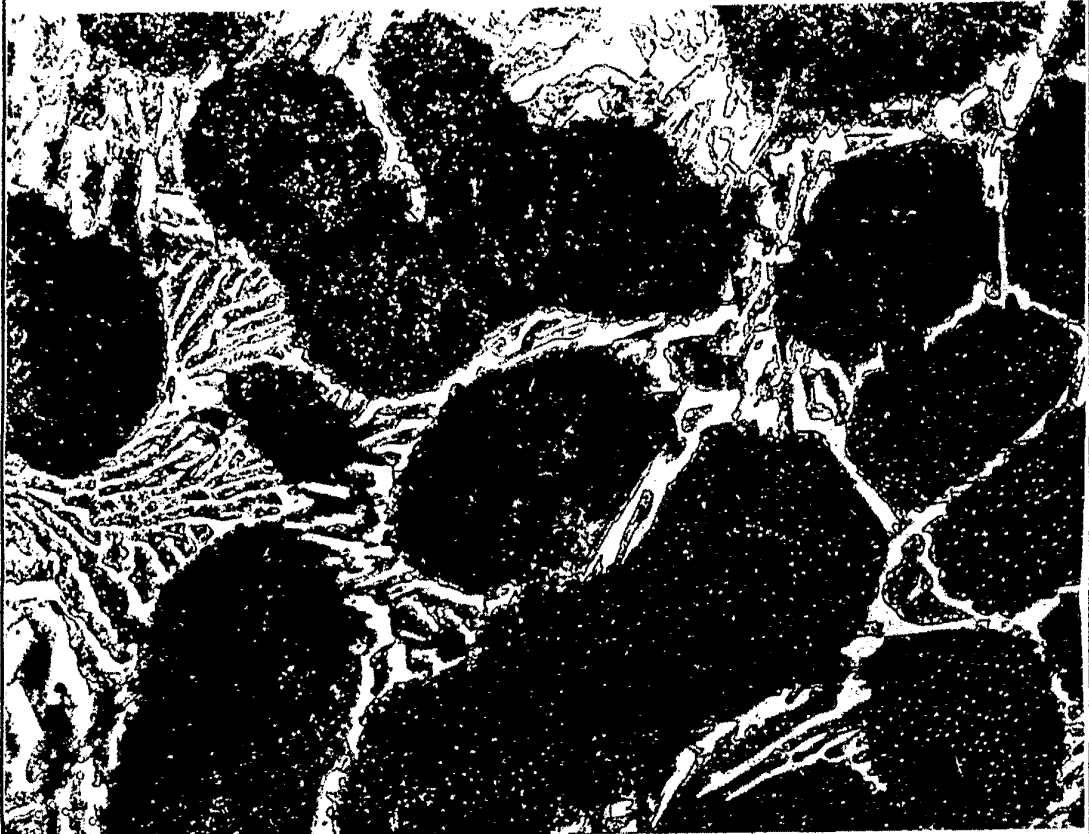
15

20

25

30

FIG.1



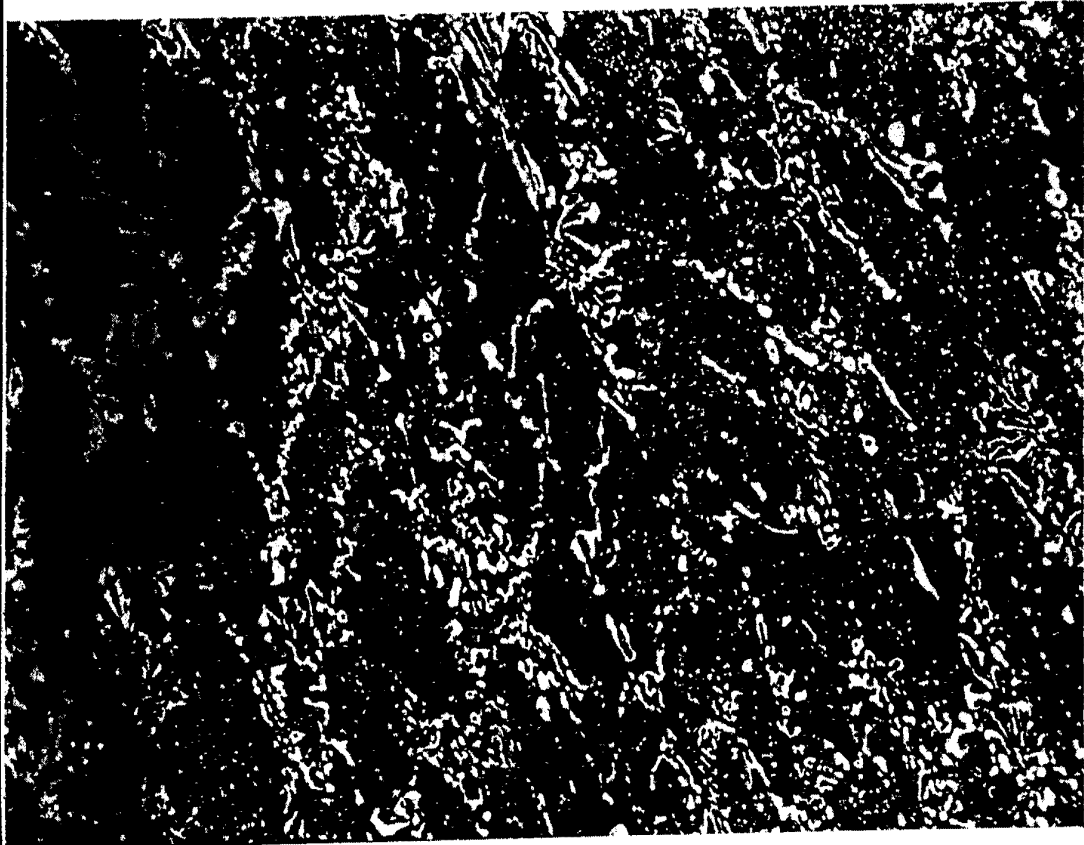
Escala variable

Madrid 4-5-76

El Agente Oficial

*[Handwritten signature]*

FIG. 2



Escala variable

Madrid 4-5-76

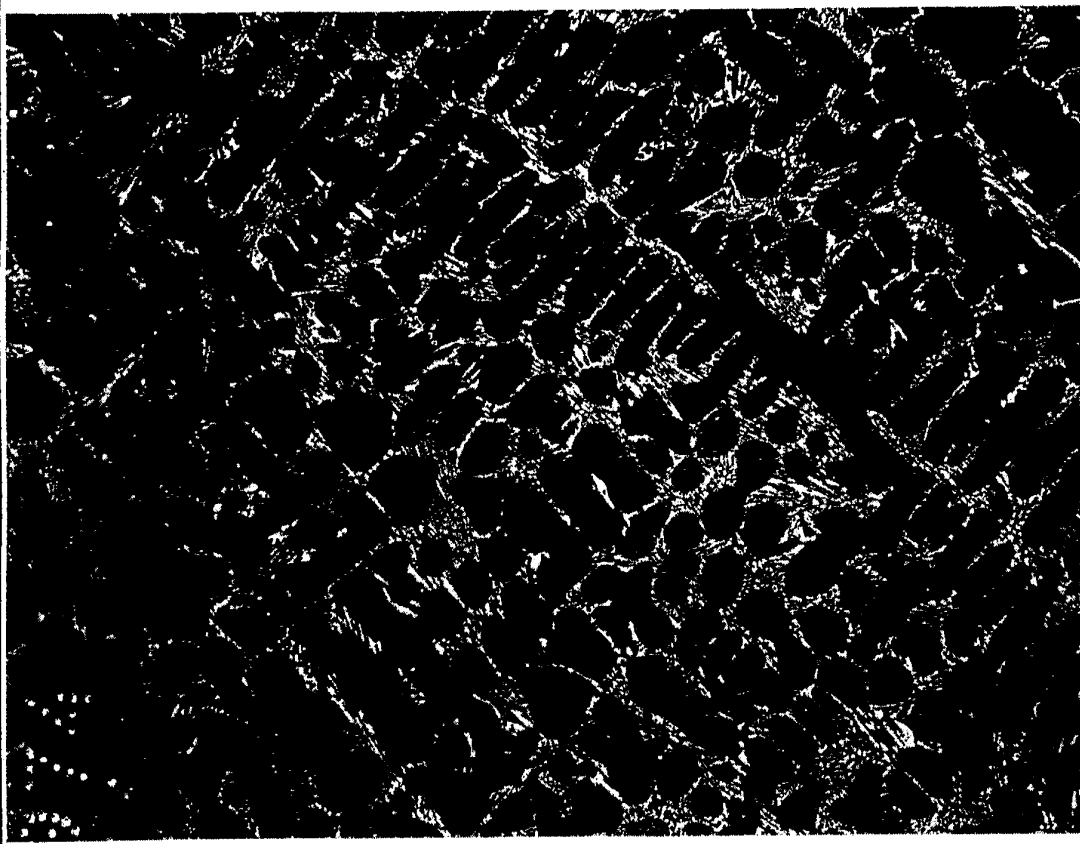
El Agente Oficial

MANUEL VILLANARCA LÓPEZ PIZARRA  
P. P.

A handwritten signature or set of initials, appearing to be 'MVP' or similar, written in dark ink.

6

FIG.3



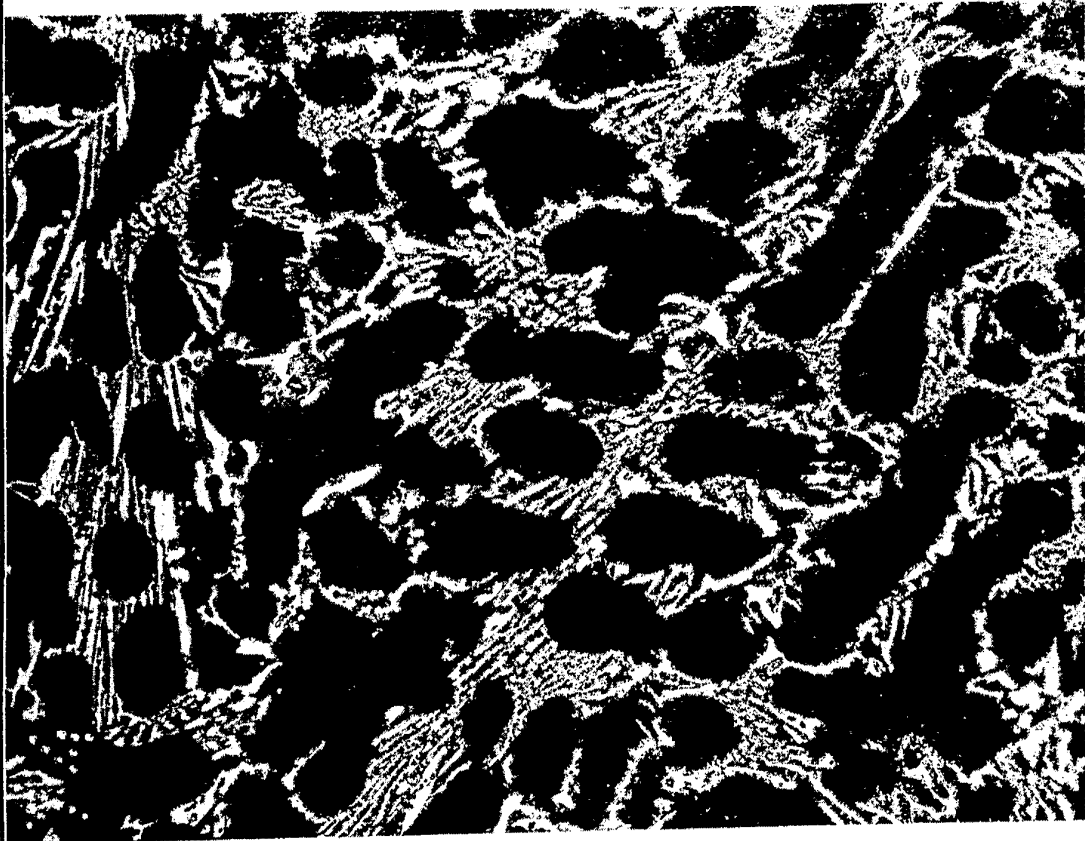
Escala variable

Madrid 4-5-74

El Agente Oficial

MIGUEL FERNANDEZ-LARTIA INZOR  
P. F.

FIG.4



Escala variable

Madrid 4-5-74

El Agente Oficial

A handwritten signature or mark, possibly in ink, located at the bottom right of the page. It appears to be a stylized name or initials, but the specific characters are difficult to discern due to the high contrast and graininess of the image.