



-4 NOV 1975

P.- 61.655

11-52-0258A SP

442121

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.:	B21C

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

A nombre de MONSANTO COMPANY

entidad norteamericana

establecida en 800 North Lindbergh Boulevard,  
St. Louis, Missouri 63166,  
Estados Unidos de América

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR ALAMBRE"



La invención se refiere a un método para producir alambre, y más particularmente a un método para producir alambre para reforzar artículos de hule, de bobinas de acero rolado en frío.

5 El alambre de acero se fabrica convencionalmente preparando un baño fundido de una composición específica, vaciando el metal, trabajando termomecánicamente el producto vaciado, y estirando el alambre. Se requieren frecuentes recocidos intermedios para restaurar la ductilidad con el fin de lograr reducciones substanciales en el área de sección transversal. La producción de alambre de alto contenido de carbono, de diámetro fino, de aproximadamente 0,051 cm o menor, junto con las propiedades mecánicas o microestructuras específicas, es muy costoso. El alambre es costoso debido al bajo rendimiento del producto y los numerosos pasos de procedimiento requeridos para llegar finalmente al diámetro y propiedades mecánicas específicas, o microestructura, finales.

10

15

20 Tal como se utiliza en la presente, el término "alambre" se define como un producto con una forma filamentososa o de tipo de listón, caracterizado por un área de sección transversal pequeña. Además, la sección transversal real puede ser redonda o plana.

25 Los términos alambre redondo, alambre plano,



listón o filamento pueden intercambiarse en esta especificación. Sin embargo, el producto a que se hace referencia es siempre de un área de sección transversal pequeña.

5

En la patente de los Estados Unidos No. 2.074.713 se describe un método para hacer alambre de lámina de metal. La lámina de metal se enrolla a través de un mecanismo ranurador a modo de proveer canales sobre lados opuestos de una lámina, que definen los alambres que van a producirse. Los canales se separan subsecuente

10 mente haciendo pasar la lámina a través de un aparato de desgarramiento para proveer así una pluralidad de elementos de forma de alambre, de sección transversal poligonal. El procedimiento descrito es adecuado para producir material para barras de soldadura. Tales barras son generalmente de un diámetro mucho mayor que 0,051 cm.

15

Otro método para producir alambre es enrollar una barra redonda en alambre plano en aquellos casos en los cuales el tajado como un método de producción es o muy difícil o imposible. En la técnica anterior se sabe que esta técnica es aplicable para producir alambre con relaciones de aspecto de más de 100.

20

En el volumen 3 del Steel Wire Handbook, edición de 1972, en la página 1 se indica que la obtención de alambre con un área de sección transversal pequeña no

25



es práctica ni posible por tajado. Además, la técnica anterior está desprovista de un método para producir dicho alambre de sección transversal pequeña por tajado, de manera que el producto tajado tenga una relación de aspecto de menos de aproximadamente 25 y para realizar un tajado de duración extendida de la cuchilla.

El método de la presente invención produce alambre con un área de sección transversal pequeña y buenas propiedades mecánicas, tajando tira de acero, en donde el tajado está caracterizado por una duración extendida de la cuchilla.

La presente invención se refiere a un método para obtener alambre tajando tira de calibre ligero, en forma de bobina, particularmente placa negra, en donde la placa negra se define como un producto del método de reducción en frío, en calibres No. 29 y menores (espesores de 0,358 mm y menores). El material de bobina de placa negra debe tener una sección transversal esencialmente uniforme, una microestructura homogénea y debe estar substancialmente libre de ferrita proeutectoide. Para una operación tajadora comercialmente económica, la vida de la cuchilla es una característica crítica. Esta estructura particular es esencial con el fin de que los cortadores o cuchillas de tajado tengan una duración extendida o muestren un desgaste mínimo. El material de



bobina debe fallar por fractura al desgarramiento durante el tajado. Si se encuentra presente ferrita proeutectoide en la microestructura, la falla ocurrirá por rasgado. Dicha falla acelera el desgaste de la cuchilla y produce también un producto tajado con rebabas pronunciadas y sección transversal deformada. Un alambre con dicho contorno exhibe generalmente muy pobre resistencia a la fatiga. El alambre tajado debe también ser capaz de responder a la austenitización rápida. Una microestructura que contenga ferrita proeutectoide no responderá a la austenitización rápida y el producto de alambre final exhibirá propiedades mecánicas inferiores.

El método de la presente invención permite que la cinta sea convertida rápida y económicamente a alambre de alta calidad. La invención comprende los pasos siguientes:

Proveer una tira de espesor de placa negra con una microestructura homogénea, substancialmente libre de ferrita proeutectoide y una sección transversal esencialmente uniforme; colocar en relación de acoplamiento un par de rodillos cortadores monolíticos, rotatorios; alimentar la tira al agarre formado por los rodillos cortadores monolíticos, rotatorios; y tajar la tira por fractura al desgarramiento a alambre con una relación de aspecto de menos de aproximadamente 25. Tal como se utili-



za más adelante en esta especificación, la relación de aspecto se define como:

anchura del producto tajado  
espesor del material de suministro.

5

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de flujo del método de esta invención.

10

La figura 2 es una microfotografía que muestra la sección transversal de un alambre tajado en donde la microestructura es esencialmente perlítica.

15

La figura 3 es una microfotografía que muestra la sección transversal de un alambre tajado en donde la microestructura es esencialmente cementita esferoidizada.

20

La figura 4 es una microfotografía que muestra una sección transversal de un alambre tajado en donde la microestructura contiene una cantidad substancial de ferrita proeutectoide.

25

La figura 5 es una gráfica que exhibe la duración de la cuchilla contra la microestructura.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA MODALIDAD PREFERIDA

La presente invención provee un método para la



5 producción de alambre que tiene un área de sección trans-  
versal pequeña y buenas propiedades mecánicas, tajando  
tira de acero. La invención más adelante descrita de ma-  
nera más completa contempla un método caracterizado por  
una duración extendida de la cuchilla del aparato corta-  
dor.

El método para la producción de dicho alambre  
comprende los pasos de:

10 a) proveer una tira de espesor de placa negra  
con una microestructura homogénea, una sección transver-  
sal esencialmente uniforme y substancialmente libre de  
ferrita proeutectoide,

b) colocar en relación de contacto un par de  
rodillos monolíticos rotatorios,

15 c) alimentar la tira al agarre formado por di-  
chos rodillos monolíticos, y

d) tajar la tira mediante fractura por desga-  
rramiento a alambre con una relación de aspecto de menos  
de aproximadamente 25.

20 Para llevar a la práctica la invención, es im-  
portante que la microestructura de la tira esté substan-  
cialmente libre de ferrita proeutectoide. Esta microes-  
tructura es importante por las siguientes razones: dura-  
ción incrementada de la cuchilla, propiedades mecánicas  
25 aceptables que resultan de una respuesta adecuada al tra



tamiento térmico subsecuente para el producto tajado y un contorno de tajado que exhibe buena resistencia a la fatiga del producto tajado.

5           Se ha demostrado que hay una relación entre la vida de la cuchilla y la microestructura. Según se discutirá de manera más completa cuando se haga referencia específica a las figuras anexas, esta relación será desarrollada. Para que el método de esta invención sea económicamente factible y competitivo con alambre convencionalmente estirado, la duración extendida de la cu-  
10           chilla es un criterio primordial. Se ha determinado que la microestructura de la tira entrante debe estar esencialmente libre de ferrita proeutectoide para que se lleve a cabo una duración satisfactoria de la cuchilla. Tal como se utilizan en la presente, los términos "cuchillas" y "cortadores" son intercambiables y sinónimos en todos los aspectos.

20           Antes de que el producto tajado pueda ser utilizado como un miembro reforzador, puede someterse a un tratamiento térmico, de manera que la microestructura final será martensita templada. Dicha estructura se requiere con el fin de satisfacer propiedades mecánicas específicas. Para lograr la estructura martensítica templada deseada, el producto tajado debe tener una respuesta adecuada a la austenitización. Si se encuentra  
25



- 4

presente ferrita proeutectoide, no puede tenerse tal respuesta. Por lo tanto, para obtener las propiedades mecánicas deseadas en el producto terminado, la ferrita proeutectoide debe estar ausente de la tira que entra.

5                    Además, si el producto tajado va a emplearse como miembro reforzador, debe tener buena resistencia a la fatiga. Si la microestructura contiene más que hue-  
llas de la ferrita proeutectoide, el tajado ocurrirá por rajadura o en el modo de tensión más bien que por  
10                    fractura en el modo de esfuerzos cortantes y el contorno del producto tajado resultante será irregular y contendrá rebabas. Es bien sabido en la técnica que dicho contorno tendrá una resistencia a la fatiga inferior. Para obtener alambre con resistencia a la fatiga satis-  
15                    factoria, el contorno del producto tajado debe ser regu- lar y libre de rebabas. Esto puede obtenerse únicamente haciendo fallar la tira a través del modo de desgarramiento o esfuerzos cortantes. Una estructura desprovista de ferrita proeutectoide se fracturará de la manera deseada.  
20

                    La producción de alambre de conformidad con la presente invención se logra de la manera siguiente. Se hace referencia a la figura 1, en donde los pasos bá-  
sicos de la invención se muestran en un diagrama de flu-  
25                    jo. Primero se provee una tira de acero de un espesor



4 NOV

del calibre de la placa negra, es decir, un calibre menor que el No. 29 o 0,358 mm de espesor. El acero de este espesor se utiliza debido a que el alambre producido por el método de esta invención puede ser empleado para hacer cuerdas de alambre de acero para reforzar artículos de hule tales como llantas neumáticas. En las llantas neumáticas, los alambres metálicos individuales son generalmente de un diámetro menor que 0,0254 cm. La bobina puede tener típicamente una composición química de aproximadamente C1050 hasta aproximadamente C1070.

La microestructura de la tira no contiene ferrita proeutectoide y es generalmente toda perlítica fina, bainítica o martensítica.

El significado de la microestructura de la tira se ilustra en las figuras 2, 3 y 4.

La figura 2 es una microfotografía que muestra la sección transversal de un alambre tajado en donde la microestructura es de perlita fina. Esta estructura es relativamente dura y sensible al ranurado ya que los carburos están presentes como plaquetas que refuerzan efectivamente la estructura lamelar de ferrita. La fase suave de la ferrita proeutectoide está totalmente ausente. La sección transversal del alambre muestra poca deformación plástica, mínima formación de rebabas y una sección transversal regularmente cuadrada con lados li-

5            sos y planos. La figura 3 es una microfotografía que muestra la sección transversal de un alambre tajado en donde la microestructura contiene cementita esferoidizada. La figura 4 es una microfotografía que muestra la sección transversal de un alambre tajado en donde se encuentran presentes cantidades considerables de ferrita proeutectoide y perlita gruesa.

10            Las secciones transversales de alambre mostradas en la figura 3 y 4 son insatisfactorias y tales alambres no lograrán los objetos de esta invención debido a que se deforman y contienen una formación de rebaba excesiva. La deformación fue causada por la presencia de fases microestructurales más suaves, es decir, cementita esferoidizada y ferrita proeutectoide. Estas fases más suaves permitieron una deformación plástica considerable antes de la fractura. El grado del flujo plástico, según se muestra en estas figuras, sobre las superficies tajadas da como resultado mayor formación de rebaba y secciones transversales deformadas que en un alambre con una microestructura desprovista de las fases suaves.

15            El acero con la microestructura requerida se alimenta entonces al agarre de un par de rodillos cortadores monolíticos, rotatorios, dispuestos en relación de contacto. Estos rodillos cortadores incluyen como componente principal un par de rodillos cortadores monolíticos dispuestos de una manera separada, predeterminada.



14 NOV

La microestructura de la tira controla esta separación predeterminada entre los rodillos cortadores. Por ejemplo, si el material de alimentación tiene una microestructura martensítica se requiere muy poca separación o muy poco contacto, si es que se requiere alguno, debido a que la tira fallará fácilmente en el modo de desgarramiento o esfuerzos cortantes. Sin embargo, el material de alimentación que contiene una fase más suave que la martensita, tal como perlita fina, requerirá un contacto mayor de los cortadores para iniciar la falla por agrietamiento y corte por esfuerzos cortantes. Para tajar la tira con una microestructura perlítica, la separación entre los cortadores se reduce a modo de fracturar parcialmente la tira. Con el fin de que se convierta económicamente a alambre una tira rolada en frío tal como placa negra, el desgaste del cortador o cuchilla debe ser mínimo y la duración de estos elementos debe ser razonablemente prolongado. La eficiencia del tajado se mide por el desgaste de la cuchilla. El desgaste de la cuchilla es el desgaste progresivo de las cuchillas durante el tajado continuo de la tira de acero. Este cambio resultante en la geometría de las cuchillas puede afectar el modo de fractura y la formación de rebabas de manera que el contorno resultante del alambre tajado será tal que puede resultar una vida a la fatiga pobre.



Muchos factores afectan la duración de la cuchilla, tales como el alargamiento de la tira, la dureza, el acabado superficial, la microestructura y el análisis de la tira. Se ha podido controlar con éxito uno de estos factores, es decir, la microestructura de la tira.

La relación entre la duración del cortador y la microestructura de la tira se muestra en la figura 5. El acero número 1 tiene una composición nominal de C1060, y una microestructura consistente en perlita gruesa y ferrita proeutectoide. Hay una separación interlamelar considerable entre las plaquetas de carburo y una cantidad substancial de ferrita proeutectoide presente. El acero 2 tiene una composición nominal de C1050 y una microestructura consistente en carburos globulares pequeños en una fase continua de ferrita proeutectoide. El acero 3 tiene una composición nominal de C1060 y una microestructura consistente substancialmente toda de perlita fina. La duración del cortador se mide comparando la cantidad cortada con el desgaste del cortador según se muestra mediante la reducción en la anchura de la cuchilla. A una cantidad de tajado de 6096 m es fácilmente evidente que el acero No. 3 tiene la menor cantidad de desgaste de la cuchilla, es decir aproximadamente 0,0076 mm de reducción de anchura por lado mientras que el acero No. 1 tiene la mayor cantidad de desgaste de la cu-



chilla, es decir, aproximadamente 0,419 mm de reducción de anchura por lado.

5 La falla en el modo de tensión produce alambre con una sección transversal deformada mientras que la falla en el modo de desgarramiento produce un alambre con una sección transversal generalmente cuadrada o rectangular. Según se discutió previamente, las figuras 2, 3 y 4 muestran las secciones transversales de alambre que han fallado por fractura al desgarramiento y a la tensión.

10 Es razonable suponer que el límite de duración a la fatiga (LDF) será mayor para el acero mostrado en la figura 2 que para los aceros mostrados en las figuras 3 y 4 debido a que el contorno de sección transversal no se deforma mientras que los contornos de sección transversal

15 de los otros aceros muestran una deformación plástica considerable por fractura a la tensión. Las áreas grandemente deformadas son sitios para la iniciación de la falla a la fatiga.

20 Si el producto tajado va a recibir un tratamiento térmico subsecuente con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, la tira debe responder a la austenitización rápida, de manera que por enfriamiento rápido, se produzca una estructura martensítica que tenga tanto una distribución de carbono uniforme como un tamaño de grano extremadamente fino. Esta microestructura es nece-

25



- 4

saría con el fin de que el alambre producido por el método de esta invención satisfaga los requerimientos de su uso pretendido, es decir una cuerda para llantas. Se ha determinado que las propiedades óptimas de una cuerda para llantas pueden obtenerse si el miembro reforzador de alambre tiene una microestructura martensítica fina.

La tira tal como aquella ilustrada en la figura 4, en donde la microestructura tiene una distribución extremadamente no homogénea del carbono, es decir, áreas grandes de ferrita proeutectoide, no respondió a una austenitización rápida. Con el fin de lograr propiedades satisfactorias con este material, la estructura tiene que homogeneizarse inicialmente a una temperatura elevada de aproximadamente 1050°C, con el fin de efectuar una distribución uniforme del carbono. Dicho tratamiento térmico, sin embargo, no fue totalmente satisfactorio debido a que el crecimiento excesivo del grano dió como resultado una martensita muy gruesa después del enfriamiento rápido. Una segunda austenitización a una temperatura inferior, de aproximadamente 800°C, se requirió para refinar la estructura martensítica gruesa y mejorar las propiedades mecánicas. La muestra No. 1 representa material que recibió este doble tratamiento térmico. La muestra No. 2 representa material que responde satisfactoriamente a la austenitización. Este material es tira tal como la ilus-



trada en la figura 2, es decir, una microestructura de perlita fina. Los resultados de dichos tratamientos térmicos y la respuesta a la austenitización se muestran en el Cuadro I siguiente.

5

CUADRO I

<u>Muestra</u>	<u>Tratamiento Térmico</u>		<u>Tensión</u> Kg/cm <sup>2</sup>
	<u>Temperatura</u> <u>de Austeni-</u> <u>tización</u>	<u>Velocidad</u> <u>Lineal</u>	
10 Microestructura antes del trata- miento térmico			
1.- Perlita gruesa y ferrita proeutec- toide considerable	(a) 1050°C (b) 800°C	15,2m/min 30,5m/min	222
15 2.- Perlita fina	800°C	45,7m/min	232

Los resultados de la investigación extensa en el laboratorio, de acero producido variando los pasos de esta invención, pueden resumirse como sigue en el cuadro II siguiente, en donde una valoración de 1 significa las mejores propiedades, una valoración de 2 significa propiedades intermedias y una valoración de 3 significa propiedades inferiores.

20  
25



CUADRO II

	Microestructura de la tira	Duración de la cuchilla	Configuración del Alambre Tajado	Respuesta al Tratamiento Térmico
5	a) Perlita fina o Bainita	1	1	1
	b) Cementita esferoidizada y ferrita proeutectoide	2	2	3
10	c) Perlita gruesa y ferrita proeutectoide	3	3	2

El método de la presente invención puede ilustrarse por los siguientes ejemplos. Estos ejemplos son meramente ilustrativos y no deben considerarse como limitaciones del alcance de la invención descrita en la presente.

EJEMPLO 1

1.- Se cementó a aproximadamente 0,60% de carbono, una bobina de placa negra de 62 cm de anchura, de 0,025 cm, de una longitud de aproximadamente 914 m, con un análisis AISI de C1008. La microestructura de la tira fue predominantemente de perlita fina.

2.- La bobina cementada se tajó toscamente a 23 bobinas de 2,54 cm más chatarra.

3.- Las bobinas de 2,54 cm se tajaron interme-



diamente a 4 múltiplos de 0,58 cm de anchura.

5 4.- Los múltiplos de 0,58 cm se tajaron finamente a 24 alambres de 0,0254 x 0,0254 cm. La configuración del alambre fue esencialmente cuadrada, mostrando una fractura al desgarramiento con lados planos y lisos y formación mínima de rebabas. Se empleó una relación de aspecto de 1.

10 5.- Después del tajado el desgaste de 9,140 m del cortador fue de  $10,2 \times 10^{-4}$  por lado.

6.- Los alambres se torcieron a una cuerda para llantas de 1 x 5 y se trataron térmicamente a martensita templada.

15 7.- Las propiedades mecánicas de este producto son: Resistencia a la Tensión Final-224-227 Kg/cm<sup>2</sup>, alargamiento 3,0 a 3,3% y F.E.L. ( $10^6$  ciclos) aproximadamente 67 kg/cm<sup>2</sup>.

EJEMPLO II

120 Los pasos 1 a 3 son iguales que en el Ejemplo I.

125 4.- Los múltiplos de 0,58 cm se tajaron finamente a listones de 0,0254 x 0,0916 cm. La forma del alambre fue esencialmente rectangular, mostrando una fractura al desgarramiento con lados planos y lisos y formación mínima de rebabas. Se empleó una relación de

-4 NOV. 1964



aspecto de 4,0.

5.- El desgaste de la cuchilla fue substancialmente igual que en el Ejemplo I.

5

6.- Se trataron térmicamente listones individuales a martensita templada.

7.- Las propiedades mecánicas de este producto son: R.T.F.-240 Kg/cm<sup>2</sup>, y alargamiento-3,3 a 3,5%.

#### EJEMPLO III

10

1.- Una bobina de 0,0254 cm, de una anchura de 76,2 cm, de una longitud de aproximadamente 3048 m con un análisis de AISI de C1050 y una microestructura recocida, esferoidizada, se tajó toscamente a bobinas de una anchura de 2,54 cm.

15

2.- Las bobinas de 2,54 cm se tajaron intermedicamente a 4 múltiplos de 0,58 cm de anchura.

20

3.- Los múltiplos de 0,58 cm se tajaron finalmente a 24 alambres de 0,0254 x 0,0254 cm. La configuración del alambre fue ligeramente deformada, mostrando evidencia de cierta fractura a la tensión. Se empleó una relación de aspecto de 1,0.

25

4.- Después de tajar 9144 m el desgaste del cortador fue de  $2,8 \times 10^{-4}$  cm por lado.

5.- Los alambres se torcieron a una cuerda para llantas de 1 x 5 y se trataron térmicamente a marten-

- 4 NUV -



sita templada.

6.- Las propiedades mecánicas de este producto son: R.T.F. 234 Kg/cm<sup>2</sup>; alargamiento 4,2% y F.E.L. (10<sup>6</sup> ciclos) aproximadamente 42,2 Kg/cm<sup>2</sup>.

5 Se ha encontrado que el método de esta invención es ampliamente aplicable al tajado de placa negra a alambre con una relación de aspecto de menos de aproximadamente 25, sobre un nivel intermedio la invención es aplicable al tajado de placa negra a alambre con una  
10 relación de aspecto de menos de aproximadamente 15, mientras que sobre una base preferida se selecciona una relación de aspecto de menos de 10. Para un número grande de usos finales para refuerzo de hule se selecciona una relación de aspecto de menos de 5.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 30 de Octubre de 1974, bajo el N° 519.364, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

25



- 4 NOV 1975

## REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un procedimiento para producir alambre con un área de sección transversal pequeña y buenas propiedades mecánicas, tajando tira de acero de material de bobina de placa negra que tiene una microestructura homogénea substancialmente libre de ferrita proeutectoide, caracterizado porque la duración de la cuchilla es extendida por los pasos de a) colocar un par de rodillos cortadores monolíticos en relación de acoplamiento; b) alimentar el material al agarre formado por los rodillos cortadores; y c) tajar el material por fractura de desgarramiento a alambre que tiene una relación de aspecto de  
15 menos de aproximadamente 25 a 1.

20 2ª.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 1ª, caracterizado además porque la placa negra tiene una microestructura que es esencialmente perlita fina, martensita bainítica o templada.

25 3ª.- Un procedimiento de conformidad con la

*B*

reivindicación 2ª, caracterizado además porque la placa negra se taja a alambre de acero que tiene un área de sección transversal de menos de  $4,5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ .

5

4ª.- Un procedimiento para producir alambre.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

10

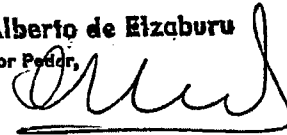
Esta Memoria consta de veintidós hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 01.MAR.1977

P.A.

15

Alberto de Eizaburu  
Por Poder,



20

25

26.2.77

JMM/.



-4 NOV. 1977

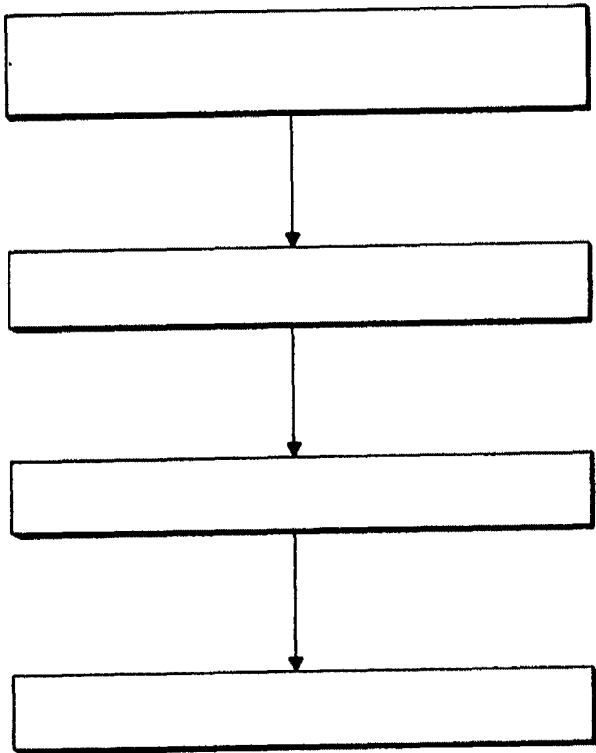


FIG. I.

Alberto de Elencort  
For Patent



FIG. 2.



FIG. 3.

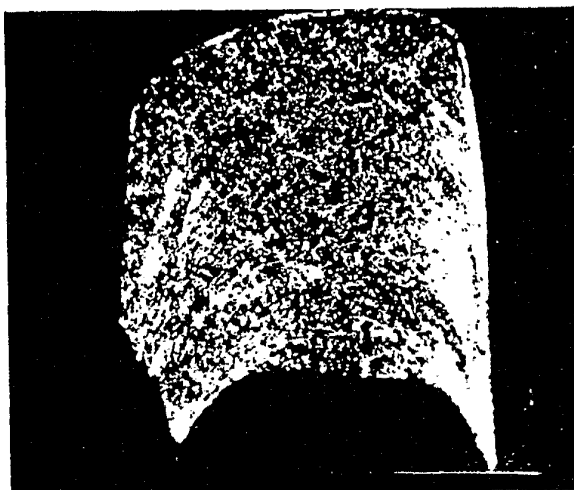
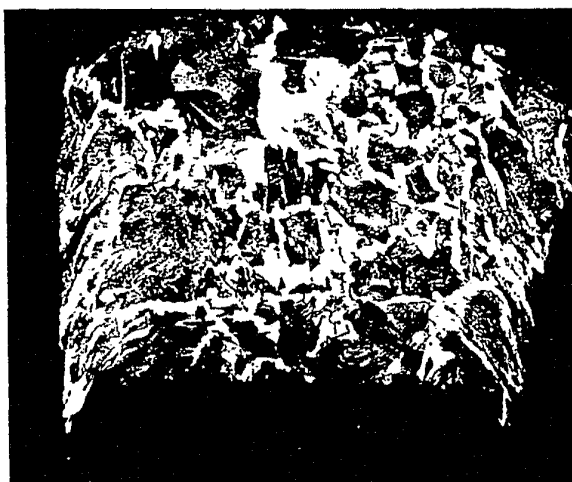


FIG. 4.



Alberto G. G. G. G.  
For [unclear]

4 NOV. 1975

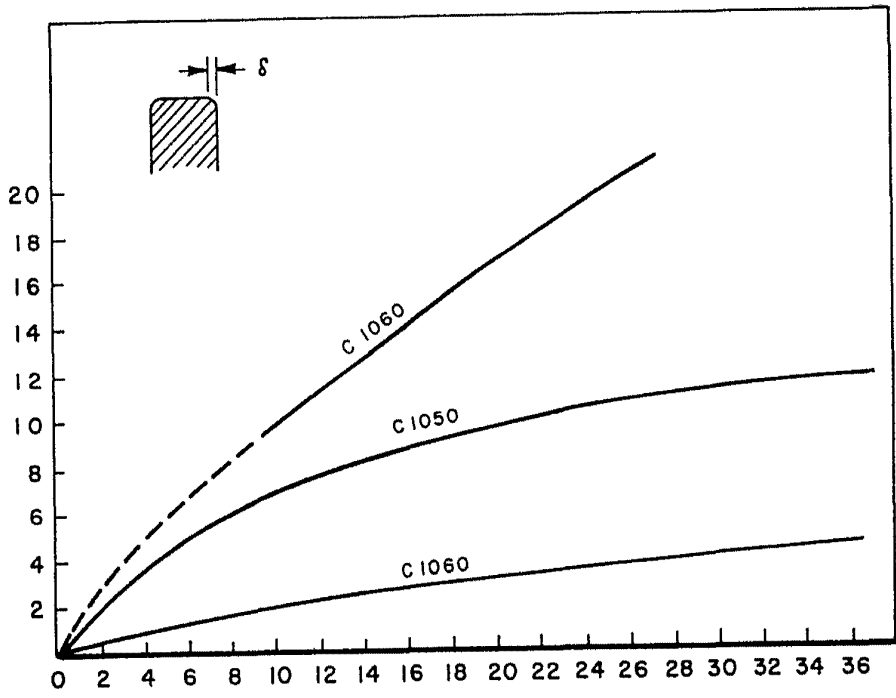


FIG. 5.

Alberto de Lencastre  
Per Podar.