

P.- 36.868

DCW/pkd
G.B. 51861/66 y
9130/67

347304

Memoria descriptiva



23 FEB 1968

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de THE BRITISH IRON AND STEEL RESEARCH ASSOCIATION

entidad / de nacionalidad británica

con domicilio en 24 Buckingham Gate, Londres, Inglaterra

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE BANDA A PARTIR DE METAL EN POLVO" (Clase Internacional B22f).



Este invento se refiere a un procedimiento para la producción de banda o chapa metálica a partir de metal en polvo, que es aplicable en particular, aunque no exclusivamente, a la producción de banda de acero.

5 En la actualidad, los métodos tradicionales de fabricación de banda de acero implican laminar el acero a partir de la fase de lingote hasta que se obtiene una banda del grueso deseado. Se apreciará, por lo tanto, que los métodos tradicionales de fabricación implican el uso de gran número de costosos trenes de laminación y además el consumo de una gran cantidad de energía para reducir el lingote a bandas del calibre final deseado. Además, las propiedades metalúrgicas del acero experimentan cambios durante una laminación considerable, y ésto supone una nueva complicación cuando se desea banda que tenga propiedades particulares. Estos inconvenientes resultan especialmente acusados en el caso de la laminación directa de banda delgada, por ejemplo, de banda de acero que tenga un grueso comprendido entre 0,025 mm. y 0,127 mm.

10 El presente invento está dirigido a establecer un camino diferente para la producción de banda metálica (especialmente, aunque no exclusivamente, banda en el margen de gruesos comprendido entre 0,025 mm. y 0,508 mm.) usando metal en polvo como material de partida.

15 De acuerdo con el presente invento, se ha provisto un procedimiento para la producción de banda a partir de metal en polvo, que comprende depositar una capa de metal en polvo sobre una superficie de soporte, laminar la capa para efectuar la densificación y sinterizar la capa densificada a una temperatura inferior al punto de fu-



si3n del metal.

En una realizaci3n del procedimiento para el presente invento, el metal en polvo es depositado sobre una superficie de soporte como una suspensi3n en una composici3n aglutinante para formar una capa autoportante que es luego retirada de la superficie de soporte y laminada para densificar la capa. La "banda cruda" resultante es luego sometida a sinterizaci3n como se ha descrito en lo que antecede.

En la sinterizaci3n de la capa de metal en polvo, el objeto es producir cohesi3n entre las part3culas de metal sin calentar la banda cruda hasta el punto de fusi3n del metal. Ese objetivo puede alcanzarse en el caso de polvo de hierro dulce y de acero suave formados en un recubrimiento de un grueso comprendido entre 0,025 y 0,127 mm., manteniendo la banda cruda a una temperatura comprendida entre unos 750°C y unos 1,200°C durante un per3odo que normalmente es del orden de 15 a 60 segundos, por ejemplo de 30 segundos. Con objeto de evitar la oxidaci3n de las superficies met3licas, la operaci3n de sinterizaci3n deber3 ser llevada a cabo en una atm3sfera reductora, por ejemplo de hidr3geno o de amon3aco craqueado. Cualesquiera nuevas operaciones de sinterizaci3n llevadas a cabo en la banda pueden ser efectuadas bajo condiciones similares.

Evidentemente, la temperatura y el per3odo de sinterizaci3n variar3n de acuerdo con la naturaleza del polvo met3lico y con las propiedades finales requeridas. En el caso de polvo de acero inoxidable, por ejemplo, la temperatura y la duraci3n de la sinterizaci3n ser3an de hasta 1.400°C durante un per3odo de hasta unos 4 minutos.



El aglutinante usado para formar la suspensión con el metal en polvo es preferiblemente un material aglutinante de formación de película que sea fácilmente volatilizado en la operación de sinterización. La composición de aglutinante puede estar en forma de una solución de emulsión y puede, o no, requerir calentamiento para inducir la formación de película. Los derivados celulósicos de formación de película han demostrado ser adecuados y tienen la ventaja de su bajo coste. Una composición de aglutinante típica puede hacerse formando una solución acuosa de metil celulosa al 1,5% en peso, y puede conseguirse una suspensión satisfactoria con hierro en polvo mezclando el 70% de hierro en polvo con el 30% de esa solución. La suspensión resultante es una masa viscosa con la que puede ser fácilmente recubierta una superficie de soporte tal como una cinta o un tambor. La suspensión puede ser depositada sobre la superficie de soporte por cualquiera de los métodos conocidos de recubrir. En la actualidad el método preferido es por recubrimiento con rodillo, pero como métodos alternativos pueden incluirse el rociado por pulverización y la utilización de una cuchilla rascadora. Cuando se desea una banda relativamente gruesa, por ejemplo, del orden de 0,508 mm., es aconsejable emplear una suspensión que tenga un bajo contenido en agua (con objeto de evitar las posibles dificultades posteriores para eliminar el agua residual de la capa autoportante) y en tales casos puede ser más conveniente depositar la suspensión viscosa por extrusión.

Después de depositar la suspensión de aglutinante del metal sobre la superficie de soporte, el agua u



otro disolvente se eliminan preferiblemente por desecación forzada, aunque en algunas circunstancias puede permitirse que una parte o la totalidad del disolvente se evaporen a la temperatura ambiente normal. La función de la superficie de soporte es la de soportar la capa de metal en polvo y aglutinante hasta que el aglutinante haya formado una película autoportante, y como se ha indicado en lo que antecede la superficie de soporte es convenientemente una cinta metálica o un tambor, por ejemplo de acero. Con objeto de eliminar el agua u otro disolvente y de inducir la formación de película (caso de que sea necesario), se prefiere calentar la capa de metal en polvo y aglutinante por conducción desde el tambor o la cinta metálicos. Con ello se tiene la seguridad de que la película no se adhiere al sustrato al secar.

Si se desea, puede depositarse por galvanoplastia un recubrimiento metálico muy delgado, por ejemplo de 0,0127 mm. de grueso, sobre una o sobre las dos caras de la banda después de la primera densificación y/o sinterización.

En una realización alternativa del procedimiento del presente invento, la capa de metal en polvo es depositada sobre una superficie de soporte que comprende una hoja metálica que es incorporada en la banda metálica final. La hoja metálica puede ser del mismo metal o de un metal diferente al metal en polvo, y el procedimiento hace posible fabricar bandas metálicas compuestas de metales o aleaciones diferentes y banda relativamente gruesa, hasta de 0,508 mm. a partir de metal en polvo. En esta realización, es generalmente necesario someter la capa de



2

5

metal en polvo a una operación preliminar de sinterización antes de densificar, ya que de otro modo la hoja metálica no puede ser unida satisfactoriamente con la capa de metal en polvo. En el caso de metales más blandos, sin embargo, tales como cobre o aluminio, cabe la posibilidad de prescindir de esa operación previa de sinterización. Después de la operación previa de sinterización, la hoja metálica soportando a su capa de metal sinterizada es laminada y luego sinterizada como se ha descrito en lo que antecede.

10

15

La capa de polvo metálico puede ser depositada sobre la hoja metálica como un polvo seco, o alternativamente, como una suspensión en una composición aglutinante. Cuando se emplea una suspensión de polvo, puede prepararse y aplicarse como recubrimiento sobre la hoja de la manera a que se ha hecho referencia en lo que antecede en relación con la realización ya descrita, aunque en general puede ser necesario menos aglutinante. El recubrimiento es luego calentado para expulsar el aglutinante y para lograr una sinterización preliminar del polvo. Después de la sinterización previa, las fases siguientes del procedimiento son como se ha descrito en lo que antecede con referencia a la primera realización.

20

25

30

Para la producción de la hoja metálica pueden adoptarse varios métodos. Por ejemplo, la hoja puede ser producida a partir de metal en polvo por el procedimiento de la primera realización del procedimiento del invento anteriormente descrito. Banda producida electrolíticamente puede constituir la hoja metálica y ésta puede ser muy delgada, por ejemplo de tan solo 0,0025 mm. Puede



producirse una hoja metálica en una longitud continua por galvanoplastia a partir de un electrolito sobre un tambor giratorio que tiene una superficie de liberación para la hoja metálica.

5 Ventajosamente la hoja metálica es de un metal resistente a la corrosión, especialmente cuando el metal base es hierro. En otra modificación del procedimiento, puede aplicarse una hoja metálica adicional a la superficie superior de la capa metálica en polvo después de la sinterización preliminar y antes de densificar, de modo que el 10 metal en polvo sea emparedado entre dos capas exteriores de hoja metálica. Esto puede ser particularmente ventajoso especialmente cuando las hojas metálicas tienen buenas propiedades superficiales, tales como elevada resistencia a la 15 corrosión.

El tamaño de las partículas metálicas empleadas en el procedimiento del presente invento depende del grueso de la banda que se desea fabricar. En la fabricación de banda de acero de un grueso del orden de 0,025 a 0,127 20 mm., es adecuado polvo de hierro que tenga un tamaño de partículas de tal orden que pase por el tamiz de 49 micras de abertura de malla. Evidentemente, cuanto menor sea el tamaño de partículas del metal en polvo, mayor será la densidad de la banda metálica producida después de la primera laminación y sinterización. Naturalmente, cuando se produce banda relativamente gruesa, no es preciso 25 que sea tan pequeño el tamaño de partículas del polvo.

Polvo de hierro de tamaño de partículas deseado puede producirse en una serie de formas. Una de las fuentes 30 más baratas de polvo de hierro es laminando hierro



esponjoso producido por reducción directa de concentrados de óxido de hierro. Otnas fuentes de metal en polvo incluyen la condensación de vapores metálicos y la precipitación del metal desde la solución. Una prometedor fuente de polvo de hierro barato es el líquido de los baños ácidos de ataque que se desperdicia, que contiene cantidades de cloruro ferroso. Puede obtenerse un producto en polvo por reducción del cloruro ferroso con hidrógeno.

A fin de mejorar las propiedades mecánicas de la banda producida de acuerdo con el procedimiento del invento, la banda puede ser sometida a otra operación de laminación seguida por una nueva operación de sinterización. Ello produce el efecto de aumentar la densidad del producto y mejorar sus propiedades mecánicas. Como operación final, puede someterse la banda a un ligero aplanamiento para mejorar su forma y su aspecto. Las cargas de laminación empleadas en la primera operación de densificación no son críticas, pero se prefieren laminar entre 0,7 y 10,7 toneladas por cm. de anchura. Por ejemplo, usando rodillos de 30,5 cm. de anchura en un laminador dúo, una banda de acero suave de 0,10 mm. fué laminada típicamente a 3,5 toneladas por cm. de anchura en la primera densificación.

Sorprendentemente, se ha comprobado que no es necesario producir grandes porcentajes de extensiones en la segunda densificación con objeto de obtener buenas propiedades mecánicas. Se ha comprobado, por ejemplo, que en el caso de una banda de acero suave de 0,101 mm. de grueso, una carga de laminación suficiente para producir una modesta extensión de aproximadamente el 1,5 por ciento



5 dió por resultado una banda con buenas propiedades mecánicas. Una laminación más intensa para producir mayor extensión únicamente produce aumentos marginales en las propiedades mecánicas. El régimen de enfriamiento de la banda después de sinterizar se ha comprobado que afecta a las propiedades mecánicas de la banda, habiéndose descubierto que un régimen más intenso de enfriamiento da por resultado un tamaño de grano más fino y, por consiguiente, superiores propiedades mecánicas.

10 El procedimiento del presente invento permite preparar banda de aleación de composición determinada exactamente, en virtud del hecho de que los ingredientes en polvo de la aleación pueden medirse exactamente para incorporación en el recubrimiento. Normalmente se utilizan
15 polvos de aleación cuando se hace una banda de aleación. Además, puesto que la banda metálica es producida de acuerdo con el invento, con un mínimo de operaciones de laminación, los cambios metalúrgicos que ocurren en la producción de la banda a partir de la capa de metal en polvo son mínimos.
20

De los ingredientes de aleación que se han empleado, el carbono ha proporcionado los resultados más prometedores, y se ha comprobado que la incorporación de aproximadamente el 0,8 por ciento de carbono en la banda
25 de acero daba por resultado un aumento apreciable en la resistencia final a la tracción. Aunque el carbono puede ser introducido en la banda en forma de carbón vegetal, el método más satisfactorio consiste en calentar la banda a una temperatura de unos 850°C a unos 1.200°C en una atmósfera que contenga un gas hidrocarbonado, por ejemplo,
30

85 por ciento de hidrógeno y 15 por ciento de propano. También puede efectuarse la cromización de la banda, y tanto la cromización como la carburación pueden efectuarse durante una o las dos operaciones de sinterización. Como
5 otra posibilidad, puede incorporarse en el metal en polvo, fibras de carbono o metálicas, por ejemplo de tungsteno, para modificar las propiedades de la banda final. El uso de ingredientes de aleación permite producir una banda con las propiedades mecánicas deseadas, con un mínimo de operaciones de densificación y de sinterización.
10

Otra ventaja que se obtiene de la fabricación de banda metálica a partir de metal en polvo, es que pueden producirse materiales con propiedades especiales. Por ejemplo, es posible producir una banda de acero con propiedades de resistencia a la corrosión recubriendo hierro en polvo con un material resistente a la corrosión.
16 El material resistente a la corrosión puede ser un metal tal como níquel, o cromo, y en tal caso el recubrimiento puede ser aplicado revistiendo el polvo de hierro antes de formar la capa de metal en polvo. Se ha comprobado que el
20 polvo de hierro puede ser fácilmente recubierto revistiendo con aproximadamente el 4 por ciento en peso de níquel y la banda resultante tiene propiedades de resistencia a la corrosión muy acusada. Sorprendentemente, un recubrimiento autoportante que contiene hierro en polvo revistiendo con níquel puede ser densificado y sinterizado para producir una banda de acero con propiedades de resistencia a la corrosión, sin romper el recubrimiento en torno al polvo de hierro. También puede producirse banda metálica que tenga otras propiedades especiales, y se ha com-
25
30



2.3
probado que es útil recubrir revistiendo con hierro polvo de acero inoxidable, a fin de reducir la temperatura de sinterización necesaria. El recubrimiento por revestimiento del polvo puede obtenerse usando una solución de revestimiento por reacción química, o haciendo que el polvo sea el cátodo de una cuba electrolítica.

5 Los dibujos esquemáticos que se acompañan ilustran un aparato para llevar a cabo el procedimiento del presente invento. En los dibujos:

10 La figura 1 es un dibujo esquemático de un aparato para producir banda sin sustrato de soporte de hoja metálica y;

15 La figura 2 es un dibujo esquemático de un aparato para producir hoja metálica electrolíticamente y recubrir la hoja con metal en polvo.

20 Con referencia a la figura 1, un depósito 1 contiene una reserva de suspensión de aglutinante y polvo metálico y ésta es trasladada mediante una serie de rodillos 2 a una cinta 3 sin fin de acero, siendo controlable el grueso del recubrimiento mediante el espaciamiento y la velocidad de los rodillos. A medida que la suspensión se aplica como recubrimiento sobre la cinta, pasa a través de un horno 4 de secado en el cual es evaporada el agua u otro disolvente. Para recubrimientos muy delgados es algunas veces suficiente calentar la cinta 3 desde debajo con calentadores de radiación, y esa técnica garantiza además que el recubrimiento no se adhiere a la cinta. Incluso cuando se emplea un horno de secado, es ventajoso calentar la cinta con calentadores de radiación para inducir la rápida formación de película y eliminar la mayor parte del agua

25
30



u otro disolvente. El horno de secado incorpora preferi-
blemente una alimentación de aire forzado. Después del pa-
so a través del horno 4 de secado, o cuando no hay horno
de secado, sobre el calentador de radiación, y después del
5 enfriamiento, la banda es suficientemente autoportante
para ser manipulada y es entonces hecha pasar a través
de los rodillos 5 y 6 de un laminador dúo donde se densifi-
ca la banda. Esos rodillos están normalmente ajustados pa-
ra aplicar una carga de laminación comprendida entre 0,7
10 y 10,7 toneladas, por ejemplo, 3,5 toneladas, por cm. de
anchura del recubrimiento. Después del paso entre los ro-
dillos 5 y 6 la banda es hecha pasar a través de un hor-
no 7 de sinterización que contiene una atmósfera reducto-
ra, tal como de hidrógeno o de amoníaco craqueado y la cues-
15 ta es mantenida a una temperatura comprendida entre 750 y 1.200
°C. La velocidad del recorrido de la banda sea preferible-
mente calentada hasta esa temperatura durante un período
comprendido entre 15 y 30 segundos. La "banda cruda" entre
20 las operaciones de la primera densificación y la sinteri-
zación, aunque susceptible de ser manipulada, es todavía
algo frágil y es necesario poner cuidado, especialmente
en el horno 7 de sinterización, ya que hay una fase muy
corta en que el aglutinante ha sido volatilizado y la tem-
peratura no ha aumentado lo suficiente para que se produz-
ca la sinterización de las partículas metálicas. La "ban-
25 da cruda" es convenientemente transportada a través del
horno sobre una cinta metálica, la cual puede ser una cin-
ta de malla a fin de reducir la cantidad de calor que se
extrae del horno. Alternativamente, la "banda cruda" pue-
30 de ser hecha pasar a través del horno sobre un cojín de



23

gas reductor, habiendo provistas obturaciones de cortinas de gas en cada extremo del horno para reducir la pérdida de gas y usándose corrientes de gas laterales para guiar la banda a través del horno. Como otra alternativa, el hecho del horno puede comprender una serie de rodillos gina-
5 torios estrechamente espaciados.

Con referencia a la figura 2, un tambor 21 está parcialmente sumergido en un baño de electrolíto 22. El tambor tiene una superficie conductore y constituye
10 el cátodo de una cuba electrolítica. Un ánodo arqueado 23 está soportado a una corte distancia separando desde la superficie del tambor. El tambor está provisto de medios para ser hecho rotar a la velocidad deseada, y se han provisto medios para mantener la concentración del electroli-
15 to sustancialmente constante. La superficie del tambor está provista de una superficie de liberación que permite despegar del tambor el recubrimiento depositado, a medida que éste sale del baño. Después de despegar la banda
20 del tambor, se lava eliminando el electrolito en la estación 25 y es luego conducida a un recubridor 26 de rodillo por medio del cual se aplica a la superficie de la banda una suspensión de polvo metálico tal como de hierro y metil celulosa acuosa. La banda puede ser lavada en la
25 estación 25 por paso a través de un baño o por medio de un rociado por pulverización de agua o de otro líquido apropiado dirigido a la banda.

Después de recubrir la hoja con la suspensión, es conducida a través de un horno de sinterización y luego a través del aparato descrito en la figura 1, desde los
30 rodillos 5 y 6 hacia adelante.



La banda producida después del paso a través del
horno 7 es un producto comercialmente útil, pero pueden
mejorarse sus propiedades sometiéndola a otra laminación
mediante paso a través de un tren de laminación 8, y a una
5 nueva operación de sinterización en un horno de sinteri-
zación 9. El tren de laminación 8 está ajustado para apli-
car una carga de laminación que produce preferiblemente
un porcentaje de extensión del 1,5 al 5 por ciento, y el
horno 9 de sinterización tiene una atmósfera reducida y
10 opera a una temperatura similar a la del horno 7. Las cua-
lidades de forma y de superficie de la banda pueden mejo-
rarse mediante paso a través de un par de rodillos apla-
nadores 10 y 11, desde los cuales puede ser enrollada la
banda sobre un rodillo 12. Si se desea, puede someterse
15 la banda a carburación o cromado ya sea durante o ya sea
después de una o de las dos operaciones de sinterización.

Si se desea pueden efectuarse en la banda una se-
rie de operaciones de posteriores laminaciones y trata-
mientos térmicos, a fin de obtener una banda final que
20 tenga mejores propiedades.

Cuando se deposita la capa de metal en polvo
sobre la hoja metálica, en forma de un polvo seco, puede
aplicarse en cualquier manera adecuada, tal como usando
las técnicas empleadas en la aluminización con polvo seco.
25 Entre los métodos adecuados para la aplicación de polvo
seco se incluyen el uso de dispositivos dosificadores de
polvo, tales como una mesa vibratoria o rodillos dosifica-
dores, con o sin la ayuda adicional de deposición electros-
tática.

30 Esta solicitud que corresponde a la presentada

23



en Gran Bretaña el 18 de noviembre de 1966 con el número 51861/66 y 27 de febrero de 1967 con el número 9130/67, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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 siguientes:

15

1.- Un procedimiento para la producción de banda a partir de metal en polvo, que comprende depositar una capa de metal en polvo sobre una superficie de soporte, laminar la capa para efectuar la densificación y sinterizar la capa densificada a una temperatura inferior al punto de fusión del metal.

20

2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la superficie de soporte incluye una hoja metálica y en que la capa de metal en polvo es sometida a una operación preliminar de sinterización antes de densificar, siendo incorporada dicha hoja metálica como una parte integrante de la banda final.

25

3.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en que el metal en polvo es depositado como un polvo seco sobre la hoja metálica.

30

4.- Un procedimiento según la reivindicación 2



en que el metal en polvo es depositado como una suspensión en una composición aglutinante.

5 5.- Un procedimiento según la reivindicación 4, en que la composición aglutinante es una solución en agua de un derivado celulósico de formación de película.

6.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en que la hoja metálica es producida electrólíticamente.

10 7.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en que la hoja metálica es del mismo o de diferente metal que el metal en polvo.

-15 8.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en que el metal en polvo es depositado como una suspensión en una composición aglutinante sobre una superficie de soporte para formar un recubrimiento autoportante, siendo luego retirado el recubrimiento resultante de la superficie de soporte y laminándolo para efectuar la densificación, y sometiendo luego el recubrimiento a sinterización a una temperatura inferior al punto de fusión del metal.

20 9.- Un procedimiento según la reivindicación 8, en que la composición aglutinante comprende una solución en agua de un derivado celulósico de formación de película, y en que el recubrimiento autoportante es calentado después de densificar, para volatilizar el aglutinante y efectuar la eliminación del agua residual.

25 10.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que la banda es sometida a otra operación de densificación y a otra operación de sinterización, siendo llevada a cabo la otra operación de densificación bajo una carga de laminación tal que la ban-



da es extendida en una cantidad comprendida entre el 1 por ciento y el 5 por ciento.

5 11.-Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que la temperatura de sinterización está comprendida entre 750°C y 1.400°C, y el tiempo de sinterización está comprendido entre 15 segundos y 4 minutos.

10 12.-Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el metal en polvo es un polvo de hierro o de aleación de hierro.

13.-Un procedimiento según la reivindicación 12, en que el polvo de hierro es recubierto con revestimiento de otro metal antes de depositar una capa de metal en polvo.

15 14.-Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que el metal en polvo comprende una aleación en polvo, una mezcla de metales y/o contiene fibras de carbono o metálicas.

20 15.-Un procedimiento para la producción de banda a partir de metal en polvo.

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

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

Madrid,

15 ENE 1969

P.A.

Alfredo de Castro
Por Poder.

347304

347304



23

FIG. 1.

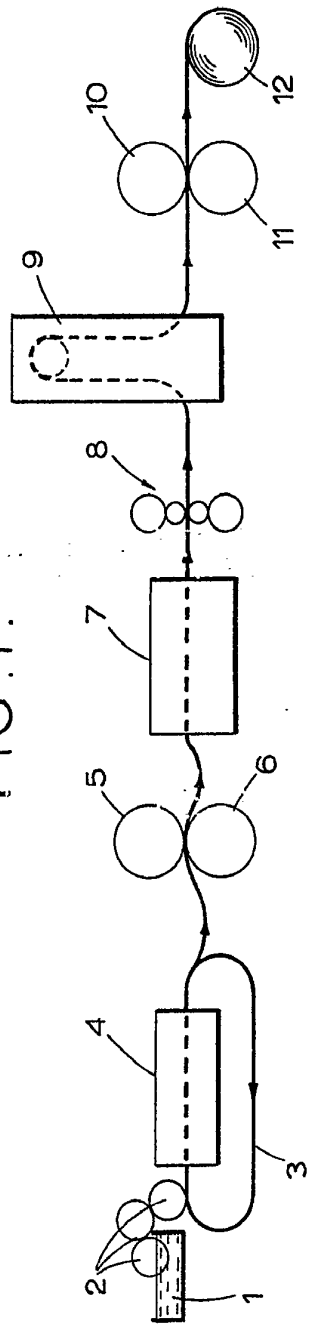
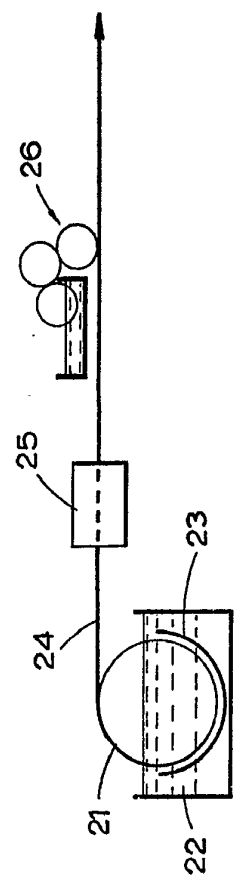


FIG. 2.



Alberto G. ...

347304

FIG. 1.

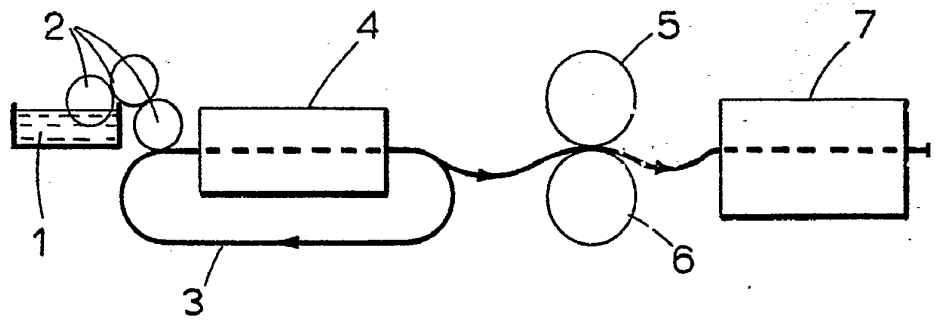
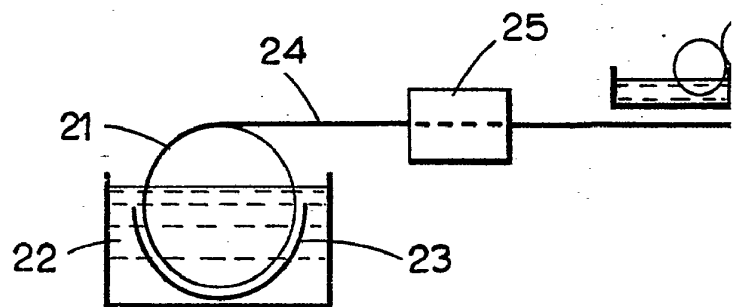


FIG. 2.





23

FIG. 1.

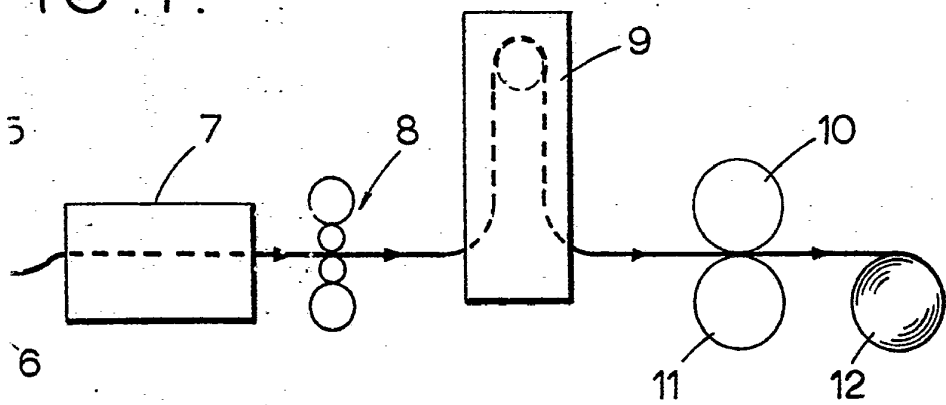
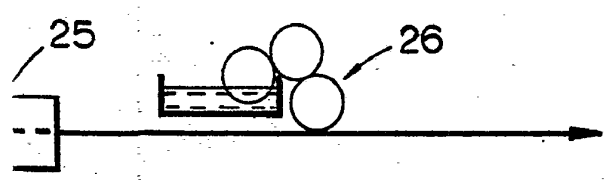


FIG. 2.



Albert de Kraling
Albert de Kraling