



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 610**

51 Int. Cl.:
B21B 1/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05850981 .1**

96 Fecha de presentación : **22.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1963034**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **Procedimiento e instalación correspondiente para producir flejes de acero con solución de continuidad.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.06.2011

73 Titular/es: **Giovanni Arvedi**
Via Mercatello, 26
26100 Cremona, IT

72 Inventor/es: **Arvedi, Giovanni**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación correspondiente para producir flejes de acero con solución de continuidad

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y una instalación correspondiente para la fabricación de flejes de acero. Un procedimiento y una instalación, según los preámbulos de la reivindicación 1 y la reivindicación 3, respectivamente, se conocen, por ejemplo, a partir del documento DE-A 102 16 141.

10 En la industria metalúrgica es conocida la necesidad, que está presente no obstante en todo sector técnico industrial, de utilizar métodos de fabricación que implican costes de inversión y producción más reducidos. Es conocido asimismo que, en los últimos años, los métodos de fabricación en base a las denominadas tecnologías de "desbaste delgado" han tenido un desarrollo y un éxito notables en este sentido de reducción de costes, sobre todo en el aspecto energético. Se pueden distinguir tres tipos fundamentales de procedimientos de fabricación e instalaciones correspondientes que consiguen dicha tecnología, a saber, un primer tipo que no proporciona solución de continuidad entre la etapa de colada continua y la de laminación, un segundo tipo en el que dichas dos etapas están separadas, por lo tanto, con una solución de continuidad que permite la utilización de un laminador Steckel, y finalmente un tercer tipo, también con solución de continuidad, tal como se muestra en la figura 1, que representa la técnica anterior más relevante para la presente invención, tal como se ha conseguido, por ejemplo, en la denominada instalación CSP de la American Company Nucor Steel en Crawfordsville, Indiana (U.S.A.).

20 Haciendo referencia a dicha figura 1, en la que la máquina de colada continua está representada esquemáticamente con -1-, se produce un desbaste delgado -2- en su salida que tiene un grosor desde 45 hasta 80 mm y una velocidad habitual de 5 m/min. El desbaste se corta por medio de una cizalla -3- a una longitud habitual de 40 m, dependiendo en cualquier caso de su grosor, de su anchura y del peso del carrete de fleje final deseado. El desbaste delgado, cortado de esta manera en piezas -4-, entra en un horno de túnel -5-, cuyo objetivo es homogeneizar la temperatura, especialmente por toda la sección transversal, desde la superficie externa hasta el núcleo, pasa a continuación a través de un dispositivo de descascarillar -8- antes de entrar en el laminador de acabado -9- que comprende, en el ejemplo mostrado, seis estaciones -9.1- a -9.6-. Después del laminador, del que sale sobre una mesa de rodillos de enfriamiento -15-, se dirige al bobinado final, por medio de uno o dos carretes ("reel") -16-, para formar el carrete deseado.

35 Se debería observar que el horno de túnel -5- está caracterizado, como es conocido, por una longitud de aproximadamente 200 m y por un tiempo habitual de permanencia del desbaste en su interior comprendido entre 20 y 40 min a una velocidad tal como se ha indicado anteriormente. Por supuesto, una velocidad de colada continua mayor de 5 m/min requiere una longitud del horno de túnel incluso mayor de 200 m para calentar el desbaste y hacer que su temperatura sea uniforme. Por ejemplo, con una velocidad de 7 m/min en la salida de la colada continua, el horno de túnel debería tener una longitud de aproximadamente 300 m si no se desea mantener un tiempo de permanencia del desbaste en el horno mayor de 40 min. Aumentando más la velocidad de colada, aún para la misma duración de permanencia en el horno, el mismo debería tener una longitud incluso mayor, poco factible tanto desde un punto de vista técnico como económico.

45 Haciendo referencia nuevamente a la figura 1, se muestran tres desbastes -4-, -4.1- y -4.2- en el interior del horno -5-, entre los que el primero sigue unido a la colada continua antes de ser cortado mediante la cizalla -3-, el segundo está libre en el interior del horno, disponible para ser laminado, y el tercero ya se ha extraído mediante el laminador de acabado -9- a través del dispositivo de descascarillar -8-. Los perfiles virtuales de dos desbastes adicionales -4.3- y -4.4- están representados además mediante una línea de puntos, que podrían tener un lugar en el interior del horno -5- sin tener que parar la colada continua en el caso de atascos en el laminador o de operaciones de sustitución de los cilindros, si estos problemas se pueden resolver en un tiempo menor de 20 min.

50 El perfil de temperatura transversal del desbaste, justo hacia arriba de la primera estación de laminación, ha sido representado mediante el detalle marcado con el numeral de referencia -7-. El esquema de la figura 1a muestra además que un desbaste con una temperatura promedio de 1.000°C en la entrada al laminador de acabado requiere una presión o "esfuerzo de flujo" -Kf- sobre el material igual a 100 N/mm², mientras que una temperatura de 800°C, en el caso de acero bajo en carbono, implica una presión -Kf- de aproximadamente 150 N/mm². Tal como se puede observar en el detalle -7-, el perfil de temperaturas del desbaste en la entrada al laminador de acabado es sustancialmente homogéneo, tal como se muestra mediante la curva ligeramente convexa que representa el mismo desde un mínimo de aproximadamente 990°C en los extremos, correspondiente a la temperatura superficial, hasta un máximo de 1.010°C en la zona central, correspondiente al núcleo del desbaste, del que proviene el valor indicado anteriormente de aproximadamente 1.000°C para la temperatura promedio.

60 De hecho, según la técnica anterior relacionada de este tipo de tecnología, se ha considerado hasta ahora que el producto en la salida de la colada continua -2-, que tiene un perfil de temperaturas, tal como se muestra en el esquema del detalle -6-, con relación a una sección transversal del desbaste en la entrada al horno -5-, es decir, con una temperatura superficial de aproximadamente 1.100°C y de aproximadamente 1.250°C en el núcleo (es decir, el vértice del esquema), debería experimentar un procedimiento de homogeneización completa de temperaturas. La tendencia ha sido siempre a homogeneizar dicha temperatura tanto como sea posible, especialmente por toda la

sección transversal del desbaste, antes de entrar en el laminador de acabado. De hecho, se ha pensado siempre que haciendo que la temperatura sea uniforme entre la superficie y el núcleo del producto, se podría conseguir la ventaja de un alargamiento de fibras homogéneo, para mostrar la misma resistencia a la deformación teniendo sustancialmente la misma temperatura. En base a dicho prejuicio técnico constante, se ha intentado siempre tener una diferencia de temperatura que sea menor de 20°C entre la superficie y el núcleo del producto, tal como se ha indicado anteriormente haciendo referencia al detalle -7-, para tener un alargamiento de fibras homogéneo, considerado hasta el momento necesario para la consecución de una calidad satisfactoria del producto final.

Por otro lado, tal como se ha visto anteriormente, la característica de uniformidad de temperaturas de los desbastes no permite la construcción de instalaciones con velocidades de colada elevadas, que sería posible conseguir teóricamente (hasta valores de 12 m/min debido al desarrollo de la tecnología actual), y de esta manera con productividades muy elevadas, debido a la longitud inadmisiblemente que debería tener el horno.

Por otro lado, sería deseable tener hornos de longitud reducida entre la colada continua y el laminador para conseguir ahorro de espacio y reducción de inversiones, dando como resultado una temperatura promedio superior del producto, lo que implica una energía total inferior de las estaciones para el mismo grosor de fleje, tal como se resalta en el esquema de la figura 1a ya mencionado.

De hecho, superando de esta manera un prejuicio generalizado de la técnica anterior, se ha descubierto que con una temperatura en medio de la sección transversal del desbaste que sea mayor de 100 a 200°C con respecto a la temperatura superficial, mantenida aproximadamente a 1.100°C, se requiere una presión de laminación -Kf- inferior para conseguir el mismo grosor final del fleje, puesto que se aumenta la temperatura promedio de laminación, sin empeorar de otro modo la calidad del producto.

Se ha descubierto asimismo que dichas condiciones de temperatura no son perjudiciales para la calidad del producto final de laminación, cuando se cumplen las siguientes condiciones: el producto fundido muestra un valor de "flujo másico" suficientemente elevado (es decir, la cantidad de acero que circula en la unidad de tiempo por la salida de la colada continua), con una velocidad de salida > 5 m/min después de haber experimentado un procedimiento de reducción del núcleo líquido o "reducción suave", en particular según las enseñanzas del documento EP 0603330 a nombre del mismo solicitante, para garantizar la característica denominada "salud central" del desbaste fundido y para tener una temperatura superior en el núcleo, y asimismo de esta manera una temperatura promedio superior en la etapa de laminación.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento para la fabricación de flejes de acero con solución de continuidad que permite la máxima reducción posible con la mínima resistencia de separación y que requiere, por lo tanto, una energía total reducida de las estaciones de laminación, con el consiguiente ahorro de energía para un grosor de fleje dado en la salida del laminador.

Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento del tipo anteriormente mencionado que puede conseguir, con una longitud del horno limitada, productividades muy elevadas como consecuencia de una velocidad elevada de colada.

Estos y otros objetivos se consiguen mediante un procedimiento que tiene las características mencionadas en la reivindicación 1 y mediante una instalación cuyas características se enumeran en la reivindicación 3, mientras que otras ventajas y características de la presente invención serán evidentes por la siguiente descripción detallada de una de sus realizaciones preferentes, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente una instalación para la fabricación de flejes de acero a partir de colada continua, con solución de continuidad, según la técnica anterior, tal como se ha descrito ya anteriormente;

la figura 1a es un esquema que muestra la tendencia de la presión requerida de laminación como una función de la temperatura promedio del material a laminar;

la figura 2 muestra una vista esquemática de una instalación, según la presente invención, similar a la de la figura 1; y

la figura 3 muestra una vista esquemática de una variante de instalación, según la presente invención, que comprende un horno de inducción.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra esquemáticamente un ejemplo de instalación que lleva a cabo el procedimiento, según la presente invención partiendo de un desbaste delgado -22- en la salida de una zona de colada continua representada esquemáticamente en su totalidad como -21- y que comprende, tal como es conocido, un molde, así como posibles medios adecuados para conseguir una reducción del núcleo líquido o "reducción suave". El desbaste delgado -22- sale de la colada continua -21- con los mismos valores de grosor y velocidad ya indicados para el desbaste -2- de la instalación de la figura 1 que se refiere a la técnica anterior, es decir, con un

grosor entre 45 y 80 mm, por ejemplo 60 mm, una velocidad igual a 5 m/min y una anchura igual a 1.600 mm, es decir, con un “flujo másico” elevado, tal como se ha definido anteriormente. El perfil de temperaturas (no mostrado en este caso) en la zona más arriba del horno -25- sigue siendo el mostrado en el detalle -6- de la figura 1, con una temperatura superficial de aproximadamente 1.100°C y de aproximadamente 1.250°C en el núcleo (vértice del esquema).

El desbaste se sigue cortando en piezas, que tienen habitualmente una longitud de 40 m, por medio de la cizalla -3-, según el peso del carrete final deseado, y entra en un horno de túnel -25- tradicional (calentado por gas), pero que es de una longitud limitada, que tiene el objetivo de mantener a temperatura el desbaste delgado -24- calentando el mismo. Desde dicho túnel entra, a través del dispositivo de descascarillar -8-, en un laminador de acabado -29- del que sale, tras su laminado, sobre una mesa de rodillos -15- para ser bobinado por medio de uno o dos carretes -16-, tal como se ha visto ya, según la figura 1.

A diferencia de la instalación de la figura 1, el horno de túnel -25- muestra en este caso una longitud que debe ser tan reducida como sea posible y, en cualquier caso, no mayor de 100 m, de manera que el tiempo de permanencia del desbaste delgado en su interior resulte tan corto como sea posible. Esto es con el objetivo de mantener un perfil con una tendencia “triangular” en su salida, tal como se indica en el detalle -27-, que está caracterizado por una temperatura superficial de aproximadamente 1.100°C, una temperatura en el núcleo del desbaste de aproximadamente 1.200°C y una temperatura promedio de aproximadamente 1.150°C. La tendencia resultante es de esta manera sustancialmente menos homogénea que el perfil mostrado en el detalle -7- de la figura 1, para la misma velocidad de alimentación.

Dos desbastes -24- y -24.2- están representados en el interior del horno -25-, de los cuales, el primero sigue unido a la colada continua antes de ser cortado mediante la cizalla -3- y el segundo ya se ha extraído mediante el laminador de acabado -29- a través del dispositivo de descascarillar -8-, y ya está por ello en la etapa de laminación. La línea de puntos -24.1-, intermedia entre los dos desbastes, representa en cambio el espacio disponible para un desbaste adicional, que sirve como “pulmón” en el caso de atasco del laminador, si el grosor del desbaste en la salida y el peso del carrete deseado permiten tener desbastes de longitud < 30 m, dados los límites anteriormente mencionados de la longitud total del horno. Cada desbaste, después del corte de la cizalla -3-, es acelerado y transferido a la parte central del horno hasta que alcanza la velocidad de entrada al laminador de acabado, igual a aproximadamente 15 a 20 m/min, para reducir el tiempo de permanencia en el propio horno tanto como sea posible, que podrá ser incluso menor de 10 minutos, en vez de los 20 a 40 min previstos para una instalación, según la técnica anterior mostrada en la figura 1.

Tal como se ha indicado anteriormente, se debería observar que en cualquier caso la distancia entre la salida de la colada continua -21- y el laminador de acabado -29- no será mayor de aproximadamente 100 m, con la consiguiente ventaja adicional de tener una instalación más compacta que requiere un espacio reducido incluso con velocidades elevadas en la salida de la colada continua. De este modo, la temperatura promedio del producto será mayor de la temperatura superficial, siendo mayor de al menos 100°C en el núcleo con respecto a la superficie externa. A partir del esquema de la figura 1a, es evidente que un valor -Kf- de aproximadamente 70 N/mm² se corresponde con una temperatura promedio de 1.150°C, en vez de 100 N/mm², tal como sucede con la temperatura promedio de 1.000°C que resulta de la instalación de la figura 1.

Se debería observar que, utilizando la temperatura superior anteriormente mencionada del “flujo másico”, se pueden conseguir mayores reducciones, en particular en las primeras estaciones de laminación, lo que permite conseguir grosores más pequeños con el mismo número, o uno menor, de estaciones con respecto a la técnica anterior. En la figura 2, por ejemplo, las estaciones -29- del laminador se han representado en un número de cinco frente a las seis del laminador -9- de la figura 1.

La figura 3 muestra otra realización de la presente invención, en la que el horno de túnel -25-, calentado habitualmente por gas, está sustituido sustancialmente por un horno de inducción -35-. En la técnica anterior (ver por ejemplo el documento EP 0415987 a nombre del mismo solicitante), se han utilizado hornos de inducción para calentar un desbaste delgado, laminado anteriormente hasta un grosor de aproximadamente 15 mm en un laminador de desbaste, que la hace adecuada para la etapa posterior de laminación de acabado. Dado que el núcleo del desbaste estaba en cualquier caso más caliente que la superficie, la frecuencia de trabajo del horno se elegía, de modo general, suficientemente elevada para que la profundidad de penetración de la energía térmica, inversamente proporcional a la frecuencia, fuera tal como para calentar principalmente la capa superficial caracterizada por una temperatura inferior.

Al contrario, según la presente invención, el horno de inducción -35- de la figura 3 se utiliza con una frecuencia de trabajo suficientemente baja de manera que la acción de calentamiento, que se está realizando de modo casi homogéneo por toda la sección transversal del desbaste hasta el núcleo, mantiene sustancialmente la misma tendencia que en su entrada hasta el extremo, mostrándose dicha tendencia mediante el esquema del detalle -6- en la figura 1. De esta manera, si en la entrada al horno -35- el desbaste -34-, a cortar por medio de la cizalla -3- a partir del desbaste -32- que sale de la colada continua -31-, tiene una temperatura superficial de 1.100°C y de 1.250°C en el núcleo, en la salida de dicho horno será posible tener asimismo una temperatura superficial de 1.150°C o mayor y

de aproximadamente 1.250°C en el núcleo, no solamente manteniendo una diferencia sensible de temperatura entre el interior y el exterior, sino también aumentando la temperatura promedio del desbaste sometido a laminación, con todas las ventajas mostradas anteriormente haciendo referencia a la figura 1a.

- 5 Antes de entrar en el horno de inducción -35-, el desbaste delgado -32- procedente de la colada continua -31- entra en cualquier caso, después de la cizalla -3-, en un túnel -36- de mantenimiento de la temperatura y de posible calentamiento, que tiene el objetivo de limitar las pérdidas térmicas.
- 10 Se debería observar que el horno de inducción -35-, de modo distinto al que se muestra en la figura 3, podría estar colocado asimismo antes de dicho túnel -36-, de tal modo que aumente la temperatura del desbaste mientras el mismo sigue unido a la colada continua, con el objetivo de limitar su dimensionamiento de energía. Después del corte mediante la cizalla -3-, la pieza cortada -34- del desbaste es acelerado, tal como ya se ha explicado para el desbaste -24- haciendo referencia a la figura 2, para alcanzar la velocidad de entrada al laminador -39- igual a aproximadamente de 15 a 20 m/min. El túnel -36-, que comprende las mesas de rodillos entre la colada continua y el laminador, más arriba y/o más abajo del horno -35-, está formado por paneles de aislamiento, que podrían estar dotados de quemadores de gas y/o resistencias para reducir más las pérdidas de calor. Resumiendo, dada la longitud menor del horno de inducción con respecto a uno tradicional, se puede decir que asimismo en este caso, teniendo en cuenta el túnel -36-, que es de longitud reducida con respecto al horno -25- de la figura 2, la distancia total entre la salida de la colada continua y la entrada al laminador no es, de nuevo, mayor de 100 m.
- 15 20 Se pueden proporcionar sistemas de enfriamiento o, posiblemente, sistemas de calentamiento intermedios, no mostrados en los dibujos, entre las estaciones del laminador de acabado -29- ó -39-, siendo introducidos entre una estación y otra según la velocidad de laminación y el tipo de acero a laminar.
- 25 Finalmente, la presente invención se puede utilizar asimismo para llevar a cabo procedimientos e instalaciones correspondientes con dos líneas de colada que abastecen al mismo laminador -29- ó -39-.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de flejes de acero, que comprende una etapa de colada continua de desbastes delgados (22) que tienen un grosor comprendido entre 45 y 80 mm y un "flujo másico" elevado, es decir, la cantidad de acero que pasa en la unidad de tiempo por la salida de la colada continua, con solución de continuidad, proporcionándose una etapa de cizallado y un calentamiento posterior, seguido por una etapa de laminación con múltiples estaciones, **caracterizado porque** en la entrada al laminador se consigue dicho calentamiento, al menos parcialmente, mediante calentamiento por inducción con una frecuencia de trabajo suficientemente baja para llevar la acción de calentamiento al núcleo del desbaste y para mantener sustancialmente la misma diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del desbaste cuando entra en la etapa de laminado, por lo que la temperatura promedio del producto en cualquiera de sus secciones transversales es mayor de la temperatura superficial, siendo la misma igual o mayor de aproximadamente 1.100°C, y porque en la zona interior central o "núcleo" del desbaste la temperatura es, al menos, 100°C mayor de la temperatura superficial.
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que se proporciona, al menos, un enfriamiento y/o un calentamiento intermedios, entre las estaciones de laminación.
3. Instalación para la producción de flejes de acero a partir de desbastes delgados (22) que tienen un grosor comprendido entre 45 y 80 mm procedentes de una colada continua (21; 31), que comprende al menos un horno de calentamiento (25; 35, 36) más arriba de un laminador de acabado (29; 39) con múltiples estaciones, en el que dicho producto de colada entra con solución de continuidad, después del corte en desbastes (24; 34) por medio de una cizalla (3), estando dispuesto un dispositivo de descascarillar (8) entre los hornos (25; 35, 36) y el laminador (29; 39), **caracterizada porque** uno de dicho al menos un horno es un horno de inducción (35) cuya frecuencia de trabajo se elige suficientemente baja para llevar la acción de calentamiento al núcleo del desbaste y para mantener sustancialmente la misma diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en el extremo de dicho horno en la entrada a la primera estación de laminación de dicho laminador de acabado (29; 39), por lo que la temperatura promedio del desbaste es mayor de la temperatura superficial y en la zona interior central o "núcleo" es, al menos, 100°C mayor de dicha temperatura superficial, que es igual o mayor de 1.100°C, no siendo la distancia entre la salida de la colada continua (21, 31) y la entrada al laminador (29; 39) mayor de 100 m.
4. Instalación, según la reivindicación 3, en la que además de dicho horno de inducción (35) está dispuesto un segundo horno (25) del tipo de túnel, calentado por gas.
5. Instalación, según la reivindicación 3, en la que solamente está dispuesto un horno (35), del tipo de inducción.
6. Instalación, según la reivindicación 3 ó 4, en la que se proporciona un túnel (36) de mantenimiento de la temperatura, en combinación con dicho horno de inducción (35), más arriba y/o más abajo del mismo, de una longitud tal como para mantener la distancia total entre la colada continua y el laminador de acabado no mayor de 100 m, adecuada para limitar las pérdidas térmicas.
7. Instalación, según la reivindicación 6, en la que dicho túnel (36) está formado por mesas de rodillos dotadas de paneles de aislamiento.
8. Instalación, según la reivindicación 6 ó 7, en la que dicho túnel (36) está dotado de quemadores de gas y/o resistencias eléctricas.
9. Instalación, según la reivindicación 6 ó 7, en la que dicho horno de inducción (35) está colocado justo más arriba del dispositivo de descascarillar (8).
10. Instalación, según la reivindicación 6 ó 7, en la que dicho horno de inducción (35) está colocado justo más abajo de la cizalla (3).
11. Instalación, según la reivindicación 3, **caracterizada porque** comprende además medios de enfriamiento y/o calentamiento intermedios, entre las estaciones (29; 39) del laminador.

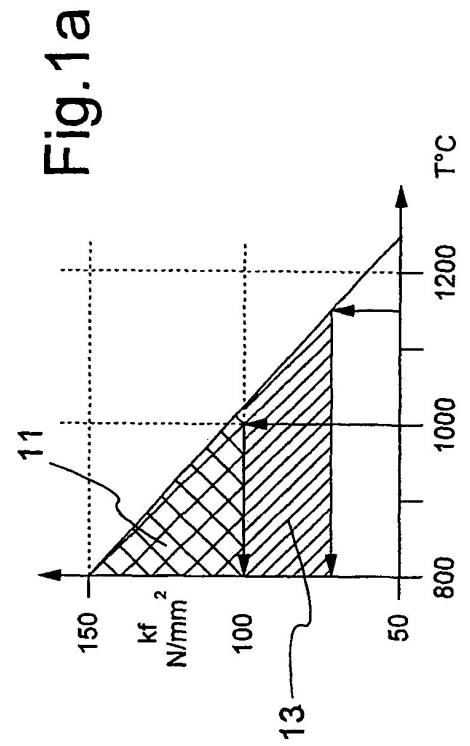
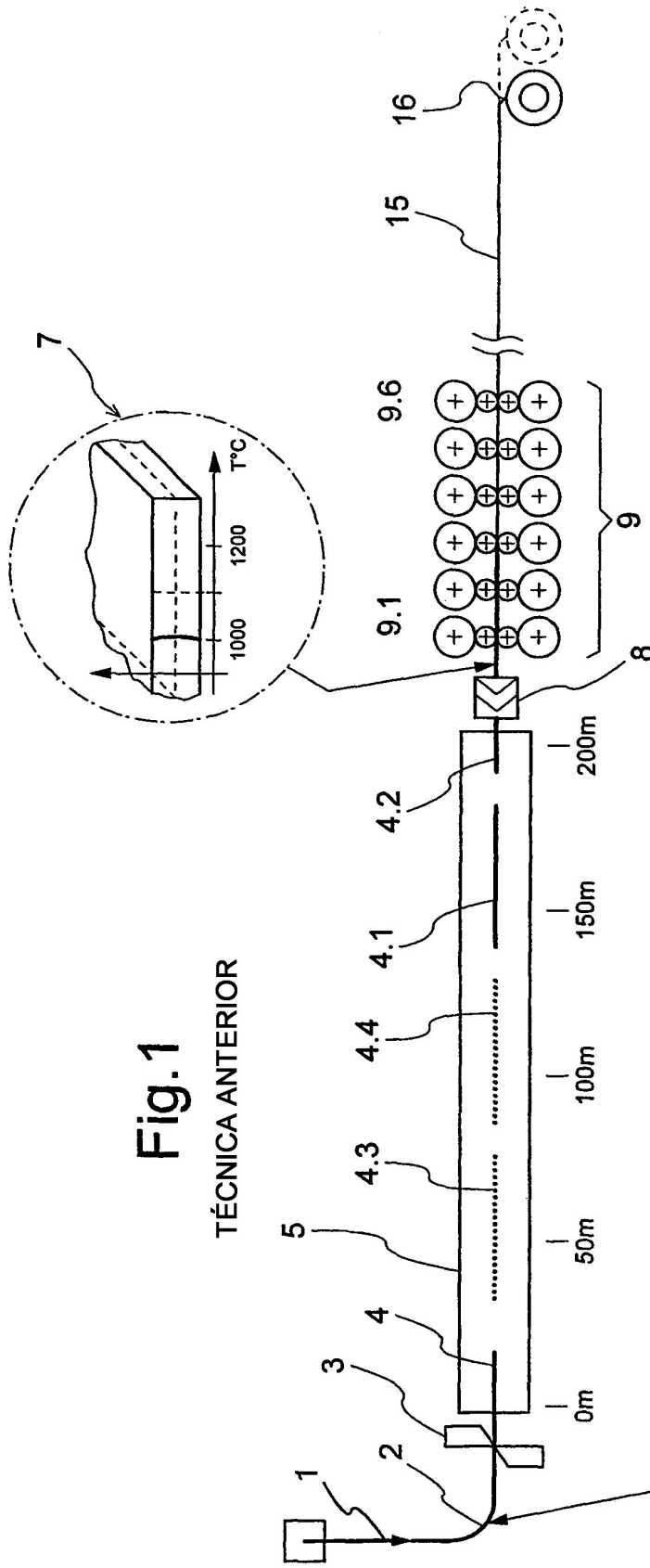


Fig.2

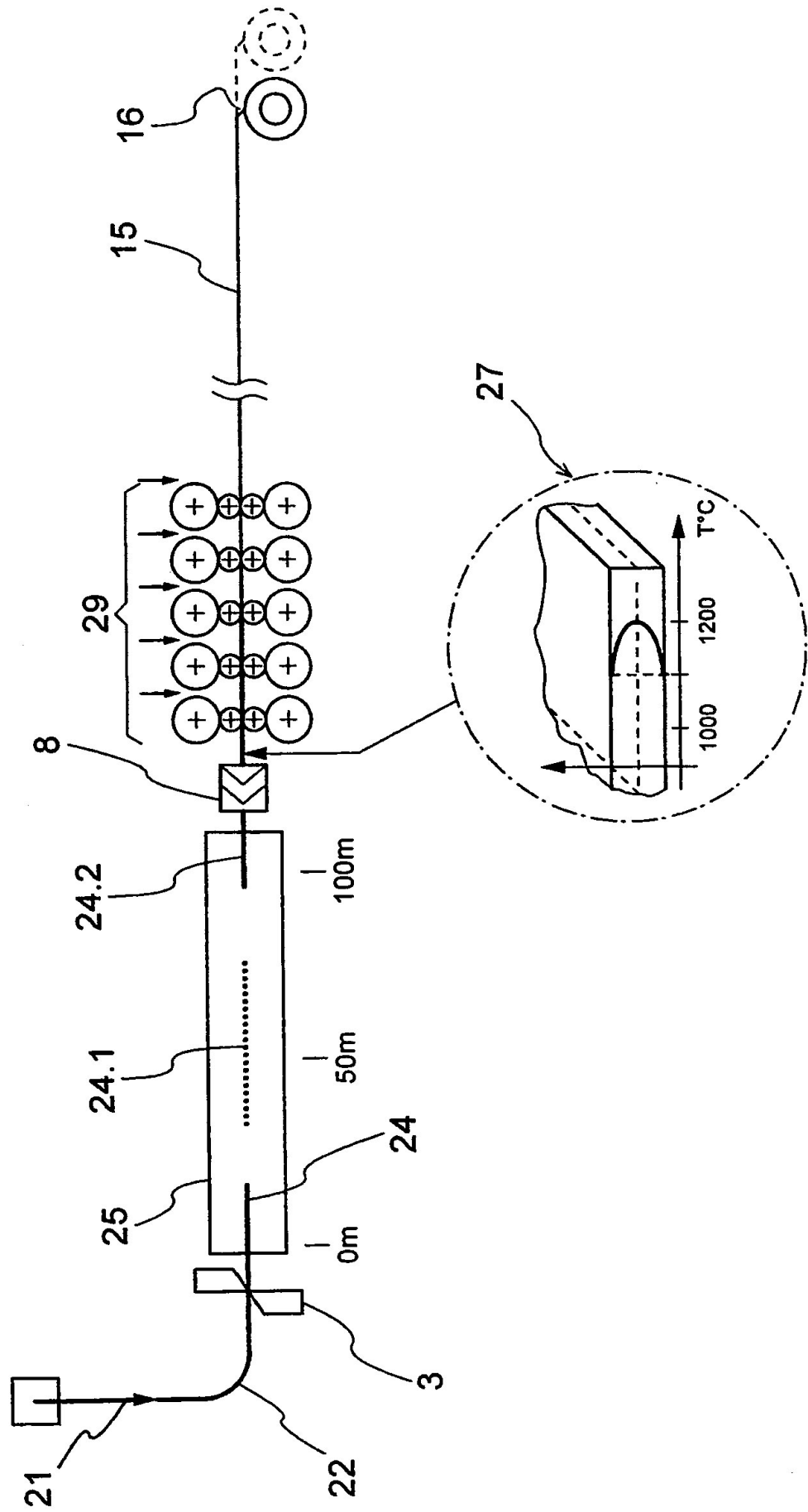


Fig.3

