

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 357**

51 Int. Cl.:

B21B 13/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07725995 .0**

96 Fecha de presentación: **13.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2026916**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2009**

54 Título: **Caja de laminación para la fabricación de bandas laminadas o chapas**

30 Prioridad:

14.06.2006 AT 10212006

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

10.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

10.12.2012

73 Titular/es:

**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH
(100.0%)
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**SEILINGER, ALOIS y
WIDDER, MARKUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 392 357 T3

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

Caja de laminación para la fabricación de bandas laminadas o chapas

5 La presente invención hace referencia a una caja de laminación para la fabricación de bandas laminadas o chapas, que presenta cilindros de trabajo que se apoyan en cilindros de apoyo, o cilindros intermedios y cilindros de apoyo, en donde los cilindros de trabajo y/o los cilindros intermedios se encuentran dispuestos en la caja de laminación uno contra otro de manera que se puedan desplazar axialmente, y cada cilindro de trabajo y/o intermedio presenta un contorno de superficie curvada que se extiende a lo largo de la longitud de la superficie curvada completa efectiva, curvilínea, que se puede describir mediante una función trigonométrica, y ambos contornos de superficie curvada se completan de manera complementaria, exclusivamente en una determinada posición axial relativa de los cilindros del par de cilindros en el estado sin carga.

15 En el caso de las cajas de laminación de cuatro cilindros o las cajas de laminación de seis cilindros, en la práctica convencional, al menos, ambos cilindros de trabajo o ambos cilindros intermedios se proporcionan con un contorno especial de superficie curvada, y se proporcionan dispositivos de ajuste que actúan de manera axial para dichos cilindros de trabajo o los cilindros de apoyo, con el fin de poder ajustar el contorno de la abertura entre cilindros en relación con el perfil actual de la banda a laminar.

20 Una caja de laminación que representa la respectiva clase, se conoce de la patente EP-A 0258482. El contorno de la superficie curvada de los cilindros conocidos con la denominación Smart-Crown®, por ejemplo, de la patente AT 410765B, se puede describir de manera matemática mediante una función senoidal modificada. Además, mediante una selección apropiada de los parámetros del contorno, se logra una abertura entre cilindros libre cosenoidal, que puede ser influenciada en su amplitud de manera controlada mediante el desplazamiento axial de los cilindros.

25 En el caso de utilizar en cajas de laminación de cuatro o de seis cilindros, cilindros de trabajo o bien, cilindros intermedios con dicho contorno especial, y cilindros de apoyo conformados de manera cilíndrica, como es en el caso normal, no se puede evitar que durante la laminación continua se generen distribuciones del peso no uniformes entre los cilindros de apoyo y los cilindros directamente adyacentes. Dado que con la ayuda de los cilindros con contornos trazados, se puede establecer siempre la zona de curvatura en relación con los requisitos del proceso, como por ejemplo, mediante diferentes parámetros del proceso, dimensiones y propiedades técnicas de deformación del material a laminar, el recorrido de desplazamiento de los cilindros con contorno trazado es la única variable de influencia, con la cual se puede influir en la característica de la falta de uniformidad en la distribución de la carga.

30 Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en evitar las desventajas descritas anteriormente del estado del arte, y en recomendar una caja de laminación en la que se minimicen la falta de uniformidad en la distribución de la carga a lo largo de la línea de contacto de los cilindros de apoyo y de sus cilindros adyacentes, y particularmente que se eliminen las cargas máximas localizadas en el desarrollo de la distribución de la carga y, de esta manera, que se incremente la duración de la vida útil de los cilindros y de los intervalos de reafilado necesarios.

35 Dicho objeto se resuelve mediante una caja de laminación con las características de la reivindicación 1 en combinación.

40 En el caso de una caja de laminación de cuatro cilindros, dicho complemento parcial o completo de los contornos de superficie curvada, hacen referencia a ambos cilindros de apoyo y a los respectivos cilindros de trabajo adyacentes. En el caso de una caja de laminación de seis cilindros, dicho complemento parcial o completo de los contornos de superficie curvada, hacen referencia a ambos cilindros de apoyo y a los respectivos cilindros intermedios adyacentes.

45 Desde el punto de vista técnico en relación con el proceso, resulta ventajoso un recorrido de desplazamiento lo más reducido posible de los cilindros de trabajo, dado que de esta manera se puede mantener reducido el tiempo de desplazamiento, así como las guías de desplazamiento previstas en relación con la técnica de la instalación. Sin embargo, un recorrido de desplazamiento reducido conduce a que en una zona de ajuste del perfil predeterminada de los cilindros de trabajo, se generen mayores diferencias de diámetro a lo largo de la longitud de la superficie curvada, en comparación con un recorrido de desplazamiento más prolongado. Dichas desventajas que se originan a partir de un recorrido de desplazamiento reducido, se pueden reducir considerablemente mediante el complemento complementario de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros adyacentes.

50 De acuerdo con una posible forma de ejecución de la presente invención, los cilindros en la caja de laminación se encuentran alineados de manera que se logre un complemento completo de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, en el estado sin desplazar de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes.

5 Dado que, sin embargo, el recorrido máximo de desplazamiento generalmente es menor que la longitud de la superficie curvada de los cilindros, en un estado desplazado de los cilindros en el estado sin carga, también se presentan aberturas entre los cilindros esencialmente menores en comparación con el caso de los cilindros de apoyo cilíndricos, con lo cual en todo estado de funcionamiento se logra una distribución de la carga aproximadamente uniforme entre los cilindros.

10 De acuerdo con otra forma de ejecución posible de la presente invención, el objeto en cuestión se resuelve también mediante un complemento incompleto de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, que se logra en el estado sin desplazar de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, con la condición de que en el caso de un radio del cilindro de apoyo $R_B(x)$ en correspondencia con la fórmula $R_B(x) = R_0 + k \cdot r_B(x)$

en donde

$R_B(x)$ es el radio del cilindro de apoyo en el punto x de la extensión axial del cilindro de apoyo,

R_0 es la compensación del radio,

$r_B(x)$ es el contorno en el punto x de la extensión axial del cilindro de apoyo, y

15 k es el factor de corrección,

el factor de corrección k se establezca en el intervalo $0 < k \leq 2$, excluyendo el valor $k=1$.

Dicha forma se puede representar, a partir de una consideración de las relaciones geométricas, mediante un complemento completo de los contornos de la superficie curvada de un cilindro de apoyo y de su cilindro adyacente.

20 En el caso de un complemento completo del contorno de la superficie curvada del cilindro de apoyo y del cilindro adyacente (cilindro intermedio o cilindro de trabajo), los ejes de ambos cilindros se encuentran paralelos en el estado sin carga. Para los radios de los cilindros, esto significa:

$$R_N(x) + R_B(x) = A$$

en donde

$R_N(x)$ es el radio del cilindro adyacente en el punto x

25 $R_B(x)$ es el radio del cilindro de apoyo en el punto x

A es la distancia entre ejes

Mediante la definición del contorno del cilindro de trabajo o del cilindro intermedio, también se establece de esta manera el contorno del cilindro de apoyo, en este caso, de manera completa. Además, el radio se compone a partir de un valor de compensación R_0 y del propio contorno r_B , que representa una función senoidal modificada.

30
$$R_B(x) = A - R_N(x) = R_0 + r_B(x)$$

en donde

R_0 es la compensación del radio

$r_B(x)$ es el contorno en el punto x .

35 Por consiguiente, se logra un complemento incompleto cuando la función del contorno r_B se modifica mediante un factor de corrección k . De allí resulta:

$$R_B(x) = R_0 + k \cdot r_B(x)$$

en donde

k es el factor de contorno ($k \neq 1$).

Para el caso en que $k = 1$, se logra el complemento completo de los contornos de la superficie curvada de los cilindros. En el caso de una divergencia del factor de contorno k con el valor $k = 1$, ya no se obtiene un complemento completo del contorno de la superficie curvada de los cilindros. El factor de contorno puede ser mayor o menor a 1.

5 La posición de los puntos de extremo y de los puntos de inflexión del contorno de la superficie curvada, permanecen además invariables. En el caso que el factor de contorno k adopte el valor 0, el contorno de la superficie curvada de los cilindros de apoyo presenta una forma cilíndrica. Una minimización suficiente de la falta de uniformidad en la distribución de la carga a lo largo del contorno de la superficie curvada de los cilindros, se logra con factores de corrección en el rango seleccionado $0 < k \leq 2$, excluyendo el valor $k = 1$.

10 Para evitar compresiones elevadas no admisibles en los bordes, entre los cilindros de trabajo y los cilindros de apoyo, o entre los cilindros intermedios y los cilindros de apoyo, los extremos de las superficies curvadas de los cilindros convencionalmente se encuentran biselados, y presentan en dichas zonas del borde una posición libre. Las posiciones libres de esta clase se conocen de las patentes EP 0 258 482 A1 y EP 1 228 818 A2. Dichas posiciones libres, en el caso de superficies curvadas de cilindros con contorno trazado, en las zonas del borde se conforman con un radio de superficie curvada que se incrementa en dirección hacia el borde, mediante un extremo cilíndrico de la superficie curvada, como se representa en la patente EP 0 258 482 A1, o en el caso de cilindros con un contorno de superficie curvada cilíndrica, puede estar conformada mediante una zona del borde cónica, como se representa y se describe, por ejemplo, en la patente EP 1 228 818 A2. De todas maneras, en el caso de dichas posiciones libres conocidas, sólo se logra un apoyo previo de la compresión crítica de los extremos de la superficie curvada (bordes)

15

20 en relación con la zona de transición entre el contorno de la superficie curvada restante y el contorno del bisel, dado que en el caso de dicho acondicionamiento del bisel se genera, por otra parte, una convexidad en el desarrollo del contorno de la superficie curvada del cilindro.

Se logran muy buenos resultados en relación con una reducción y una homogeneización de la distribución de la carga, cuando la función del bisel está conformada por una función trigonométrica. También se obtienen resultados similares óptimos, cuando la función del bisel está compuesta por una función senoidal o una función de segundo orden, por ejemplo, una función parabólica.

25

Otras ventajas y características de la presente invención se deducen de la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución que no resultan limitantes, en donde se remite a las figuras adjuntas que muestran lo siguiente:

30 Fig. 1 la representación esquemática de una caja de laminación de cuatro cilindros, con cilindros de trabajo con contorno trazado y cilindros de apoyo cilíndricos, de acuerdo con el estado del arte,

Fig. 2 la distribución convencional de la carga entre los cilindros de trabajo y los cilindros de apoyo, en una caja de laminación de cuatro cilindros, de acuerdo con la figura 1,

Fig. 3 la representación esquemática de una caja de laminación de cuatro cilindros, con cilindros de trabajo con contorno trazado y cilindros de apoyo complementarios,

35 Fig. 4 la distribución convencional de la carga entre los cilindros de trabajo y los cilindros de apoyo, en una caja de laminación de cuatro cilindros, de acuerdo con la figura 3,

Fig. 5 la representación esquemática de una caja de laminación de seis cilindros, con cilindros de apoyo con contorno trazado y cilindros intermedios complementarios,

40 Fig. 6 la representación esquemática de una caja de laminación de cuatro cilindros, con cilindros de trabajo con contorno trazado y cilindros de apoyo complementarios, con un factor de corrección $k=0,75$,

Fig. 7 el contorno conforme a la presente invención del cilindro de apoyo superior, con un bisel que presenta una forma circular, en comparación con un contorno de superficie curvada de acuerdo con el estado del arte.

En las figuras 1 a 4 se compara la distribución de la carga entre los cilindros de apoyo y los cilindros de trabajo, en el caso de un contorno de la superficie curvada del cilindro de acuerdo con el estado del arte, con la distribución de la carga entre los cilindros de apoyo y los cilindros de trabajo, en el caso de un contorno de la superficie curvada del cilindro, de acuerdo con la presente invención en el ejemplo de una caja de laminación de cuatro cilindros.

45

La figura 1 muestra en una representación esquemática, la disposición de los cilindros en una caja de laminación de cuatro cilindros, para laminar una banda de metal B, particularmente un banda de acero, con cilindros de trabajo 1 y cilindros de apoyo 2. Los cilindros de trabajo 1 que se pueden desplazar axialmente, presentan respectivamente un contorno de superficie curvada 3 que se puede describir mediante una función senoidal modificada. Dichos contornos de superficie curvada 3 se completan de manera complementaria en una determinada posición axial

50

relativa de los cilindros del par de cilindros de trabajo. Los cilindros de trabajo 1 son soportados por los cilindros de apoyo 2, que presentan un contorno cilíndrico de la superficie curvada 4, y que soportan las fuerzas de laminación que actúan sobre los cilindros de trabajo. La distribución de la carga entre el cilindro de trabajo superior 1 y el cilindro de apoyo superior 2, este caso de conformación de la superficie curvada del cilindro se representa en la figura 2, en donde la fuerza específica entre los cilindros se aplica a lo largo de la longitud de la superficie curvada y, por una parte, se generan las cargas máximas en la zona del borde y, por otra parte, se presentan valores máximos y mínimos en correspondencia con el desarrollo del contorno senoidal. Para cuatro valores seleccionados del desplazamiento axial máximo relativo (recorrido de desplazamiento) de los cilindros de trabajo entre sí, se representan curvas de distribución de la carga.

La figura 3 muestra en una representación esquemática, la disposición de los cilindros en una caja de laminación de cuatro cilindros, con cilindros de trabajo 1 y cilindros de apoyo 2. Los cilindros de trabajo 1 que se pueden desplazar axialmente, presentan respectivamente un contorno de superficie curvada 3 que se puede describir mediante una función senoidal modificada, en donde dichos contornos de superficie curvada se completan de manera complementaria en una posición axial relativa determinada de los cilindros de trabajo. Ambos cilindros de apoyo 2 presentan también un contorno de superficie curvada 4 que se completan entre sí de manera complementaria, que se conforma también mediante una función senoidal modificada, en donde los contornos de superficie curvada del cilindro de trabajo 1 y del cilindro de apoyo 2, adyacentes y que actúan conjuntamente, se complementan de manera completa en un estado sin carga. La distribución de la carga entre el cilindro de trabajo superior 1 y el cilindro de apoyo superior 2, para este caso de conformación de la superficie curvada de los cilindros, se representa en la figura 4. Las cargas máximas en la zona del borde presentan diferencias considerables, dependiendo del desplazamiento axial. En conjunto, en la ejecución conforme a la presente invención, a lo largo del recorrido de la superficie curvada, ya se muestra una homogeneización básica de la distribución de la carga.

La figura 5 muestra en una disposición esquemática, la disposición de los cilindros en una caja de laminación de seis cilindros, con cilindros de trabajo 1, cilindros intermedios 5 y cilindros de apoyo 2, en donde los cilindros de trabajo se apoyan a través de los cilindros intermedios en los cilindros de apoyo. Los cilindros de trabajo 1 se encuentran provistos de un contorno de superficie curvada 3 de forma cilíndrica. Sin embargo, de acuerdo con otro acondicionamiento posible, el contorno de la superficie curvada de los cilindros de trabajo se puede orientar también al contorno de superficie curvada de los cilindros intermedios adyacentes. Los cilindros intermedios 5 presentan un contorno de superficie curvada 6 que se puede describir mediante una función senoidal modificada. De la misma manera, los cilindros de apoyo 2 presentan un contorno de superficie curvada 4 que se puede describir mediante una función senoidal. Los contornos de superficie curvada 4 de los cilindros de apoyo 2, y el contorno de superficie curvada de los cilindros intermedios 5, se complementan en la posición axial sin desplazar de los cilindros intermedios 5 que se pueden ajustar axialmente, en el estado sin carga.

La figura 6 muestra cilindros de trabajo 1 y cilindros de apoyo 2 en una caja de laminación de cuatro cilindros, en una representación esquemática, en donde se muestra la conformación básica de los contornos de superficie curvada 3, 4 de la forma de ejecución de acuerdo con la figura 3. Sin embargo, el desarrollo del contorno se modifica mediante un factor de contorno $k = 0,75$, con lo cual en el estado sin carga sólo se obtiene un complemento parcial de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo 2 y del cilindro de trabajo 1 directamente adyacente.

De acuerdo con una forma de ejecución no representada, de la misma manera que en el caso de una caja de laminación de seis cilindros, de manera análoga a la figura 5, se puede modificar el desarrollo del contorno de los cilindros de apoyo y de los cilindros intermedios mediante un factor de corrección k , con lo cual en el estado sin carga, sólo se logra un complemento parcial de los contornos de superficie curvada del cilindro de apoyo y del cilindro intermedio directamente adyacente.

En la figura 7 se representa el desarrollo del contorno de la superficie curvada 7 de un cilindro de apoyo o de un cilindro intermedio o de un cilindro de trabajo, a lo largo de la longitud de la superficie curvada. Con líneas de puntos 8, 9 se representan opciones conocidas del estado del arte, para el bisel de un cilindro en sus zonas finales, para evitar compresiones elevadas en los bordes. El bisel en correspondencia con la línea de puntos 8 crea una zona final cilíndrica, y el bisel en correspondencia con la línea de puntos 9 crea una zona final cónica en los cilindros, en donde en ambos casos se presenta una convexidad 10 en el desarrollo del contorno a lo largo de la longitud de la superficie curvada, que conforma un borde circunferencial sobre el cilindro. Un perfeccionamiento de las proporciones de carga se logra mediante un bisel que se aproxima gradualmente al contorno de la superficie curvada, con lo cual a ambos lados se origina un contorno corregido de la superficie curvada, que se visualiza mediante las líneas de puntos 11 y 12. En el punto de transición P del contorno de la superficie curvada hacia el contorno corregido de la superficie curvada, ambos desarrollos de las curvas presentan la misma inclinación que la tangente t.

REIVINDICACIONES

5 1. Caja de laminación para la fabricación de bandas laminadas o chapas, con cilindros de trabajo que se apoyan en cilindros de apoyo o en cilindros intermedios y cilindros de apoyo, en donde los cilindros de trabajo y/o los cilindros intermedios se encuentran dispuestos en la caja de laminación uno contra otro de manera que se puedan desplazar axialmente, y cada cilindro de trabajo y/o intermedio presenta un contorno de superficie curvada que se extiende a lo largo de la longitud de la superficie curvada completa efectiva, curvilínea, que se puede describir mediante una función trigonométrica, y ambos contornos de superficie curvada se completan de manera complementaria, exclusivamente en una determinada posición axial relativa de los cilindros del par de cilindros en el estado sin carga, en donde los cilindros de apoyo presentan un contorno complementario de superficie curvada, y en el estado sin carga se genera un complemento parcial o completo de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros de trabajo directamente adyacentes o de los cilindros intermedios, en donde el contorno de superficie curvada de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios, o de los cilindros de apoyo, presenta biseles, al menos, en una de las zonas del borde de su extensión longitudinal, y en dichas zonas del borde conforman contornos de superficie curvada que se obtienen mediante la sustracción de una función matemática de bisel cualquiera, de la función del contorno, **caracterizada porque** la inclinación del contorno de la superficie curvada y la inclinación del contorno corregido de la superficie curvada, son iguales en el punto de transición del contorno de la superficie curvada hacia el contorno corregido de la superficie curvada.

20 2. Caja de laminación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** un complemento completo de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, se logra en el estado sin desplazar de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes.

25 3. Caja de laminación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** un complemento incompleto de los contornos de superficie curvada de los cilindros de apoyo y de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, se logra en el estado sin desplazar de los cilindros de trabajo o de los cilindros intermedios directamente adyacentes, con la condición de que en el caso de un radio del cilindro de apoyo $R_B(x)$ en correspondencia con la fórmula

$$R_B(x) = R_0 + k \cdot r_B(x)$$

en donde

$R_B(x)$ es el radio del cilindro de apoyo en el punto x de la extensión axial del cilindro de apoyo

30 R_0 es la compensación del radio

$r_B(x)$ es el contorno en el punto x de la extensión axial del cilindro de apoyo

k es el factor de corrección,

el factor de corrección k se establezca en el intervalo $0 < k \leq 2$, excluyendo el valor $k=1$.

35 4. Caja de laminación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la función del bisel es una función trigonométrica.

5. Caja de laminación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la función del bisel es una función senoidal.

6. Caja de laminación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la función del bisel es una función de segundo orden.

40

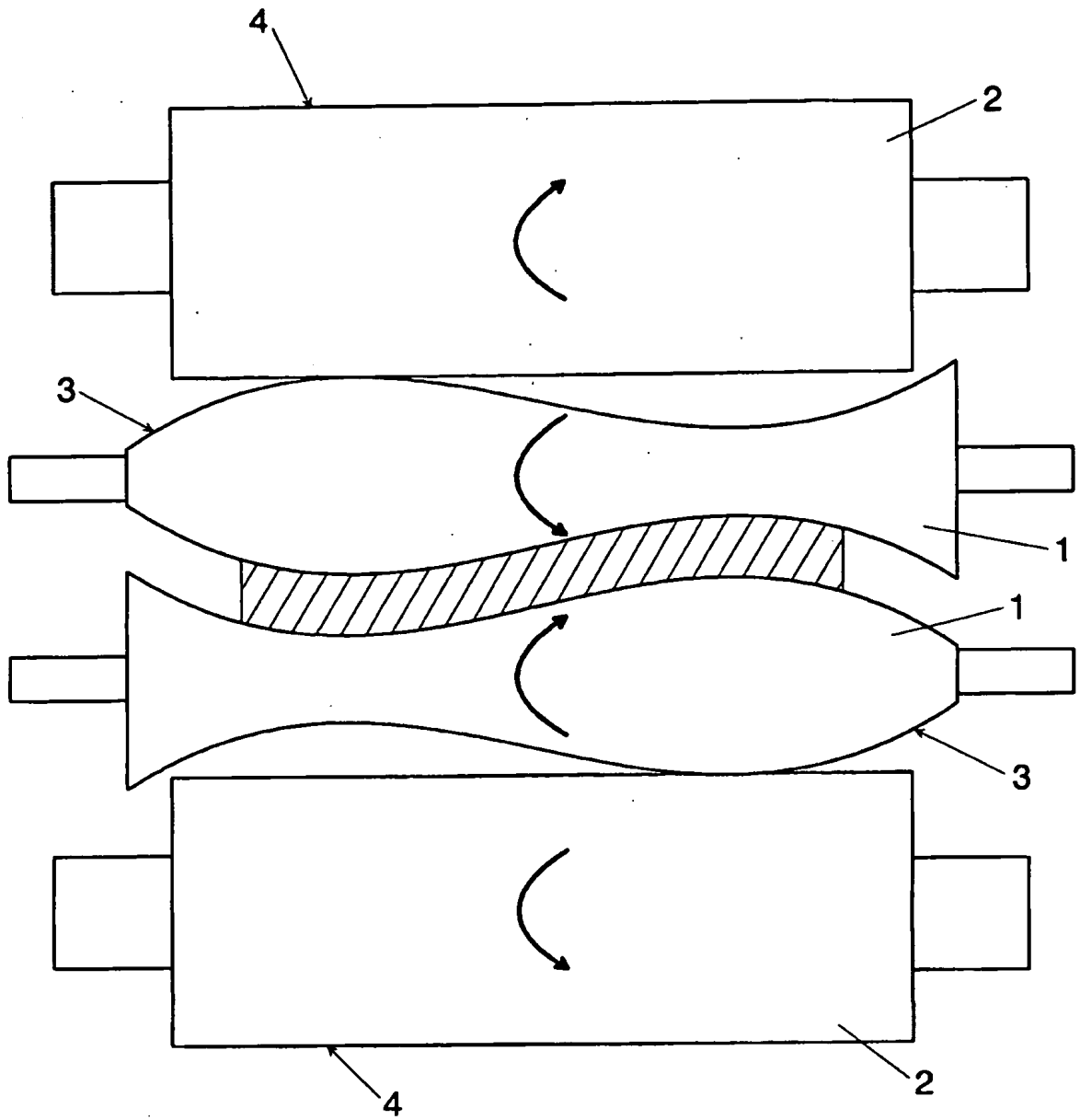
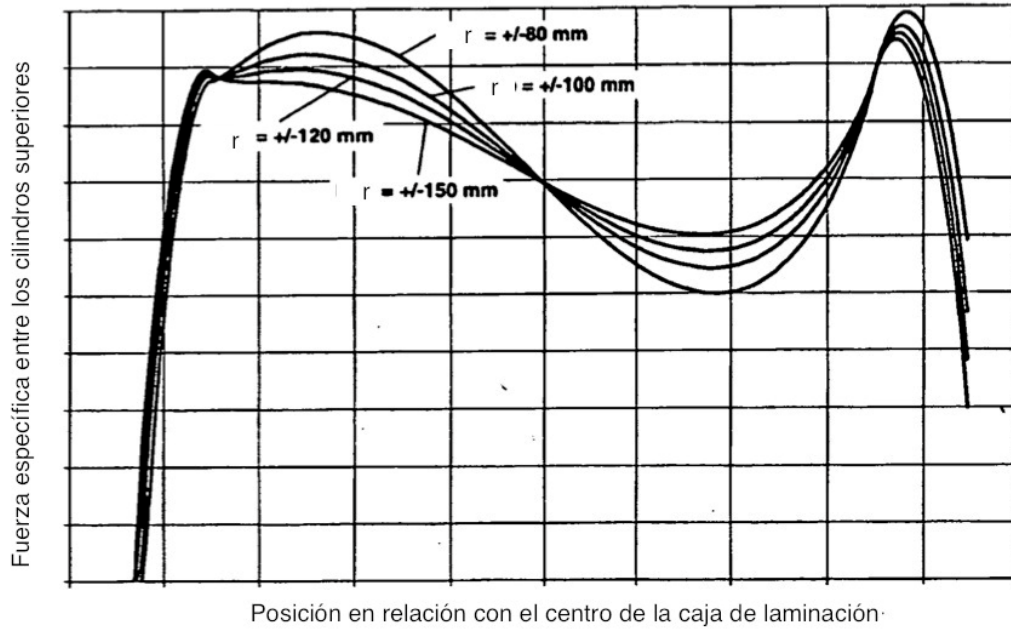
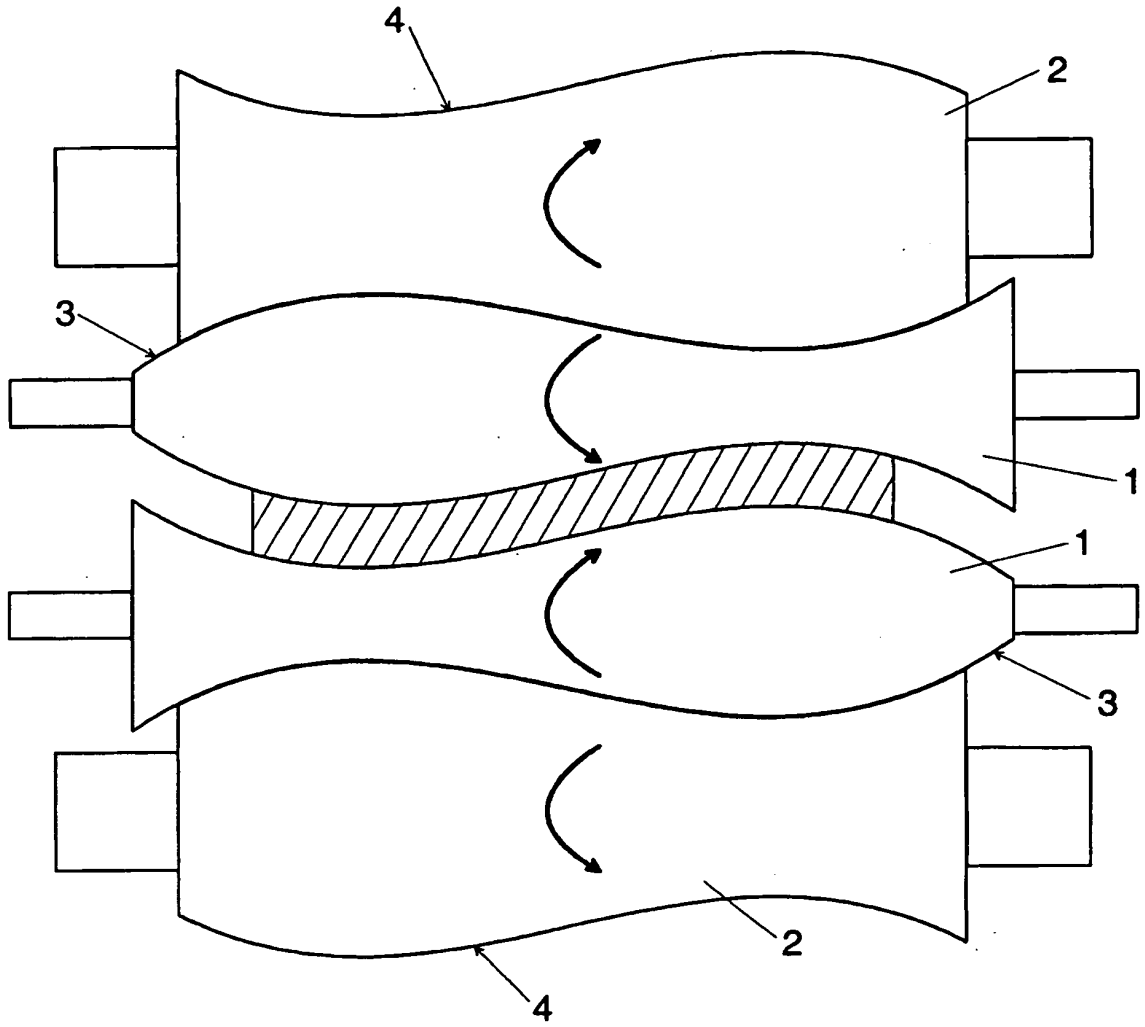


Fig. 1



r = recorrido

Fig. 2



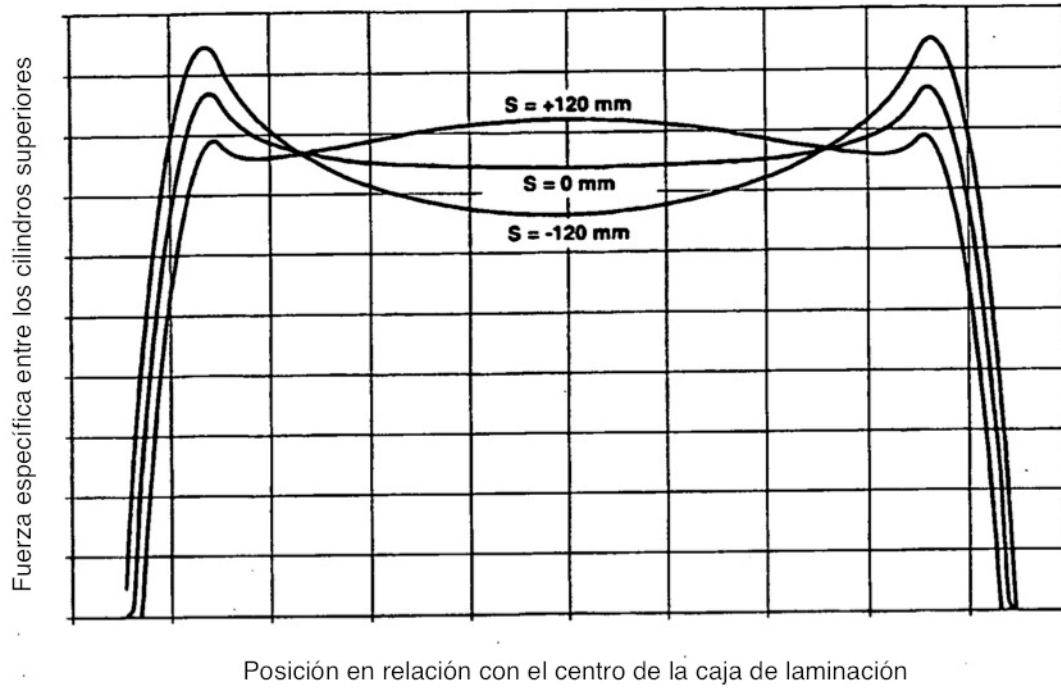


Fig. 4

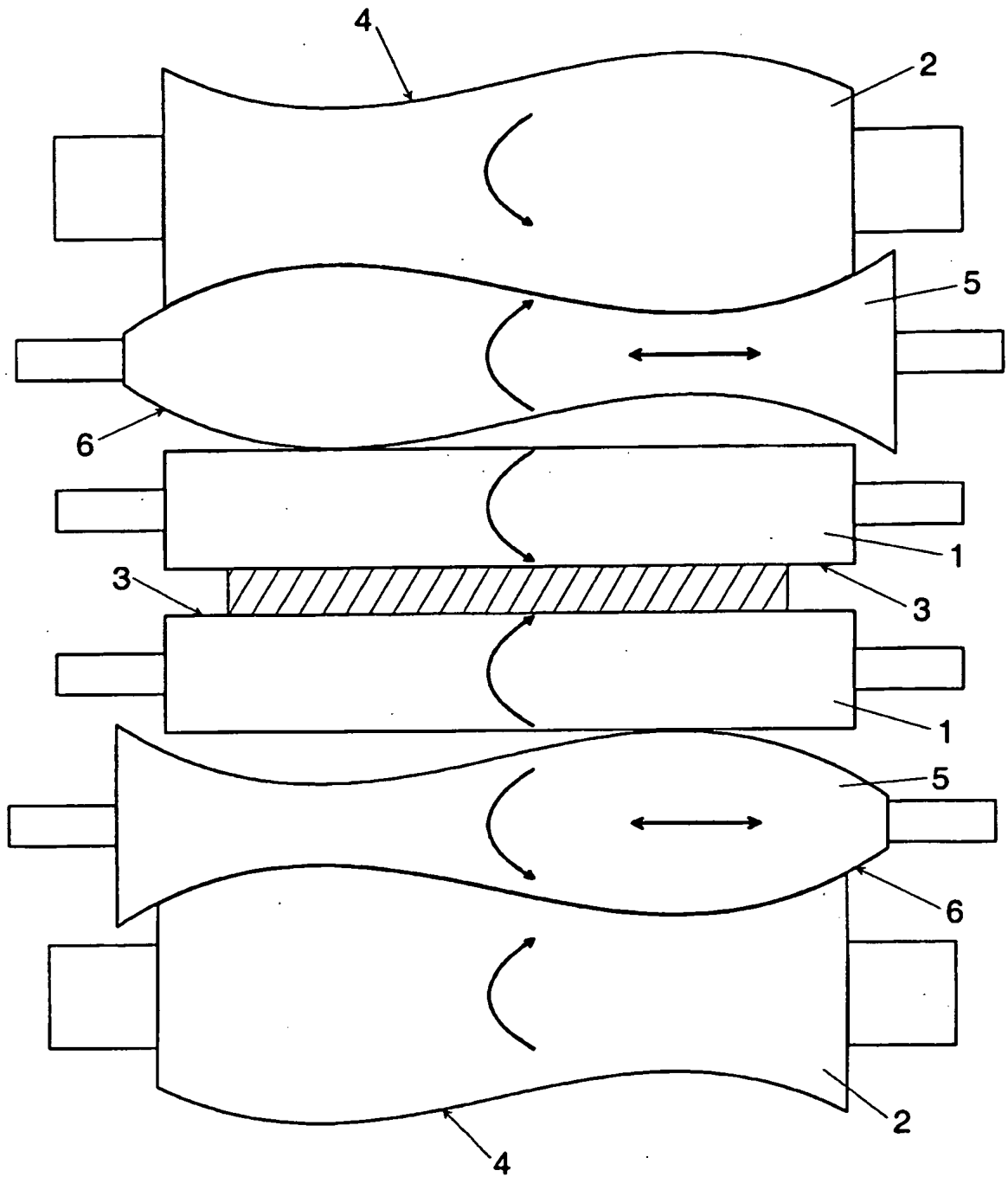


Fig. 5

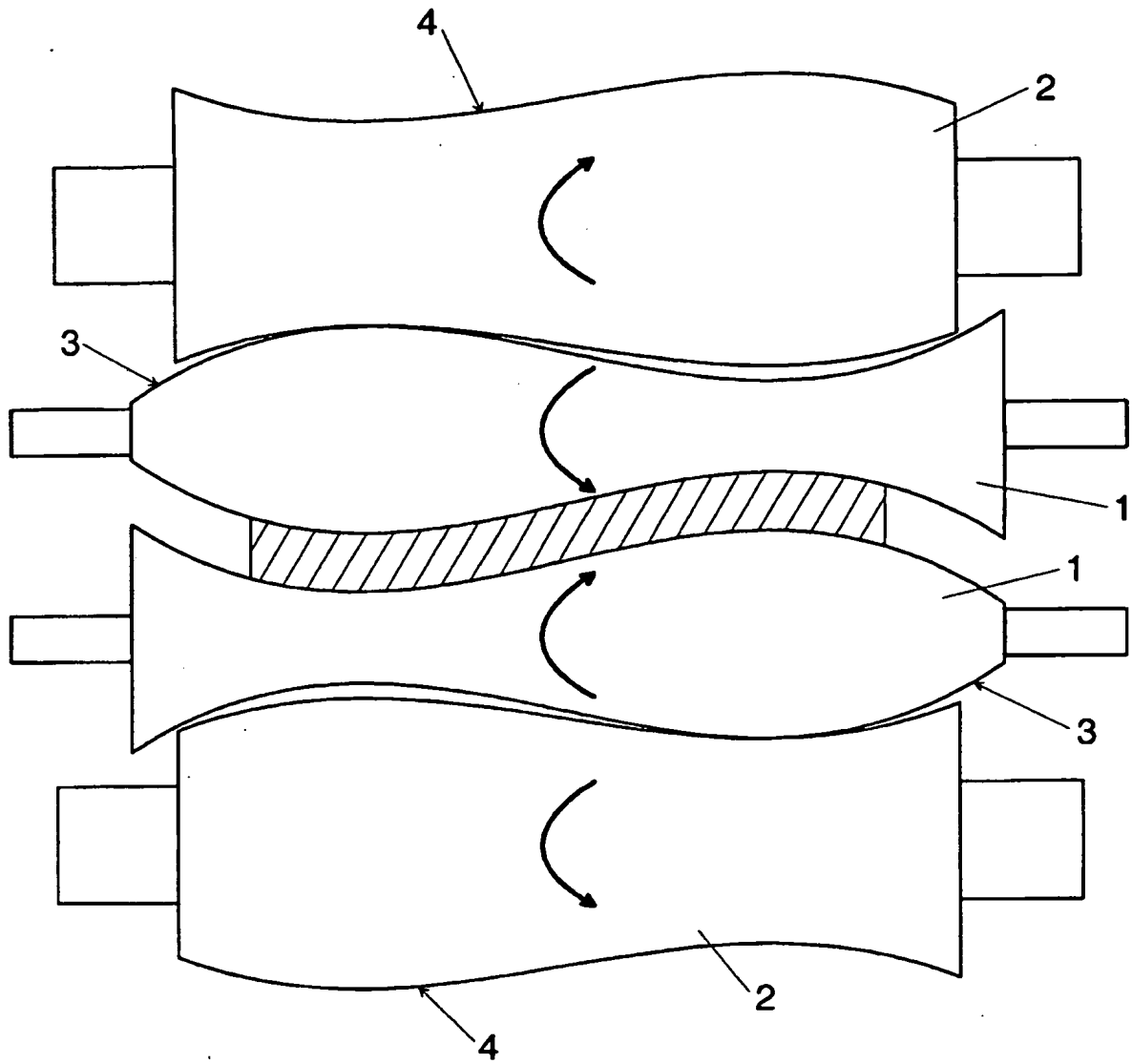


Fig. 6

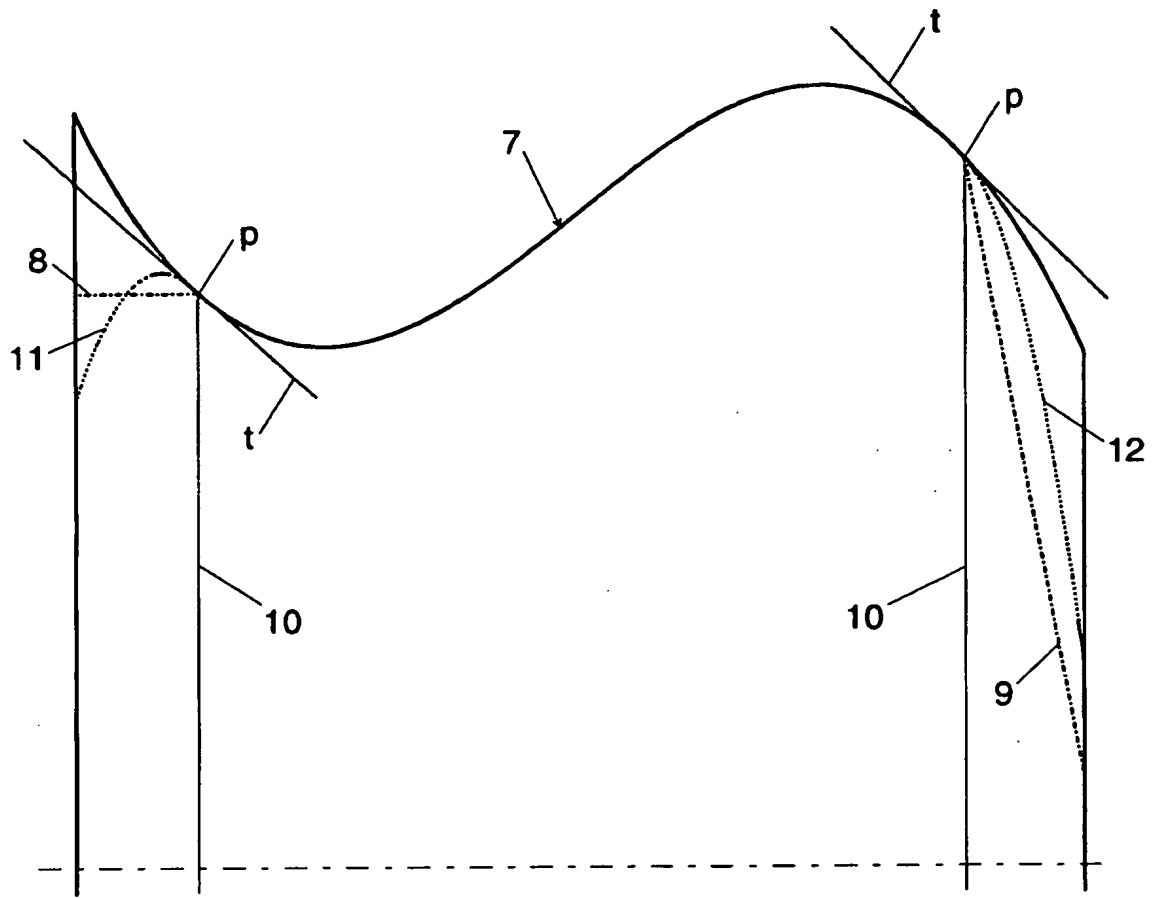


Fig. 7