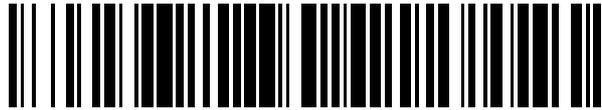


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 916**

51 Int. Cl.:

B21H 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2011 E 11701002 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 2367644**

54 Título: **Procedimiento y matriz de laminación para la fabricación de un tornillo**

30 Prioridad:

14.01.2010 DE 102010000083

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

12.03.2013

73 Titular/es:

LUDWIG HETTICH & CO. (100.0%)

Dr. Kurt-Steim-Strasse 28

78713 Schramberg-Sulgen, DE

72 Inventor/es:

HETTICH, ULRICH

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 397 916 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

Procedimiento y matriz de laminación para la fabricación de un tornillo.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un tornillo según el preámbulo de la reivindicación 1 y a una matriz de laminación según el preámbulo de la reivindicación 9 (véase, figura 1). En un procedimiento conocido para la fabricación de un tornillo, una pieza en bruto es laminada entre dos matrices de laminación para el propósito de la formación de la rosca del tornillo. En esta disposición existe un perfil de laminación en cada matriz de laminación, perfil de laminación el cual comprende una gran cantidad de hendiduras alargadas pensadas para la formación de los pasos de rosca. Cada matriz de laminación comprende un primer extremo y un segundo extremo separados uno del otro en la dirección de laminación, en donde una pieza en bruto durante la laminación es movida con relación a la matriz de laminación desde el primer extremo hacia el segundo extremo.

Convencionalmente, se utilizan piezas en bruto que comprenden por lo menos una parte cilíndrica que está formada para convertirse en la rosca. Puesto que durante el proceso de laminación como resultado de la presión transversal ocurre un flujo en la dirección longitudinal de la rosca, es una práctica común seleccionar el diámetro de laminación d_{w0} , esto es, el diámetro de la pieza en bruto utilizada, de tal manera que el volumen por unidad de longitud en la pieza en bruto sea algo mayor o igual que aquél de la rosca terminada. Por lo tanto se aplica lo siguiente al diámetro de laminación d_{w0} .

$$d_{w0} = d_{G0} + d_{dV},$$

Indicando d_{G0} un "diámetro sustituto cilíndrico" de la rosca terminada tras la laminación, es decir el diámetro de un cilindro sustituto imaginario cuyo volumen por unidad de longitud corresponde a aquel de la rosca terminada tras la laminación. d_{dV} es una adición al diámetro de laminación, adición la cual está pensada para compensar el empuje axial; típicamente es inferior al 5% de d_{w0} .

Si un tornillo con una forma deseada de la rosca se va a fabricar en el proceso de laminación, d_{G0} se determina mediante esta forma de rosca y d_{dV} resulta automáticamente en el proceso de laminación. Esto significa que a fin de fabricar una forma de rosca particular en el proceso de laminación, se tiene que seleccionar un diámetro de laminación muy específico d_{w0} ; en otras palabras no existe un grado de libertad en términos de la selección del diámetro d_{w0} de la sección de la pieza en bruto en la cual se va a formar la rosca.

En general, se hará un esfuerzo para utilizar una pieza en bruto cilíndrica simple puesto que puede ser fabricada de la forma más simple y rentable; en el presente caso el diámetro de la pieza en bruto está determinado por d_{w0} . Sin embargo, en una aplicación práctica esto a menudo conduce a problemas. Por ejemplo, si una cabeza de tornillo se va a fabricar presionando una sección correspondiente libre de rosca de la pieza en bruto, el diámetro previamente determinado d_{w0} a menudo es simplemente demasiado pequeño para esto. En este caso, es inevitable utilizar una pieza en bruto con un diámetro variable, con una primera sección, más delgada, para la formación de la rosca y una segunda sección, más gruesa, para la formación de la cabeza. Una situación similar ocurre en la fabricación de un tornillo de doble rosca, esto es tornillos que comprenden dos roscas diferentes que están separadas una de otra, típicamente una rosca métrica y una rosca de tornillo para madera que no necesita un agujero previo. Para ambas roscas resulta un diámetro de laminación requerido asociado $d_{w0}^{(1)}$ o $d_{w0}^{(2)}$, diámetros los cuales, como norma, sin embargo, no serán idénticos. En este caso, también, es inevitable proveer una pieza en bruto con dos secciones de diámetros diferentes, lo cual conduce, sin embargo, a un aumento significativo en el coste de fabricación.

Otro procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido a partir del documento DE 60 2004 004 057 T2.

Sumario de la invención

El objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento del tipo mencionado antes, en el cual se eviten los problemas anteriores.

Este objeto se consigue por medio del procedimiento según la reivindicación 1. En este procedimiento se utiliza una matriz de laminación especial según la reivindicación 9. Formas de realización ventajosas se definen en las reivindicaciones subordinadas. Según el procedimiento de la invención se utiliza una matriz de laminación en la cual la pendiente media de las líneas centrales de las hendiduras, pendiente la cual está definida como el cociente de los cambios en las posiciones de la línea central en las direcciones transversal y paralela a la dirección de laminación, respectivamente, en una primera zona del primer extremo de la matriz de laminación difiere de la pendiente media en una zona del segundo extremo de la matriz de laminación la cual, vista en la dirección de laminación, se opone a dicha zona del primer extremo.

Una matriz de laminación de este tipo difiere de forma significativa de una matriz de laminación convencional en la cual las líneas centrales de todas las hendiduras son rectas, paralelas y equidistantes unas de otras. Esto significa que en una matriz de laminación convencional, la pendiente de las líneas centrales de las hendiduras en cualquier lugar en la matriz de laminación, y en particular en su primer extremo y su segundo extremo es idéntica. Al contrario de esto, según la invención se propone que la pendiente de las hendiduras a lo largo de la dirección de laminación se varíe de tal manera que la pendiente media, cuando se mira en la dirección de laminación, en zonas opuestas en el primer extremo y en el segundo extremo de la matriz de laminación difiera. En la presente memoria, los términos "zonas opuestas vistas en la dirección de laminación" se refieren a zonas en los extremos primero y segundo de la matriz de laminación, respectivamente, las cuales están delimitadas por dos líneas que son paralelas a la dirección de laminación.

La variación en la pendiente de la hendidura en la dirección de laminación está asociada con un transporte de volumen del material de la pieza en bruto en la dirección axial, con la extensión de dicho transporte de volumen dependiendo de la variación en la pendiente de (las líneas centrales) las hendiduras. Esto significa que la correlación rígida entre el diámetro efectivo d_{GO} de la rosca terminada, la cual está determinada por el diseño del tornillo, y el diámetro de laminación d_{w0} deja de existir. En cambio, es posible seleccionar libremente un diámetro de la pieza en bruto d'_{w0} dentro de ciertos límites y a su vez variar adecuadamente la pendiente de las hendiduras a lo largo de la dirección de laminación. La relación entre d_{w0} , d'_{w0} , la pendiente P_1 de las hendiduras en el primer extremo y la pendiente P_2 de las hendiduras en el segundo extremo de la matriz de laminación resulta a partir de la conservación del volumen como sigue a continuación:

$$d_{w0}^2 \cdot P_2 = d'_{w0}^2 \cdot P_1.$$

Se debe observar que P_2 , esto es la pendiente de las hendiduras en el segundo extremo de la matriz de laminación, está determinada por el paso de rosca del tornillo terminado, puesto que el proceso de laminación termina en el segundo extremo de la matriz de laminación. Adicionalmente, como se describe en la introducción, d_{w0} se determina por la forma deseada de la rosca, el diámetro sustituto cilíndrico d_{GO} y la adición d_{qv} . Sin embargo, dentro de ciertos límites, se puede seleccionar un diámetro de laminación modificado deseado d'_{w0} . A este efecto, según la ecuación anterior únicamente la pendiente P_1 de las hendiduras en el primer extremo de la matriz de laminación necesita ser seleccionada como sigue:

$$P_1 = \frac{d_{w0}^2}{d'^2_{w0}} \cdot P_2$$

Esta consideración se basa en el supuesto de que la pendiente P_1 es idéntica para todas las hendiduras en el primer extremo de la matriz de laminación y que la pendiente P_2 es idéntica para todas las hendiduras en el segundo extremo de la matriz de laminación. Sin embargo, la invención en modo alguno está limitada a esta forma de realización; en cambio, la revelación también describe formas de realización para tornillos de paso de rosca variable, tornillos para la fabricación de los cuales se utiliza una matriz de laminación en la cual las pendientes de las hendiduras varían entre ellas, tanto en el primer extremo como en el segundo extremo. A fin de tener en cuenta ambos casos, más adelante en este documento se hace referencia a la "pendiente media" en ciertas zonas.

Preferentemente, la pendiente media P_2 en la zona del segundo extremo es mayor que la pendiente media P_1 en la zona opuesta del primer extremo, esto es, $P_2 > P_1$. Gráficamente hablando, esto corresponde a un alargamiento de la pieza en bruto durante la laminación y en vista de la ecuación anterior significa que $d'_{w0} > d_{w0}$. Por consiguiente, a fin de fabricar una forma de tornillo particular, se puede utilizar una pieza en bruto con un diámetro de laminación mayor d'_{w0} que en un procedimiento de laminación según el estado de la técnica, en el cual el diámetro de laminación de la pieza en bruto estaría determinado para que fuera d_{w0} . Por ejemplo, el diámetro de laminación d'_{w0} se puede seleccionar de modo que haga posible que sea formada una cabeza del tornillo mediante prensado.

Preferentemente, la pendiente media anteriormente mencionada en las zonas anteriormente mencionadas en el primer extremo y en el segundo extremo difieren una de otra en por lo menos el 2,5%, preferentemente por lo menos el 15% y particularmente preferentemente por lo menos el 25%.

Preferentemente, el perfil de laminación se diseña de tal modo que el volumen medio por unidad de longitud de la rosca del tornillo terminado tras la laminación sea menor en por lo menos el 5%, preferentemente por lo menos el 17% y particularmente preferentemente por lo menos el 27% que aquél de la pieza en bruto.

Una aplicación importante del procedimiento consiste en estirar uniformemente la pieza en bruto durante el proceso de laminación. Esto significa que a partir de una pieza en bruto cilíndrica se lamina una rosca cuyo volumen por unidad de longitud es constante en dirección longitudinal de la rosca. En otras formas de realización, sin embargo, puede ser ventajoso que el perfil de laminación esté diseñado de tal manera que, empezando con una pieza en bruto cilíndrica, se lamine un tramo de rosca, en el cual el volumen por unidad de longitud varíe. Éste es, por ejemplo, el caso cuando se va a fabricar un tornillo con una rosca continua y un paso de rosca variable en un

procedimiento de laminación. En este documento, el término "rosca continua" indica una rosca continua individual a diferencia de dos roscas separadas formadas en el mismo tornillo.

Un tornillo con una rosca continua con un paso de rosca variable se describe, por ejemplo, en el documento WO 2009/015754. Por medio de una variación adecuada en el paso de rosca, se puede generar una tensión residual en la unión entre el tornillo y un componente cuando el tornillo es dirigido en el interior del componente. Según las enseñanzas de la memoria de la patente anteriormente mencionada, la variación en el paso de rosca se selecciona de tal modo que la tensión residual actúe contra una tensión de unión que ocurre cuando el componente se somete a cargas, de modo que por lo menos los picos de tensión de la tensión de unión resultante se reduzcan cuando el componente se someta a cargas. Un tornillo de este tipo con un paso de rosca variable se puede utilizar, por ejemplo, para componentes de refuerzo, por ejemplo, soportes de obras de madera o para la introducción de fuerzas en el interior de un componente.

Se observa que en una zona con un paso de rosca pequeño, esto es, con un paso inferior, un tornillo con un paso de rosca variable requiere más material por unidad de longitud a fin de formar la rosca que en el caso de una zona con un paso grande. Si este material requerido adicionalmente no está disponible durante la laminación, puede ocurrir que el diámetro de la rosca en la zona de un paso de rosca pequeño disminuya, en otras palabras que la rosca no se "rellene" completamente en el proceso de laminación. Más adelante en la presente memoria, la falta local de material es referida también como un "defecto de volumen".

En el contexto de la invención es posible compensar este defecto de volumen mediante una variación metódica de las pendientes de las hendiduras de la matriz de laminación y mediante un transporte del material que resulta en la dirección axial. A este efecto, según una forma de realización de la invención, el perfil de laminación se selecciona por lo tanto de modo que se aplique la desigualdad siguiente:

$$\frac{P_{21}}{P_{11}} < \frac{P_{22}}{P_{12}}$$

En donde P_{21} indica la pendiente media de las (líneas centrales) hendiduras en una primera zona en el segundo extremo de la matriz de laminación, pendiente la cual es menor que la pendiente media P_{22} de las hendiduras en una segunda zona en el segundo extremo de la matriz de laminación y en donde P_{11} y P_{12} indican la pendiente media en esas zonas en el primer extremo de la matriz de laminación, las cuales, vistas en el sentido de laminación, están enfrentadas a las zonas primera y segunda del segundo extremo, respectivamente.

Además o como una alternativa, un defecto de volumen también se puede compensar puesto que para la rosca laminada final en una zona de un paso de rosca menor se selecciona un área de la sección transversal de un diente de rosca variando el ángulo del flanco o la profundidad de la rosca. De ese modo en la zona de un paso de rosca menor la rosca puede tener un ángulo del flanco más agudo que en una zona de un paso de rosca mayor. De esta manera, se puede mantener un diámetro de la rosca constante con menos material disponible.

Preferentemente, en la matriz de laminación aquellas hendiduras cuyas líneas centrales en la zona del primer extremo de la matriz de laminación tienen una pendiente mayor son más profundas en la zona del primer extremo de la matriz de laminación que aquellas hendiduras cuyas líneas centrales en la zona del primer extremo de la matriz de laminación tienen una pendiente menor. Puesto que las hendiduras con una pendiente mayor en la zona del primer extremo están separadas alejadas unas de otras, es ventajoso para el proceso de laminación que estas hendiduras sean más profundas. Preferentemente, las hendiduras en la zona del primer extremo de la matriz de laminación son en forma de V en sección transversal y su profundidad es proporcional, por lo menos dentro del $\pm 10\%$, a la pendiente de la línea central del primer extremo de la matriz de laminación.

Breve descripción de las figuras

Ventajas y características adicionales de la invención se establecen en la siguiente descripción, en la cual la invención se describe con referencia a dos formas de realización ejemplares con referencia a los dibujos adjuntos. En ellos,

La figura 1A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación según el estado de la técnica para la laminación de una rosca con un paso de rosca constante y de una pieza en bruto y de una rosca terminada tras la laminación;

La figura 1B muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 1A en su primer extremo;

La figura 1C muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 1A en su segundo extremo;

La figura 2A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación según una primera forma de realización de

la invención, así como de una pieza en bruto y de una rosca terminada tras la laminación;

La figura 2B muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 2A en su primer extremo;

5 La figura 2C muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 2A en su segundo extremo;

Las figuras 2D y 2E muestran vistas en perspectiva de la matriz de laminación de la figura 2A;

10 La figura 3A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación para la fabricación de un tornillo con un paso de rosca variable sin transporte de volumen axial;

15 La figura 3B muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 3A en su primer extremo;

La figura 3C muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 3A en su segundo extremo;

20 La figura 3D muestra una vista a mayor escala y simplificada de la vista desde arriba de la matriz de laminación de la figura 3A;

La figura 4A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación según una segunda forma de realización de la invención y de una pieza en bruto y de una rosca terminada tras la laminación;

25 La figura 4B muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 4A en su primer extremo;

30 La figura 4C muestra una vista desde arriba de una cara extrema de la matriz de laminación de la figura 4A en su segundo extremo.

Descripción de las formas de realización preferidas

35 La figura 1A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación 10 según la técnica anterior, matriz de laminación 10 por medio de la cual se puede laminar un tornillo con un paso de rosca constante.

40 La matriz de laminación 10 comprende un primer extremo 12 y un segundo extremo 14. Durante el proceso de laminación una pieza en bruto 16 es laminada desde el primer extremo 12 de la matriz de laminación 10 hacia el segundo extremo 14. La superficie de la matriz de laminación 10 comprende un perfil de laminación que está formado a partir de una multitud de hendiduras rectas, paralelas y equidistantes 18. Las hendiduras 18 en la zona de los extremos primero y segundo 12, 14 están representadas en las figuras 1B y 1C, respectivamente, las cuales en cada caso representan una vista desde arriba de una de las caras extremas 20, 22 de la matriz de laminación 10. Un tornillo 19 con una rosca laminada final se representa en la zona del segundo extremo 14 de la matriz de laminación 10.

45 Como se representa en las figuras 1A, 1B y 1C, la sección transversal de las hendiduras 18 cambia entre el primer y el segundo extremo 12, 14 de la matriz de laminación 10. Sin embargo, las secciones transversales de todas las hendiduras 18 en el primer extremo 12 son idénticas (véase la figura 1B) y lo mismo se aplica a las secciones transversales 18 en el segundo extremo de la matriz de laminación 10 (véase la figura 1C). Adicionalmente, las líneas centrales de las hendiduras 18 están dispuestas de modo que sean rectas, paralelas unas a otras y equidistantes unas de otras.

50 La figura 2A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación 24 que es adecuada para la fabricación de un tornillo 26, el cual está también representado, con una rosca continua 28 con un paso de rosca constante. El tornillo 26 puede estar fabricado a partir de una pieza en bruto 16 que sea idéntica a la representada en la forma de realización de la figura 1A, pieza en bruto 16 la cual es laminada desde un primer extremo 30 de la matriz de laminación 24 hacia un segundo extremo 32. Las figuras 2B, 2C muestran vistas desde arriba de caras extremas 36 o 38 en la zona del extremo primero o segundo 30, 32 de la matriz de laminación 24. Las figuras 2D y 2E muestran vistas en perspectiva de la matriz de laminación 24.

55 Como se representa en las figuras 2A, 2D y 2E el perfil de laminación de la matriz de laminación 24 comprende una multitud de hendiduras alargadas 34 las cuales, sin embargo, de una manera que difiere de aquella de la matriz de laminación 10 de la figura 1A, no son rectas, paralelas ni equidistantes a lo largo de su longitud entera. En cambio, las hendiduras en la zona del primer extremo 30 de la matriz de laminación 24 están separadas más próximas juntas que en la zona del segundo extremo 32 y las pendientes de las líneas centrales de las hendiduras, las cuales están definidas como el cociente de los cambios en la posición de las líneas centrales en las direcciones transversal y

paralela a la dirección de laminación, respectivamente, en la zona del primer extremo de la matriz de laminación son menores que en la zona del segundo extremo. Entre los extremos primero y segundo 30, 32 de la matriz de laminación las hendiduras 34 están formadas de una manera adecuada a fin de establecer una transición suave entre la pendiente menor en la zona del primer extremo 30 de la matriz de laminación 24 y la pendiente mayor en la zona del segundo extremo 32 de la matriz de laminación 24.

Se debe observar que en la forma de realización representada la transición entre la pendiente inicial y la pendiente final esencialmente tiene lugar en una primera zona de la longitud 25a de la matriz de laminación, zona de la longitud 25a la cual se extiende desde el primer extremo 30 hasta aproximadamente 2/3 hasta 3/4 de la longitud total. En una segunda zona de la longitud 25b adyacente al segundo extremo 32 de la matriz de laminación 24, las hendiduras 34 son paralelas y equidistantes y de ese modo comprenden también una pendiente constante de una manera que es similar a aquella de la matriz de laminación convencional 10 de la figura 1A. En la primera zona de la longitud 25a de la matriz de laminación 24 la pieza en bruto es estirada de ese modo durante la formación de la rosca, mientras en la segunda zona de la longitud restante 25b, esto es en el extremo de la trayectoria de laminación, la rosca 28 es únicamente formada adicionalmente.

Las figuras 2A hasta 2E muestran que por medio de la matriz de laminación 24 según la primera forma de realización se puede fabricar un tornillo comparativamente más delgado a partir de una pieza en bruto comparativamente gruesa. En esta disposición la relación del diámetro sustituto cilíndrico del tornillo terminado 26 con respecto a la pieza en bruto 16 es aproximadamente igual a la raíz cuadrada de la relación de la pendiente de las hendiduras 34 en los extremos primero y segundo 30, 32 de la matriz de laminación 24. De ese modo es posible, para la fabricación de un tornillo con la forma deseada, seleccionar libremente el diámetro de la pieza en bruto dentro de ciertos límites, y variar de forma correspondiente la pendiente de las hendiduras en el primer extremo 30 de la matriz de laminación 24 con relación a la pendiente en el segundo extremo 32 de la matriz de laminación 24.

Se debe observar que en la ilustración esquemática de la figura 2A el tornillo 26 únicamente muestra la sección de la rosca laminada, mientras la sección no laminada de la pieza en bruto ha sido eliminada, sin embargo, por razones de simplicidad. Esta sección no laminada de la pieza en bruto comparativamente gruesa puede entonces ser utilizada, por ejemplo, para el prensado de una cabeza del tornillo, o a fin de formar una rosca métrica en dicha pieza en bruto en un proceso de laminación adicional, a fin de producir un tornillo de doble rosca (no representado en las figuras).

En la forma de realización de la figura 2A el diámetro sustituto cilíndrico del tornillo con relación a aquél de la pieza en bruto se redujo en el proceso de laminación, pero el diámetro sustituto cilíndrico de la rosca terminada, o el volumen por unidad de longitud, permaneció constante dentro de la rosca terminada. Sin embargo, en muchas aplicaciones es ventajoso formar el perfil de laminación de modo que el volumen por unidad de longitud en la rosca terminada deje de ser constante. Una aplicación de esto se refiere a tornillos con una rosca continua de un paso de rosca variable, en los cuales se requieren más material para la formación de la rosca en la zona de un paso de rosca pequeño, esto es una pendiente pequeña. Esto se explica con más detalle en una segunda forma de realización de la invención. Sin embargo, antes de que esta segunda forma de realización sea descrita, con referencia a las figuras 3A hasta 3D, se explica el diseño de una matriz de laminación para la formación de un paso de rosca variable, en el cual existe primero un transporte de volumen no apreciable en la dirección axial. Empezando a partir de esta geometría del perfil de laminación, sigue una descripción de cómo se puede conseguir el transporte de volumen axial deseado.

La figura 3A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación 40 que es adecuada para un procedimiento para la fabricación de un tornillo 42, también representado, con una rosca continua 44 con un paso de rosca variable. El tornillo 44 puede estar fabricado a partir de una pieza en bruto 16 que sea idéntica a la representada en la forma de realización de la figura 1A, pieza en bruto 16 la cual es laminada desde un primer extremo 46 de la matriz de laminación 40 hacia un segundo extremo 48. Las figuras 3B y 3C muestran vistas desde arriba de las caras extremas 52 o 54 en las zonas de los extremos primero y segundo 46, 48 de la matriz de laminación 40, respectivamente.

Como se representa en la figura 3A, el perfil de laminación de la matriz de laminación 40 comprende una multitud de hendiduras alargadas 50 las cuales, sin embargo, de una manera que difiere de aquella de la matriz de laminación 10 de la figura 1A, no son rectas, ni paralelas ni equidistantes. La geometría de las hendiduras 50 se describe con más detalle con referencia a la figura 3D, la cual muestra una vista desde arriba a mayor escala de la matriz de laminación 40 y la cual por motivos de claridad únicamente muestra las líneas centrales 50' de las respectivas hendiduras alargadas 50.

Como se representa en la figura 3D, en cada caso las líneas centrales 50' de dos hendiduras adyacentes 50 están diseñadas y dispuestas de tal manera que pueden ser alineadas como resultado de un desplazamiento virtual en la dirección de laminación en una distancia constante T. Las líneas centrales 50' tienen una pendiente que está definida como el cociente de los cambios Δy y Δx de la posición de la línea central en la dirección transversal (dirección y) y paralela (dirección x) a la dirección de laminación, respectivamente. Debido a la simetría de traslación en la dirección de laminación, las pendientes de cada línea central en su intersección con una línea 56 que es

paralela a la dirección de laminación son idénticas. Además, ésta pendiente es proporcional a la pendiente de la rosca o paso de rosca en la sección 58 del tornillo terminado 42 (véase también la figura 3A) que corresponde a la línea 56, esto es la sección del tornillo que está formada por una sección de la matriz de laminación 40 que se extiende a lo largo de la línea 56.

5 Las figuras 3B y 3C muestran que las distancias entre hendiduras adyacentes 50 en la dirección y, esto es en una dirección transversal a la dirección de laminación, cambian en ambos extremos primero y segundo 46, 48 de la matriz de laminación 40. Este cambio en la separación refleja el paso de rosca variable, porque la separación indica una pendiente "local" del tornillo, en otras palabras el paso local de la rosca del tornillo. Se debe observar que la
10 pendiente local de la rosca $P = dy/d\phi$ es proporcional a la pendiente $\Delta y/\Delta x$ representada en la figura 2D, puesto que durante la laminación de la pieza en bruto una cierta distancia Δx corresponde a un cierto ángulo de laminación $\Delta\phi$.

15 Sin embargo, se debe observar que la pendiente media de las hendiduras 50 en unas zonas opuestas, vistas en el sentido de laminación, en los extremos primero y segundo 46, 48 de la matriz de laminación 40 es idéntica en la presente forma de realización. Para ilustración, la figura 3B muestra una primera zona 60 del primer extremo y la figura 3C muestra una primera zona 62 del segundo extremo de la matriz de laminación 40. Cada una de estas zonas comprende seis hendiduras 50, lo cual significa que la pendiente media de las hendiduras 50 en las zonas opuestas 60, 62 es idéntica.

20 La figura 3B adicionalmente muestra una segunda zona 64 del primer extremo de la matriz de laminación 40, con el ancho de dicha zona 64 correspondiendo al ancho de la primera zona 60, en la cual, sin embargo, la pendiente media de las hendiduras es mayor, puesto que únicamente cuatro hendiduras se ajustan dentro de esta zona 64. La segunda zona 64 del primer extremo se opone a la segunda zona 66 del segundo extremo, en la cual la pendiente media es mayor que en la primera sección 62 del primer extremo, pero igual a la pendiente media en la sección
25 opuesta 64 del primer extremo.

30 El hecho de que las pendientes medias en secciones opuestas, vistas en el sentido de laminación, 60/62 o 64/66 en los extremos primero y segundo 46, 48 de la matriz de laminación 40 sean idénticas resulta en que prácticamente no existe transporte de volumen de material en la dirección axial de la pieza en bruto (o en la dirección y de la matriz de laminación 40).

35 Existe una diferencia adicional entre la matriz de laminación 40 de las figuras 3A hasta 3D y la matriz de laminación 10 de las figuras 1A a 1C a partir de la técnica anterior, porque las hendiduras de este tipo 50, cuyas líneas centrales en la zona del primer extremo 46 de la matriz de laminación 40 tienen pendientes mayores, son más profundas en la zona del primer extremo 46 que aquellas cuya línea central en la zona del primer extremo 46 tiene una pendiente menor, como se representa claramente en la figura 3B. A diferencia de esto, en la matriz de laminación 10 de la figura 1B las profundidades de todas las hendiduras 18 en el primer extremo 12 de la matriz de laminación 10 son idénticas. Mediante el acoplamiento de la profundidad de fresado de las hendiduras 50 en la zona del primer extremo 46 de la matriz de laminación 40 a la pendiente, esto es a la distancia entre hendiduras adyacentes 50, se
40 puede asegurar que los picos están formados entre dos hendiduras adyacentes 50, las cuales están todas por lo menos aproximadamente al mismo nivel y por lo tanto establecen contacto con la pieza en bruto 16 al mismo tiempo. Como se representa en la figura 3B, en la primera forma de realización las hendiduras 50 en la zona del primer extremo 46 de la matriz de laminación 40 son en forma de V en sección transversal y su profundidad es proporcional a la pendiente de la líneas centrales 50' en la zona del primer extremo 46 de la matriz de laminación 40, o, en otras
45 palabras, a la distancia entre hendiduras adyacentes 50.

50 Puesto que la pieza en bruto 16 que se utiliza es de forma cilíndrica y por lo tanto comprende un volumen constante por unidad de longitud, el tornillo 42 que ha sido fabricado con la matriz de laminación 40 también tiene un volumen constante por unidad de longitud, puesto que la geometría del perfil de laminación de la figura 3A ha sido seleccionado al principio de tal manera que se evite un transporte de volumen en la dirección axial durante la laminación de la pieza en bruto 16. Sin embargo, en una zona con un paso de rosca menor, zona en la cual los arrollamientos están separados más próximos juntos, el tornillo terminado 42 requiere más material. Si el paso de rosca a lo largo del tornillo varía en gran medida, puede ocurrir que durante la laminación la rosca pueda no estar completamente "rellenado" en algunas ubicaciones, puesto que está presente insuficiente material, esto es el
55 diámetro de la rosca se reduce en esta zona.

Más adelante en la presente memoria, la falta de material en la zona de un paso de rosca menor es referida como un "defecto de volumen". Esta memoria de patente propone tres enfoques para compensar el defecto de volumen.

60 Una primera solución proporciona la utilización de una pieza en bruto con una sección transversal variable, en lugar de una pieza en bruto cilíndrica. En zonas en las cuales se va a formar un tramo de rosca con un paso de rosca pequeño, la pieza en bruto propuesta comprende un diámetro algo mayor que en las zonas en las cuales se va a formar una sección con un paso de rosca comparativamente grande. Sin embargo, esta solución es menos ventajosa porque requiere una fabricación cara de la pieza en bruto.

65 Una segunda solución proporciona la variación del área de la sección transversal de un diente de rosca variando el

ángulo del flanco o la profundidad de rosca de la rosca 44 de tal manera que en una zona con un paso de rosca menor la rosca terminada tras la laminación comprenda un área de la sección transversal menor del diente de rosca y de este modo se compensa el defecto de volumen. La rosca por lo tanto puede tener un ángulo del flanco más agudo de modo que la rosca, cuando se mira en la sección longitudinal del tornillo, sea más estrecha y comprenda un flanco más agudo, utilizando de ese modo menos material. En la matriz de laminación 40 esto se puede implantar fácilmente porque los anchos de las hendiduras 50 en el segundo extremo 48 de la matriz de laminación 40 están formados de modo que sean más estrechos o menos profundos en zonas con un paso de rosca menor.

La solución tercera y preferida proporciona que el perfil de laminación sea diseñado de tal modo que se genere un cierto transporte de volumen objetivo desde zonas con un paso de rosca mayor a zonas con un paso de rosca menor, transporte de volumen el cual compensa justo el defecto de volumen. Esta tercera variante se describe en la segunda forma de realización, la cual se describe más adelante en este documento con referencia a las figuras 4A a 4C.

La figura 4A muestra una vista desde arriba de una matriz de laminación 68 según una segunda forma de realización de la presente invención, matriz de laminación 68 la cual comprende un primer extremo 70 y un segundo extremo 72. De una manera similar a aquella representada en la figura 3A, la matriz de laminación 68 tiene un perfil de laminación que comprende una multitud de hendiduras alargadas, curvadas, no paralelas 74. El trazado de las hendiduras 74 se basa en el representado en la figura 3A, trazado el cual, sin embargo, ha sido modificado además de cara a un transporte de volumen especial pretendido.

Las figuras 4B y 4C a su vez muestran la vista desde arriba de las superficies extremas 76 o 78 de los extremos primero y segundo 70, 72 de la matriz de laminación 68, respectivamente. Como se muestra mediante una comparación de la figura 3C con la figura 4C, en la segunda forma de realización el perfil de laminación en el segundo extremo 72 de la matriz de laminación 68 es idéntica a aquella en el segundo extremo 48 de la matriz de laminación 40 de las figuras 3A a 3D. Esto es debido al hecho de que el proceso de laminación se completa en el segundo extremo y porque en este proceso, aparte de la corrección del defecto de volumen, con ambas formas de realización se va a fabricar el mismo tipo de tornillo. La diferencia entre la primera forma de realización y la segunda forma de realización consiste en la forma del perfil de laminación en el primer extremo de la matriz de laminación 68, como se muestra mediante una comparación de la figura 4B con la figura 3B.

Según la segunda forma de realización de las figuras 4B y 4C las pendientes de la rosca en secciones opuestas, vistas en el sentido de laminación, de los extremos primero y segundo 70, 72 de la matriz de laminación 68 no son idénticas. La figura 4B muestra una primera zona 80 del primer extremo 70 de la matriz de laminación 68, zona 80 la cual comprende cinco hendiduras 74. Esta zona está enfrentada, vista en el sentido de laminación, al segundo extremo 72 de la matriz de laminación 68 mediante una zona 82 que comprende seis hendiduras 74. En otras palabras la pendiente media P_{11} en la primera zona 80 del primer extremo 70 es mayor que la pendiente media P_{21} en la primera zona 82 del segundo extremo 72. Como resultado de esto, durante la laminación de la pieza en bruto 16 tiene lugar un transporte axial de material hacia la sección de la rosca que corresponde a la zona 82. Puesto que la sección de la rosca que corresponde a la zona 82 es un tramo con un paso de rosca pequeño, de esta manera puede ser compensado el defecto de volumen descrito antes en este documento en esta zona.

El efecto opuesto ocurre en una segunda zona 86 en el segundo extremo 72 de la matriz de laminación 68, zona 86, la cual está enfrentada a una segunda zona 84 en el primer extremo 70 de la matriz de laminación 68, vista en el sentido de laminación. Como muestran las figuras 4B y 4C, la pendiente media P_{22} de la segunda zona 86 en el segundo extremo de la matriz de laminación 68 es mayor que la pendiente media P_{12} en la zona opuesta 84, vista en el sentido de laminación, lo cual significa que tiene lugar el transporte de material fuera de la sección de la rosca que corresponde a la zona 86. Esto es oportuno puesto que la zona correspondiente de la rosca es una zona con un paso de rosca alto en donde por lo tanto se necesita menos material por unidad de longitud para la formación de la rosca.

Se debe observar que por medio de una variación en el paso de rosca en secciones opuestas, vistas en el sentido de laminación, en los extremos primero y segundo de la matriz de laminación, se puede conseguir tanto un alargamiento como una contracción de la rosca y una redistribución del material en la dirección axial. Sin embargo, para corregir el defecto de volumen descrito antes en la presente memoria, un alargamiento o una contracción global no es suficiente, en cambio material a partir de una zona con un paso de rosca mayor debe ser transferido a una zona con un paso de rosca menor. Un criterio para una redistribución de este tipo se proporciona mediante la siguiente desigualdad:

$$P_{21}/P_{11} < P_{22}/P_{12}$$

indicando P_{21} la pendiente media de las hendiduras en una primera zona en el segundo extremo de la matriz de laminación, P_{22} indica la pendiente media de las hendiduras en una segunda zona en el segundo extremo de la matriz de laminación y P_{11} y P_{12} indican las pendientes medias en las zonas en el primer extremo de la matriz de laminación las cuales están enfrentadas, vistas en el sentido de laminación, a dichas zonas primera y segunda, respectivamente, y en donde, adicionalmente, se aplica $P_{21} < P_{22}$. La desigualdad anterior por lo tanto define una

redistribución local de material en la dirección axial la cual va más allá de un alargamiento o una contracción global.

5 La matriz de laminación de las figuras 4A a 4C puede estar construida, por ejemplo, como sigue: la matriz de laminación sin transporte de volumen, como se representa en la figura 3A, puede ser el punto de partida. La geometría de las hendiduras de la matriz de laminación sin transporte de volumen se puede construir entonces, empezando a partir de una forma deseada del tornillo terminado y utilizando el criterio mencionado en relación con las figuras 3A a 3E. Como se ha explicado antes en la presente memoria, las pendientes medias en secciones opuestas, vistas en el sentido de laminación, en los extremos primero y segundo de la matriz de laminación son al principio idénticas. En una segunda fase las dimensiones del paso en el primer extremo se pueden variar entonces de tal manera que resulte el transporte de volumen deseado. A este efecto, preferentemente, se añade un valor de corrección $dp(i)$ a la pendiente en la hendidura i -enésima en el primer extremo, valor de corrección el cual se calcula como sigue:

$$dp(i) = \frac{\Delta V(i)}{d_{G0}^2 \pi / 4},$$

15 Indicando ΔV el defecto de volumen del arrollamiento i -enésimo y d_{G0} indica un "diámetro sustituto cilíndrico" de la rosca terminada, esto es el diámetro de un cilindro sustituto que tenga la misma longitud y el mismo volumen que la rosca terminada. En esta disposición $dp(i)$ indica el cambio en el paso $\Delta\phi$ el cual es proporcional al cambio ΔX en las hendiduras en la dirección de laminación.

20 De esta manera se pueden calcular las correcciones de la pendiente en el primer extremo con respecto a cada arrollamiento. La corrección resulta en un desplazamiento de las hendiduras en el primer extremo de la matriz de laminación, como es evidente mediante una comparación de la figura 4B con la figura 4C. Las hendiduras individuales se pueden modificar entonces mediante funciones uniformes de tal manera que resulten en la variación deseada en el primer extremo de la matriz de laminación y la forma de la rosca deseada en el segundo extremo de la matriz de laminación.

Se debe observar que en las matrices de laminación 24, 40 y 68 de la figura 2, la figura 3 o la figura 4, las pendientes de las líneas centrales de las hendiduras cambian continuamente. En otras palabras esto significa que las hendiduras no se alabean en ningún punto, lo cual correspondería a un cambio repentino en el paso de rosca. Cambios repentinos de este tipo podrían resultar, por ejemplo, si el tornillo terminado tuviera que comprender una serie de tramos de rosca con diferentes pasos de rosca que fueran, sin embargo, constantes dentro de la sección. Una matriz de laminación correspondiente posiblemente podría ser más fácil de construir pero más complicada de fabricación que las matrices de laminación reveladas en este documento. Las matrices de laminación representadas en este documento que tienen hendiduras uniformes sin ningún alabeo se pueden fabricar con la utilización de procedimientos de fresado. Esto no es posible sin más para las matrices de laminación con hendiduras alabeadas. Mientras sería posible componer la matriz de laminación en las posiciones alabeadas a partir de varios componentes fabricados separadamente, el inventor, sin embargo, ha reconocido que una matriz de laminación compuesta de este tipo tiene una tendencia a ser propensa a un desgaste excesivo. Como una alternativa sería posible fabricar una matriz de laminación con hendiduras alabeadas en un procedimiento de erosión, el cual, sin embargo, es significativamente más caro que un procedimiento de fresado. Por esta razón, la matriz de laminación con un trazado uniforme libre de alabeo de las hendiduras ha sido representada por ser particularmente ventajosa.

Lista de números de referencia

- 45 10 matriz de laminación
- 12 primer extremo de la matriz de laminación 10
- 14 segundo extremo de la matriz de laminación 10
- 50 16 pieza en bruto
- 18 hendidura
- 55 19 tornillo
- 20 cara extrema en el primer extremo de la matriz de laminación 10
- 22 cara extrema en el segundo extremo de la matriz de laminación 10
- 60 24 matriz de laminación
- 25a primera zona de la longitud

	25b	segunda zona de la longitud
	26	tornillos
5	28	rosca
	30	primer extremo de la matriz de laminación 24
	32	segundo extremo de la matriz de laminación 24
10	34	hendidura
	36	cara extrema en el primer extremo de la matriz de laminación 24
15	38	cara extrema en el segundo extremo de la matriz de laminación 24
	40	matriz de laminación
	42	tornillo
20	44	rosca del tornillo 42
	46	primer extremo de la matriz de laminación 40
25	48	segundo extremo de la matriz de laminación 40
	50	hendidura
	52	cara extrema en el primer extremo de la matriz de laminación 40
30	54	cara extrema en el segundo extremo de la matriz de laminación 40
	56	línea paralela a la dirección de laminación
35	58	tramo de rosca 42
	60	primera zona en el primer extremo de la matriz de laminación
	62	primera zona en el segundo extremo de la matriz de laminación 40
40	64	segunda zona en el primer extremo de la matriz de laminación 40
	66	segunda zona en el segundo extremo de la matriz de laminación 40
45	68	matriz de laminación
	70	primer extremo de la matriz de laminación 68
	72	segundo extremo de la matriz de laminación 68
50	74	hendidura
	76	cara extrema en el primer extremo de la matriz de laminación 68
55	78	cara extrema en el segundo extremo de la matriz de laminación 68
	80	primera zona en el primer extremo de la matriz de laminación 68
	82	primera zona en el segundo extremo de la matriz de laminación 68
60	84	segunda zona en el primer extremo de la matriz de laminación 68
	86	segunda zona en el segundo extremo de la matriz de laminación 68
65		

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un tornillo (26, 42), en el cual una pieza en bruto (16) es laminada entre dos matrices de laminación (24, 68) en el que

- en cada matriz de laminación (24, 68) está formado un perfil de laminación, que comprende una gran cantidad de hendiduras alargadas (34, 74) y
- la matriz de laminación (24, 68) presenta un primer y segundo extremos (30, 32; 70, 72), separados entre sí en el sentido de laminación, siendo desplazada la pieza en bruto (16) durante la laminación con respecto a la matriz (24, 68) desde el primer extremo hacia el segundo extremo,

caracterizado porque

la pendiente media de las líneas centrales de las hendiduras (34, 74) en una zona del primer extremo (30, 70) de la matriz de laminación (24, 68) difiere de la pendiente media en una zona del segundo extremo (32, 72) de la matriz de laminación (24, 68), la cual, vista en el sentido de laminación, está enfrentada a la zona del primer extremo, en el que la pendiente de una línea central está definida como el cociente de las variaciones de las posiciones de la línea central en las direcciones transversal y paralela al sentido de laminación, respectivamente.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichas pendientes medias en dichas zonas en el primer extremo y segundo extremos difieren unas de otras en por lo menos el 2,5%, preferentemente por lo menos el 10% y de manera particularmente preferida por lo menos el 25% y/o

en el que dicha pendiente media en la zona del segundo extremo (32) es mayor que en la zona del primer extremo (30) y/o

en el que el perfil de laminación está conformado, de tal modo que el volumen medio por unidad de longitud de la rosca del tornillo terminada tras la laminación es menor en por lo menos el 5%, preferentemente por lo menos el 17% y de manera particularmente preferida por lo menos el 27% que el de la pieza en bruto (16).

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil de laminación está formado de tal modo que a partir de una pieza en bruto cilíndrica (16) se lamina un tramo de rosca, en el cual varía el volumen por unidad de longitud,

en el que preferentemente la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo del volumen por unidad de longitud del tramo de rosca es por lo menos el 2%, preferentemente por lo menos el 4% y de manera particularmente preferida por lo menos del 6% del valor máximo del volumen por unidad de longitud.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el tornillo tiene una rosca continua con un paso de rosca variable y la pendiente media (P_{21}) de las hendiduras (74) en una primera zona (80) en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68) es menor que la pendiente media (P_{22}) de las hendiduras (72) en una segunda zona (86) en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), y en el que se aplica lo siguiente:

$$P_{21}/P_{11} < P_{22}/P_{12},$$

indicando P_{11} y P_{12} la pendiente media en las zonas (80, 84) en el primer extremo (72) de la matriz de laminación (68), las cuales vistas en el sentido de laminación están enfrentadas a dicha primera y segunda zonas (82, 86) del segundo extremo (72), respectivamente.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que las hendiduras (74) en la zona del segundo extremo (72) están formadas, de tal manera que la rosca terminada tras la laminación en una zona de un paso de rosca más reducido tiene un área de la sección transversal menor y/o un ángulo del flanco más agudo de un diente de rosca, que en una zona de un paso de rosca mayor,

en el que preferentemente las hendiduras (74) en una primera zona en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), en la que en el paso medio de rosca es menor que en una segunda zona en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), son más estrechas que en la segunda zona, y/o

en el que las hendiduras de este tipo (74), cuya línea central en la zona del primer extremo (70) tiene una pendiente mayor, en la zona del primer extremo (70) son más profundas que aquellas, cuya línea central en la zona del primer extremo (70) tiene una pendiente menor, en el que preferentemente

la hendidura en la zona del primer extremo (70) de la matriz de laminación (24, 52) tiene forma de V en sección transversal y la profundidad es, por lo menos hasta un $\pm 10\%$, proporcional a la pendiente de la línea central.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, adicionalmente, se forma una cabeza del tornillo prensando una sección no laminada de la pieza en bruto (16).

7. Procedimiento para la fabricación de un tornillo, en el que el tornillo presenta dos roscas que están separadas entre sí y por lo menos una de las roscas está laminada en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual, el tornillo, en particular, es un tornillo de doble rosca, que presenta una rosca métrica y una rosca de madera o rosca de taco en ambos extremos.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las pendientes de las líneas centrales de las hendiduras (34, 74) varían continuamente.

9. Matriz de laminación (24, 68) para la fabricación de un tornillo (26, 42), en la que está formado un perfil de laminación, que comprende una gran cantidad de hendiduras alargadas (34, 74), presentando la matriz de laminación (24, 68) un primer y segundo extremos (30, 32; 70, 72) separados entre sí en el sentido de laminación, siendo desplazada la pieza en bruto (16) durante la laminación con respecto a la matriz (24, 68) desde el primer extremo hacia el segundo extremo,

caracterizada porque

la pendiente media de las líneas centrales de las hendiduras (34, 74) en una zona del primer extremo (30, 70) de la matriz de laminación (24, 68) difiere de la pendiente media en una zona del segundo extremo (32, 72) de la matriz de laminación (24, 68), la cual, vista en el sentido de laminación, está enfrentada a la zona del primer extremo,

en la que la pendiente de una línea central está definida como el cociente de las variaciones de las posiciones de la línea central en las direcciones transversal y paralela a la dirección de laminación, respectivamente.

10. Matriz de laminación (24, 68) según la reivindicación 9, en la que dicha pendiente media en dichas zonas en el primer extremo y segundo extremos difieren entre sí en por lo menos el 2,5%, preferentemente por lo menos el 15% y de manera particularmente preferida por lo menos el 25% y/o

en la que dicha pendiente media en la zona del segundo extremo (32) es mayor que en la zona del primer extremo (30) y/o

en la que el perfil de laminación está conformado, de modo que el volumen medio por unidad de longitud de la rosca del tornillo terminada tras la laminación es menor en por lo menos el 5%, preferentemente por lo menos el 17% y de manera particularmente preferida por lo menos el 27% que el de la pieza en bruto (16).

11. Matriz de laminación (68) según una de las reivindicaciones 9 o 10, en la que el perfil de laminación está formado de modo que a partir de una pieza en bruto cilíndrica (16) se lamina un tramo de rosca, en el cual varía el volumen por unidad de longitud,

siendo la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo del volumen por unidad de longitud de tramo de rosca por lo menos el 2%, de manera particularmente preferida por lo menos el 4% y de manera particularmente preferida por lo menos el 6% del valor máximo del volumen por unidad de longitud.

12. Matriz de laminación (68) según la reivindicación 11 para la fabricación de un tornillo que presenta una rosca continua con un paso de rosca variable, en la que la pendiente media (P_{21}) de las hendiduras (74) en una primera zona (80) en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68) es menor que la pendiente media (P_{22}) de las hendiduras (72) en una segunda zona (86) en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), y en la que se aplica lo siguiente:

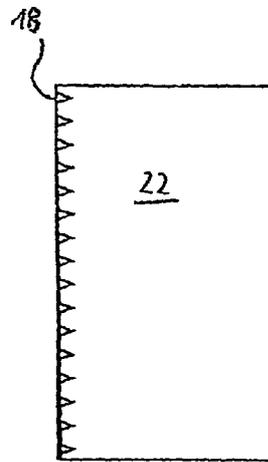
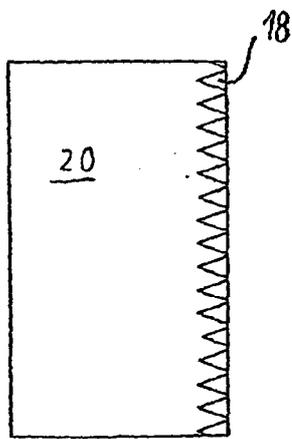
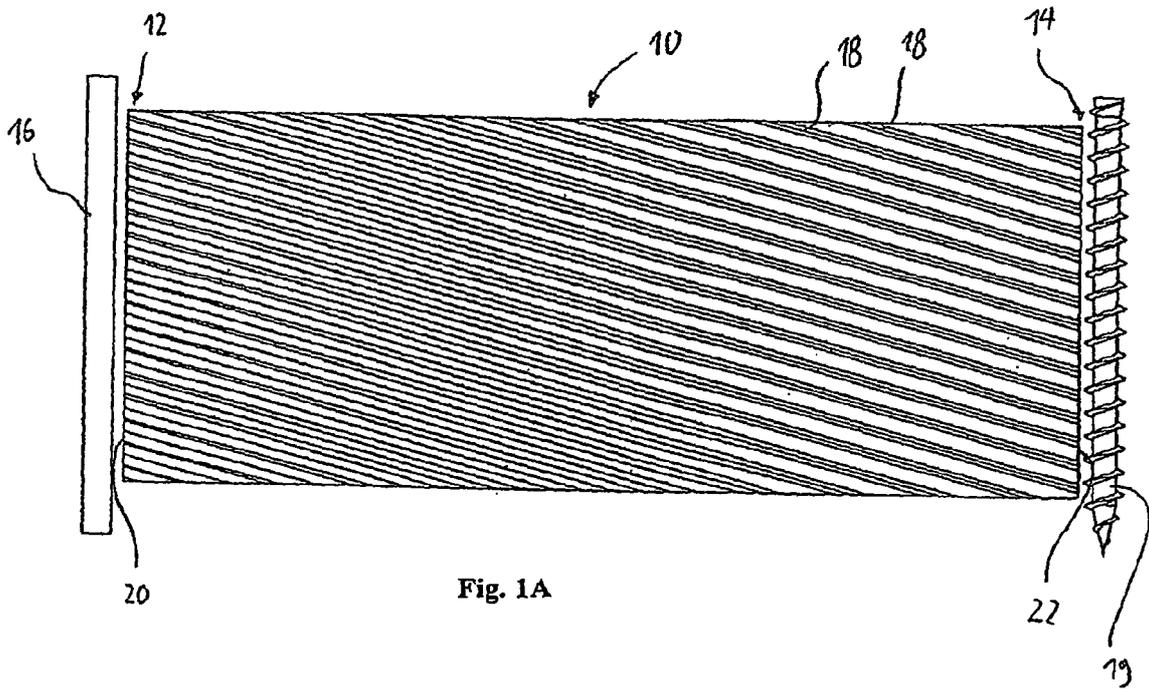
$$P_{21}/P_{11} < P_{22}/P_{12},$$

indicando P_{11} y P_{12} la pendiente media en las zonas (80, 84) en el primer extremo (72) de la matriz de laminación (68), las cuales, vistas en el sentido de laminación, están enfrentadas a dicha primera y segunda zonas (82, 86) del segundo extremo (72), respectivamente.

13. Matriz de laminación (68) según la reivindicación 12, en la que las hendiduras (74) en la zona del segundo extremo (72) están formadas, de tal manera que la rosca terminada tras la laminación en una zona de paso de rosca más reducido tiene un área de la sección transversal menor y/o un ángulo del flanco más agudo de un diente de rosca, que en una zona de paso de rosca mayor, en la que preferentemente

las hendiduras (74) en una primera zona en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), en la que en el paso medio de rosca es menor que en una segunda zona en el segundo extremo (72) de la matriz de laminación (68), son preferentemente más estrechas que en la segunda zona.

- 5 14. Matriz de laminación (68) según la reivindicación 12 ó 13, en la que las hendiduras (74) de este tipo, cuya línea central en la zona del primer extremo (70) tiene una pendiente mayor, son más profundas en la zona del primer extremo (70) que aquellas, cuya línea central en la zona del primer extremo (70) tiene una pendiente menor, presentando las hendiduras en la zona del primer extremo (70) de la matriz de laminación (68) preferentemente forma de V en sección transversal, y siendo la profundidad de las hendiduras, por lo menos hasta el $\pm 10\%$, proporcional a la pendiente de la línea central.
15. Matriz de laminación (24, 68) según una de las reivindicaciones 9 a 14, en la que las pendientes de las líneas centrales de las hendiduras (34, 74) varían continuamente.



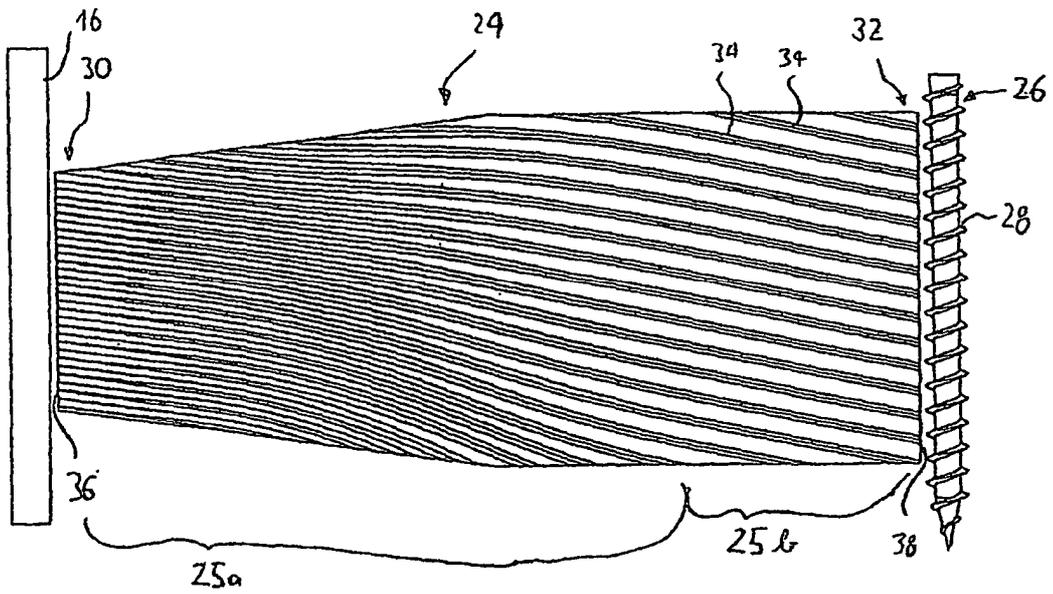


Fig. 2A

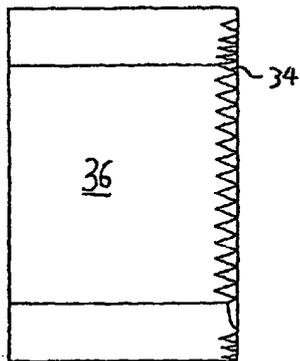


Fig. 2B

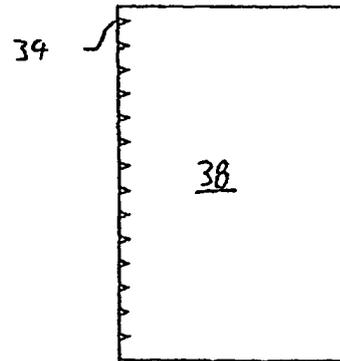


Fig. 2C

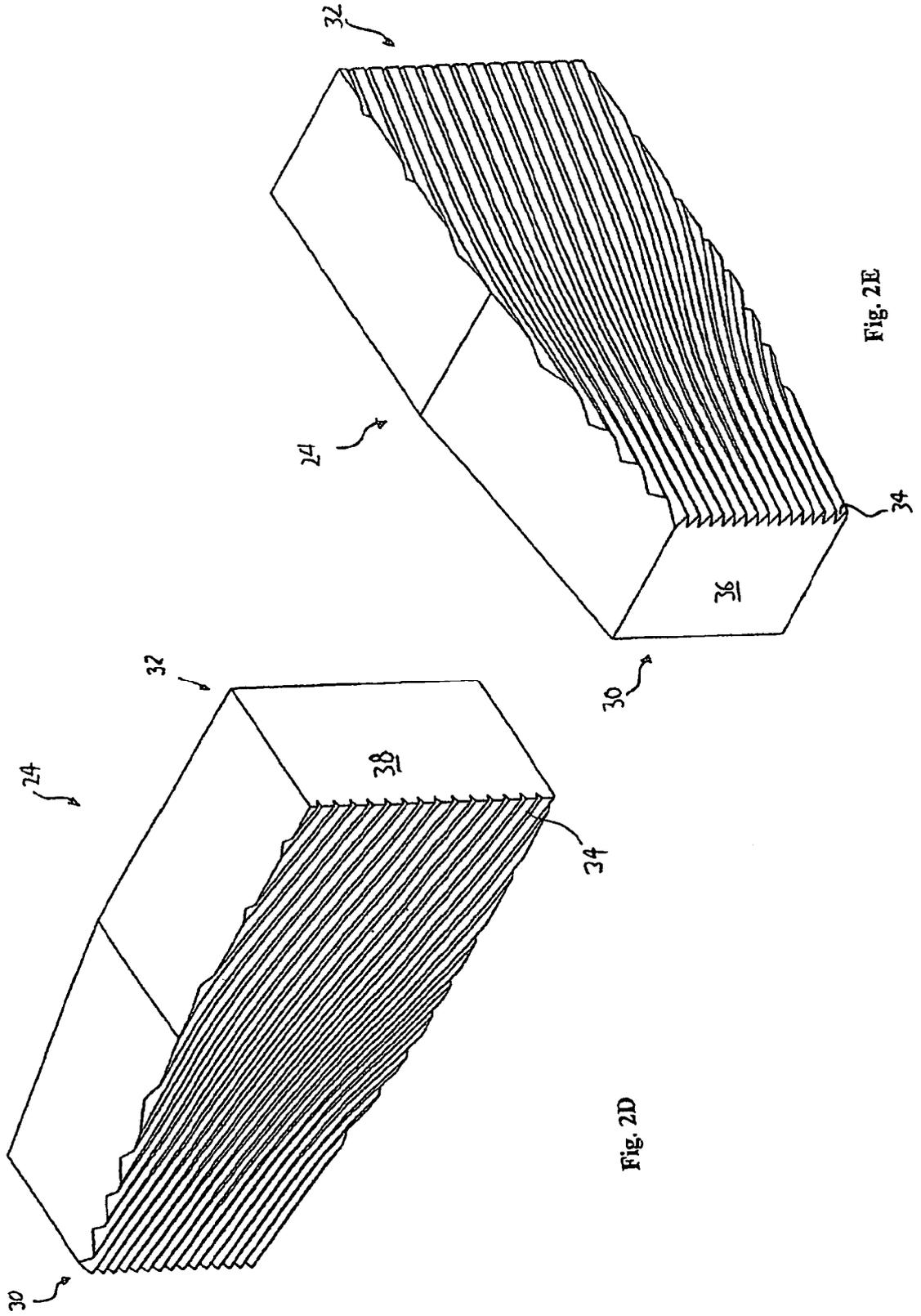


Fig. 2D

Fig. 2E

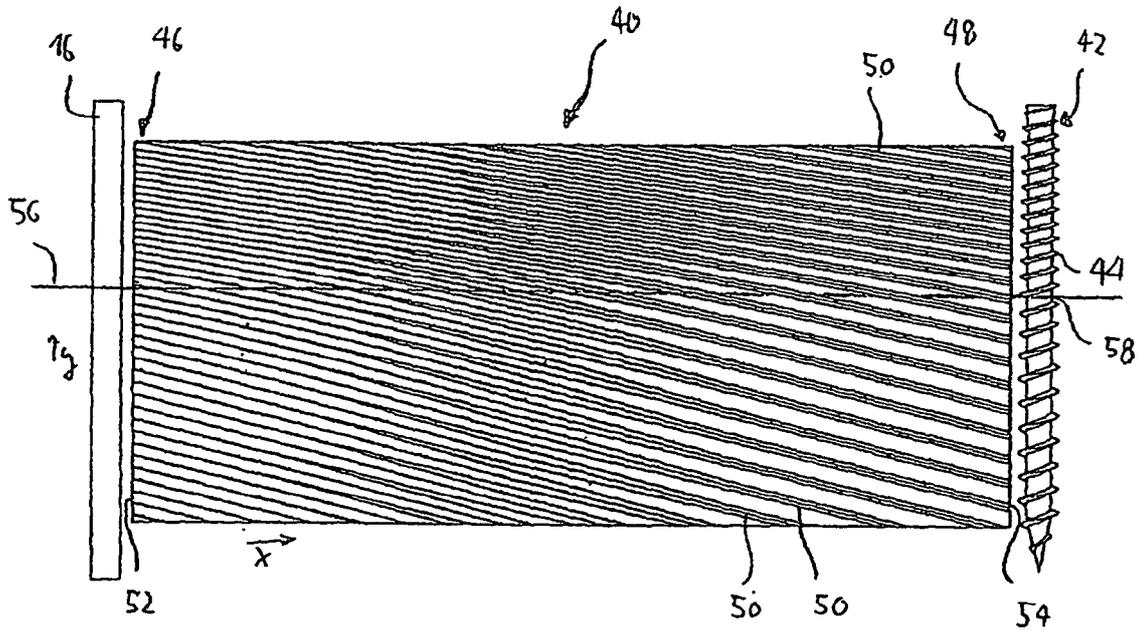


Fig. 3A

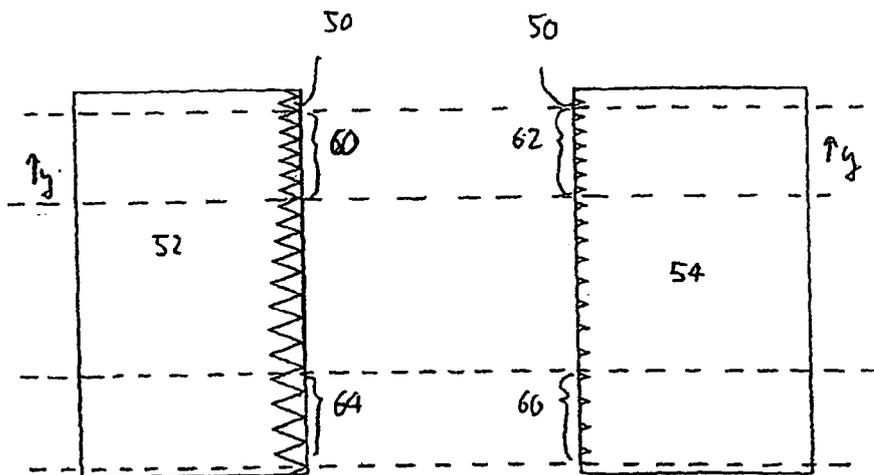


Fig. 3B

Fig. 3C

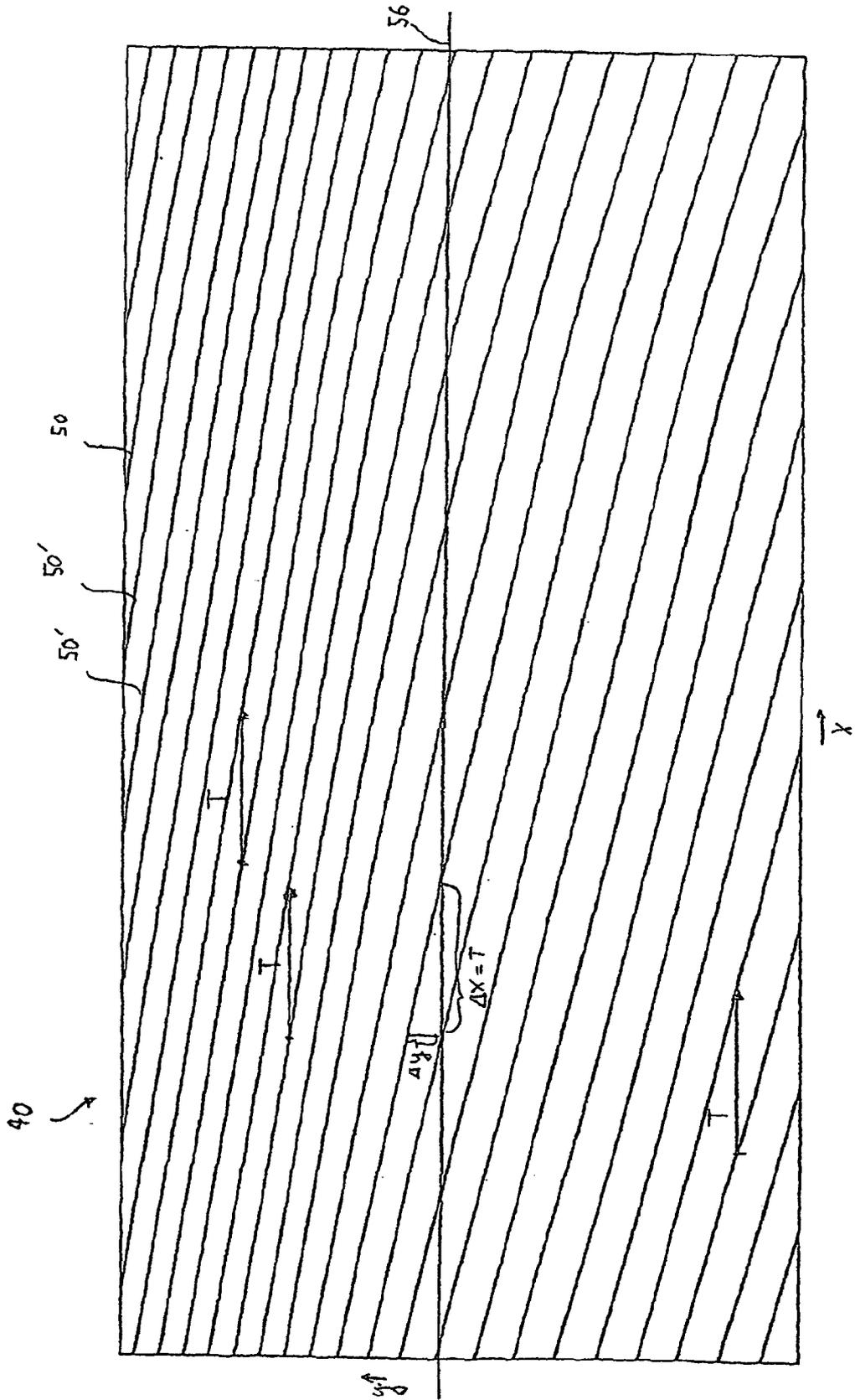


Fig. 3D

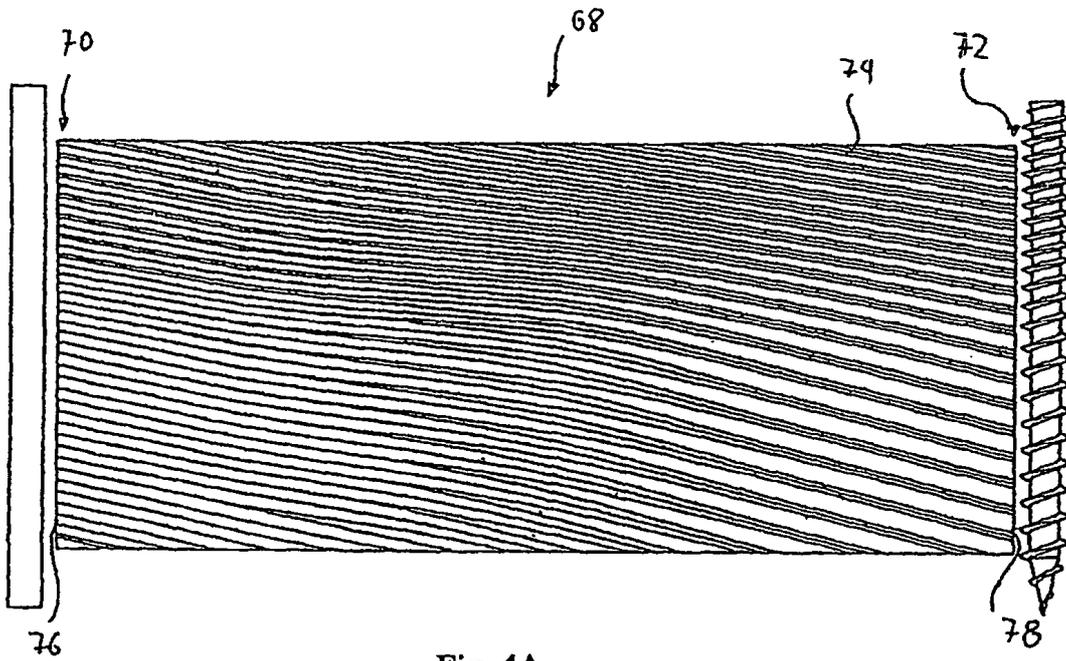


Fig. 4A

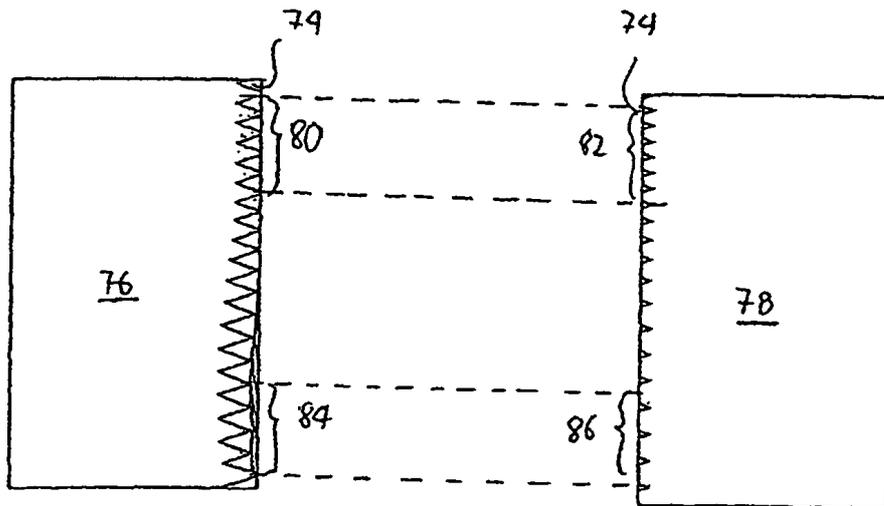


Fig. 4B

Fig. 4C