

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 529**

51 Int. Cl.:

B29C 70/54 (2006.01)
B26D 1/22 (2006.01)
B26D 3/10 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)
B29L 31/00 (2006.01)
B26D 1/00 (2006.01)
B26D 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2011 PCT/GB2011/050035**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2011 WO11092486**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2011 E 11705965 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2528726**

54 Título: **Mejoras relacionadas con técnicas de fabricación de materiales compuestos**

30 Prioridad:

30.07.2010 GB 201012869
15.03.2010 US 313912 P
15.03.2010 US 313909 P
28.01.2010 US 298927 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2018

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HOLLOWAY, GARY;
HEDGES, ANDREW y
HANCOCK, MARK

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 655 529 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

Mejoras relacionadas con técnicas de fabricación de materiales compuestos

5 Se conoce que las máquinas de colocación de fibras automáticas hacen que la fabricación de productos de material compuesto sea más eficaz. Implican mover un cabezal de colocación por un molde y depositar fibras en el molde, véanse, por ejemplo, los documentos US6692681B1, US2007044896A1 o WO2005105641A2, fibras que pueden proporcionarse en estopas, capas, cintas o cualquier otro tipo de longitudes de conjuntos de fibras, denominados en este caso comúnmente bandas. Las concentraciones de tensiones en puntos de descenso de estopa/capa/cinta de fibra de carbono y fibra de vidrio pueden conducir a la deslaminación. Esto reduce de manera significativa la resistencia de una estructura laminada y puede conducir a un fallo catastrófico. Los medios tradicionales para minimizar estas tensiones de punto de descenso incluyen minimizar el grosor de estopa o capa para reducir tanto el cambio de sección brusco como el área de cavidades ricas en resina. Sin embargo, la reducción de grosores de estopas o capas también reduce la tasa de deposición del material, lo que conduce a altos gastos de componentes.

10 El documento US5820804A da a conocer un método y un aparato para reducir la sección de un borde de una lámina de refuerzo fibrosa, según el preámbulo de reivindicaciones 1 y 8.

15 Según la presente invención, se proporciona un método de reducción de sección de un borde de una lámina o banda de refuerzo fibrosa para una estructura de material compuesto, comprendiendo el método compactar una región de borde de la lámina o banda para definir una reducción de sección en sección transversal, habiéndose conformado la región de borde antes de la compactación para definir una serie de salientes que se alternan con rebajes en una vista en planta, en el que los salientes, en una vista en planta, se extienden cuando se compactan para estrechar los rebajes entre los salientes.

20 El concepto de la invención incluye un método de fabricación de una estructura de material compuesto, que comprende: reducir la sección de un borde de una lámina o banda fibrosa según el método anterior; e incorporar la lámina o banda en una estructura de material compuesto apoyándose el borde con sección decreciente contra o junto a al menos otra lámina o banda de refuerzo fibrosa.

25 La presente invención también proporciona un aparato para reducir la sección de un borde de una lámina o banda de refuerzo fibrosa para una estructura de material compuesto, comprendiendo el aparato: un soporte para soportar la lámina o banda; y un dispositivo de compactación para compactar una región de borde de la lámina o banda para definir una reducción de sección en sección transversal, en el que el dispositivo de compactación comprende un rodillo y un yunque dispuestos para apretar la región de borde entre ellos; y un dispositivo de conformación dispuesto para conformar la región de borde de la lámina o banda, antes de la compactación, para definir una serie de rebajes que se alternan con salientes en una vista en planta.

30 El concepto de la invención también abarca una estructura de material compuesto tal como un álabe de turbina eólica producida por el método o aparato anteriores.

35 En las reivindicaciones dependientes adjuntas al presente documento se exponen características opcionales de la presente invención.

40 Tal como se describe adicionalmente a continuación, el problema descrito anteriormente se resuelve conformando puntos de descenso de estopa/capa/cinta que, junto con la compactación y consolidación sobre la parte, permite el uso de un material mucho más grueso. En determinadas realizaciones de la invención, elementos de corte conformados forman parte de la superficie de un dispositivo de rodillo. El rodillo de corte puede funcionar con un rodillo inferior emparejado. Cuando se necesita un corte, ambos rodillos aceleran para coincidir con la velocidad de la estopa/capa/cinta y moverse en conjunto para agarrar y cortar la estopa. El método de formación o compactación consiste en dos mecanismos; uno para el material estacionario, y uno para el material que está depositándose. El método de formación estacionario funciona sobre el material estacionario y plasma la condición final deseada mediante un yunque y un troquel de formación. El método de formación en movimiento funciona sobre el material que está depositándose y usa un elemento de formación de rodillo de levas desviado junto con un dispositivo de formación de rodillo de soporte. Durante el funcionamiento, ambos rodillos aceleran para coincidir con la velocidad de la estopa/capa/cinta. Para ambos métodos uno o ambos elementos de formación pueden moverse en conjunto para dar forma al material.

45 La figura 1 muestra una vista lateral de un dispositivo de corte 1 en una máquina de colocación de fibras automática. Una estopa de fibra 2 se alimenta a través del dispositivo de corte, que comprende una parte de corte 11 y una parte de soporte 12, mostradas en una vista en perspectiva en la figura 2. A pesar de que en este caso se hace referencia a una estopa de fibra, la invención puede aplicarse a cualquier tipo de bandas de fibra, ya sean estopas de fibra, cinta de fibra, capa unidireccional, capa biaxial, capa triaxial, o cualquier otra longitud de fibras para la fabricación de material compuesto. Asimismo, la invención puede aplicarse a tales bandas de fibra independientemente de si están secas o impregnadas con resina.

55 Cuando va a cortarse la estopa 2, se hace que la parte de corte 11, dotada de un borde de corte 111, y la parte de soporte 12, dotada de una superficie de soporte 121, roten en sentidos opuestos tal como se indica en la figura 2

5 con las flechas A11 y A12, y la parte de corte 11 y la parte de soporte 12 se mueven desde lados opuestos de la estopa 2, hacia la estopa 2, de modo que el borde de corte 111 y la superficie de soporte 121 se mueven debido a su rotación junto con la estopa 2. Alternativamente, una de la parte de corte 11 y la parte de soporte 12 puede hacerse rotar pero no trasladarse. Se hace que la parte de corte 11 y la parte de soporte 12 se dirijan una hacia la otra con la estopa 2 entre ellas, de modo que la estopa 2 se corta por el borde de corte 111.

10 El borde de corte se extiende en una dirección paralela al eje de rotación de la parte de corte 11, en zigzag. Por tanto, durante la operación de corte, el borde de corte 111 se extiende a lo largo de la estopa 2 y se orienta, en una primera sección 1111 de la extensión lateral de la estopa, en un primer ángulo distinto de cero con respecto a la dirección perpendicular a la dirección de alimentación de estopa, y, en una segunda sección 1112 de la extensión lateral de la estopa, en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección perpendicular a la dirección de alimentación de estopa.

La figura 3 muestra diferentes alternativas para la forma del borde de corte 111.

15 Se hace referencia a la figura 1. El dispositivo de corte 1 comprende un primer y un segundo dispositivo de compactación de extremo de estopa 3, 4. Tal como puede observarse en la vista lateral en la figura 4, el primer dispositivo de compactación de extremo de estopa 3 comprende una primera y una segunda parte de compactación de extremo de estopa 31, 32. En la figura 4 la segunda parte de compactación de extremo de estopa 32 se muestra en sección vertical y paralela a la trayectoria de estopa. La figura 5 muestra las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 31, 32 en una vista a lo largo de la trayectoria de estopa. Las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 31, 32 están dispuestas para moverse, tras cortar la estopa, una hacia la otra desde lados opuestos de la estopa 2, hacia la estopa. Alternativamente, una de las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 31, 32 puede ser estacionaria.

20 Las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 31, 32 tienen superficies de contacto de estopa 311, 321. Una primera sección de terminación de estopa, indicada en la figura 4 con una flecha doble 21, se define en este caso como una sección que se extiende desde un primer extremo de estopa 22 y una distancia determinada a lo largo de la estopa 2. Las superficies de contacto de estopa 311, 321 están orientadas de modo que, cuando están en contacto con la primera sección de terminación de estopa 21, a la estopa 2 se le proporciona una forma de cuña con un grosor creciente en el sentido que se aleja del primer extremo de estopa 22.

25 La figura 6 muestra una vista en perspectiva de la primera sección de terminación de estopa 21 tras el corte por la parte de corte 11 y la parte de soporte 12, y la figura 7 muestra una vista en perspectiva de la primera sección de terminación de estopa 21 tras el contacto con las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 31, 32.

30 Tal como puede observarse en la vista lateral en la figura 8, el segundo dispositivo de compactación de extremo de estopa 4 comprende una primera y una segunda parte de compactación de extremo de estopa 41, 42, que presentan sustancialmente una forma de disco. En la figura 8 la primera parte de compactación de extremo de estopa 41 se muestra en sección vertical y paralela a la trayectoria de estopa. Cada una de las figuras 9-11 muestra una porción de la primera parte de compactación de extremo de estopa 41 en vistas respectivas que están en sección en una dirección radial y perpendicular a la trayectoria de estopa.

35 Las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 41, 42 están dispuestas para rotar en sentidos opuestos tal como se indica en la figura 8 con las flechas A41 y A42. Además, las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 41, 42 tienen superficies de contacto de estopa 411, 421. Una segunda sección de terminación de estopa, indicada en la figura 8 con una flecha doble 23, se define en este caso como una sección que se extiende desde un segundo extremo de estopa 24 y una distancia determinada a lo largo de la estopa 2. Las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 41, 42 se disponen para moverse, al tiempo que rotan, desde lados opuestos de la estopa 2, hacia la estopa, de modo que las superficies de contacto de estopa 411, 421 se mueven debido a su rotación junto con la estopa 2. De este modo, las superficies de contacto de estopa 311, 321 entran en contacto con la segunda sección de terminación de estopa 23 de modo que a la estopa se le proporciona una forma de cuña con un grosor creciente en el sentido que se aleja del segundo extremo de estopa 24. Alternativamente, una de las partes de compactación de extremo de estopa primera y segunda 41, 42 puede hacerse rotar pero no trasladarse.

40 Los ejemplos descritos anteriormente se refieren a conformar los extremos de bandas de material fibroso en el contexto de colocación de fibras automatizada. Sin embargo, las técnicas de compactación y corte pueden adaptarse para conformar los bordes de láminas más anchas de material fibroso, por ejemplo, para usarse en técnicas de laminación manual, tal como se describe a continuación con referencia a las figuras 12 a 15.

45 La figura 12 muestra una lámina 50 de material preimpregnado de longitud indeterminada, que tiene una anchura de aproximadamente un metro y un grosor de aproximadamente 1,2 mm. La lámina preimpregnada 50 se coloca sobre un yunque alargado 52. El yunque 52 se extiende en una dirección paralela a un borde libre 54 de la lámina 50, a lo largo de toda la anchura de la lámina 50.

50 Un rodillo 56 que tiene una superficie exterior cilíndrica 58 se dispone por encima del yunque 52. El rodillo 56 está

configurado para rodar a lo largo de toda la anchura de la lámina preimpregnada 50 sobre el yunque 52, es decir, paralelo al borde libre 54 de la lámina 50, de manera que el rodillo 56 presiona la lámina preimpregnada 50 contra el yunque 52 a medida que rueda.

5 El rodillo 56 incluye un borde de corte 60 continuo que se extiende en zigzag alrededor de la superficie exterior cilíndrica 58 del rodillo 56. A medida que el rodillo 56 rueda a lo largo de la lámina preimpregnada 50, se apoya fuertemente contra la lámina 50 sobre el yunque 52 de modo que el borde de corte en zigzag 60 realiza un corte en zigzag a lo largo de la lámina 50, paralelo al borde libre 54 de la lámina 50.

10 Haciendo referencia a la figura 13, una vez que el rodillo 56 ha cortado la lámina 50 a su través, una parte de residuo 62 de la lámina 50, que incluye el borde libre 54, se retira y se desecha para revelar una nueva porción de extremo libre 64 de la lámina preimpregnada 50 sobre el yunque 52. La nueva porción de extremo libre 64 tiene un perfil en zigzag definido por el corte en zigzag. Evidentemente, se apreciará que el corte en zigzag puede realizarse en cualquier punto a lo largo de la longitud de la lámina preimpregnada 50 de modo que pueden usarse las porciones de la lámina 50 a ambos lados del rodillo de corte 56, eliminando de este modo los desperdicios.

15 Cuando se observa en planta, el perfil en zigzag de la nueva porción de extremo libre 64 de la lámina 50 comprende una serie de salientes triangulares 66 adyacentes que presentan sección decreciente hacia el extremo de la nueva porción de extremo libre 64. Cuando se observan en sección, los salientes triangulares 66 presentan un grosor sustancialmente uniforme moviéndose hacia el extremo de la nueva porción de extremo libre 64. Se definen una serie de espacios triangulares invertidos 68 entre los salientes triangulares 66.

20 Haciendo ahora referencia a la figura 14, una vez que se ha creado la nueva porción de extremo libre 64 de perfil en zigzag, se proporciona un rodillo de compactación 70 que tiene una superficie exterior cilíndrica uniforme 72 por encima del yunque 52 y se hace rodar a lo largo de la nueva porción de extremo libre en zigzag 64 de la lámina preimpregnada 50. El rodillo de compactación 70 se apoya fuertemente contra la lámina 50 sobre el yunque 52 para compactar la nueva porción de extremo libre 64 a medida que rueda para crear una porción de extremo libre compactada 73.

25 El fin de cortar el perfil en zigzag es permitir que el espacio de los salientes triangulares 66 se extienda lateralmente, es decir, en una vista en planta, cuando se compactan. Por tanto, a medida que la nueva porción de extremo libre 64 se compacta por el rodillo 70, los salientes triangulares 66 se extienden lateralmente en los espacios triangulares invertidos 68 entre los salientes 66 para crear un nuevo borde libre 74 sustancialmente recto.

30 Tal como se muestra en la figura 15, el rodillo 70 está ligeramente inclinado de modo que su eje de rotación 76 está inclinado con respecto a una superficie superior 78 de la lámina 50. Inclinar el rodillo 70 de este modo aumenta el grado de compactación de la nueva porción de extremo libre 64 hacia las puntas 80 de los salientes triangulares 66 (figura 14). Esto da como resultado una porción de extremo libre compactada 73 que presenta sección decreciente hacia el nuevo borde libre 74 de la lámina 50 cuando se observa en sección.

35 Debe apreciarse que cortar los salientes 66 que presentan sección decreciente en una vista en planta hacia el extremo de la nueva porción de extremo libre 64 es ventajoso porque da como resultado espacios 68 correspondientes entre salientes 66 que se ensanchan hacia el extremo de la nueva porción de extremo libre 64. Esto permite que el material preimpregnado tenga más espacio para expandirse lateralmente cuando se observa en planta hacia el nuevo borde libre 74, en el que la compactación es mayor. En otras realizaciones de la invención, en lugar de inclinar el rodillo de compactación 70, puede usarse un rodillo que tiene una superficie troncocónica para producir la porción de extremo libre compactada de sección decreciente 73.

40 Se apreciará que las técnicas descritas anteriormente con referencia a las figuras 12-15 también son adecuadas para cortar bandas de material fibroso.

45 La figura 16 muestra una sección transversal de una estructura laminada producida sin los métodos descritos anteriormente. Los cambios de sección bruscos en extremos de estopa o lámina conducen a concentraciones de tensiones que pueden conducir a deslaminación. La figura 17 muestra una sección transversal de una estructura laminada producida según los métodos descritos anteriormente, y puede observarse que se eliminan los cambios de sección bruscos en los extremos de la estopa o lámina, y por tanto se elimina o se reduce de manera considerable el riesgo de deslaminación.

REIVINDICACIONES

1. Método de reducción de sección de un borde de una lámina (50) o banda (2) de refuerzo fibrosa para una estructura de material compuesto, comprendiendo el método compactar una región de borde (21, 64) de la lámina (50) o banda (2) para definir una reducción de sección en sección transversal, caracterizado porque la región de borde (21, 64) se ha conformado antes de la compactación para definir una serie de salientes (66) que se alternan con rebajes (68) en una vista en planta, en el que los salientes (66), en una vista en planta, se extienden cuando se compactan para estrechar los rebajes (68) entre los salientes (66).
2. Método según la reivindicación 1, en el que la compactación se lleva a cabo mediante el apriete de la región de borde (21, 64) entre un rodillo (41, 72) y un yunque (42, 52).
3. Método según la reivindicación 1, en el que la compactación se lleva a cabo mediante el apriete de la región de borde (21, 64) entre un elemento de presión (31) y un yunque (32).
4. Método según cualquier reivindicación anterior, precedido por conformar la región de borde (21, 64) de la lámina (50) o banda (2) para definir la serie de rebajes (68) que se alternan con salientes (66) en una vista en planta.
5. Método según la reivindicación 4, en el que la conformación se lleva a cabo mediante el apriete de la región de borde (21, 64) entre un rodillo de corte (11, 56) y un yunque de corte (12, 52), teniendo el rodillo de corte (11, 56) y/o el yunque de corte (12, 52) formaciones de corte (111, 60) para conferir la forma de rebajes (68) que se alternan con salientes (66) a la región de borde (21, 64).
6. Método según la reivindicación 4, en el que la conformación se lleva a cabo mediante el apriete de la región de borde (21, 64) entre un elemento de presión de corte (11, 56) y un yunque de corte (12, 52), teniendo el elemento de presión de corte (11, 56) y/o el yunque de corte (12, 52) formaciones de corte (111, 60) para conferir la forma de rebajes (68) que se alternan con salientes (66) a la región de borde (21, 64).
7. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que cada uno de los salientes (66) presentan sección decreciente en planta hacia su extremo.
8. Método de fabricación de una estructura de material compuesto, que comprende:
reducir la sección de un borde (21, 64) de una lámina (50) o banda (2) fibrosa según cualquier reivindicación anterior; e
incorporar la lámina (50) o banda (2) en una estructura de material compuesto apoyándose el borde con sección decreciente (21, 64) contra o junto a al menos otra lámina (50) o banda (2) de refuerzo fibrosa.
9. Aparato para reducir la sección de un borde (21, 64) de una lámina (50) o banda (2) de refuerzo fibrosa para una estructura de material compuesto, comprendiendo el aparato:
un soporte (12, 42, 52) para soportar la lámina (50) o banda (2);
un dispositivo de compactación (41, 72) para compactar una región de borde (21, 64) de la lámina (50) o banda (2) para definir una reducción de sección en sección transversal, en el que el dispositivo de compactación (41, 72) comprende un rodillo (41, 72) y un yunque (42, 52) dispuestos para apretar la región de borde (21, 64) entre ellos; caracterizado porque el aparato comprende además:
un dispositivo de conformación (111, 60) dispuesto para conformar la región de borde (21, 64) de la lámina (50) o banda (2), antes de la compactación, para definir una serie de rebajes (68) que se alternan con salientes (66) en una vista en planta.
10. Estructura de material compuesto tal como un álabe de turbina eólica, producida mediante el método según la reivindicación 8 o mediante el uso del aparato según la reivindicación 9.

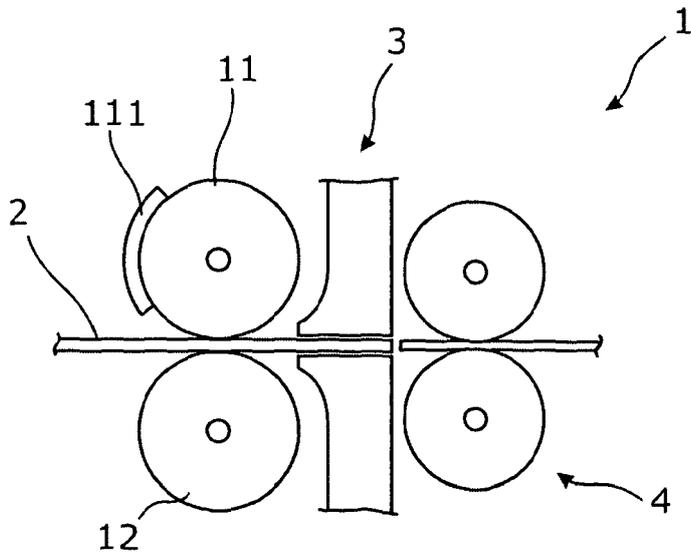


Fig. 1

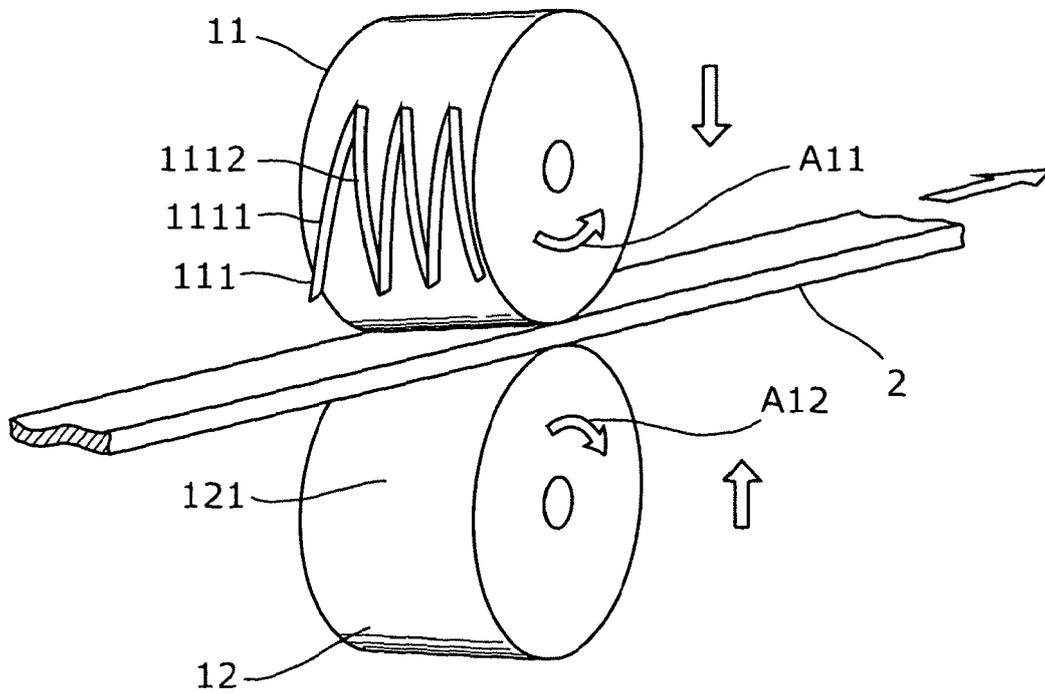


Fig. 2

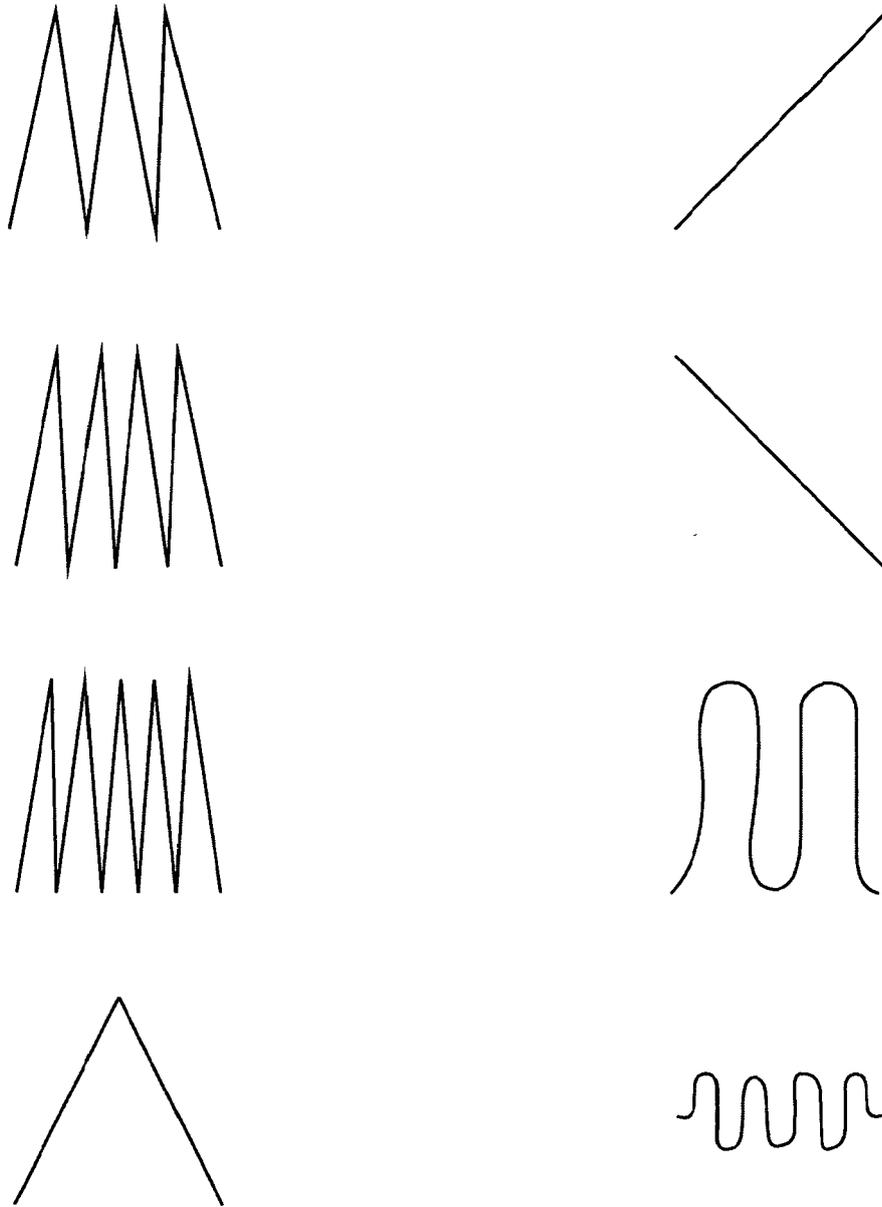


Fig. 3

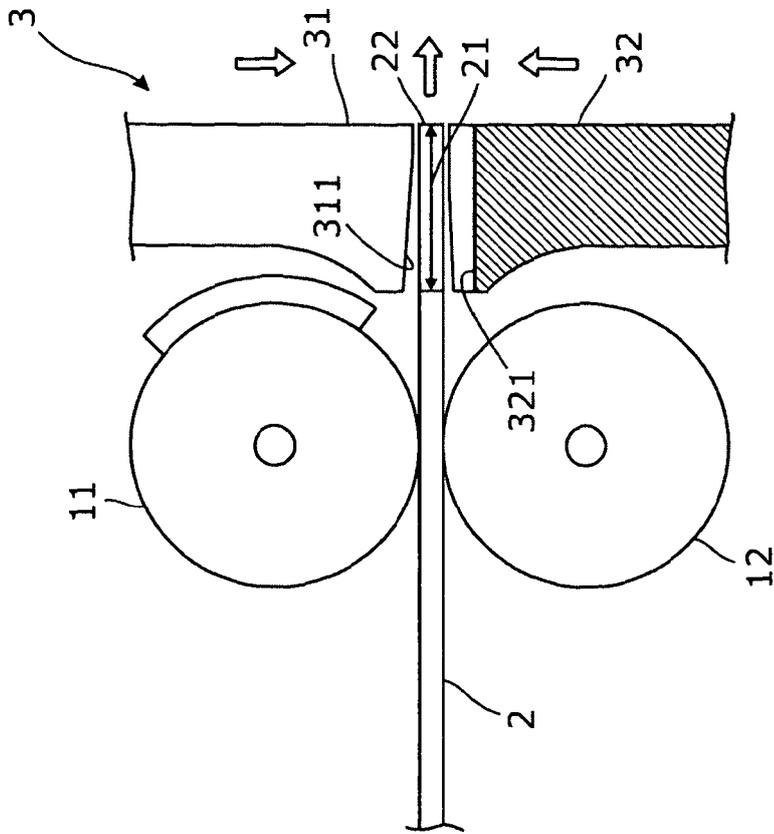
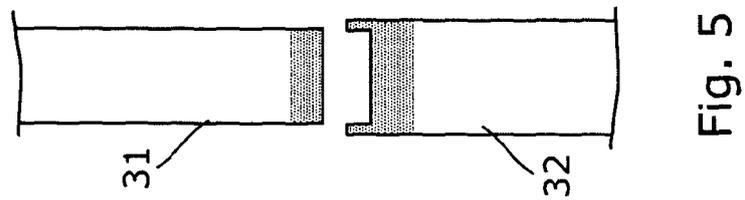
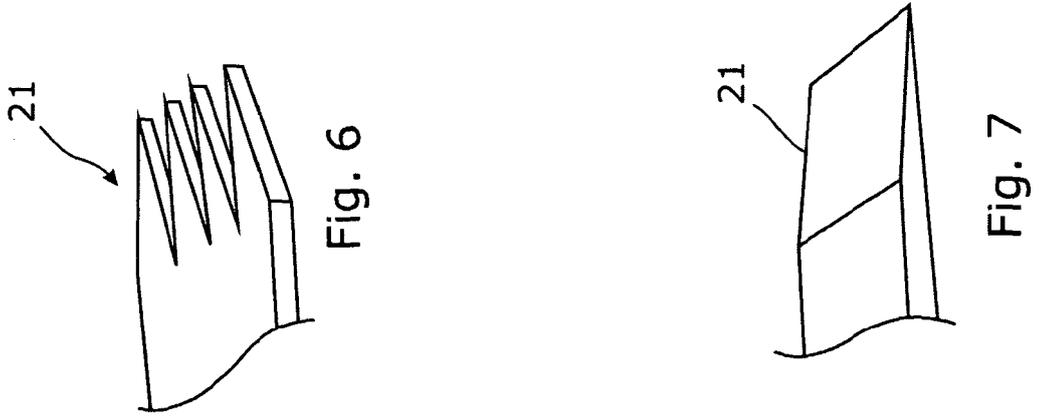


Fig. 4

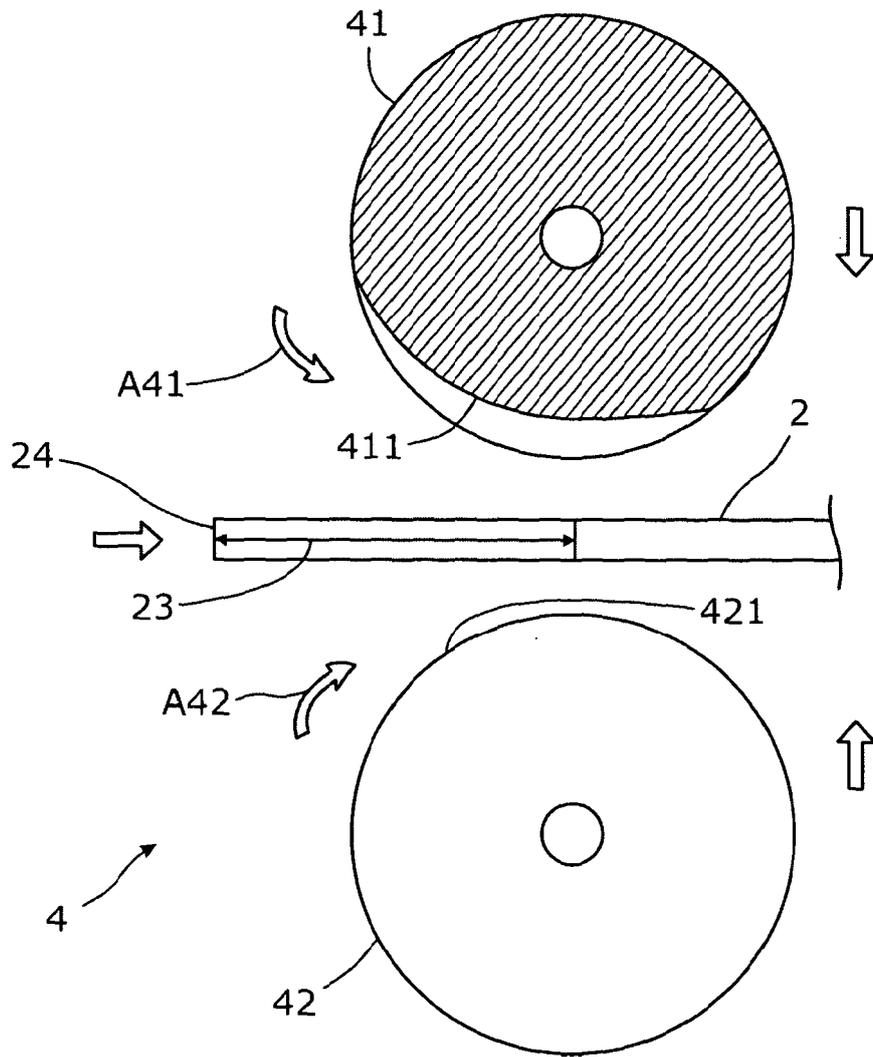


Fig. 8

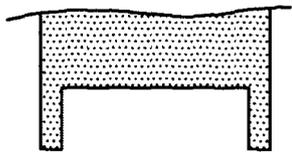


Fig. 9

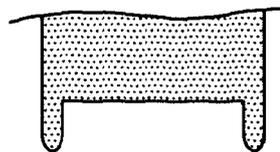


Fig. 10

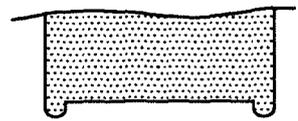


Fig. 11

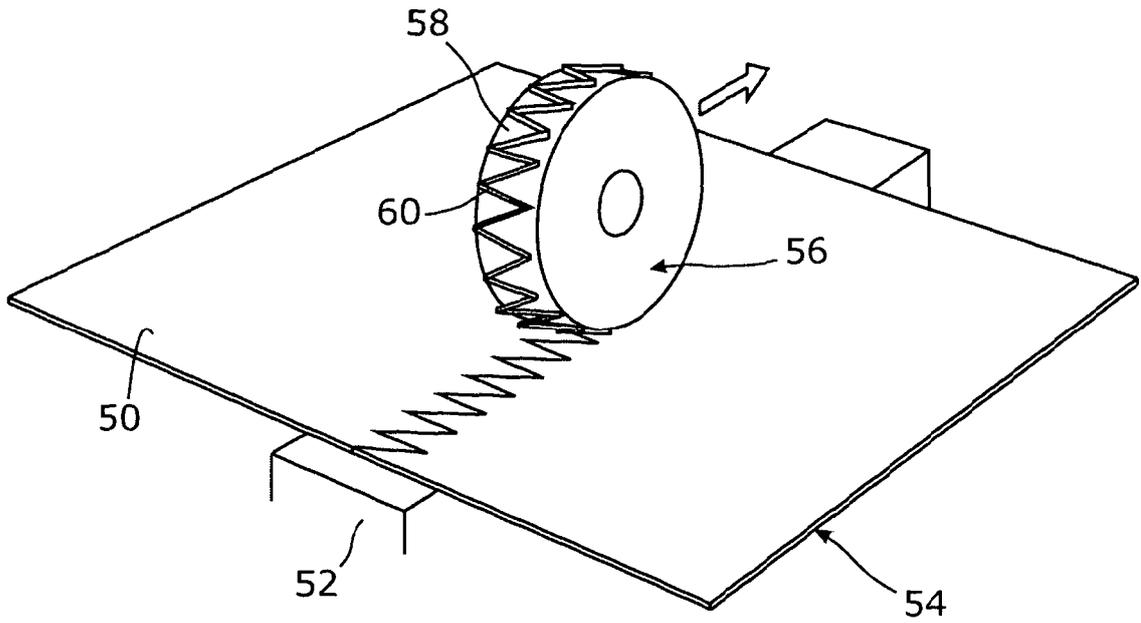


Fig. 12

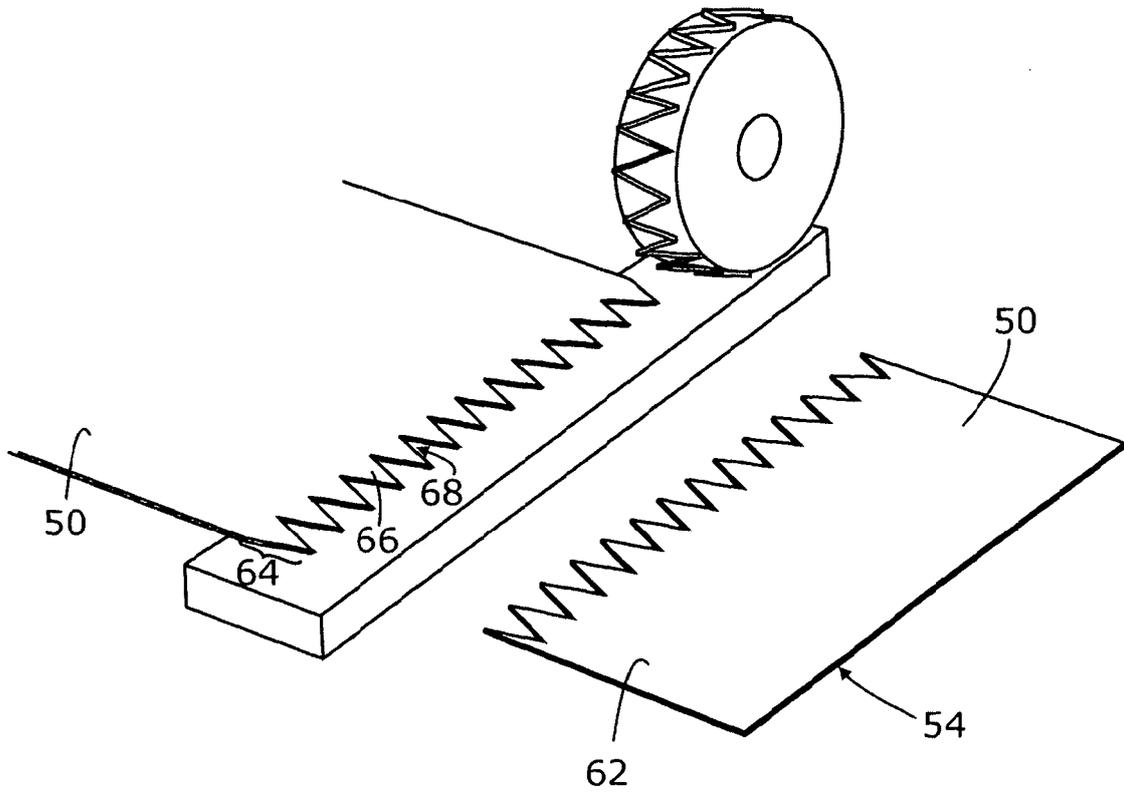


Fig. 13

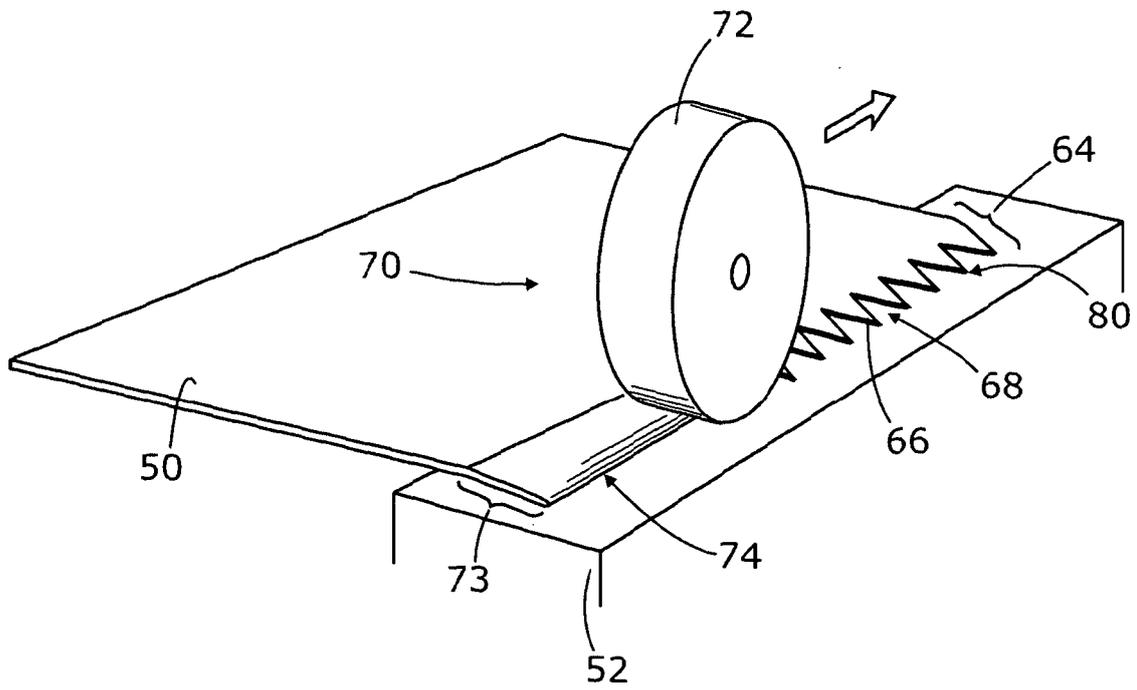


Fig. 14

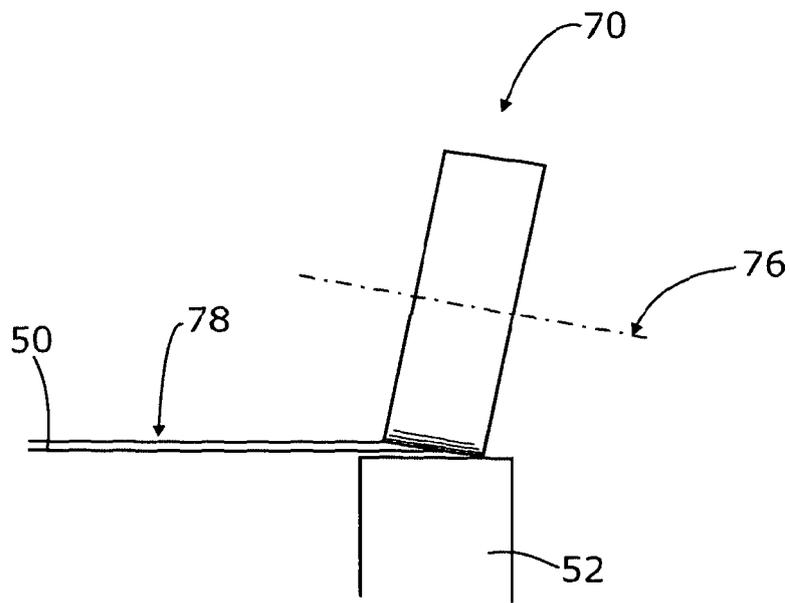


Fig. 15

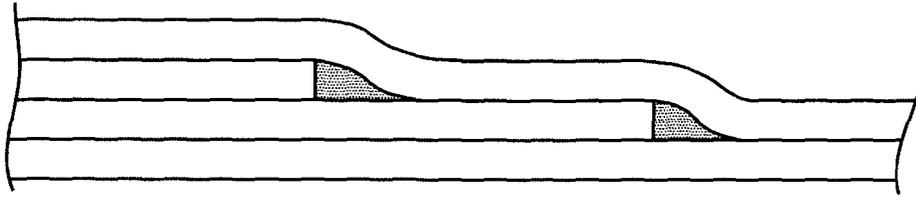


Fig. 16

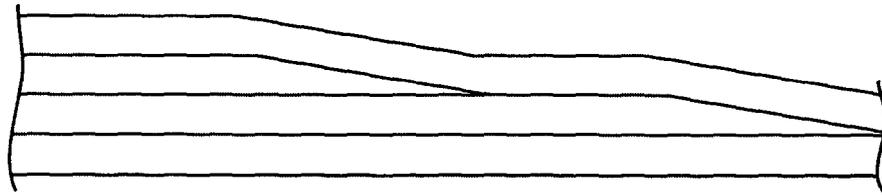


Fig. 17