

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 432**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)

F03D 13/40 (2006.01)

B66C 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2018** **PCT/DK2018/050361**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2019** **WO19120413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2018** **E 18826943 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.12.2021** **EP 3728841**

54 Título: **Elemento de agarre para sostener una pala de turbina eólica y método para sostener una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

20.12.2017 DK PA201770969

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JENSEN, KURT

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 901 432 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

Elemento de agarre para sostener una pala de turbina eólica y método para sostener una pala de turbina eólica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a un aparato para sostener palas de turbina eólica y, específicamente, para impedir el deslizamiento entre la pala y la estructura de sostén durante el movimiento, tal como operaciones de transporte o elevación.

10 **Antecedentes**

Las palas de turbina eólica son elementos muy largos y difíciles de manejar. Estas palas necesitan moverse, tal como durante las operaciones de transporte y elevación entre el momento en que se fabrica la pala y el momento en que se instala en una turbina eólica. Durante el transporte u otra manipulación, la pala se mantiene normalmente en un almacén o elemento de agarre y puede estar sometida a aceleración axial. Tal aceleración puede dar como resultado el deslizamiento de la pala a lo largo de su eje longitudinal central o dirección axial con respecto al almacén o elemento de agarre. Esto puede desestabilizar la pala durante cualquier operación de elevación o transporte.

En muchos casos, se propone impedir el deslizamiento axial de la pala asegurando un elemento de almacén de tipo soporte a la cara de raíz de la pala. Al inmovilizar el elemento de almacén de tipo soporte, por ejemplo, una plataforma de transporte, puede impedirse el movimiento o deslizamiento axial de la pala con respecto al elemento de agarre o almacén en direcciones hacia adelante o hacia atrás. Por ejemplo, en los documentos EP2418376, EP2796709, y Patente estadounidense n.º 7.670.090 se encuentran ejemplos de este tipo de almacén de pala.

También se ha sugerido usar almohadones de pala de tipo abrazadera. El documento WO2009/141018 da a conocer un amortiguador en una cara de brazo de sujeción mediante abrazadera móvil, opuesta a una cara de abrazadera fija. El documento EP2873641A1 da a conocer un yugo en C configurado para manejar una pala de turbina eólica, comprendiendo el yugo en C: un elemento de yugo que se extiende entre un primer elemento en C unido a un primer extremo del elemento de yugo y un segundo elemento en C unido al otro extremo del elemento de yugo, los elementos en C comprenden un elemento de soporte configurado para recibir una pala de turbina eólica, los elementos en C comprenden un elemento de sujeción mediante abrazadera y medios para desplazar el elemento de sujeción mediante abrazadera con respecto al elemento de soporte, los elementos de soporte tienen una superficie de contacto que tiene una geometría correspondiente a la geometría externa de la pala de turbina eólica, los elementos de soporte están dotados de varias almohadillas de caucho que tienen un coeficiente de fricción estática μ_s que permite inclinar la pala de turbina eólica en un ángulo de hasta al menos 25 grados, tal como 30 grados con respecto a la horizontal sin proporcionar ninguna fuerza adicional hacia la pala de turbina eólica usando los elementos de sujeción mediante abrazadera. Pero, la fuerza de sujeción aplicada a la pala no es fácil de establecer. Además, el amortiguador en la almohadilla de sujeción mediante abrazadera puede someterse a fluencia de compresión o pérdida de elasticidad, comprometiendo la capacidad del almacén para restringir axialmente una pala en condiciones de aceleración positiva o negativa. Cargar y descargar este tipo de almacén también puede llevar mucho tiempo.

También se ha sugerido usar almohadillas de fricción en un elemento de agarre de pala para impedir una tendencia a que la pala se deslice lateralmente fuera de un elemento de agarre de pala inclinada.

En algunos casos, no es deseable o posible situar un almacén de pala o elemento de agarre en la cara de raíz de la pala. Por ejemplo, es necesario colocar un elemento de agarre de elevación de pala cerca del centro de gravedad de la pala para una elevación o movimiento equilibrado. En algunos casos, una plataforma de transporte tal como una plataforma de camión o un vehículo ferroviario puede ser más corto que la pala. La dinámica de transporte puede requerir que la raíz de pala sobresalga del extremo de una plataforma de transporte. En tal caso, es necesario soportar la pala en un punto cerca de su raíz, pero lejos de la cara de raíz, lo que aumenta el problema de restringir axialmente o impedir el deslizamiento axial de la pala.

Por estas y posiblemente otras razones, sería deseable proporcionar un elemento de agarre para abordar mejor los problemas de deslizamiento de pala durante las operaciones de transporte y elevación.

55 **Sumario**

Generalmente, la invención proporciona un elemento de agarre para sostener una pala de turbina eólica cuando se mueve la pala de turbina eólica, tal como durante el transporte y la elevación. El elemento de agarre incluye una estructura de sostén de pala inferior configurada para enganchar un lado inferior de la pala de turbina eólica, una estructura de sostén de pala superior configurada para enganchar un lado superior de la pala de turbina eólica y un mecanismo de transferencia de fuerza acoplado operativamente a al menos una de las estructuras de sostén de pala inferior o superior. El mecanismo de transferencia de fuerza está configurado para aumentar la fuerza aplicada entre la estructura de sostén de pala inferior y el lado inferior de la pala de turbina eólica y/o entre la estructura de sostén de pala superior y el lado superior de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el

movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El mecanismo de transferencia de fuerza y las estructuras de sostén de pala superior e inferior pueden adoptar diversas formas. Un elemento de agarre según la invención se define en la reivindicación 1 adjunta. Además, las características opcionales se definen en las reivindicaciones dependientes 2-9.

En diversas realizaciones ilustrativas, el mecanismo de transferencia de fuerza incluye además un conjunto de enlace. El conjunto de enlace incluye además un primer elemento de enlace acoplado a una primera almohadilla de fricción que tiene una primera superficie configurada para entrar en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica. El primer elemento de enlace define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El conjunto de enlace incluye además un segundo elemento de enlace acoplado a una segunda almohadilla de fricción que tiene una segunda superficie configurada para entrar en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica. El segundo elemento de enlace define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. Los elementos de enlace primero y segundo están orientados en direcciones generalmente opuestas y se extienden a lo largo del eje longitudinal central de la pala.

Un mecanismo de liberación está acoplado al conjunto de enlace y permite que las almohadillas de fricción primera y segunda se desenganchen selectivamente de la superficie de la pala de turbina eólica. Esto permite que el elemento de agarre se aplique y se libere selectivamente hasta y desde la pala durante las operaciones de movimiento de la pala.

En una realización, el mecanismo de transferencia de fuerza está acoplado a la estructura de sostén de pala superior, y comprende además una almohadilla de fricción acoplada a la estructura de sostén de pala inferior y configurada para enganchar el lado inferior de la pala de turbina eólica.

En realizaciones adicionales, el mecanismo de transferencia de fuerza puede incluir elementos de fricción primero y segundo. El primer elemento de fricción incluye una primera superficie de fricción configurada para acoplar una superficie de la pala de turbina eólica y una segunda superficie en ángulo que se extiende a lo largo de y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El segundo elemento de fricción incluye una tercera superficie en ángulo que se extiende paralela con respecto a la segunda superficie en ángulo.

Las superficies en ángulo segunda y tercera entran en contacto y se mueven una contra la otra para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera en una primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

En otra realización, el primer elemento de fricción incluye además una cuarta superficie en ángulo que se extiende a lo largo de y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central y el segundo elemento de fricción incluye además una quinta superficie en ángulo que se extiende paralela con respecto a la cuarta superficie en ángulo, es decir, en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central. Las superficies en ángulo cuarta y quinta entran en contacto y se mueven una contra la otra para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica (en una dirección normal con respecto a la superficie de pala) cuando la pala de turbina eólica se acelera en una segunda dirección opuesta a la primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

En otra realización, el mecanismo de transferencia de fuerza incluye además un elemento de montaje de pivote acoplado a al menos una de las estructuras de sostén de pala superior o inferior. El elemento de montaje de pivote está acoplado además a un elemento de fricción que puede engancharse con una superficie de la pala de turbina eólica, mediante lo cual el elemento de fricción pivota para aumentar la fuerza aplicada entre el elemento de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica (en una dirección normal con respecto a la superficie de la pala) cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

La invención también proporciona generalmente un método para sostener una pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica está moviéndose, tal como durante el transporte o la elevación. El método incluye enganchar un lado inferior de la pala de turbina eólica con una estructura de sostén de pala inferior, y enganchar un lado superior de la pala de turbina eólica con una estructura de sostén de pala superior. El método comprende además aumentar la fuerza aplicada entre la estructura de sostén de pala inferior y el lado inferior de la pala de turbina eólica y/o entre la estructura de sostén de pala superior y el lado superior de la pala de turbina eólica usando un mecanismo de transferencia de fuerza cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. Un método según la invención se define en la reivindicación 10 adjunta.

El método puede comprender además aumentar la fuerza mediante el uso de un conjunto de enlace. El aumento de la fuerza puede producirse a través de un primer elemento de enlace acoplado a una primera almohadilla de fricción que entra en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica. El primer elemento de enlace define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El método puede comprender además aumentar la fuerza a través de un segundo elemento de enlace acoplado a una segunda

almohadilla de fricción que entra en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica. El segundo elemento de enlace también define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El método puede incluir además enganchar y desenganchar selectivamente la(s) almohadilla(s) de fricción con respecto a la superficie de la pala de turbina eólica.

El método puede incluir además poner en contacto una superficie superior de la pala de turbina eólica con una primera almohadilla de fricción acoplada con la estructura de sostén de pala superior, hacer funcionar el mecanismo de transferencia de fuerza entre la primera almohadilla de fricción y la estructura de sostén de pala superior y poner en contacto una superficie inferior de la pala de turbina eólica con la segunda almohadilla de fricción acoplada a la estructura de sostén de pala inferior. El mecanismo de transferencia de fuerza puede incluir elementos de fricción primero y segundo. El primer elemento de fricción incluye una primera superficie de fricción configurada para enganchar una superficie de la pala de turbina eólica y una segunda superficie en ángulo que se extiende en un ángulo agudo y que se extiende a lo largo del eje longitudinal central de la pala de turbina eólica. El segundo elemento de fricción puede incluir una tercera superficie en ángulo que se extiende paralela con respecto a la segunda superficie en ángulo. En este caso, el método incluye además poner en contacto las superficies en ángulo segunda y tercera entre sí para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera en una primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

El primer elemento de fricción puede incluir además una cuarta superficie en ángulo que se extiende en un ángulo agudo hacia y a lo largo del eje longitudinal central de la pala y el segundo elemento de fricción puede incluir además una quinta superficie en ángulo que se extiende paralela con respecto a la cuarta superficie en ángulo y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central. En este caso, el método incluye además poner en contacto las superficies en ángulo cuarta y quinta entre sí para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera en una segunda dirección opuesta a la primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

En cambio, el mecanismo de transferencia de fuerza puede comprender un elemento de montaje de pivote acoplado a al menos una de las estructuras de sostén de pala superior o inferior. El elemento de montaje de pivote está acoplado además a un elemento de fricción acoplado con una superficie de la pala de turbina eólica. El método incluye entonces hacer pivotar el elemento de fricción para aumentar la fuerza aplicada entre el elemento de fricción y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central de la pala de turbina eólica.

Diversas ventajas y características adicionales se volverán más evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas tomadas conjuntamente con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran una realización de la invención y, junto con una descripción general de la invención dada anteriormente, y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar diversos ejemplos que materializan la invención.

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un elemento de agarre según una realización ilustrativa de la invención que sostiene una pala de turbina eólica.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una parte de la figura 1, pero mostrando el elemento de agarre y una parte de la pala de turbina eólica ampliada, y el elemento de agarre enganchado con la pala de turbina eólica.

La figura 3 es una vista en perspectiva similar a la figura 2, pero que ilustra el elemento de agarre desenganchado de la pala de turbina eólica.

La figura 4 es una vista en planta del elemento de agarre como se muestra en la figura 2.

La figura 4A es una vista ampliada que ilustra uno de los conjuntos de enlace asociados con el elemento de agarre de la figura 4 y que muestra las diversas fuerzas que están aplicándose con el conjunto de enlace.

La figura 5A es una vista en planta similar a la figura 4, pero que ilustra otra realización alternativa para un conjunto de enlace asociado con el elemento de agarre.

La figura 5B es una vista de extremo que muestra el elemento de agarre de la figura 5A.

La figura 6A es una vista esquemática, tomada en sección transversal, que ilustra otra realización alternativa para un elemento de agarre de la presente invención.

La figura 6B es una vista esquemática, tomada en sección transversal, que ilustra otra realización alternativa para un elemento de agarre de la presente invención.

La figura 6C es una vista esquemática, tomada en sección transversal, que ilustra otra realización alternativa para un elemento de agarre de la presente invención.

Descripción detallada

Esta es una descripción de diversos ejemplos ilustrativos y no limitantes de la invención. Los números de referencia similares a lo largo de las diversas figuras se refieren a elementos, componentes o características similares que tienen la misma función general. Por este motivo, y para eliminar la redundancia, un comentario o explicación repetida de tales elementos, componentes o características similares pueden no incluirse en las realizaciones descritas más adelante.

Haciendo referencia en primer lugar a las figuras 1-3, se muestra un elemento de agarre 10 construido según una primera realización ilustrativa para sostener una pala de turbina eólica 12 cuando se mueve la pala de turbina eólica 12, tal como durante operaciones de transporte y/o elevación. El elemento de agarre 10 generalmente incluye una estructura de sostén de pala inferior 14 configurada para enganchar un lado inferior de la pala de turbina eólica 12, y una estructura de sostén de pala superior 16 configurada para enganchar un lado superior de la pala de turbina eólica 12. Como se muestra en la figura 1, la pala de turbina eólica 12 incluye un extremo de raíz 18 que tiene una cara de extremo de raíz 20, y una punta 22 en el extremo opuesto de la pala 12. La pala 12 se extiende a lo largo de un eje longitudinal central 12a y también incluye superficies superior e inferior 28, 30 adaptadas para engancharse por el elemento de agarre 10 como se comentará más adelante. Las estructuras de sostén de pala 14, 16 se muestran en este caso como que incluyen armazones rígidos 32, 34 construidos de acero u otro metal. Sin embargo, las estructuras de sostén de pala 14, 16 pueden adoptar muchas formas. Por ejemplo, la estructura de sostén de pala superior 16 puede ser una estructura de armazón rígido similar a la mostrada, mientras que la estructura de sostén de pala inferior 14 puede reemplazarse por una estructura parcial o totalmente no rígida. La estructura de sostén de pala inferior puede comprender una configuración de correa flexible (no mostrada) que se extiende debajo de la pala 12 y que incluye una o más superficies de fricción (por ejemplo, cauchutada) diseñada para portar parte o la totalidad del peso de la pala 12.

Como se muestra mejor en las figuras 2, 3 y 4, el elemento de agarre 10 generalmente comprende una estructura de armazón rígido que tiene partes de armazón 32, 34. La parte de armazón inferior 32 puede incluir además ruedas 40 para permitir que el elemento de agarre 10 se mueva al interior y fuera de su lugar con respecto a la pala 12. Se apreciará que el elemento de agarre 10 puede formar parte de otro aparato, tales como otras formas de plataformas rodantes, remolques, vehículos de transporte accionados por motor, etc., para permitir que la pala 12 se transporte, se eleve o se mueva de otro modo según se desee. El elemento de agarre 10 incluye además almohadillas de fricción superiores 42 y almohadillas de fricción inferiores 44 (figura 4) para enganchar respectivamente las superficies superior e inferior 28, 30 de la pala 12. Las superficies 42a, 44a de las almohadillas 42, 44 para enganchar la pala 12 pueden ser de caucho u otro material de alta fricción. Específicamente, se proporcionan almohadillas de fricción superiores primera y segunda 42, así como almohadillas de fricción inferiores primera y segunda 44. El elemento de agarre 10 se coloca en una ubicación a lo largo de la longitud de la pala 12 aproximadamente en el centro de gravedad de la pala 12 como se muestra en la figura 1. Sin embargo, pueden usarse otras configuraciones en su lugar, y puede usarse más de un elemento de agarre 10 para mover una pala de turbina eólica 12 particular. El peso de la pala 12 descansa sobre las almohadillas de fricción inferiores 44 y el armazón 32 mientras que las almohadillas de fricción superiores 42 pueden engancharse selectivamente con la superficie superior 28 de la pala 12. Como se muestra mejor en la figura 4, las almohadillas de fricción primera y segunda superiores 42 pueden engancharse selectivamente con la superficie superior 28 de la pala 12 mediante el uso de un conjunto de enlace 50. El conjunto de enlace 50 sirve como mecanismo de transferencia de fuerza en esta realización. Además, se usan un cable 52 y poleas 54 como se muestra en la figura 4 de modo que las almohadillas o elementos de fricción superiores 42 puedan engancharse selectivamente (figuras 2 y 4) y desengancharse (figura 3) con respecto a la superficie superior 28 de la pala 12. El conjunto de enlace 50 puede autobloquearse en la posición enganchada mostrada en la figura 2. Al tirar del cable 52, tal como mediante accionamiento remoto, se liberará el acoplamiento de las almohadillas de fricción superiores 42 como se muestra en la figura 3, mientras que liberar el cable 52 hará que las almohadillas 42 caigan contra la superficie de pala 28 como se muestra en las figuras 2 y 4. Se apreciará que cuando el sistema de conexión 50 está en la posición acoplada como se muestra en la figura 4 con los elementos de fricción o almohadillas primera y segunda 42 en contacto con la superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12, la pala de turbina eólica 12 se sostiene de manera segura entre las almohadillas de fricción superiores 42 y las almohadillas de fricción inferiores 44. Se apreciará que, en cada una de las realizaciones mostradas y descritas, la(s) almohadilla(s) de fricción asociada(s) o conectada(s) al mecanismo de transferencia de fuerza puede(n) estar en la parte superior o inferior del elemento de agarre 10, o en las partes tanto superior como inferior del elemento de agarre 10.

Con referencia a la figura 4A, la parte derecha 50a del conjunto de enlace 50 de la figura 4 se ilustra en forma ampliada. Las diversas fuerzas sobre los puntos de pivote 60, 62 de la parte de conjunto de enlace 50a se muestran en la figura 4A mediante el uso de flechas 64 dirigidas con respecto a esos puntos de pivote 60, 62. El enlace longitudinal 70 está orientado en un ángulo agudo con respecto al eje central longitudinal 12a de la pala 12 (figura 4) y se extiende

generalmente a lo largo del eje central longitudinal 12a de la pala 12. Más específicamente, el elemento de enlace o enlace 70 se extiende hacia abajo de derecha a izquierda como se ve en la figura 4A y en un ángulo agudo con respecto al eje 12a. Longitudinalmente, el enlace en ángulo 70 está acoplado de manera pivotante a un elemento de enlace de almohadilla de fricción 72 en un extremo y un elemento de enlace 74 fijado rígidamente al armazón 34 en el extremo opuesto. Este enlace el enlace longitudinalmente en ángulo 70 fuerza a la almohadilla de fricción 42 adicionalmente contra la superficie externa 28 de la pala de turbina eólica 12 cuando hay una aceleración en la dirección de la flecha 78. Es decir, cuando la pala de turbina eólica 12 acelera durante el movimiento en la dirección de la flecha 78, la fuerza normal o perpendicular a la almohadilla de fricción (como se muestra por la flecha 80) aumenta debido a la orientación angular del elemento de enlace 70. Se apreciará que la parte de conjunto de enlace 50b en el lado izquierdo de la figura 4 funcionará de la misma manera, pero aumentará la fuerza normal con respecto a la primera almohadilla de fricción 42 cuando haya una aceleración positiva o negativa en la dirección opuesta a la mostrada por la flecha 78 en la figura 4A. Se apreciará que el término "aceleración" o sus diversas formas como se usan en el presente documento se refiere a la aplicación de fuerzas de aceleración positivas o negativas y, por lo tanto, también abarca el término "desaceleración". Por lo tanto, independientemente de si la aceleración es en una dirección u otra a lo largo del eje central longitudinal 12a de la pala de aerogenerador 12, las almohadillas de fricción primera y segunda superiores 42 impedirán respectivamente el deslizamiento de la pala de turbina eólica 12 con respecto al elemento de agarre 10.

Las figuras 5A y 5B ilustran una configuración de elemento de agarre para un elemento de agarre alternativo 10' que es muy similar a la configuración mostrada en las figuras 1-4. Sin embargo, las partes de conjunto de enlace 50a, 50b se muestran situadas fuera del armazón 34 del elemento de agarre 10. En esta realización, el mecanismo de liberación de cable y polea también se ha eliminado por motivos de claridad. Los números de referencia similares en esta realización se refieren a una estructura similar como se describe generalmente con respecto a la realización de las figuras 1-4. Por lo tanto, las funciones de los diversos componentes son como se describió anteriormente y no es necesario que se repitan. En particular, independientemente de si las fuerzas de aceleración se producen en cualquier dirección a lo largo del eje longitudinal central 12a (como se indica por la flecha de doble punta 84), el conjunto de enlace 50 impedirá el deslizamiento de la pala 12 de la misma manera que se describe en relación con de la figura 1 a la figura 4A.

La figura 6A ilustra una realización alternativa para un elemento de agarre 90 en forma esquemática. En este caso, una primera almohadilla de fricción 92 se engancha o entra en contacto nuevamente con una superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12 y un elemento de fricción inferior 94 que tiene una almohadilla o superficie de fricción 94a que se engancha o entra en contacto con una superficie inferior 30 de la pala de turbina eólica 12. La almohadilla o elemento de fricción inferior 94 está acoplada rígidamente al armazón inferior 32 o a la estructura de sostén de pala 14. En esta realización, un mecanismo de transferencia de fuerza, que está diseñado para impedir el deslizamiento entre el elemento de agarre 90 y la pala 12, usa una característica de la almohadilla de fricción 92. Este elemento de fricción primero o superior 92 incluye una primera superficie de fricción 92a que se engancha a la superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12 y una segunda superficie en ángulo 92b que se extiende a lo largo de pero en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central 12a de la pala de aerogenerador 12. Un segundo elemento de fricción 96 incluye una tercera superficie, es decir, una superficie en ángulo 96a que se extiende paralela con respecto a y enganchada con o en contacto con la segunda superficie en ángulo 92b. Las superficies en ángulo segunda y tercera 92b, 96a entran en contacto y se mueven una contra otra para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción 92a y la superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12 (en una dirección normal con respecto a la superficie de pala 28 en esa ubicación) cuando la pala de turbina eólica 12 se acelera en una primera dirección (flecha 98) durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central 12a de la pala de turbina eólica 12. En este ejemplo, a medida que la pala de turbina eólica 12 acelera en la dirección de la flecha 98 a lo largo de su eje longitudinal central 12a, la interacción entre las superficies en ángulo 92b, 96a provocará que la superficie de fricción 92a aplique una mayor fuerza en una dirección normal a la superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12 en la ubicación del contacto de almohadilla de fricción, aumentando de ese modo la fuerza de agarre o fuerza de fricción entre la primera superficie de fricción 92a y la superficie superior 28 de la pala de turbina eólica 12. Se apreciará que se usaría otro conjunto de elementos de fricción diseñado de manera similar para albergar las fuerzas de aceleración en la dirección opuesta a la flecha 98 mostrada en la figura 6A. Es decir, se usaría otro elemento de agarre o al menos otro par de elementos de fricción similares a los elementos de fricción primero y segundo 92, 96, pero las superficies paralelas en ángulo 92b, 96a se orientarían en de una manera opuesta a la mostrada en la figura 6A. Es decir, las superficies enganchadas en ángulo 92b, 96a se extenderían de derecha a izquierda en una dirección hacia abajo en lugar de de izquierda a derecha en una dirección hacia abajo como se ve en la figura 6A.

La figura 6B ilustra otra realización alternativa de un elemento de agarre 98 en la que los elementos de fricción mediante enganche o interacción 100, 102 se muestran en el lado inferior de la pala 12 (en lugar del lado superior de la pala 12) y además incluyen pares paralelos en ángulo de superficies de enganche 100a, 102a y 100b, 102b orientados respectivamente en direcciones opuestas. Estas características proporcionan el mecanismo de transferencia de fuerza descrito en general en el presente documento. Por lo tanto, esta configuración alberga aceleraciones en ambas direcciones como se indica por la flecha de doble punta 106 de la figura 6B. Un elemento de fricción superior 108 está acoplado rígidamente al armazón superior 34 y engancha superficie curvada superior 28 de la pala de turbina eólica 12 con fuerza de fricción aplicada por una almohadilla o superficie de fricción 108a, mientras que los elementos de fricción inferiores primero y segundo 100, 102 incluyen un partes de superficie paralelas

respectivamente en ángulo 100a, 102a y 100b, 102b para aumentar la fuerza de agarre o fricción entre el primer elemento de fricción 100 y la superficie inferior 30 de la pala 12 independientemente de si la pala 12 está acelerando en la dirección de izquierda a derecha o en la dirección de derecha a izquierda. El primer elemento de fricción 100 incluye una primera superficie de fricción 110 enganchada o en contacto con la superficie de pala inferior 30 y una segunda superficie en ángulo 100a que interactúa en contacto con una tercera superficie, es decir, superficie en ángulo 102a del segundo elemento de fricción 102. El elemento 100 incluye además una cuarta superficie, es decir, superficie en ángulo 100b que se extiende a lo largo de y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central 12a. El segundo elemento de fricción 102 incluye además una quinta superficie en ángulo 102b que se extiende paralela con respecto a la cuarta superficie en ángulo 100b, es decir, en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central 12a. Las superficies en ángulo cuarta y quinta 100b, 102b entran en contacto y se mueven una contra otra para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie 110 de fricción y la superficie 30 inferior de la pala de turbina eólica 12 (en una dirección normal con respecto a la superficie de pala 30 en esa ubicación) cuando la pala de turbina eólica 12 se coloca bajo una fuerza de aceleración en una segunda dirección opuesta a la primera dirección (flecha 98 en la figura 6A) durante el transporte u otro movimiento de la pala 12 a lo largo de un eje longitudinal central 12a de la pala 12.

La figura 6C ilustra otra realización alternativa de un elemento de agarre 120 generalmente similar a las ilustraciones esquemáticas de las figuras 6A y 6B pero que ilustran otra forma de mecanismo de transferencia de fuerza. En esta realización, el mecanismo de transferencia de fuerza comprende un elemento de montaje de pivote 122 acoplado a la estructura o almacén de sostén de pala superior 34. Se apreciará que dicho elemento de montaje de pivote 122 puede acoplarse en su lugar o adicionalmente a otra parte de la estructura de sostén de pala, tal como la estructura de sostén de pala inferior 14. El elemento de montaje de pivote 122 está acoplado además a un elemento de fricción convexamente curvado 124 que tiene un elemento de fricción o almohadilla 124a que engancha o entra en contacto con la superficie 28 de la pala de turbina eólica 12. Un elemento de fricción estacionario 130 está acoplado rígidamente al almacén inferior 14 y porta el peso de la pala 12. El elemento 130 se engancha por fricción con la superficie 30 por una almohadilla o superficie de fricción 130a. Cuando la pala de turbina eólica 12 acelera en cualquier dirección a lo largo de su eje longitudinal central 12a como se indica por la flecha de doble punta 128, el elemento de fricción 124 pivotará mientras está enganchado en contacto con la superficie de la pala 28 como se aprecia a partir de una revisión de la figura 6C. Este movimiento aumentará la fuerza normal con respecto a la pala 12 y entre la superficie externa de almohadilla de fricción convexamente curvada 124a y la superficie de pala 28 en la ubicación de contacto entre el elemento de fricción 124 y la superficie de pala 28. De manera efectiva, esta superficie curvada 124a forma ángulos agudos en partes de extremo opuestas del elemento de fricción curvado 124 con respecto al eje de pala longitudinal central 12a y, por lo tanto, el efecto es el mismo que la realización mostrada en la figura 6B.

Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante una descripción de diversas realizaciones preferidas y aunque estas realizaciones se han descrito con cierto detalle, no es la intención del inventor restringir o de ninguna manera limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle. Ventajas y modificaciones adicionales aparecerán fácilmente para los expertos en la técnica. Por lo tanto, las diversas características de la invención pueden usarse solas o en cualquier combinación dependiendo de las necesidades y preferencias del usuario.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de agarre (10, 90, 98, 120) para sostener una pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica está moviéndose, que comprende:
5 una estructura de sostén de pala inferior (14) configurada para enganchar un lado inferior de la pala de turbina eólica;
10 una estructura de sostén de pala superior (16) configurada para enganchar un lado superior de la pala de turbina eólica; y
15 un mecanismo de transferencia de fuerza (50) acoplado operativamente a al menos una de las estructuras de sostén de pala inferior o superior (14, 16), caracterizado porque el mecanismo de transferencia de fuerza (50) está configurado para aumentar la fuerza aplicada entre la estructura de sostén de pala inferior (14) y el lado inferior de la pala de turbina eólica y/o entre la estructura de sostén de pala superior (16) y el lado superior de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.
2. Elemento de agarre según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transferencia de fuerza comprende además un conjunto de enlace.
3. Elemento de agarre según la reivindicación 2, en el que el conjunto de enlace comprende además un primer elemento de enlace acoplado a una primera almohadilla de fricción (42) que tiene una primera superficie (42a) configurada para entrar en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica, y en el que el primer elemento de enlace (70) define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.
4. Elemento de agarre según la reivindicación 3, en el que el conjunto de enlace comprende además un segundo elemento de enlace (70) acoplado a una segunda almohadilla de fricción (42) que tiene una segunda superficie (42a) configurada para entrar en contacto con una superficie de la pala de turbina eólica, y en el que el segundo elemento de enlace (70) define un ángulo agudo entre una longitud del mismo y el eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.
5. Elemento de agarre según la reivindicación 3, que comprende además un mecanismo de liberación acoplado al conjunto de enlace y operativo para permitir que la primera almohadilla de fricción (42) se desenganche selectivamente de la superficie de la pala de turbina eólica.
6. Elemento de agarre según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transferencia de fuerza (50) está acoplado a la estructura de sostén de pala superior (16), y que comprende además una almohadilla de fricción (44) acoplada a la estructura de sostén de pala inferior (14) y configurada para enganchar el lado inferior de la pala de turbina eólica.
7. Elemento de agarre según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transferencia de fuerza (50) comprende elementos de fricción primero y segundo (92, 96), incluyendo el primer elemento de fricción (92) una primera superficie de fricción (92a) configurada para enganchar una superficie de la pala de turbina eólica y una segunda superficie en ángulo (92b) que se extiende a lo largo de y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica, e incluyendo el segundo elemento de fricción (96) una tercera superficie en ángulo (96a) que se extiende paralela con respecto a la segunda superficie en ángulo (92b), y en el que las superficies en ángulo segunda y tercera (92b, 96a) se ponen en contacto entre sí para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción (92a) y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera en una primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.
8. Elemento de agarre según la reivindicación 7, en el que el primer elemento de fricción (100) incluye además una cuarta superficie en ángulo (100b) que se extiende a lo largo de y en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal central (12a) y el segundo elemento de fricción (102) incluye además una quinta superficie en ángulo (102b) que se extiende paralela con respecto a la cuarta superficie en ángulo (100b), poniéndose las superficies en ángulo cuarta y quinta (100b, 102b) en contacto entre sí para aumentar la fuerza aplicada entre la primera superficie de fricción (110) y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera en una segunda dirección opuesta a la primera dirección durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.
9. Elemento de agarre según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transferencia de fuerza (50) comprende además un elemento de montaje de pivote (122) acoplado a al menos una de las estructuras de sostén de pala superior o inferior (14, 16), y en el que el elemento de montaje de pivote (122) está acoplado además a un elemento de fricción (124) que puede engancharse con una superficie de la pala de turbina

eólica, mediante lo cual el elemento de fricción (124) pivota para aumentar la fuerza aplicada entre el elemento de fricción (124) y la superficie de la pala de turbina eólica cuando la pala de turbina eólica se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica.

5 10. Método para sostener una pala de turbina eólica (12) cuando la pala de turbina eólica (12) está transportándose en un elemento de agarre según cualquier reivindicación anterior, que comprende:

enganchar un lado inferior de la pala de turbina eólica (12) con una estructura de sostén de pala inferior (14);

10 enganchar un lado superior de la pala de turbina eólica (12) con una estructura de sostén de pala superior (16); y

15 aumentar la fuerza aplicada entre la estructura de sostén de pala inferior (14) y el lado inferior de la pala de turbina eólica (12) y/o entre la estructura de sostén de pala superior (16) y el lado superior de la pala de turbina eólica (12) usando un mecanismo de transferencia de fuerza (50) cuando la pala de turbina eólica (12) se acelera durante el movimiento a lo largo de un eje longitudinal central (12a) de la pala de turbina eólica (12).

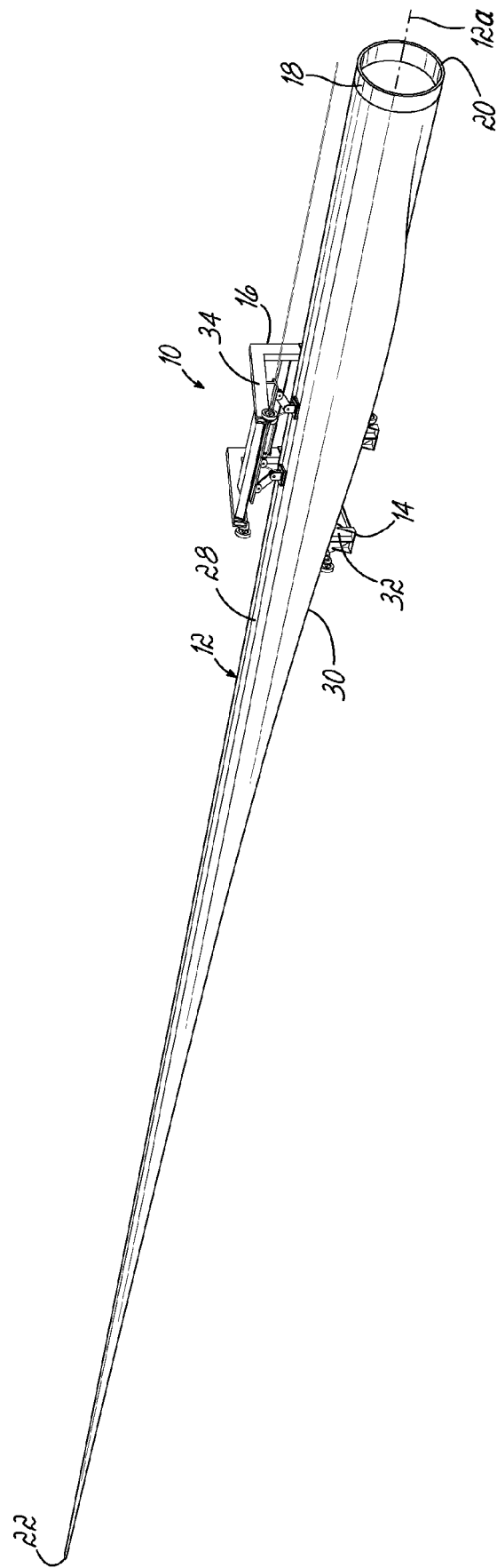


FIG. 1

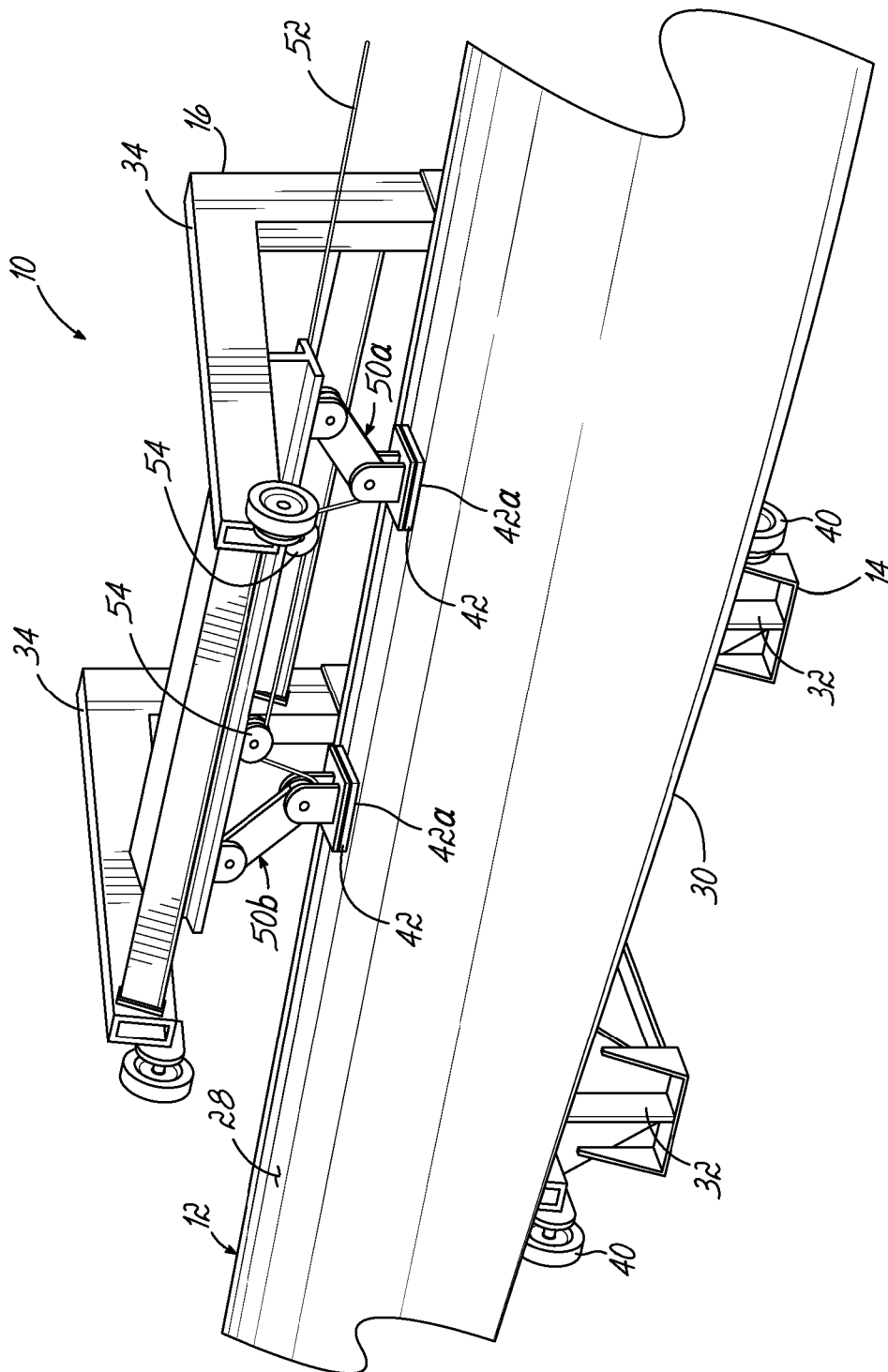


FIG. 2

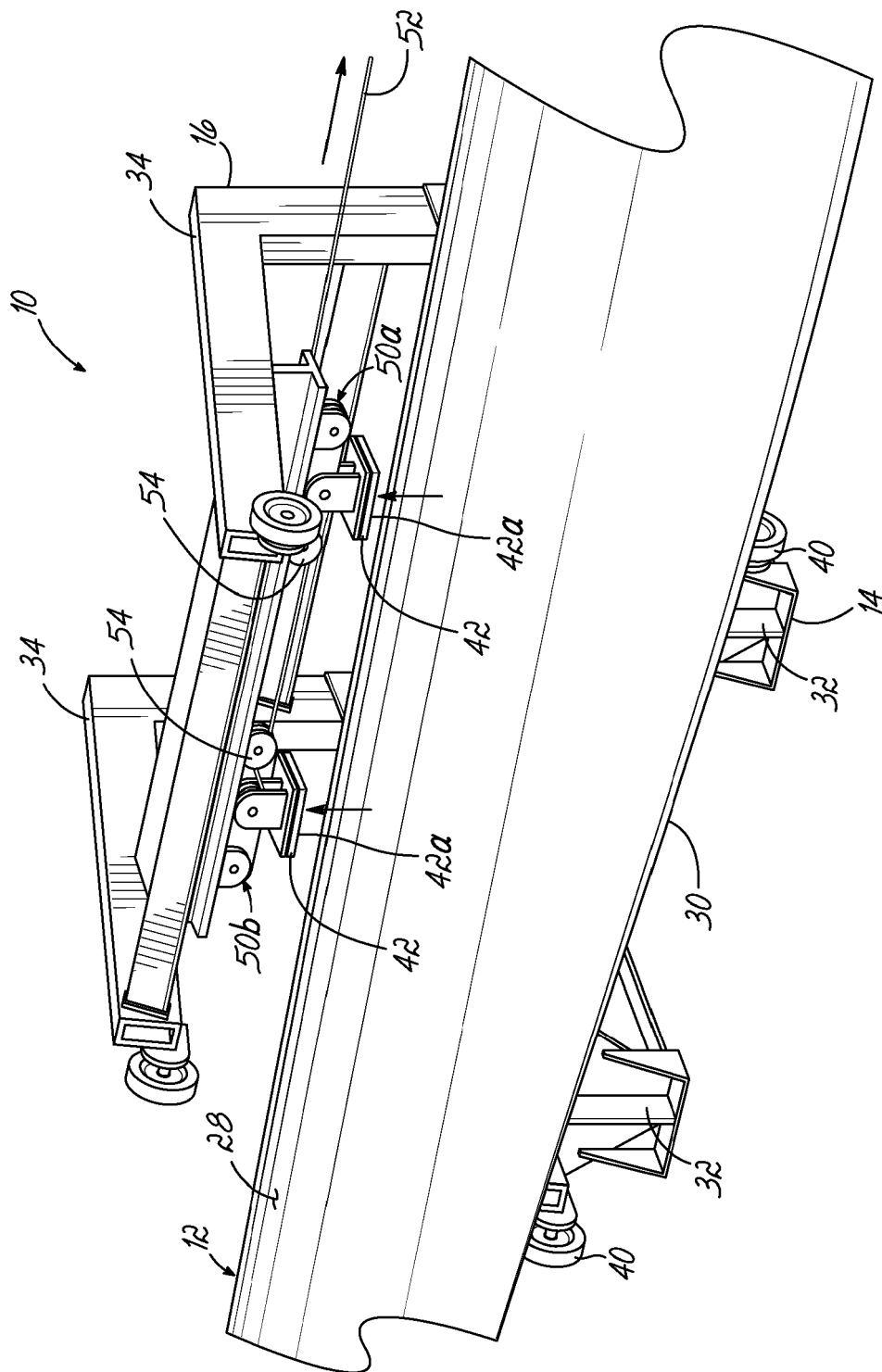


FIG. 3

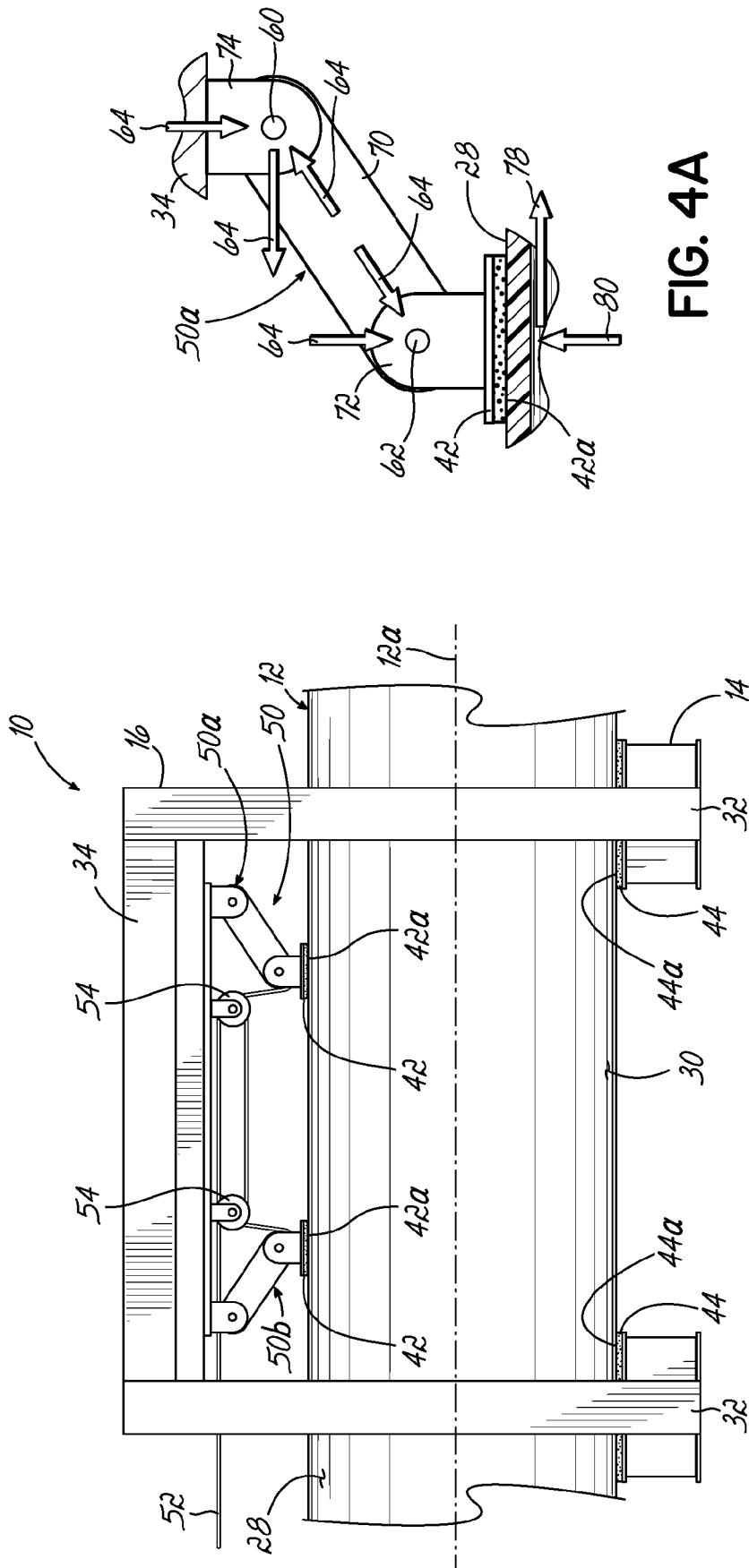
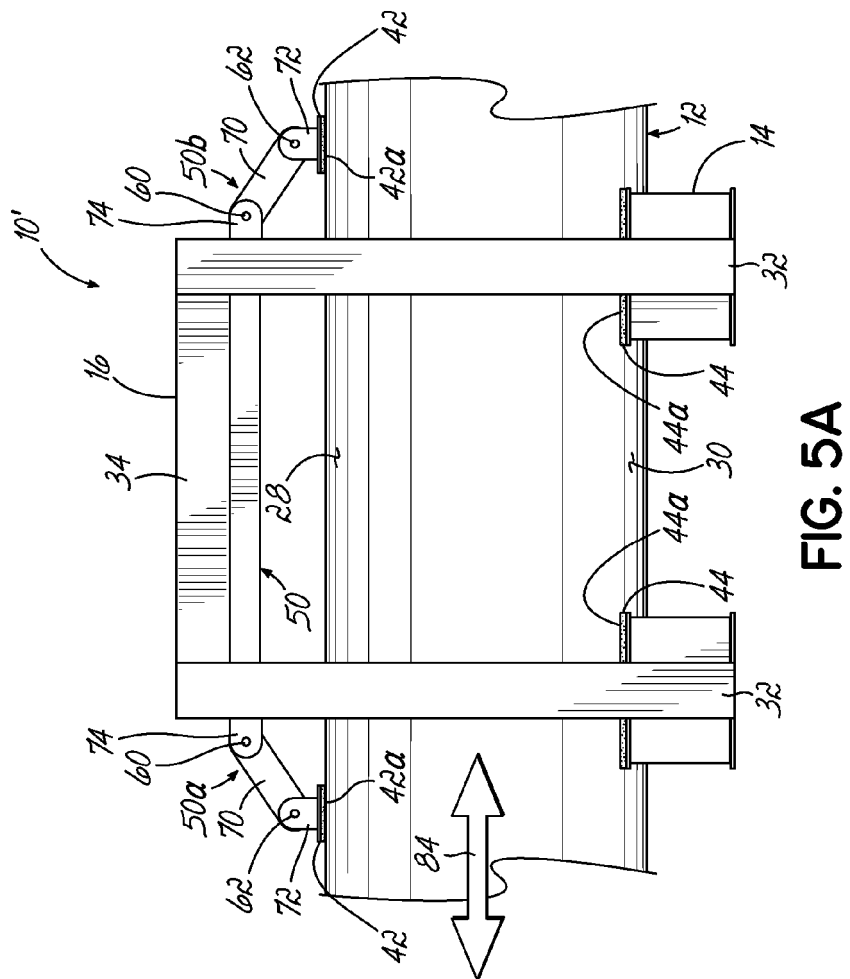
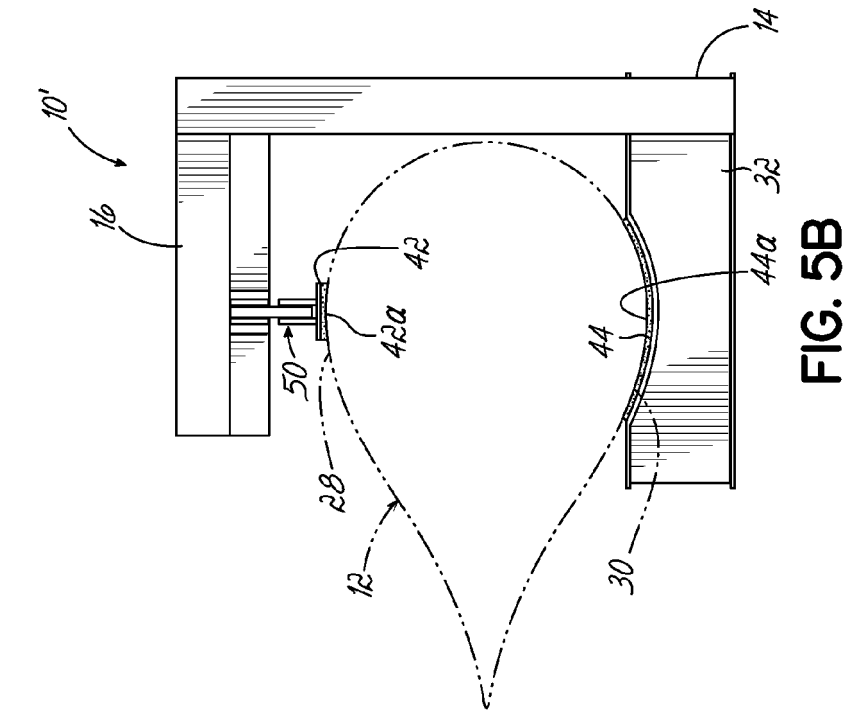


FIG. 4A



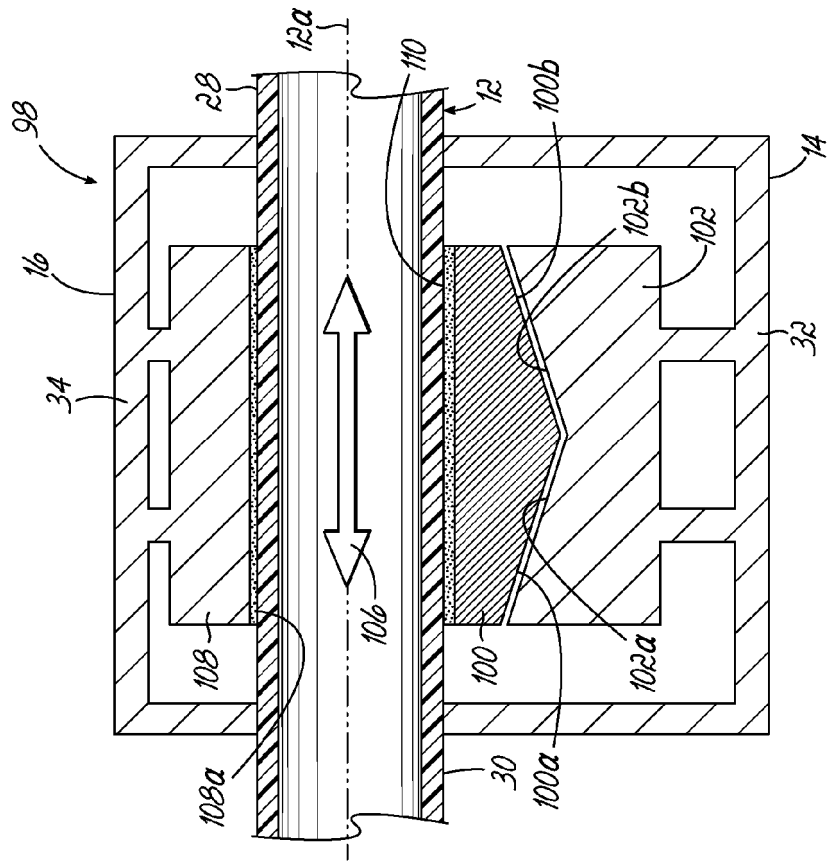


FIG. 6B

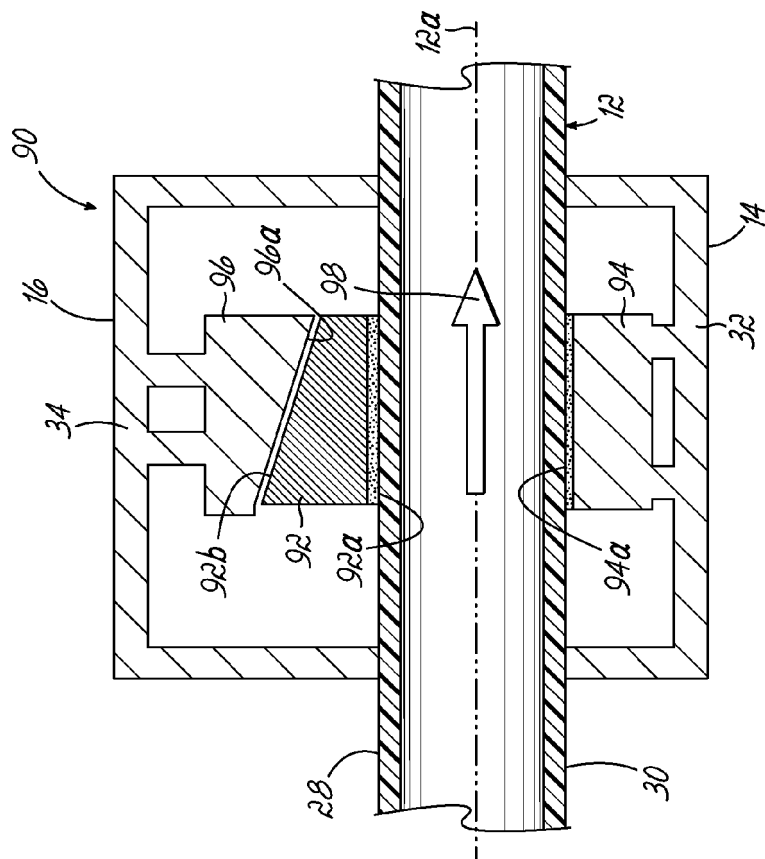


FIG. 6A

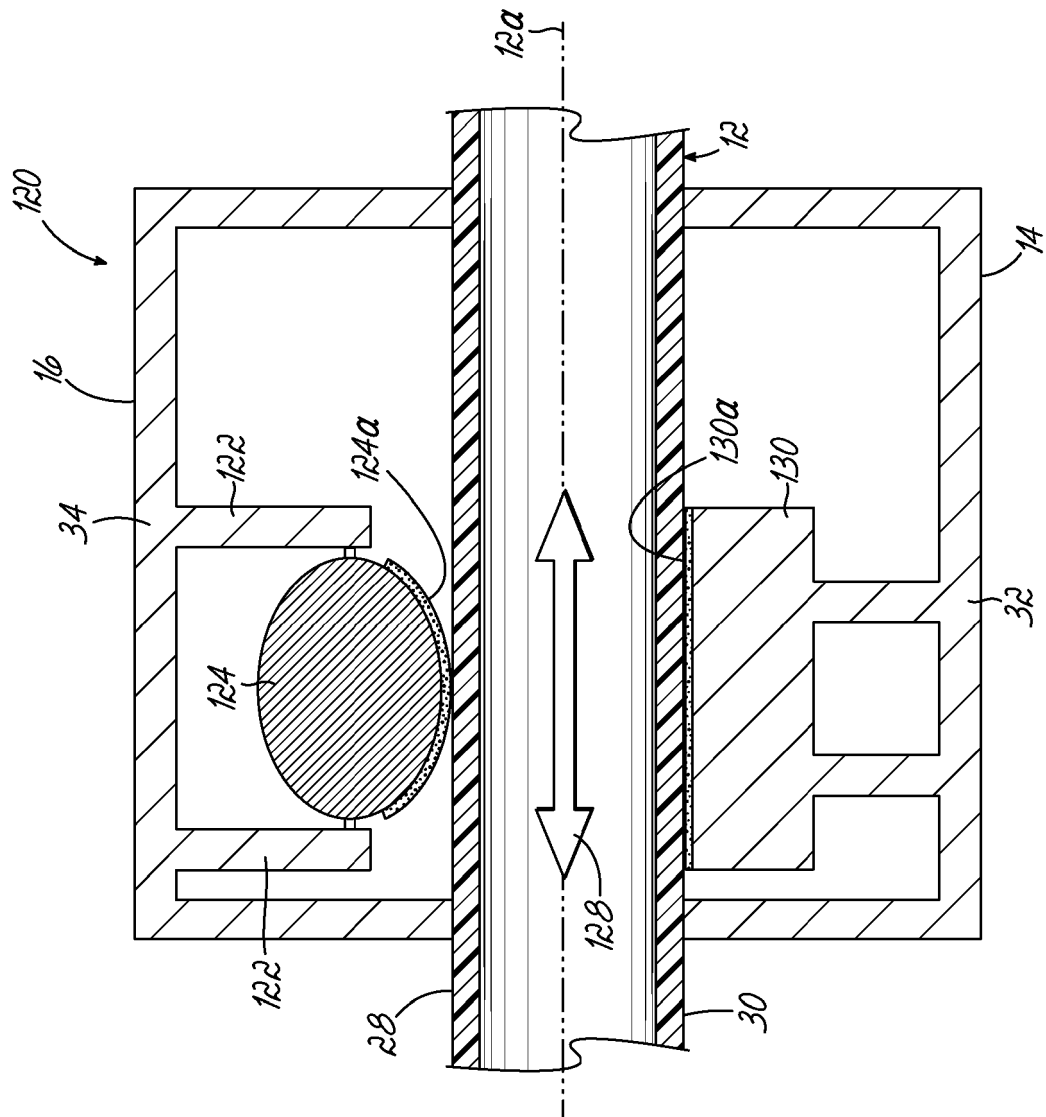


FIG. 6C