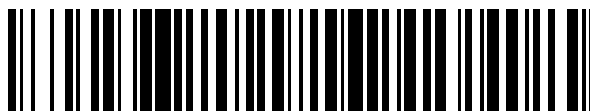


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 143**

51 Int. Cl.:

F03D 13/40 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2008 E 08171278 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2075467**

54 Título: **Dispositivo de expedición integrado y procedimiento de montaje para palas de turbina eólica unidas**

30 Prioridad:

28.12.2007 US 966305

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

LIVINGSTON, JAMIE T

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 622 143 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

Dispositivo de expedición integrado y procedimiento de montaje para palas de turbina eólica unidas

La invención se refiere en general a dispositivos de expedición y más específicamente a un dispositivo de expedición para palas de turbina eólica multi-sección unidas que facilite el montaje de las secciones de pala en el emplazamiento de la turbina eólica.

En los últimos años, las turbinas eólicas se han convertido en cada vez más importantes en la generación de energía. Con las crecientes preocupaciones medioambientales en relación con la generación de energía con combustibles fósiles, la energía eólica crecerá en importancia en la combinación de la energía eléctrica proporcionada. En consecuencia, se instalarán más turbinas eólicas. Por razones económicas, es deseable incrementar la potencia instalada por turbina. Dado que la potencia instalada es proporcional al diámetro del rotor de la turbina, los tamaños de rotor y tamaños de turbina se hacen mayores. Las longitudes de pala continúan creciendo para soportar los requisitos de mayor potencia por turbina. Las longitudes de los diseños de pala típicos actuales son de hasta 50 metros y mayores.

Debido a la localización frecuentemente aislada de las granjas de turbina eólica, las palas de rotor deben transportarse al lugar de construcción por camiones sobre carreteras normales. El gran tamaño de pala puede limitar fuertemente la maniobrabilidad de los camiones. El transporte por carretera de palas del rotor de 50 metros es también muy costoso. Adicionalmente, puede limitarse la ruta de los camiones dado que puede ser imposible manejar curvas cerradas y otras interferencias. Una longitud de pala extraordinaria puede hacer también la carga y descarga extremadamente difícil. Las palas del rotor pueden requerir transporte por barco o incluso por helicóptero en algunas localizaciones.

El documento JP 2005 147085 describe una pala para un eje de turbina eólica horizontal.

El documento WO 2006/002621 se refiere a palas de turbina eólica que se fabrican en dos secciones separadas.

Las dificultades anteriormente descritas han promovido el desarrollo de palas multi-sección. Aunque las palas multi-sección son más pequeñas que una pala de una pieza, aún son largas y pesadas. Adicionalmente, las secciones de pala deben alinearse durante el montaje antes de sujetar las secciones juntas.

En consecuencia, existe una necesidad para proporcionar un dispositivo de expedición que facilitará el transporte de las secciones de pala de turbina eólica y proporcionará a continuación una estructura para un montaje fácil de las secciones de pala.

Varios aspectos y realizaciones de la presente invención se refieren a un dispositivo de expedición y un procedimiento para mejorar el transporte de una pieza de equipamiento multi-sección a un lugar de montaje y facilitar la alineación y montaje de las secciones, particularmente para palas de turbina eólica multi-sección unidas.

Brevemente de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de expedición y alineación integrado para expedición y alineación de piezas de equipo multi-sección de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

Se entenderán mejor varias características, aspectos y ventajas de la presente invención cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que caracteres iguales representan partes iguales a todo lo largo de los dibujos, en los que:

la FIG. 1 ilustra una vista lateral de una sección de raíz de una pala de turbina eólica montada sobre una realización de un primer dispositivo de expedición y un segundo dispositivo de expedición;

la FIG. 2 ilustra una vista superior de las secciones de pala de turbina eólica montadas sobre una realización del primer dispositivo de expedición y del segundo dispositivo de expedición;

la FIG. 3 ilustra una vista lateral de las secciones de pala de turbina eólica dispuestas para el montaje sobre una realización de dispositivos de expedición separados;

la FIG. 4 ilustra una vista superior de las secciones de pala de turbina eólica dispuestas para montaje sobre una realización de los dispositivos de expedición separados;

la FIG. 5A ilustra una vista lateral de una sección de raíz de una pala de turbina eólica multi-sección montada sobre una segunda realización de un primer dispositivo de expedición y un segundo dispositivo de expedición antes de expandir los dispositivos de expedición para montar una sección media y una sección de punta;

la FIG. 5B ilustra la segunda realización de los dispositivos de expedición separados dispuesta para montaje de la pala de turbina eólica multi-sección;

las FIGS. 6A-6D, respectivamente, ilustran una vista en alzado frontal, dos vistas en alzado lateral y una vista superior para un primer dispositivo de expedición ejemplar con un soporte fijo y un soporte parcialmente separable para una sección raíz y una sección de punta de una pala de turbina eólica;

5 las FIGS. 7A-7B ilustran vistas superiores de una realización para una disposición lado con lado para dispositivos de expedición que mantienen una sección de raíz y una sección de punta para una pala de turbina eólica;

las FIGS. 8A-8B ilustran vistas superiores de una segunda realización para una disposición lado con lado para dispositivos de expedición que mantienen una sección de raíz y una sección de punta para una pala de turbina eólica; y

10 la FIG. 9 ilustra una disposición ejemplar para la realización de una alineación por láser de la configuración de montaje del dispositivo de expedición integrado para la sujeción de las secciones de pala.

Las siguientes realizaciones de la presente invención tienen muchas ventajas, incluyendo facilitar el transporte a un lugar de montaje y facilitar el montaje en el lugar de montaje para secciones de piezas de equipo multi-sección, tal como las secciones de una pala multi-sección para una turbina eólica.

15 Los componentes de grandes equipos tales como palas de turbina eólica requieren frecuentemente el transporte a localizaciones de montaje. Debido al tamaño del componente, se proporcionan frecuentemente como piezas de equipo multi-sección unidas para facilitar el transporte. En el destino, deben montarse las piezas del equipo multi-sección. El montaje requiere frecuentemente la alineación de las piezas del equipo multi-sección antes de que puedan fijarse juntas. Otro aspecto de la presente invención facilita el transporte de dichas piezas de equipo multi-sección y proporciona características de alineación para facilitar el montaje.

20 Realizaciones de la presente invención pueden incluir una pluralidad de dispositivos de expedición. La pluralidad de dispositivos de expedición puede incluir un primer dispositivo de expedición y un segundo dispositivo de expedición. Una o más de las secciones del equipo multi-sección pueden soportarse sobre los dispositivos de expedición para transporte. El primer dispositivo de expedición puede soportar un primer extremo de las secciones del equipo multi-sección. El segundo dispositivo de expedición puede soportar un segundo extremo de las secciones del equipo multi-sección. Otras realizaciones de los dispositivos de expedición inventivos pueden facilitar el soporte y alineación de más de dos secciones de pala.

25 En un ejemplo de una pieza de equipo multi-sección con dos secciones, las secciones del equipo individuales pueden tener un extremo de conexión o unión común. En este caso, el primer dispositivo de expedición puede soportar el extremo de unión de la primera sección del equipo. El segundo dispositivo de expedición puede soportar el extremo opuesto de la primera sección del equipo. La segunda sección del equipo puede transportarse sobre dispositivos de expedición separados o puede, alternativamente, soportarse, por ejemplo, en el extremo de conexión por un dispositivo de expedición y en el extremo opuesto por el otro dispositivo de expedición.

30 Si ambas secciones del equipo se montan sobre el dispositivo de expedición, una sección del equipo necesitará retirarse para su montaje a la otra sección del equipo en los extremos de conexión. Muchas veces la primera sección del equipo y la segunda sección del equipo pueden ser de diferente tamaño y peso. En algunos casos, puede ser ventajoso que la pieza del equipo más pesada o más larga permanezca montada sobre los dispositivos de expedición para el montaje mientras una pieza del equipo más ligera o corta se mueve a una posición para facilitar el montaje. Más específicamente, la sección del equipo que se está separando del equipo se moverá de modo que su extremo de conexión se coloque adyacente al extremo de conexión de la sección del equipo que se está reteniendo en el dispositivo de expedición. Debido al tamaño y peso de la sección separada, puede emplearse un aparato de elevación o grúa para alzar la sección retirada de los dispositivos de expedición y recolocarla para montaje.

35 La sección del equipo retirada puede soportarse para su montaje en su extremo de conexión y el extremo opuesto. Puede proporcionarse soporte en la proximidad del soporte del extremo de conexión para la sección del equipo retenida. El otro soporte se proporcionará separado del punto de conexión en el extremo opuesto de la sección retirada.

40 Los dispositivos de expedición pueden incluir elementos parcialmente separables y totalmente separables para facilitar el montaje. En una realización de la invención, el primer dispositivo de expedición proporcionado para el extremo de unión de las piezas multi-sección puede incluir un soporte fijo y un soporte parcialmente separable. Durante la expedición, el soporte fijo y el soporte parcialmente separable pueden mantenerse en su sitio mediante medios de fijación conocidos en la técnica. En el lugar de montaje, el soporte fijo continuará manteniendo el extremo de unión (conexión) de al menos una sección del equipo, mientras el soporte parcialmente separable puede desunirse de forma que permita el movimiento con relación al soporte fijo. Dicho movimiento permite que el soporte parcialmente separable se separe del soporte fijo para proporcionar soporte para el extremo de conexión de la sección del equipo retirada. Sin embargo, mediante el mantenimiento de una conexión física entre el soporte parcialmente separable y el soporte fijo, los dos soportes pueden mantenerse en alineación, proporcionando de ese modo alineación entre el extremo de conexión puesto a tope de la sección del equipo retenida y la sección del equipo retirada. El segundo dispositivo de expedición para el extremo opuesto de la sección del equipo retenida puede incluir un soporte fijo y un soporte totalmente separable. Durante la expedición, el soporte fijo y el soporte

separable pueden mantenerse en su sitio mediante medios de fijación conocidos en la técnica.

En el lugar de montaje, el soporte fijo continuará manteniendo las secciones del equipo retenidas. El soporte totalmente separable puede moverse a la posición para el soporte del extremo opuesto de la sección del equipo retirada y para posicionar el extremo opuesto de modo que permita que el extremo de conexión de la sección retirada sobre el soporte parcialmente extraíble del primer dispositivo de expedición se coloque en alineación con el extremo de conexión de la sección retenida. Debido a que la segunda sección del equipo debe moverse para sujetarse a la primera sección del equipo durante el montaje, es deseable que el soporte totalmente separado y el soporte parcialmente separable incluyan medios para facilitar el movimiento de la segunda sección del equipo hacia la primera sección del equipo. Dichos medios pueden incluir ruedas, rodillos o similares montados por debajo del cuerpo de la sección del equipo.

Las FIGS. 1-4 ilustran vistas de una realización del dispositivo de expedición inventivo para el montaje de una pala de turbina eólica multi-sección con una sección de raíz y una sección de punta. La FIG. 1 ilustra una vista lateral de una sección 10 de raíz montada sobre un primer dispositivo 40 de expedición y un segundo dispositivo 50 de expedición. Una sección 30 de punta separada se orienta con su extremo 32 de conexión adyacente al extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz. El primer dispositivo 40 de expedición soporta el extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz. El segundo dispositivo 50 de expedición soporta el extremo 14 opuesto de la sección 12 de raíz. El borde 16 de ataque mayor y más pesado para la sección 10 de raíz puede montarse sobre una parte inferior de los dispositivos de expedición, mientras que el borde 18 de salida se monta sobre una parte superior de los dispositivos de expedición. El borde 36 de ataque y el borde 38 de salida para la sección 30 de punta pueden orientarse de modo similar. La FIG. 2 ilustra una vista superior de las secciones de pala de turbina eólica montada sobre una realización del primer dispositivo de expedición y del segundo dispositivo de expedición.

La FIG. 3 ilustra una vista lateral de secciones de pala de turbina eólica dispuestas para su montaje sobre una realización de dispositivos de expedición separados. El primer dispositivo 40 de expedición incluye un soporte 42 fijo y un soporte 44 parcialmente separable, conectados mediante elementos 46 de conexión, con un soporte 44 parcialmente separable extendido respecto al soporte fijo. La alineación entre el soporte 42 fijo y el soporte 44 parcialmente separable se mantiene mediante los elementos 46 de conexión. El soporte 42 fijo proporciona soporte para el extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz y el soporte 44 parcialmente separable proporciona soporte para el extremo 32 de conexión de la sección 30 de punta. El extremo 32 de conexión de la sección 30 de punta y el extremo 12 de conexión y la sección 10 de raíz se mantienen en alineación a través del posicionamiento de los extremos de conexión dentro del primer dispositivo 40 de expedición. El segundo dispositivo 50 de expedición incluye un soporte 52 fijo y un soporte 54 totalmente separable. El soporte 54 totalmente separable se desune del soporte 52 fijo y se mueve a la posición para el soporte del extremo 34 opuesto de la sección 30 de punta. El elemento 48 de sujeción puede usarse sobre los elementos 36 de conexión para retraer parcialmente el soporte 44 separable hacia el soporte 42 fijo, llevando de ese modo al extremo 32 de conexión de la sección 30 de punta a contactar con el extremo 12 de conexión de la sección 12 de raíz y permitiendo que las secciones se sujeten juntas. Pueden proporcionarse rodillos 60 bajo el soporte 44 parcialmente separable y el soporte 54 totalmente separable para permitir que la sección 30 de punta se mueva y sujete a la sección 10 de raíz.

El elemento 48 de sujeción puede incluir una disposición de atornillado simple para la atracción de la sección 30 de punta y de la sección 10 de raíz a unirse. El elemento de sujeción puede incluir también gatos de tornillo u otros de dichos aparatos para facilitar la sujeción.

La FIG. 4 ilustra una vista superior de las secciones de una pala de turbina eólica dispuestas para montaje sobre los dispositivos de expedición separados.

Los dispositivos de expedición pueden incluir una cama, una cuna, un techo y elementos de soporte. El elemento de cama puede ser una base de suelo sólida conectada al fondo del elemento de cuna mediante fijadores. El elemento de cama puede ser individual para cada uno del primer dispositivo de expedición y del segundo dispositivo de expedición o puede ser común a ambos. El elemento de cuna puede incluir un rebaje abierto que mira hacia arriba para la aceptación de un extremo de la sección del equipo. Dentro del rebaje abierto, pueden proporcionarse elementos de soporte para soportar, proteger y posicionar el extremo de la sección del equipo. Los elementos de soporte sobre el soporte fijo proporcionan soporte, protección y posicionamiento para la primera pieza del equipo. Los elementos de soporte sobre los soportes separables proporcionan soporte, protección y posicionamiento para la segunda pieza del equipo. El techo puede incluir un rebaje que mira hacia abajo que acepta un extremo superior de la primera pieza del equipo. El techo puede incluir elementos de soporte adicionales para soporte, protección y posicionamiento de la primera pieza del equipo. El techo puede incluir una superficie que mire hacia abajo que pueda hacer tope con una superficie de la cara que mira hacia arriba de la cuna, incorporando fijadores para atar el techo a la cuna, fijando de ese modo firmemente la pieza del equipo en su sitio para transporte. El dispositivo de expedición puede incluir adicionalmente cáncamos de elevación sobre uno o ambos del soporte fijo y del soporte separable para permitir la instalación de los soportes para la aceptación de las secciones del equipo.

La solicitud de General Electric Company Serie 11/854867 por Livingston et ál. presentada el 13 de septiembre de 2007 y titulada "JIG AND FIXTURE FOR WIND TURBINE BLADE", describe un aparato y procedimiento para la alineación vertical de las secciones del borde de ataque y del borde de salida de una pala de turbina eólica.

Livingston describe adicionalmente una estructura de soporte dentro de la plantilla y dispositivo para el soporte de la pala, incluyendo brazos con forma de U, fijaciones extraíbles y ventosas que pueden usarse para el soporte, protección y posicionamiento de las secciones de pala. Realizaciones pueden incorporar el uso de estos aparatos u otros aparatos conocidos en la técnica para el soporte, protección y posicionamiento de las secciones de pala.

5 Adicionalmente, los dispositivos de expedición pueden incluir elementos de rodillo para la sección de cama, particularmente las secciones parcialmente separables y separables, facilitando de ese modo la sujeción de las secciones de pala.

Como una alternativa, el primer dispositivo de expedición puede proporcionar un soporte fijo y un soporte totalmente separable. Pueden realizarse provisiones alternativas en este caso para colocar dichos soportes totalmente separables en una posición para facilitar la alineación de los extremos de conexión de las secciones del equipo que se están uniendo.

Adicionalmente, debería reconocerse que dicho dispositivo de expedición puede acoger secciones adicionales proporcionando elementos separables adicionales del primer y/o segundo dispositivos de expedición que faciliten la alineación, por ejemplo entre extremos de conexión de una pieza de sección media y una pieza de punta. En este caso se proporciona soporte en los extremos de conexión de la sección de raíz y de la sección media, en el extremo de conexión de la sección media y la sección de punta, y en el extremo de punta de la sección de punta.

Las FIGS. 5A-5B ilustran una representación de una segunda realización del dispositivo de expedición inventivo para la expedición y el montaje de una pala de turbina eólica multi-sección con una sección de raíz, una sección media y una sección de punta. La pala de turbina eólica multi-sección incluye una sección 10 de raíz, sección 20 media y sección 30 de punta.

La FIG. 5A ilustra una vista lateral de una sección 10 de raíz montada sobre un primer dispositivo 40 de expedición y un segundo dispositivo 50 de expedición. La sección 20 media separada se muestra orientada con su extremo 22 de conexión adyacente al extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz y el extremo 24 opuesto mirando hacia el exterior de la raíz 10. La sección 30 de punta separada se muestra orientada con el extremo 32 de conexión mirando a la sección 20 media. El primer dispositivo 40 de expedición soporta el extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz. El segundo dispositivo 50 de expedición soporta el extremo 14 opuesto de la sección 12 de raíz. El borde 16 de ataque mayor y más pesado para la sección 10 de raíz puede montarse sobre el lado inferior de los dispositivos de expedición, mientras que el borde de salida 18 puede montarse sobre el lado superior de los dispositivos de expedición. El borde 26 de ataque y el borde 28 de salida para la sección 20 media y el borde 36 de ataque y el borde de salida para la sección 30 de punta pueden orientarse de modo similar. La sección 20 media y la sección 30 de punta pueden transportarse en dispositivos de expedición separados (no mostrado) del usado para la sección 10 de raíz, o alternativamente pueden, una o ambas, enviarse con la sección de raíz en un dispositivo más ancho (no mostrado) en donde la envergadura de las secciones esté soportada en elementos de cuna paralelos (no mostrado).

La FIG. 5B ilustra una vista lateral de dispositivos de expedición dispuestos para el montaje de la pala de turbina eólica. El primer dispositivo 40 de expedición incluye un soporte 42 fijo y un soporte 44 parcialmente separable, conectado mediante elementos 46 de conexión, con el soporte 44 parcialmente separable extendido desde el soporte fijo. La alineación entre el soporte 42 fijo y el soporte 44 parcialmente separable se mantiene mediante elementos 46 de conexión. El soporte 42 fijo proporciona soporte para el extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz y el soporte 44 parcialmente separable proporciona soporte para el extremo 22 de conexión de la sección 20 media. El extremo 22 de la sección 20 media y el extremo 12 de conexión y la sección 10 de raíz se mantienen en alineación a través de la colocación de los extremos de conexión dentro del primer dispositivo 40 de expedición. El segundo dispositivo 50 de expedición incluye un soporte 52 fijo y un soporte 54 totalmente separable y soporte 59 totalmente separable. Los soportes 54 y 59 totalmente separables pueden desunirse de los soportes 52 fijos. El soporte 54 totalmente separable se mueve a la posición para el soporte del extremo 24 de la sección 20 media con el elemento 56 del soporte y el extremo 32 de conexión de la sección 30 de punta con el elemento 58 de soporte. Los elementos 56 de soporte y el elemento 58 de soporte se conectan y mantienen en alineación a través de los elementos 55 de conexión. El soporte 59 totalmente separable se posiciona para proporcionar soporte al extremo 34 de punta de la sección 30 de punta. El elemento 57 de apriete puede usarse sobre los elementos 36 de conexión para atraer el elemento 58 de soporte parcialmente separable hacia el elemento 56 de soporte fijo, llevando de ese modo al extremo 32 de conexión de la sección 30 de punta a contacto con el extremo 24 de la sección 20 media y permitiendo que las secciones se sujeten juntas. Los elementos 48 de apriete pueden usarse sobre los elementos 46 de conexión para atraer el elemento 44 de soporte parcialmente separable hacia el elemento 42 de soporte, llevando de ese modo al extremo 22 de la sección 20 media a contacto con el extremo 12 de la sección 10 de raíz. Pueden proporcionarse unidades de ruedas o rodillos 60 sobre los dispositivos de expedición para facilitar el movimiento de los elementos de soporte separables tales como 44, 56, 58 y 59 para ayudar a la sujeción.

Las FIGS. 6A-6D, respectivamente, ilustran una vista en alzado frontal, vistas en alzado lateral y una vista superior para un primer dispositivo de expedición ejemplar con un soporte fijo y un soporte parcialmente separable para una sección de raíz y una sección de punta de una pala de turbina eólica. Un primer dispositivo 100 de expedición puede incluir el soporte 110 fijo y un soporte 150 parcialmente separable. El soporte 110 fijo puede incluir una cama 115, una cuna 120 y un techo 125. El soporte 150 parcialmente separable incluye una cama 155, una cuna 160 y un techo 165. Durante la expedición, el soporte 110 fijo y el soporte 150 parcialmente separable pueden fijarse juntos

mediante elementos 175 de conexión u otros medios conocidos en la técnica. Para la expedición, la sección 190 de la pala puede orientarse en el dispositivo con el borde de ataque mirando hacia abajo y el borde de salida. Con la sección de techo retirada, la sección de la pala se desciende dentro de la cuna para asentarla sobre los elementos 205 de posicionamiento. Con la sección de la pala en su lugar sobre la cuna 120, se puede descender el techo 125 sobre la cuna 120 y fijarse en su sitio con los fijadores 180. Pueden proporcionarse cáncamos 127 de elevación para alzado y descenso para la recolocación de todo el dispositivo 100 de expedición. El techo 125 puede incluir una pluralidad de puntales 170 soportados en ambos extremos por el techo 120. Los puntales soportan adicionalmente elementos 176 de posicionamiento conformados a la forma de la sección 190 de la pala. Los elementos de posicionamiento pueden ser ajustables para el apriete de la sección 190 de la pala en su sitio y para alineación lateral y vertical fina de la sección de la pala en preparación para la sujeción a una sección de pala adyacente. La FIG. 6B ilustra una vista en alzado lateral del soporte 110 fijo y del soporte 150 parcialmente separable separado, tal como se ha representado en la FIG. 4, en preparación para la sujeción de dos secciones de pala adyacentes juntas. Los elementos 177 de sujeción pueden usarse para apretarse hacia abajo sobre los elementos 175 de conexión para provocar que el extremo de conexión de las secciones de pala se sujeten juntos. La FIG. 6C ilustra una vista en alzado lateral del primer dispositivo 100 de expedición con el soporte 110 fijo y el soporte 150 parcialmente separable sujetos juntos.

La FIG. 9 ilustra una disposición ejemplar de una estructura para la realización de una alineación por láser de la configuración de conjunto del dispositivo de expedición integrado para sujeción de las secciones de pala. Se coloca un aparato 185 de apuntado láser (con la fuente) sobre uno o más localizaciones 186 de orificios pasantes de apuntado por láser sobre un elemento de soporte en un extremo de la sección de punta/sección de raíz, soportadas. Para una realización de la disposición de apuntado láser, el aparato 185 de apuntado láser puede localizarse en la parte superior y la parte inferior de los dispositivos 42, 44, 52, 54 de soporte. Se proporciona al menos uno o más orificios 186 pasantes (en localizaciones correspondientes a las de los elementos de soporte extremo) sobre elementos de soporte entre un extremo con la fuente 185 láser y el elemento 50 de soporte en el segundo extremo. Pueden proporcionarse objetivos 187 láser en los elementos 42, 44 de soporte intermedio, y en el elemento de soporte en el extremo en oposición de la combinación de pala. Los elementos de soporte, preferentemente sobre la sección de punta, pueden ajustarse vertical y lateralmente de acuerdo con el sistema de puntería láser para proporcionar una alineación fina entre los extremos de conexión de la sección de punta de la pala y la sección de raíz de la pala. Las localizaciones de colocación para la disposición de apuntado por láser sobre un elemento de soporte se ilustran en las FIGS. 6A y 6D.

Las FIGS. 7A-7B y 8A-8B ilustran vistas superiores de disposiciones lado con lado para realizaciones de los dispositivos de expedición inventivos que mantienen una sección de raíz y una sección de punta para una pala de turbina eólica. Una primera realización de la disposición lado con lado se ilustra en la FIG. 7A. Se proporciona un primer dispositivo 240 de expedición y un segundo dispositivo 250 de expedición en la proximidad a los extremos de la sección 210 de raíz. El primer dispositivo 240 de expedición proporciona una cuna 241 para el extremo 215 de conexión de la sección 210 de raíz y una cuna 242 para el extremo 235 de conexión de la sección 230 de punta de la pala 200 de turbina eólica. El segundo dispositivo 250 de expedición incluye una cuna 252 para el extremo 217 de raíz de la sección 210 de raíz de la pala. Adicionalmente, un tercer dispositivo 270 de expedición proporciona una cuna 271 para soporte de la parte media de la sección 210 de raíz de la pala y una cuna 272 para el extremo 236 de punta de la sección 230 de punta. En la primera realización, el primer dispositivo 240 de expedición proporciona también el soporte parcialmente separable para soporte del extremo 235 de conexión de la sección 230 de punta en la proximidad al extremo 215 de conexión de la sección de raíz, y el tercer dispositivo 270 de expedición puede proporcionar el soporte totalmente separable para el extremo 215 de punta y una cuna 272 para el extremo 215 de conexión de la sección de punta de la pala.

La FIG. 7B ilustra secciones de pala de turbina eólica dispuestas para alineación y sujeción de acuerdo con la primera realización de la disposición por lado. La cuna 241 del primer dispositivo 240 de expedición se ha extendido a una primera sección 240A de soporte para el soporte del extremo 215 de conexión de la sección 210 de raíz de la pala y una segunda sección 240B de soporte para el soporte del extremo 235 de conexión de la sección 230 de punta de la pala, en una manera tal como se ha descrito previamente en detalle con respecto a las FIGS. 6A-6D. El tercer dispositivo 270 de expedición se ha expandido para separarse fuera de una unidad 272 de cuna totalmente separable para soportar el extremo 236 de punta de la sección 230 de punta de la pala. Las unidades de cuna individuales proporcionan soporte y alineación a la sección 210 de raíz y a la sección 230 de punta durante la sujeción.

Se ilustra en la FIG. 8 una segunda realización de la disposición lado con lado para un dispositivo de expedición para palas de turbina eólica. Se proporciona un primer dispositivo 340, un segundo dispositivo 350 y un tercer dispositivo 370. El primer dispositivo 340 de expedición y el segundo dispositivo 350 de expedición se proporcionan en la proximidad a los extremos de la sección 210 de raíz. El primer dispositivo 340 de expedición proporciona una cuna 341 para el extremo 215 de conexión de la sección 210 de raíz. El segundo dispositivo 350 de expedición incluye una cuna 352 para el extremo 217 de raíz de la sección 210 de raíz de la pala y una cuna 382 totalmente separable para el extremo 236 de punta de la sección 230 de punta de la pala. Adicionalmente, un tercer dispositivo 370 de expedición proporciona una cuna 371 para soporte de la parte media de la sección 210 de raíz de la pala y una cuna 372 para el extremo 235 de conexión de la sección 230 de punta. En esta segunda realización para la finalidad de soportar y alinear las secciones de pala en preparación para la sujeción, la cuna 341 del primer

dispositivo 340 de expedición puede proporcionar también un soporte 340B parcialmente separable para el soporte del extremo 235 de conexión de la sección 230 de punta en la proximidad al extremo 215 de conexión de la sección de raíz. La cuna 341 del primer dispositivo 340 de expedición proporciona también un soporte 340A fijo para el extremo 12 de conexión de la sección 10 de raíz de la pala. El segundo dispositivo 350 de expedición puede proporcionar el soporte totalmente separable para el extremo 215 de punta, incluyendo una cuna 382 para el extremo 236 de punta de la sección de punta de la pala.

Adicionalmente con respecto a ambas realizaciones de los dispositivos de expedición, las unidades de cuna individuales que soportan las secciones de pala pueden incluir características de alineación que incluyen un sistema de apuntado por láser, previamente descrito con respecto a las FIGS. 6A-6D y la FIG. 9.

Se proporciona un procedimiento para la expedición y alineación de secciones de una pala de turbina eólica multi-sección sobre un dispositivo de expedición y alineación integrado que incluye un primer dispositivo de expedición con una sección de soporte totalmente separable y un segundo dispositivo de expedición con una sección de soporte parcialmente separable.

El procedimiento se dirige a la expedición de secciones de pala individuales, incluyendo una sección de punta y una sección de raíz, en donde la sección de punta y la sección de raíz deben alinearse para montaje en una unidad de pala. En la preparación para la expedición, las secciones individuales de la pala de turbina eólica multi-sección, se montan sobre un primer dispositivo de expedición y un segundo dispositivo de expedición. El primer dispositivo de expedición puede soportar el extremo de conexión de la sección de raíz. El segundo dispositivo de expedición puede soportar el extremo opuesto de la sección de raíz. La sección de punta puede montarse sobre un dispositivo separado. Alternativamente la sección de punta puede montarse sobre uno de entre el primer dispositivo de expedición y el segundo dispositivo de expedición y el otro extremo de la sección de punta puede montarse sobre un tercer dispositivo de expedición, tal como se ilustra en las FIGS. 7A, 7B y 8.

El dispositivo de expedición y alineación integrado, cargado con la sección de la pala, se envía a un destino de montaje para la pala de turbina eólica. La sección de punta se retira mediante una grúa u otros medios de elevación de su dispositivo separado o dispositivo de expedición integrado. El primer dispositivo de expedición se prepara entonces para aceptación de la sección de punta mediante la desunión del soporte separable (total o parcialmente separable) del soporte fijo. En el caso de soporte parcialmente separable, el soporte se extiende totalmente desde el soporte fijo a una posición que facilita la colocación del extremo de conexión de la sección de punta en alineación con el extremo de conexión de la sección de raíz. En el caso de soporte totalmente separable, el soporte se mueve a una posición que facilita la colocación del extremo de conexión de la punta en alineación con el extremo de conexión de la sección de raíz.

El soporte totalmente separable del primer dispositivo de expedición se desune del soporte fijo. El soporte totalmente separable se posiciona en la localización de montaje para el extremo de punta (extremo opuesto) de la sección de punta. La sección de punta se monta entonces sobre los soportes separables anteriormente descritos. La colocación del extremo de conexión de la sección de punta y el extremo de conexión de la sección de raíz sobre sus soportes respectivos localiza los elementos de conexión de las secciones adjuntas a tope en estrecha alineación. El procedimiento puede incluir adicionalmente una etapa de apuntado por láser a través de objetivos sobre el soporte totalmente separable para el extremo de punta, y al menos uno de entre el soporte parcialmente separable para la sección de punta, el primer dispositivo de soporte fijo para la sección de raíz y el segundo dispositivo de soporte para la sección de raíz. Los soportes para la sección de punta de la pala pueden ajustarse según sea necesario, y de acuerdo con el apuntado láser, si se emplea, para establecer una alineación fina entre los extremos de la sección de punta y la sección de raíz. La sección de punta y la sección de raíz se sujetan entonces juntas.

Aunque se han descrito diversas realizaciones en el presente documento, se apreciará a partir de la especificación que pueden realizarse varias combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ellos, y están dentro del alcance de la invención que se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de expedición y alineación integrado para una pala de turbina eólica multi-sección unida, el dispositivo **caracterizado por**:

5 un primer dispositivo (40) de soporte de un primer extremo (12) de una primera sección (10) de la pala de turbina eólica multi-sección;
 un segundo dispositivo (50) de soporte de un segundo extremo (14) de la primera sección (10) de la pala de turbina eólica multi-sección;
 medios (46) de mantenimiento sobre el primer dispositivo (40) y sobre el segundo dispositivo (50) para la
 10 retención de un extremo de la sección de la pala de turbina eólica;
 medios (185) de alineación para la alineación de una sección (20, 30) separada de la pala de turbina eólica multi-sección con la primera sección (10) retenida de la pala de turbina eólica;
 comprendiendo el primer dispositivo (40):

15 un primer elemento (42) de soporte para el soporte del primer extremo (12) de la primera sección (10) de la pala de turbina eólica; y
 un segundo elemento (44) de soporte parcialmente separable para el soporte de un extremo (22, 32) de unión de la segunda sección (20) de pala de turbina eólica separada;
 en el que los medios (46) de mantenimiento del primer dispositivo mantienen la alineación entre el primer
 20 elemento (42) de soporte y el segundo elemento (44) de soporte parcialmente separable; y
 el segundo dispositivo (50) comprende un elemento de soporte totalmente separable para soportar un extremo (24, 34) opuesto de la sección (20, 30) separada.

2. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios (176) de mantenimiento sobre el primer dispositivo (40) y el segundo dispositivo (50) están conformados para retener secciones transversales (190) para extremos asociados de secciones (10, 30) individuales de la pala de turbina eólica multi-sección.

25 3. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que el elemento (54) de soporte totalmente separable comprende:

30 un primer elemento (52) de soporte para el soporte del segundo extremo (14) de la primera sección (10) de la pala de turbina eólica; y
 un segundo elemento (59) de soporte para el soporte del extremo (34) opuesto de la sección (30) de pala de turbina eólica separada.

4. El dispositivo de expedición y alineación integrado para expedición y alineación de la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que el elemento (54) de soporte totalmente separable comprende:

35 un elemento (56) de soporte fijo para el soporte de un extremo (24) de la segunda sección (20) de la pala de turbina eólica; y
 un elemento (58) de soporte parcialmente separable para el soporte de un extremo (32) de conexión de la sección (30) separada.

40 5. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que al menos uno de entre el elemento (54) de soporte y el elemento (44) de soporte parcialmente separable comprende:

medios para alinear secciones (20, 30) separadas de la pala de turbina eólica a sus secciones de unión.

6. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los medios para alinear secciones (20, 30) separadas de la pala de turbina eólica a sus secciones de unión comprenden:

45 una disposición (185) de puntería por láser para alineación de las secciones de pala.

7. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la disposición de puntería por láser comprende:

50 una fuente (185) de apuntado por láser montada sobre al menos una localización de un elemento (54) de soporte en un extremo (34) no de conexión de la sección (30) separada;
 orificios pasantes (186) sobre elementos (42, 44) de soporte que permiten la comunicación de la fuente (185) de apuntado por láser al segundo extremo (14) de la segunda sección (10) de la pala; y
 objetivos (187) de alineación por láser sobre al menos uno de los elementos (50) de soporte para la sección (10) de la pala.

8. El dispositivo de expedición y alineación integrado para la pala de turbina eólica multi-sección de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en el que el elemento (44) de soporte parcialmente separable comprende:

medios (48, 57) para sujetar la sección (30) separada de la pala de turbina eólica a una sección de unión respectiva.

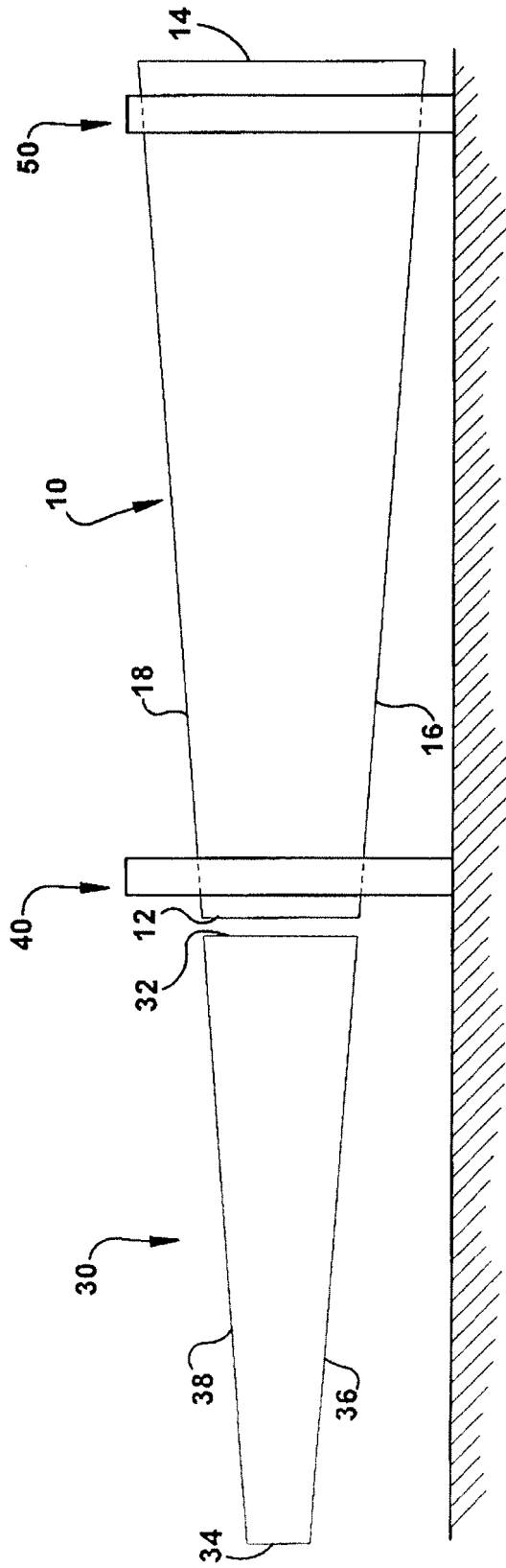


Fig. 1

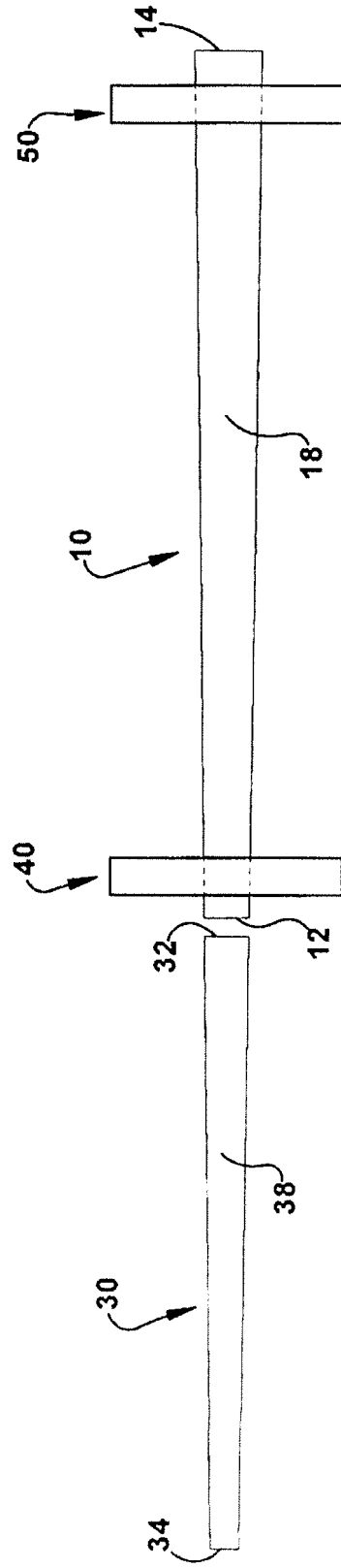
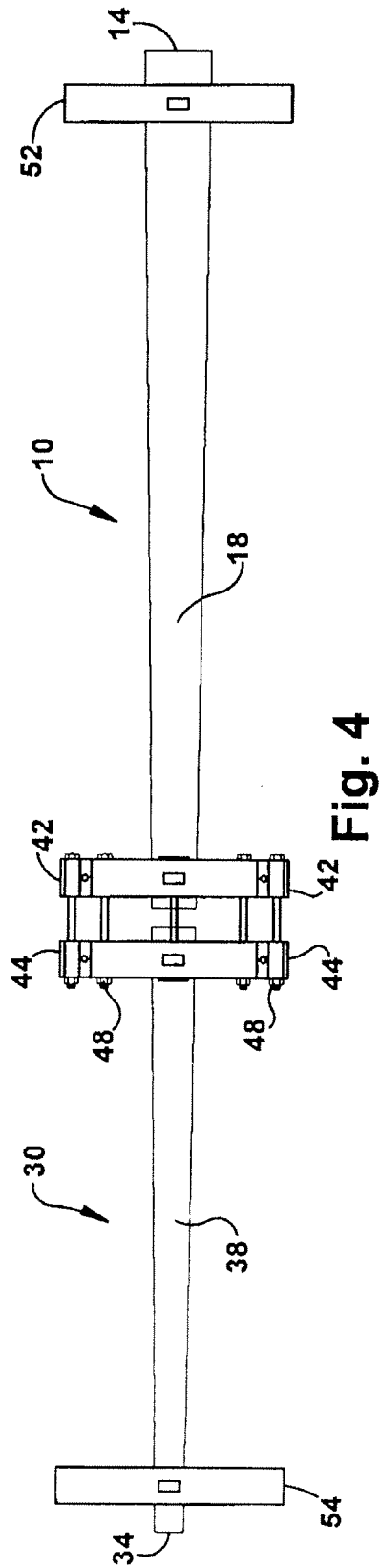
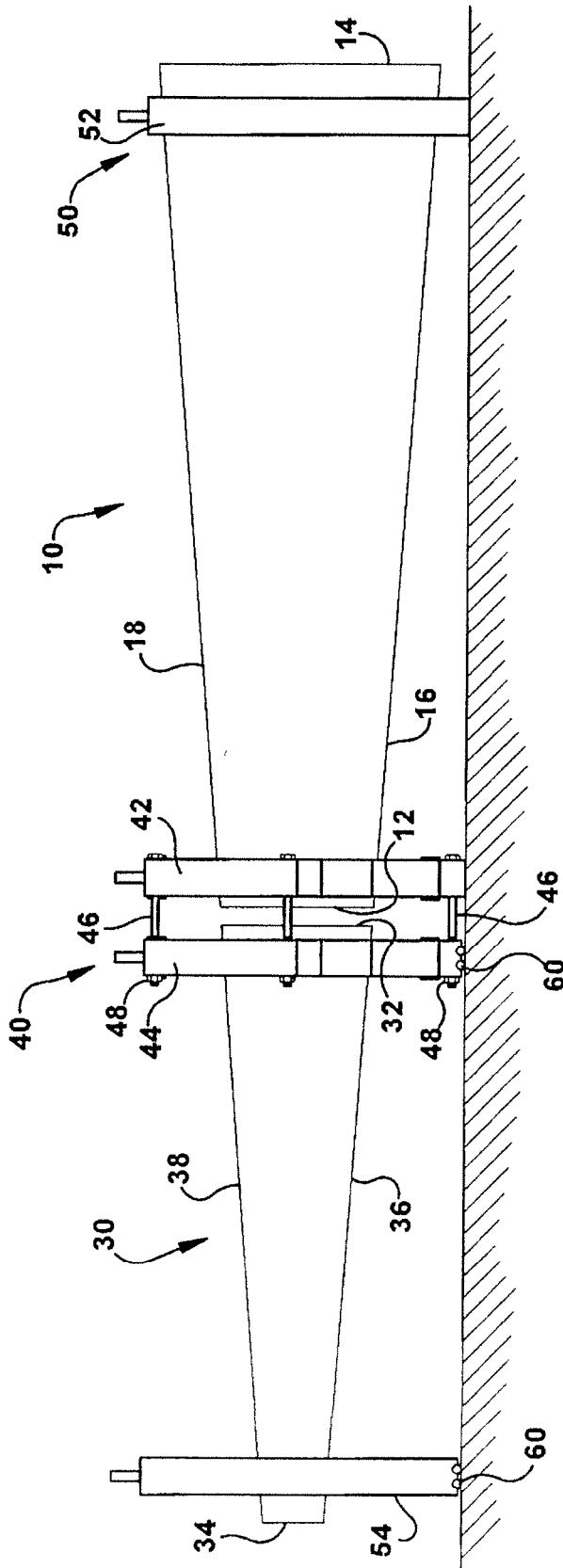


Fig. 2



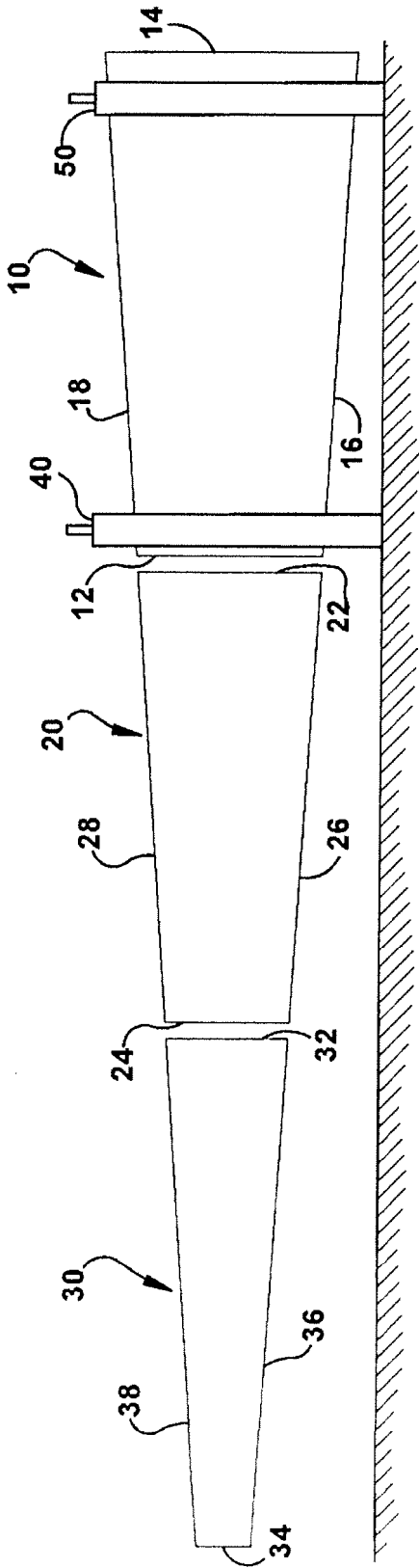


Fig. 5A

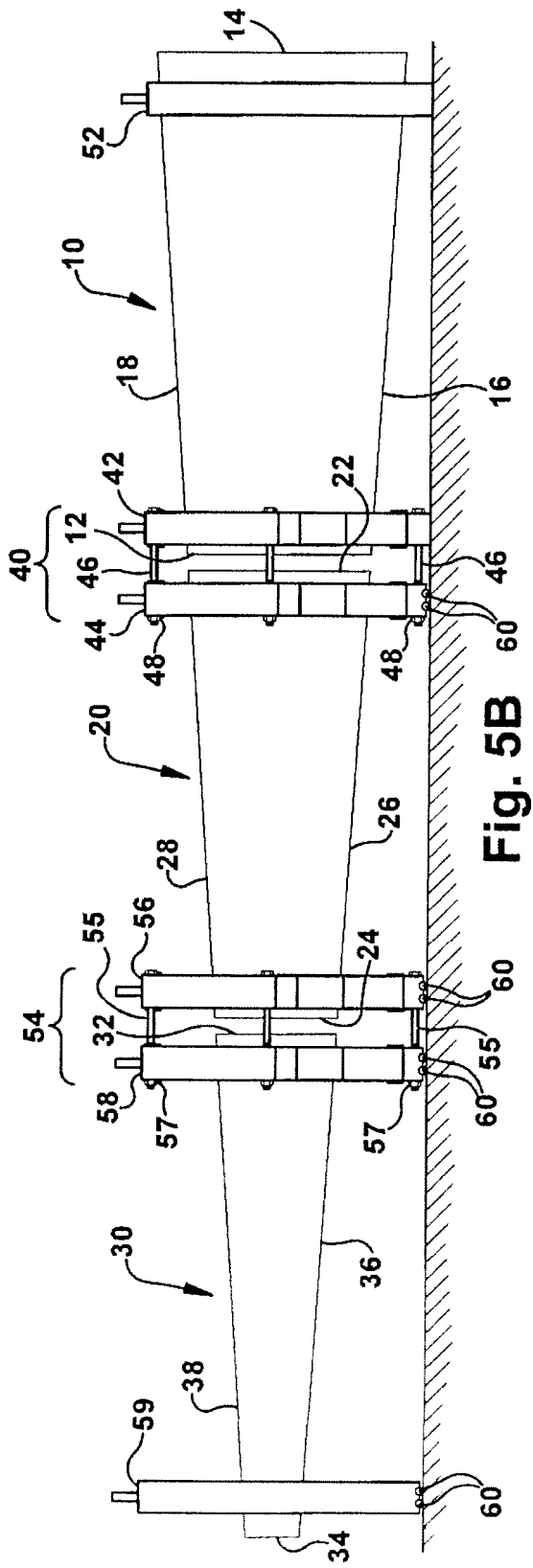


Fig. 5B

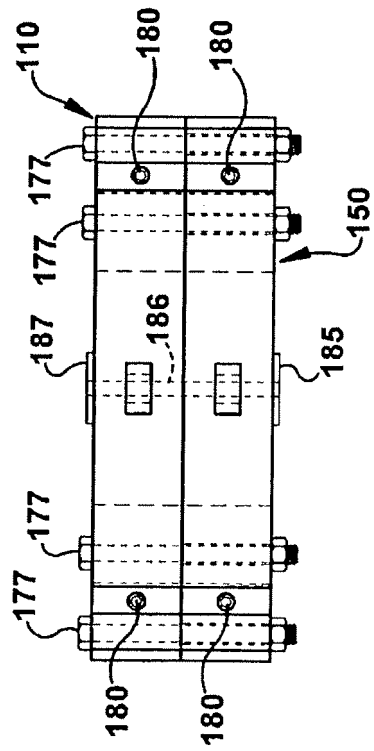


Fig. 6D

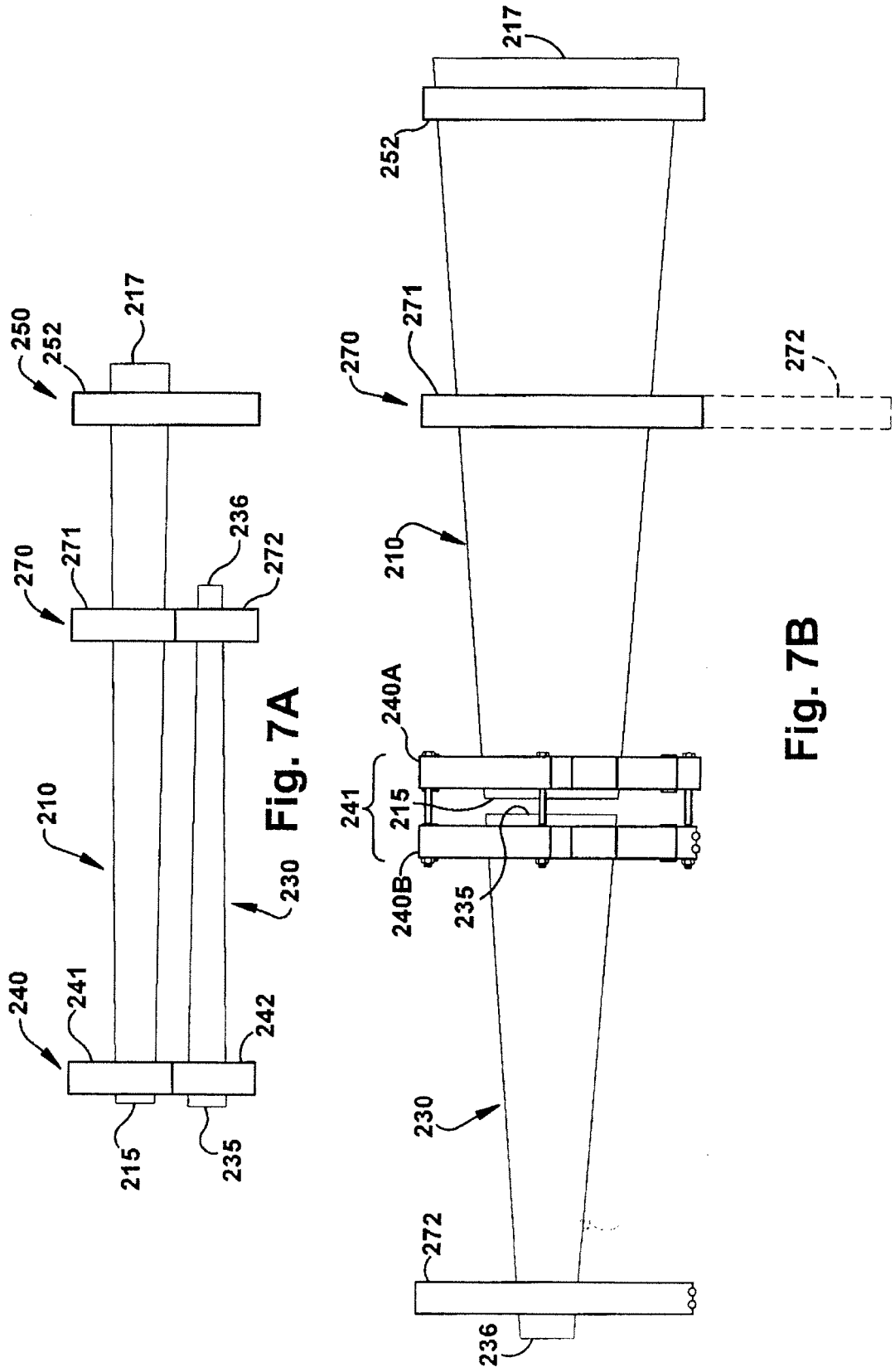
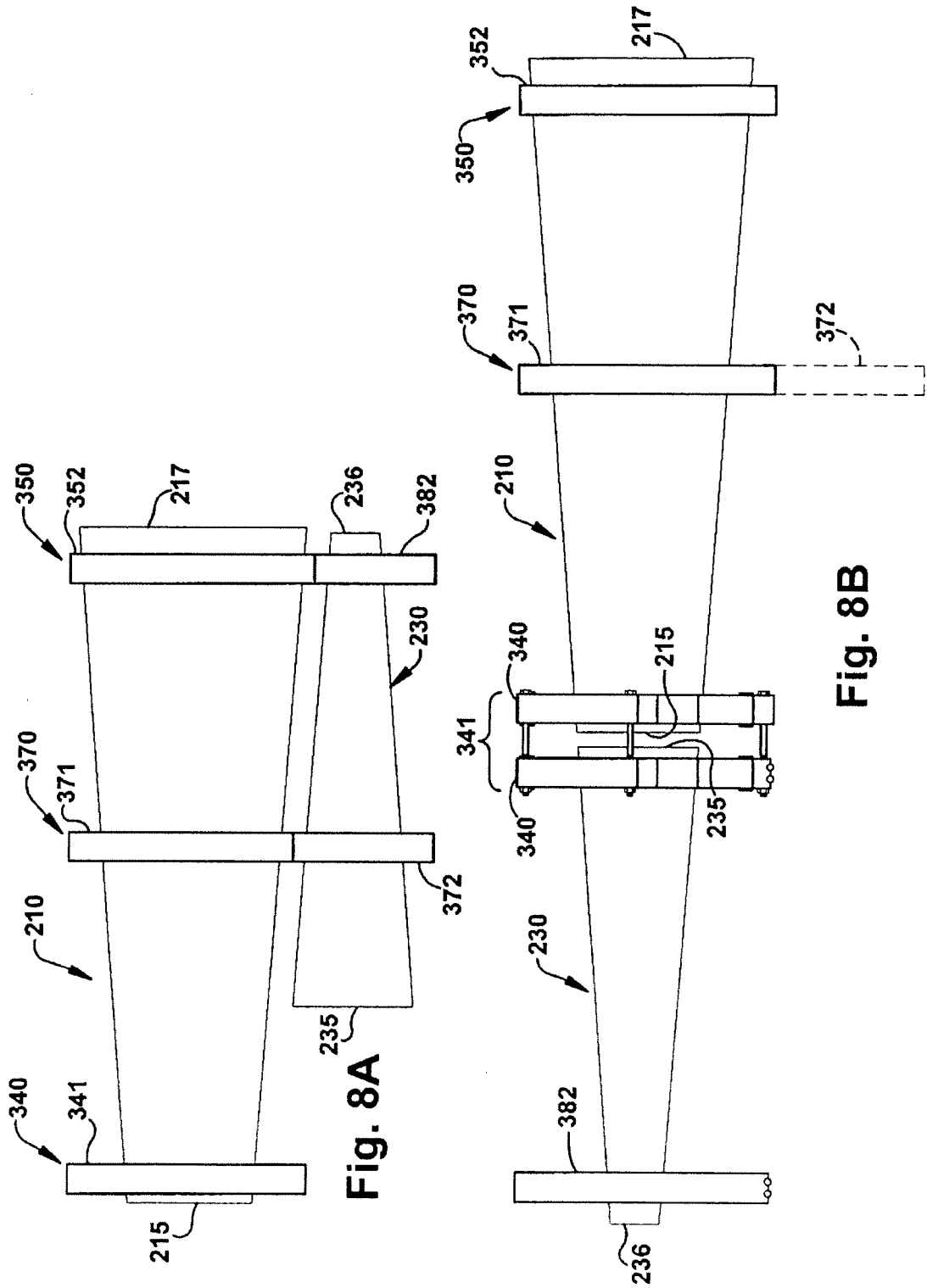


Fig. 7A

Fig. 7B



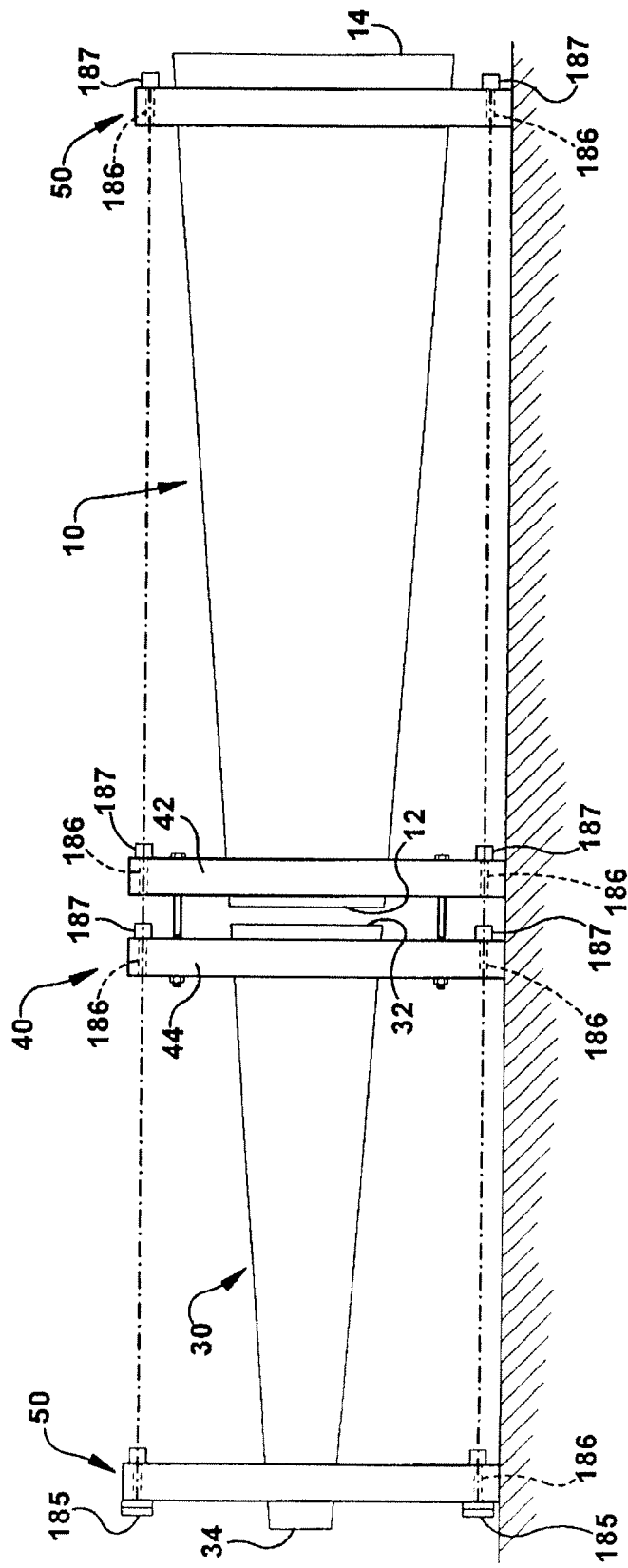


Fig. 9