

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 228**

51 Int. Cl.:

G01L 1/25 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

G01L 5/04 (2006.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2012 PCT/GB2012/052288**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13038208**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2012 E 12791524 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2756277**

54 Título: **Análisis de elementos de soporte de carga**

30 Prioridad:

15.09.2011 GB 201116014
01.08.2012 GB 201213679

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.11.2018

73 Titular/es:

PFEIFER SEIL- UND HEBETECHNIK GMBH
(100.0%)
Dr.-Karl-Lenz-Str. 66
87700 Memmingen, DE

72 Inventor/es:

SEAMAN, PETER y
HARPER, PHILIP BRIAN

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 689 228 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

Análisis de elementos de soporte de carga

5 Esta invención se refiere a procedimientos de análisis de elementos de soporte de carga. Más particularmente, pero no de manera exclusiva, esta invención se refiere a procedimientos de determinación de tensión o compresión en elementos de soporte de carga fijados mediante conjuntos de fijación. Esta invención también se refiere a procedimientos de análisis de componentes de elementos de conjuntos de fijación. Más particularmente, pero no de manera exclusiva, esta invención se refiere a procedimientos de determinación de tensión o compresión en
10 componentes de conjuntos de fijación.

La determinación de la tensión en un elemento estructural se describe en el documento GB2462719A.

15 Según un aspecto de esta invención, se proporciona un procedimiento de análisis de un elemento de soporte de carga en una estructura arquitectónica, comprendiendo el procedimiento proporcionar el elemento de soporte de carga en un estado en el que se fija a una formación con un conjunto de fijación, aplicar una carga al elemento de soporte de carga, sometiendo de este modo a esfuerzo el conjunto de fijación, transmitir señales primera y segunda a través de un componente del conjunto de fijación de manera transversal con respecto a la dirección en la que se aplica la carga, y realizar una medición de un efecto sobre cada señal para determinar la carga mencionada
20 anteriormente, caracterizado porque la primera señal se transmite a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en tensión cuando se somete a esfuerzo dicho componente, y la segunda señal se transmite a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en compresión cuando se somete a esfuerzo dicho componente.

25 Puede proporcionarse un componente de un conjunto de fijación, siendo dicho conjunto de fijación para usarse para la fijación de un elemento de soporte de carga, en el que el componente del conjunto de fijación comprende una cara y emisores de señal primero y segundo.

30 La señal puede transmitirse a través de un componente del conjunto de fijación sustancialmente ortogonal con respecto a la dirección en la que se aplica la carga. Una pluralidad de señales puede transmitirse a través del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. Puede realizarse una medición de un efecto sobre cada señal para determinar la carga mencionada anteriormente. En un modo de realización, no pueden transmitirse más de dos señales a través del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

35 En los modos de realización descritos en el presente documento, el elemento de soporte de carga se analiza indirectamente mediante mediciones realizadas en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. En estos modos de realización, el análisis del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede ser una medición indirecta de la carga sobre el elemento de soporte de carga.

40 El procedimiento puede comprender emitir la señal a lo largo de una dimensión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

45 El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede comprender un elemento de fijación. En un primer modo de realización, el elemento de fijación puede comprender un pasador. En el primer modo de realización, la dimensión puede extenderse a lo largo de la longitud del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. En un segundo modo de realización, el elemento de fijación puede comprender un elemento de reparto de carga, que puede comprender una arandela o una placa de soporte de carga. En el segundo modo de realización, la dimensión puede extenderse a través del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.
50

En el segundo modo de realización, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede definir una abertura a través de la que puede extenderse el elemento de soporte de carga.

55 La carga aplicada al elemento de soporte de carga puede ser una carga predeterminada. La carga aplicada al elemento de soporte de carga puede ser una carga de tensión o una carga de compresión. La carga aplicada al elemento de soporte de carga puede aplicarse longitudinalmente con respecto al elemento de soporte de carga. La carga aplicada al elemento de soporte de carga puede aplicarse en el plano del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

60 Cada señal puede comprender una onda de sonido, o una pluralidad de ondas de sonido. Cada señal puede ser una onda ultrasónica, o una pluralidad de ondas ultrasónicas. El efecto sobre cada señal medida puede ser el tiempo que tarda la señal en transmitirse a través del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, la frecuencia o el intervalo de frecuencia de la señal y/o la amplitud o intervalo de amplitud.

65 El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede extenderse transversalmente con respecto al elemento de soporte de carga. El esfuerzo al que se somete el componente mencionado anteriormente del

conjunto de fijación puede provocar que el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación se deforme, por ejemplo, flexionándose. El procedimiento puede incluir registrar la medición en un soporte de registro.

5 La etapa de emitir cada señal puede comprender emitir la señal desde puntos de emisión en una cara de emisión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación hasta una cara adicional, o hasta una región adicional de la misma cara, del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. La cara adicional puede ser opuesta a la cara de emisión. La región adicional de la misma cara puede ser opuesta al punto de emisión.

10 Alternativamente, la etapa de emitir cada señal puede comprender emitir la señal desde una cara de emisión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación hasta una discontinuidad en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. La etapa de emitir cada señal puede comprender emitir la señal en un punto de emisión, que puede ser en una región de borde del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

15 La etapa de emitir cada señal puede comprender emitir la señal desde un dispositivo de emisión dispuesto en cada punto de emisión.

20 En un modo de realización, la o cada cara puede ser una cara de borde. En otro modo de realización, la o cada cara puede ser una cara de extremo.

25 El procedimiento puede comprender realizar una pluralidad de mediciones desde una pluralidad de puntos de emisión en la cara del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. El procedimiento puede comprender realizar una pluralidad de mediciones desde dos puntos de emisión en la cara del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

30 El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede tener una pluralidad de los puntos de emisión. El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede tener dos de los puntos de emisión.

Cada punto de emisión puede tener un emisor de señal respectivo proporcionado en el mismo.

35 Cada punto de emisión puede comprender una región marcada en la cara. Los emisores de señal pueden proporcionarse en las regiones marcadas.

En el primer modo de realización, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede tener una cara de extremo, y el punto de emisión puede encontrarse en la cara de extremo. El punto de emisión puede estar alineado con la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

40 En un primer modo de realización, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede tener una cara de extremo. El procedimiento puede comprender realizar una pluralidad de mediciones en una pluralidad de puntos de emisión alrededor de la cara de extremo. La pluralidad de puntos de emisión puede estar separada de un punto sustancialmente central de la cara de extremo. La pluralidad de puntos de emisión puede estar proporcionada radialmente hacia el exterior desde el punto sustancialmente central de la cara de extremo. La pluralidad de puntos de emisión puede estar extendida circunferencialmente alrededor del punto sustancialmente central de la cara de extremo. La pluralidad de puntos de emisión puede estar separada de manera sustancialmente igual de un punto sustancialmente central de la cara de extremo. La pluralidad de puntos de emisión puede estar separada de manera sustancialmente igual de puntos de emisión adyacentes.

50 En el segundo modo de realización, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede comprender una cara de borde, y la pluralidad de puntos de emisión puede estar proporcionada en la cara de borde. Alternativamente, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede comprender una pluralidad de caras de borde, y la pluralidad de puntos de emisión puede estar proporcionada en caras de borde adyacentes.

55 El procedimiento puede comprender emitir las señales primera y segunda a lo largo de la dimensión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, siendo dichas señales primera y segunda transversales con respecto a la dirección de aplicación de la carga aplicada al elemento de soporte de carga. De manera deseable, los dos puntos de emisión están alineados con la dirección de la carga aplicada al elemento de soporte de carga, siendo dicha alineación tal que una línea imaginaria que se extiende entre los dos puntos de emisión se extiende en paralelo a la dirección de la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

60 El procedimiento puede incluir realizar mediciones primera y segunda de efectos respectivos en las señales primera y segunda. El procedimiento puede incluir registrar las mediciones primera y segunda en un soporte de registro. En un modo de realización, el procedimiento puede comprender realizar tres o más de las mediciones en puntos de emisión respectivos alrededor de la cara de extremo. Cuando se realizan tres o más de tales mediciones, no es

necesaria la alineación de cualquiera de los puntos de emisión con la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

5 Las señales pueden emitirse y/o recibirse mediante un dispositivo de emisión/recepción electrónico, por ejemplo, un emisor/receptor ultrasónico. Uno de los dispositivos de emisión/recepción electrónicos puede montarse en cada punto de emisión.

10 La etapa de emitir las señales primera y segunda puede comprender emitir las señales primera y segunda desde cada punto de emisión en la cara de emisión hasta la cara adicional del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, o hasta una región adicional de la misma cara del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, para reflejarse desde la cara adicional, o desde la región adicional, hasta un punto de recepción. Cada señal puede reflejarse desde una pluralidad de caras o regiones antes de dirigirse al punto de emisión. El punto de recepción puede ser el punto de emisión.

15 En el primer modo de realización, la etapa de emitir las señales primera y segunda puede comprender emitir las señales primera y segunda desde una cara de extremo del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación para reflejarse de vuelta desde la cara de extremo opuesta, o desde una o ambas caras de extremo hasta una discontinuidad en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

20 La etapa de emitir las señales primera y segunda puede comprender emitir las señales primera y segunda en los puntos de emisión primero y segundo respectivos. Los puntos de emisión primero y segundo pueden encontrarse en la cara de extremo del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. Los puntos de emisión primero y segundo pueden estar alineados con la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

25 En el segundo modo de realización, la etapa de emitir las señales primera y segunda puede comprender emitir las señales primera y segunda desde la cara de emisión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación para reflejarse de vuelta desde la cara adicional opuesta, o desde la región adicional de la misma cara, o desde una o ambas caras o regiones hasta una discontinuidad en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

30 La etapa de emitir las señales primera y segunda puede comprender emitir las señales primera y segunda en los puntos de emisión primero y segundo respectivos.

35 Alternativamente, el procedimiento puede comprender emitir señales respectivas desde caras opuestas, o desde regiones opuestas de la misma cara, del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, en el que las señales emitidas desde una primera de las caras se detectan mediante al menos un dispositivo de emisión/recepción electrónico en una segunda cara opuesta de las caras, o en la región opuesta de la misma cara, y/o las señales emitidas de ese modo pueden detectarse mediante el dispositivo de emisión/recepción electrónico.

40 El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede tener una línea central que se extiende a través de la cara de extremo en un punto central, extendiéndose la línea central transversalmente con respecto a la carga aplicada al elemento de soporte de carga. Los puntos de emisión primero y segundo pueden estar separados del punto central. En un modo de realización, los puntos de emisión primero y segundo pueden ser sustancialmente equidistantes del punto central. Los puntos de emisión primero y segundo pueden proporcionarse opuestos unos con respecto a otros con el punto central entre los mismos.

50 La etapa de determinar la carga aplicada al elemento de soporte de carga puede comprender determinar la diferencia entre las mediciones primera y segunda. En al menos una de los modos de realización descritos en el presente documento, esto proporciona la ventaja de que la diferencia mencionada anteriormente en mediciones es independiente de cambios en la dimensión, velocidad de sonido u otras propiedades de material debido a cambios de temperatura.

55 Cada medición puede realizarse durante deformación de carga elástica del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. En el segundo modo de realización, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede definir un rebaje para facilitar o permitir la deformación elástica del mismo.

60 La primera señal puede emitirse a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en tensión durante dicha deformación. La segunda señal puede emitirse a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en compresión durante dicha deformación.

65 El procedimiento puede comprender marcar el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación para alinear el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación de manera apropiada con respecto a la formación y/o el elemento de soporte de carga cuando el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación se instala en el mismo. El componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede marcarse mediante estampado, grabado, repujado, marcado químico, marcado por láser, ablación láser o cualquier otro procedimiento adecuado. Alternativamente, el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede

tener un chip electrónico montado en el mismo para identificar el componente. El chip puede tener medios de identificación, tales como un número de serie o similares.

5 Alternativa o adicionalmente, el procedimiento puede comprender marcar el elemento de soporte de carga o en la formación. La marca puede encontrarse en el elemento de soporte de carga o en la formación, puede proporcionarse para alinear el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación de manera apropiada con respecto a la formación y/o el elemento de soporte de carga cuando el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación se instala en el mismo. La marca correspondiente puede proporcionarse en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación para alinearse con la primera marca mencionada.

10 Un registro de cada medición puede comprender registrar cada medición o registrar un parámetro o un parámetro derivado, de la medición, en un dispositivo de memoria electrónica en el dispositivo de emisión/recepción electrónico, o en una base de datos de una disposición de procesamiento de datos. La base de datos puede incluir detalles adicionales del elemento de soporte de carga y/o del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. Alternativamente, si se desea, una etapa de registrar cada medición puede comprender escribir cada medición en una hoja de registro adecuada.

20 La etapa de realizar cada medición puede comprender emitir desde un dispositivo de emisión de señal, tal como el dispositivo de emisión/recepción electrónico, una señal que va a emitirse a lo largo del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. La señal emitida a lo largo del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación puede ser transversal con respecto a la dirección de la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

25 La señal puede reflejarse desde una cara opuesta, o una región opuesta de la misma cara, del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, o desde una discontinuidad en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. Alternativamente, la señal puede emitirse desde un tercer dispositivo de emisión/recepción electrónico en el extremo opuesto del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

30 La etapa de realizar cada medición puede comprender medir cada periodo de tiempo que tarda cada señal en volver a cada punto de medición en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, conocido como el tiempo de vuelo. Alternativamente, la etapa de realizar cada medición puede comprender medir la amplitud o variación de frecuencia de la señal, o una combinación de dos o más del tiempo de vuelo, la amplitud y la frecuencia.

35 Un ejemplo de un dispositivo de emisión/recepción electrónico adecuado se comercializa por NDT Solutions. Puede requerirse un osciloscopio para procesar los resultados de las mediciones. Un osciloscopio adecuado se comercializa por Le Croy Limited.

40 El registro de cada medición puede incluir registrar uno o más elementos de información de los siguientes: la longitud de cada dimensión; la identidad del material del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; el área en sección transversal del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; la fuerza máxima que el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación está diseñado para soportar; el número de serie de un chip electrónico integrado en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

45 El registro de la información puede comprender registrar uno o más elementos de información adicionales seleccionados de los siguientes: la fecha de fabricación del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; el tipo del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; el tipo de designación del equipo usado; el número de lote del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; el número de serie del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; la identificación única del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación; la fecha de calibración del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

55 Antes de realizar cada medición, el procedimiento puede comprender realizar mediciones de calibración.

La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender disponer el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, o un componente sustancialmente idéntico del conjunto de fijación, en un equipo, y emitir una señal, o una pluralidad de señales, a lo largo de la dimensión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

60 La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender aplicar una fuerza transversal con respecto a la dimensión del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación a lo largo de la que se emite la señal, y emitir cada señal a lo largo de la dimensión mientras se aplica la fuerza.

65 La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender aplicar en secuencia una pluralidad de fuerzas transversales con respecto a la dimensión y emitir una señal respectiva a lo largo de la dimensión mientras cada una

de dichas fuerzas se aplica al componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación. La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender registrar las mediciones en correspondencia con las fuerzas respectivas aplicadas al componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

5 La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender aplicar en secuencia una pluralidad de fuerzas transversales con respecto a la dimensión y emitir señales primera y segunda a lo largo de dicha dimensión cuando se aplica cada una de dichas fuerzas. La etapa de realizar las mediciones de calibración puede comprender registrar las mediciones primera y segunda en correspondencia con las fuerzas respectivas aplicadas al componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.

10 Puede dibujarse un gráfico de calibración o aplicarse una fuerza frente a o bien cada medición de calibración realizada o bien las diferencias en las mediciones de calibración cuando solamente se realizan mediciones de calibración primera y segunda.

15 El procedimiento puede comprender comparar las mediciones con las mediciones de calibración para determinar la fuerza aplicada al componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación y determinar de ese modo la carga aplicada al elemento de soporte de carga.

Ahora se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 la figura 1 muestra una unión entre un elemento de soporte de carga alargado y un conjunto de fijación de un primer modo de realización;

25 la figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de la unión que muestra la figura 1, no presentando los componentes ninguna carga;

la figura 3 muestra una vista similar a la figura 2, pero presentando los componentes carga;

30 la figura 4 muestra una vista de extremo de un primer modo de realización de un componente del conjunto de fijación;

la figura 5 es una vista lateral del componente del conjunto de fijación mostrado en la figura 4, en la que se aplica una fuerza de flexión en el mismo;

35 la figura 6 es una vista de una cara de extremo del componente del conjunto de fijación mostrado en la figura 4, con el componente del conjunto de fijación instalado en un conjunto de fijación;

la figura 7 es una vista en perspectiva de un modo de realización de un componente del conjunto de fijación;

40 la figura 8 es una vista en perspectiva de un modo de realización adicional de un componente del conjunto de fijación;

la figura 9 es una vista en perspectiva que muestra un conjunto de fijación 100 adicional;

45 la figura 10 es una vista de la región marcada con X en la figura 9;

la figura 11 es una vista lateral del conjunto de fijación mostrado en la figura 9;

50 la figura 12 es una vista a lo largo de las líneas XII-XII en la figura 11;

la figura 13 es una vista lateral en sección de otro conjunto de fijación;

la figura 14 es una vista en perspectiva de aún otro conjunto de fijación;

55 la figura 15 es una vista ampliada de la región marcada con XV en la figura 14;

la figura 16 es una vista lateral del conjunto de fijación mostrado en la figura 14;

60 la figura 17 es una vista en sección a lo largo de las líneas XVII-XVII en la figura 16;

la figura 18 muestra un montículo que tiene una pluralidad de los conjuntos de fijación mostrados en las figuras 9 a 12 que estabilizan el montículo;

65 la figura 19 es una vista ampliada de la región marcada con XIX en la figura 18;

la figura 20 es una vista frontal del montículo mostrado en la figura 18;

la figura 21 es una vista lateral en sección a lo largo de las líneas XXI-XXI en la figura 20;

la figura 22 es una vista ampliada de la región marcada con XXII en la figura 21;

la figura 23 es una vista desde abajo de un componente de un conjunto de fijación para usarse en los conjuntos de fijación mostrados en las figuras 9 a 22;

la figura 24 es una vista desde abajo de un componente alternativo del conjunto de fijación;

la figura 25 es una vista desde arriba de un componente de los conjuntos de fijación mostrados en las figuras 9 a 22;

las figuras 26A a 26F muestran esquemáticamente la trayectoria de señales emitidas a través de los componentes del conjunto de fijación;

las figuras 27A a 27C son vistas en sección que muestran la trayectoria de las señales emitidas a través de los componentes de los conjuntos de fijación mostrados en las figuras 9 a 22;

la figura 28 muestra una vista lateral de una grúa con un brazo en una primera posición;

la figura 29 es una ampliación de la región marcada con XXIX en la figura 28;

la figura 30 muestra una vista lateral de la grúa con el brazo en una segunda posición; y

la figura 31 es una ampliación de la región marcada con XXXI en la figura 30.

En la figura 1 se muestra una unión 10 entre un elemento de soporte de carga alargado 12 y un conjunto de fijación 14 en una estructura arquitectónica. En las figuras 1 a 6, el elemento de soporte de carga alargado 12 se encuentra en forma de un elemento estructural, por ejemplo, en forma de un tendón en una estructura de edificio. Apreciará un experto en la técnica que el elemento estructural puede ser cualquier elemento estructural adecuado para su uso en la construcción de estructuras arquitectónicas, tales como puentes colgantes y similares.

El conjunto de fijación 14 comprende un elemento 16 de horquilla que comprende una parte principal 18 y un par de horquillas 20. El elemento de soporte de carga alargado 12 comprende una parte principal 21 y una parte de inserción 22, que se inserta entre las horquillas 20. El conjunto de fijación 14 incluye además un componente en forma de un elemento de fijación, que comprende un pasador 24.

El pasador 24 se inserta a través de aberturas alineadas 26, 28 (véanse las figuras 2 y 3) en las horquillas 20 y el elemento de inserción 22, respectivamente. Por tanto, el elemento de soporte de carga alargado 12 se fija al conjunto de fijación mediante el pasador 24.

La figura 2 muestra la junta 10 antes de aplicar ninguna carga al elemento de soporte de carga alargado 12. Tal como puede observarse, el pasador 24 en la figura 2 es sustancialmente recto. En el modo de realización descrita en el presente documento, la carga aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12 es una carga de tensión, pero se apreciará que la invención puede usarse cuando la carga es una carga de compresión.

Después de haber aplicado la tensión al elemento de soporte de carga alargado 12, tal como se indica mediante las flechas A en las figuras 1 y 3, la parte de inserción 22 tira de la región central del pasador 24, y las horquillas 20 tiran de las regiones de extremo del pasador 24. El resultado es que el pasador 24 se somete a esfuerzo y puede deformarse mediante flexión, tal como se muestra en la figura 3. La descripción anterior de la junta 10 es una descripción de una junta habitual entre un conjunto de fijación 14 y el elemento de soporte de carga alargado 12 en muchas estructuras arquitectónicas y otras técnicas de ingeniería general y lo entenderán los expertos en la técnica.

Con el fin de garantizar que el elemento de soporte de carga alargado 12 se encuentra en la tensión correcta tras la instalación, y quizá muchos años tras la instalación, es necesario comprobar la tensión. Esto puede realizarse o bien midiendo la longitud del elemento de soporte de carga alargado 12 directamente y comparando esta medición con mediciones de calibración llevadas a cabo antes de la instalación del elemento de soporte de carga alargado 12, por ejemplo tal como se describe en el documento GB2462719A. Alternativamente, tal como se realiza en los modos de realización de la presente invención descrita en el presente documento, una medición puede realizarse relacionando el esfuerzo aplicado al pasador 24 con la tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12, tal como se describe a continuación.

Las figuras 4 y 5 muestran respectivamente una primera cara de extremo 30 de un pasador 24 y una vista lateral del pasador 24 que se flexiona mediante la tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12.

El pasador 24 tiene una línea central 31 que se extiende longitudinalmente a través del mismo. La línea central 31

define un punto central 31A en la primera cara de extremo 30. Se proporcionan unas posiciones de emisión primera y segunda 32, 34 en la región de borde de la cara de extremo 30. Las posiciones de emisión primera y segunda 32, 34 son diametralmente opuestas una con respecto a otra, con el punto central 31A entre ellas. Los puntos de emisión primero y segundo 32, 34 son sustancialmente equidistantes del punto central 31A.

5 Dispositivos de emisión/recepción electrónicos respectivos se montan en la primera cara de extremo 30 en cada uno de los puntos de emisión primero y segundo 32, 34. El pasador 24 también tiene una segunda cara de extremo opuesta 30A en su extremo opuesto.

10 El dispositivo de emisión/recepción montado en el primer punto de emisión 32 se conecta a un elemento de monitorización de datos adecuado, tal como un osciloscopio (no mostrado). Una primera señal en forma de una primera onda de sonido, tal como una primera onda ultrasónica, se emite entonces desde el dispositivo de emisión/recepción montado en el primer punto de emisión 32. La primera onda de sonido se emite a través del pasador 24 desde el primer punto de emisión 32 en la primera cara de extremo 30 y se refleja desde la segunda cara de extremo opuesta 30A, de vuelta a la primera cara de extremo 30. La emisión y reflexión de la primera onda de sonido se representa esquemáticamente mediante la flecha T1 de cabeza doble. Se registra el tiempo de vuelo de la primera onda de sonido, es decir el tiempo desde su emisión hasta su detección mediante el dispositivo de emisión/recepción.

20 Una segunda señal, en forma de una segunda onda de sonido, tal como una segunda onda ultrasónica, se emite desde el dispositivo de emisión/recepción montado en el segundo punto de emisión 34. La segunda onda de sonido se emite a través del pasador 24 desde el segundo punto de emisión 34 y se refleja desde la segunda cara de extremo opuesta 30A de vuelta a la primera cara de extremo 30. La segunda onda de sonido se representa esquemáticamente mediante la flecha de cabeza doble T2. El tiempo de vuelo de la segunda onda de sonido se registra tras la detección mediante el dispositivo de emisión/recepción electrónico.

La primera medición se realiza en una región del pasador 24 que está en tensión provocada por la flexión del pasador 24. La segunda medición se realiza en una región del pasador 24 que está en compresión.

30 Los tiempos de vuelo de las ondas de sonido primera y segunda dependen de la temperatura del pasador 24. La diferencia entre las mediciones primera y segunda es independiente, sin embargo, de la temperatura y, por tanto, puede usarse con este modo de realización a cualquier temperatura del pasador 24.

35 La descripción anterior representa el procedimiento usado para realizar las mediciones primera y segunda. Con el fin de que se usen las mediciones primera y segunda para determinar la tensión en el elemento de soporte de carga alargado 12, se realizan mediciones de calibración del pasador 24 o de un pasador sustancialmente idéntico.

40 Con el fin de realizar las mediciones de calibración, se dispone un equipo en una instalación de pruebas en la que un elemento de soporte de carga alargado 12 se conecta a un conjunto de fijación 14 del mismo modo que se muestra en la figura 1. Una primera tensión predeterminada se aplica entonces al elemento de soporte de carga alargado 12. La tensión aplicada se registra entonces en una base de datos o una hoja de registro adecuada. Una primera medición de calibración se realiza entonces desde el primer punto de emisión 32 usando un dispositivo de emisión/recepción. Una onda de sonido ultrasónica se emite a través del pasador 24 desde el primer punto de emisión 32, del mismo modo que se describió anteriormente.

45 Una segunda medición de calibración se realiza entonces desde el segundo punto de emisión 34, usando el dispositivo de emisión/recepción montado en el segundo punto de emisión 34. Por tanto, se miden tiempos de vuelo primero y segundo. La diferencia entre los tiempos de vuelo primero y segundo se registra entonces en correspondencia con la primera tensión predeterminada aplicada.

50 Las mediciones de calibración anteriores se repiten entonces una pluralidad de veces para una pluralidad de diferentes tensiones predeterminadas aplicadas al elemento de soporte de carga alargado 12. Cada vez, la diferencia entre las mediciones primera y segunda se registra en correspondencia con una tensión respectiva aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12. Entonces, puede dibujarse un gráfico de la tensión aplicada frente a la diferencia entre las mediciones primera y segunda respectivas.

Con el fin de determinar la tensión en el elemento de soporte de carga alargado 12 que se comprueba en el sitio, la diferencia entre las mediciones primera y segunda se comprueba frente al gráfico de las mediciones calibradas.

60 La tensión determinada de ese modo proporciona al usuario una indicación de la salud estructural del elemento de soporte de carga alargado 12. La salud estructural del elemento de soporte de carga alargado 12 puede comprobarse en intervalos regulares y, si fuera necesario, pueden realizarse ajustes apropiados a la tensión en el mismo.

65 La figura 6 muestra una vista lateral ampliada de la unión 10 en la que puede observarse que los puntos de emisión primero y segundo 32, 34 están alineados con la tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12,

indicándose la tensión mediante la flecha A. Con el fin de que el pasador 24 se inserte en la orientación correcta en las aberturas 26, 28 en las horquillas 20 y el elemento de inserción 22, se proporciona una primera marca 38 en las horquillas 20, y se proporciona una segunda marca 40 en la cara de extremo 30 del pasador 24. La primera marca 38 se proporciona en consonancia con la dirección de tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12, tal como se indica mediante la flecha A.

Tras la inserción del pasador 24 la segunda marca 40 está alineada con la primera marca 38, alineándose también de este modo los puntos de emisión primero y segundo 32, 34 con la dirección de tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12. Aprenderán los expertos en la técnica que las marcas en el pasador y horquilla pueden encontrarse en cualquier lugar alrededor de la circunferencia, no solamente alineadas con la tensión aplicada. Pueden existir diversas marcas en el pasador 24 y en las horquillas 20 para facilitar la alineación.

Por tanto, se describe un procedimiento de determinación de la tensión en un elemento de soporte de carga alargado 12 analizando un pasador de fijación 24 que sostiene un elemento de soporte de carga alargado 12 en su sitio. El modo de realización descrito y mostrado en el presente documento tiene la ventaja de que permite que la tensión en el elemento de soporte de carga alargado 12 se examine mediante una medición sencilla de un efecto sobre cada onda de sonido emitida a lo largo del pasador instalado en dos posiciones. El modo de realización descrito en el presente documento tiene la ventaja de que evita la necesidad de que se realicen mediciones en lugares en el elemento de soporte de carga alargado 12 que pueden ser de difícil acceso.

El procedimiento descrito en el presente documento tiene aplicaciones fuera del campo de la construcción, y puede usarse, por ejemplo, en yates, navegación, la industria de transporte marítimo, en grúas, en entornos de carga, turbinas eólicas, conexiones de anclaje fijadas mediante pernos, juntas fijadas mediante pernos o similares.

Los inventores han concebido un procedimiento ingenioso y sencillo mediante el cual puede determinarse fácilmente la tensión en un elemento de soporte de carga alargado 12 analizando el pasador 24 que fija el elemento de soporte de carga alargado 12 en su sitio. El modo de realización descrito en el presente documento es sustancialmente independiente de la temperatura.

Pueden realizarse diversas modificaciones. Por ejemplo, el pasador 24 puede tener tres puntos de medición en la primera cara de extremo 30. Los tres puntos de medición pueden estar separados de manera sustancialmente equidistante uno con respecto a otro alrededor de la región circunferencial de borde del pasador 24. Los tres puntos de medición pueden estar separados de manera equidistante del punto central 31A. Con el uso de tres puntos de medición, puede no ser necesario alinear los puntos de medición con la tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12. En otra modificación, puede ser posible calcular la tensión en el elemento de soporte de carga alargado 12 a partir de la información obtenida del análisis del pasador 24.

Se apreciará que, aunque el modo de realización descrito en el presente documento se refiere a la tensión aplicada al elemento de soporte de carga alargado 12 en el plano del pasador 24, también pueden usarse modos de realización de la invención en las que el elemento de soporte de carga alargado 12 está sometido a compresión en el plano del elemento de soporte de carga alargado 12. También pueden usarse otros modos de realización en las que la carga se aplica al elemento de soporte de carga alargado 12 fuera del plano del pasador 24.

Modos de realización de la invención pueden comprender realizar una medición de la carga aplicada al propio pasador 24. En estos modos de realización, la medición se realiza transversalmente con respecto a la carga aplicada al pasador 24, del mismo modo que se describió anteriormente.

Las figuras 7 y 8 muestran modos de realización adicionales del pasador 24. La figura 7 muestra un modo de realización que es similar al pasador 24 mostrado en las figuras 4 y 5, porque la cara de extremo 30 posee los puntos de emisión primero y segundo 32, 34. El pasador 24 mostrado en la figura 7 se diferencia del pasador 24 mostrado en la figura 4 por un rebaje roscado central para recibir un perno (no mostrado) usado para fijar en su sitio una cubierta de bloqueo (no mostrada). La cara 30A opuesta de extremo del pasador 24 mostrado en la figura 7 también define un rebaje central para recibir un perno similar.

La figura 8 muestra un pasador 24A adicional que es similar al pasador 24 mostrado en la figura 7 en la que las caras opuestas 30, 30A definen rebajes roscados respectivos 42 con el mismo fin que el rebaje 42 mostrado en la figura 7. El pasador 24A mostrado en la figura 8 se diferencia del pasador 24 mostrado en la figura 7 porque se proporciona una pluralidad de puntos de emisión 32A circunferencialmente alrededor del rebaje 42 definido en la cara de extremo 30. Los puntos de emisión 32A están separados de manera sustancialmente igual de cada punto de emisión adyacente 32A, y están separados de manera sustancialmente igual del centro de la cara de extremo 30. La provisión de la pluralidad de puntos de emisión 32A significa que puede realizarse una pluralidad de lecturas o mediciones, proporcionando de este modo una evaluación más precisa de la carga sobre el pasador y, por tanto, sobre el elemento de soporte de carga 12 (no mostrado) en las figuras 7 u 8.

El pasador 24A es particularmente adecuado para su uso en situaciones en las que la posición del pasador 24A rota con respecto al elemento de soporte de carga, de modo que la dirección de la carga sobre el elemento de soporte de

carga rota con respecto al pasador. Esto puede producirse, por ejemplo, en grúas, y se muestra un ejemplo en las figuras 28 a 31, y se describe a continuación.

5 Al emitir señales y realizar mediciones desde cada uno de los puntos de emisión 32A, puede calcularse el promedio de todas las mediciones, haciendo de ese modo que la determinación de la carga sea independiente de la posición del pasador 24A con respecto a la carga. Alternativamente, el vector de carga puede calcularse a partir de las mediciones realizadas desde cada punto de emisión 32A, facilitando tanto el ángulo como la magnitud de carga.

10 Las figuras 9 a 12 muestran un modo de realización adicional de un conjunto de fijación, designado generalmente 100, para fijar un elemento de soporte de carga alargado 102. El conjunto de fijación 100 comprende una pluralidad de componentes, concretamente una tuerca 104, una arandela 106, una disposición de medición 108, y una placa de reparto de carga 110. La tuerca 104 se recibe de manera roscada en el extremo roscado del elemento de soporte de carga alargado 102.

15 El elemento de soporte de carga alargado 102 puede ser en forma de, por ejemplo, un perno de roca y puede extenderse en el suelo con el fin de estabilizar el suelo. Alternativamente, el elemento de soporte de carga alargado 102 puede extenderse hasta un componente de un edificio, en el que el elemento de soporte de carga alargado 102 actúa como, por ejemplo, un tendón estructural en el edificio, tal como un puente.

20 La disposición de medición 108 comprende un cuerpo principal de reparto de carga 109 que define una abertura central 109A, a través de la que se extiende el elemento de soporte de carga alargado 102. La disposición de medición 108 incluye además puntos de emisión que comprenden medios de emisión y recepción de señal primero y segundo, en forma de emisores ultrasónicos primero y segundo 112, 114, y receptores ultrasónicos primero y segundo 116, 118. Se apreciará que aunque los emisores y receptores ultrasónicos se muestran por separado, pueden ser el mismo dispositivo. El cuerpo principal 109 mostrado en las figuras 9 a 12 es de forma hexagonal que tiene seis caras de borde 119.

30 En uso, cuando la tuerca 104 se aprieta en el extremo roscado del elemento de soporte de carga alargado 102 para tensarlo, las fuerzas sobre el elemento de soporte de carga alargado 102 y sobre el conjunto de fijación 100 provocan que el cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 se someta a esfuerzo. Por tanto, el cuerpo principal 109 se deforma mediante flexión de manera que la región central del cuerpo principal 109 se deforma hacia la placa de reparto de carga 110.

35 La extensión de esta deformación puede medirse emitiendo una señal ultrasónica desde el primer emisor ultrasónico 112. La señal se refleja desde al menos una de las caras 119 del cuerpo principal 109 y de modo que la recibe el primer receptor ultrasónico 116. El tiempo de vuelo de la señal se mide de modo que se determina por tanto la distancia recorrida por la señal usando el tiempo de vuelo medido y el conocimiento de la velocidad de sonido en el material a partir del que se fabrica el cuerpo principal 109.

40 Puede realizarse una medición adicional emitiendo una señal ultrasónica adicional desde el segundo emisor ultrasónico 114, de modo que también se refleja desde al menos una de las caras 119 del cuerpo principal 109 y la recibe el segundo receptor ultrasónico 118 para permitir que se determine la distancia recorrida por la señal ultrasónica. El promedio de las dos distancias determinadas se registra para proporcionar una indicación de la extensión de deformación del cuerpo principal 109.

45 La disposición de medición 108 puede calibrarse en un laboratorio aplicando fuerzas conocidas a la misma y realizando mediciones tal como se describió anteriormente para cada una de esas fuerzas. Por tanto, cuando se realizan las mediciones descritas anteriormente con la disposición de medición 108 en uso en el campo, puede realizarse una determinación precisa de la carga en la misma y, por tanto, la carga sobre el elemento de soporte de carga alargado 102.

50 En la figura 13 se muestra una versión modificada del conjunto de fijación 100, en la que se ha omitido la arandela 106. Una diferencia adicional es que la tuerca 104 se sustituye por una tuerca 104A que comprende una parte con forma hexagonal 120 y una parte con forma de cúpula 122 en la parte con forma hexagonal 120. El cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 define un rebaje frustocónico 124 para recibir la parte con forma de cúpula en el mismo. Esto tiene la ventaja de que la tuerca 104A puede fijarse al extremo roscado de un elemento de soporte de carga alargado 102 incluso cuando el elemento de soporte de carga alargado 102 no se encuentra de manera precisa a 90° con respecto a la placa de reparto de carga 110.

60 Aunque no se muestran en la figura 13, la disposición de medición 108 también incluye medios de emisión y recepción de señal ultrasónica primero y segundo.

65 La figura 13 también muestra un rebaje hueco 126A definido por el cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108. La figura 13 también muestra una cara de enganche de placa 126B, que engancha la placa de reparto de carga 110. El rebaje hueco 126A se proporciona para permitir que el cuerpo principal 109 se deforme bajo carga. Esto se explica en más detalle a continuación.

En las figuras 14 a 17A se muestra un modo de realización adicional que se diferencia del modo de realización mostrado en las figuras 9 a 12 porque no incluye la arandela 106. Asimismo, la placa de reparto de carga forma parte de la disposición de medición. En las figuras 14 a 17, la disposición de medición se designa generalmente 108A, y comprende la placa de reparto de carga, designada 128A en las figuras 14 a 17, que tiene una pluralidad de caras de borde 119A. La disposición de medición 108A también incluye los medios de emisión y recepción de señal ultrasónica primero y segundo 112, 114, 116 y 118.

En este modo de realización, el conjunto de fijación 100 incluye además una tuerca 104A que es la misma que la tuerca 104 mostrada en la figura 13. La placa de reparto de carga 128A define un rebaje frustocónico 127 para recibir la parte con forma de cúpula 122 de la tuerca 104A.

La disposición de medición 108A mostrada en las figuras 14 a 17 funciona, generalmente, del mismo modo que la disposición de medición 108 mostrada en las figuras 9 a 12, porque los medios de emisión de señal ultrasónica primero y segundo 112, 114 emiten las señales ultrasónicas a través de la placa de reparto de carga 128A de la disposición de medición 108A para reflejarse desde la cara 119A y recibirse por los medios de recepción de señal ultrasónica 116, 118. Esto proporciona una determinación de la carga sobre la placa de reparto de carga 128A y, de este modo, de la carga sobre el elemento de soporte de carga alargado 102.

Las figuras 18 a 21 muestran el conjunto de fijación 100 de las figuras 9 a 12 en uso estabilizando el suelo que forma un montículo 200.

Tal como se muestra en las figuras 18 a 22, se proporcionan una pluralidad de los conjuntos de fijación 100 y elementos de soporte de carga alargados 102 para estabilizar el suelo que forma el montículo 200. Tal como se muestra en las figuras 21 y 22, los elementos de soporte de carga alargados 102 se extienden en el montículo 200, y se fijan al mismo mediante medios adecuados conocidos en la técnica, por ejemplo, mediante el uso de enluchado. Los elementos de soporte de carga alargados 102 se aprietan contra el lado del montículo 200 mediante los conjuntos de fijación 100.

Cada uno de los conjuntos de fijación 100 mostrados en las figuras 18 a 22 comprende una disposición de medición 108A que puede usarse para medir las cargas de los elementos de soporte de carga alargados 102 respectivos. Esto proporciona una determinación de la estabilidad del suelo que forma el montículo. Los conjuntos de fijación 100, con los elementos de soporte de carga alargados 102, mostrados en las figuras 18 a 22 también pueden usarse para estabilizar trabajos de minería y túneles.

Las figuras 23 y 24 muestran dos vistas desde debajo de los cuerpos principales 109 de dos disposiciones de medición 108, en las que pueden observarse los rebajes huecos 126A en los cuerpos principales 109. En la disposición de medición 108, la pared 130 es de una configuración frustocónica, y se inclina hacia el exterior desde la abertura central 109A hacia la cara de enganche de placa 126B.

El rebaje 126A del modo de realización de la disposición de medición 108 mostrada en la figura 24 se encuentra en forma de cilindro hueco que tiene una primera pared 132 que se extiende radialmente hacia el exterior desde la abertura central 109A, y una segunda pared 134 que se extiende desde la primera pared 132 hasta la cara de enganche de placa 126B. La segunda pared 134 se extiende transversalmente con respecto a la primera pared 132 y hasta la cara de enganche de placa 126B.

La figura 25 muestra una vista desde arriba de uno de los cuerpos principales 109, que muestra dos rebajes alargados 136 en una de las caras de borde 119. Los medios de emisión y recepción de señal ultrasónica 112, 114, 116, 118 se montan en los rebajes alargados 136. Los expertos en la técnica apreciarán que el cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 puede presentar cualquier forma adecuada. Las figuras 26A a 26F muestran tres ejemplos de estas formas, pero se apreciará adicionalmente que pueden usarse formas adecuadas adicionales.

En la figura 26A, el cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 tiene una forma heptagonal, medios de emisión de señal ultrasónica 114, que se dispone de modo que la señal ultrasónica emitida de ese modo recorre dos veces el interior del cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 reflejándose en cinco de las caras 119.

En la figura 26B, el cuerpo principal 109 de la disposición de medición 108 es de una configuración hexagonal, y los medios de emisión ultrasónicos primeros y segundos son en forma de dos emisores/receptores ultrasónicos, teniendo uno de los cuales una parte de emisor ultrasónico 112A y una parte de receptor ultrasónico 116A, y teniendo el otro una parte de emisor ultrasónico 114A y una parte de receptor ultrasónico 118A en la misma cara de borde 119, que están configuradas para dirigir las señales ultrasónicas de modo que se reflejen en la cara 119 opuesta a las mismas.

La figura 26C muestra un cuerpo principal 109 de una disposición de baja emisión que es de una forma circular. Los medios de emisión de señal ultrasónica se disponen para emitir una señal ultrasónica que va a reflejarse en la única cara circular 119 del cuerpo principal 109 cinco veces, antes de que la reciban los medios de recepción de señal

ultrasónica.

5 Las figuras 26D a 26F muestran un cuerpo principal 109 de una disposición de medición 108 que tiene forma cuadrada. En la figura 26D, los medios de emisión de señal ultrasónica 112 se disponen para provocar que la señal ultrasónica se refleje en las cuatro caras 119 antes de que la reciban los medios de recepción de señal ultrasónica 116. En la figura 26E, los medios de emisión y recepción de señal ultrasónica son un único emisor/receptor lo que provoca que la señal también se refleje en las cuatro caras de borde 119.

10 La figura 26F muestra dos medios de emisión/recepción combinados independientes, las partes de emisor 112A, 114A emiten las señales ultrasónicas de modo que se reflejan en la cara opuesta de borde 119 hasta las partes de receptor 116A, 118A. Esta es similar a la disposición mostrada en la figura 26B.

15 Las figuras 27A a 27C muestran la trayectoria que sigue la señal ultrasónica cuando se observa desde el lado de la disposición de medición 108. En la figura 27A, que puede ser o bien el modo de realización mostrado en la figura 26B o bien la mostrada en la figura 26F, muestra la señal emitida desde el emisor/receptor en una cara 119 que va a reflejarse en la cara opuesta 119 de vuelta al mismo emisor/receptor. Las figuras 27B y 27C muestran respectivamente el uso de emisores/receptores independientes que se disponen por encima y por debajo uno con respecto a otro. La figura 27B muestra la trayectoria de las dos señales cuando la disposición de medición 108 se deforma mediante una carga L sobre el elemento de soporte de carga alargado 102. La figura 27C muestra la misma situación cuando no se aplica ninguna carga al elemento de soporte de carga alargado 102.

20 Por tanto, en las figuras 9 a 27C se describe y muestra el uso de una disposición de medición 108 para determinar la carga sobre un elemento de soporte de carga alargado 102 mediante mediciones realizadas de manera transversal con respecto a la dirección de la carga sobre el elemento de soporte de carga alargado 102.

25 La descripción anterior se refiere a registrar mediciones realizadas directamente sobre el componente del conjunto de fijación. En un modo de realización alternativo, el procedimiento puede implicar registrar parámetros, o parámetros derivados, de las mediciones realizadas. Por tanto, en este modo de realización, la carga sobre el elemento de soporte de carga se determina usando los parámetros o los parámetros derivados.

30 Las figuras 28 a 31 muestran una grúa 200 en la que se usa el pasador 24A mostrado en la figura 8. La grúa 200 comprende un soporte 202 y un brazo 204 que se soporta mediante el mismo. Un contrapeso 206 se soporta también mediante el soporte para equilibrar el brazo 204.

35 Un elemento de soporte de carga en forma de cable 208 se proporciona para transportar una carga 210. El cable 208 se enrolla alrededor de una polea 212 montada de manera rotatoria en el brazo 204 mediante el pasador 24A, y una parte 208A que se extiende hacia abajo se extiende desde la polea 212 hasta la carga 210.

40 Las figuras 28 y 29 muestran la grúa 200 con el brazo 204 en una primera posición, y las figuras 30 y 31 muestran el brazo 204 en una segunda posición.

45 El pasador 24A se monta de manera fija en el brazo 204. Por tanto, a medida que el brazo 204 se mueve, el pasador 24A permanece en una posición fija con respecto al mismo. Sin embargo, la posición del pasador 24A con respecto a la parte 208A que se extiende hacia abajo y, por tanto, con respecto a la dirección en la que se aplica la fuerza, varía a medida que se mueve el brazo 204.

50 Sin embargo, tal como se muestra en la figura 8 y se describió anteriormente, el pasador 24A comprende una pluralidad de puntos de emisión 32A separados de igual manera. Por tanto, al realizar mediciones tal como se describió anteriormente en cada uno de los puntos de emisión 32A, puede calcularse el vector de carga facilitando tanto el ángulo como la magnitud de carga, permitiendo de ese modo que se determine la carga sobre el cable 208, independientemente de la posición del brazo 204.

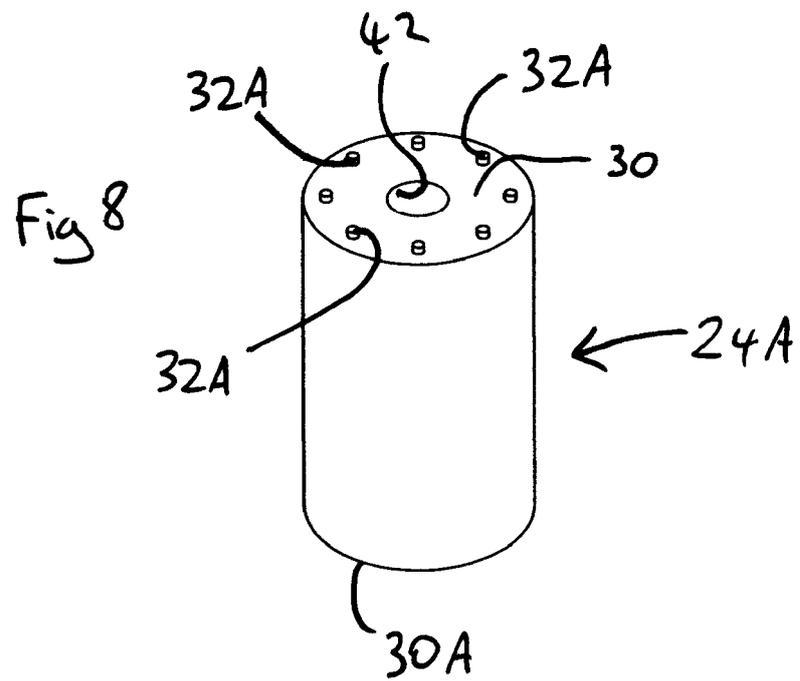
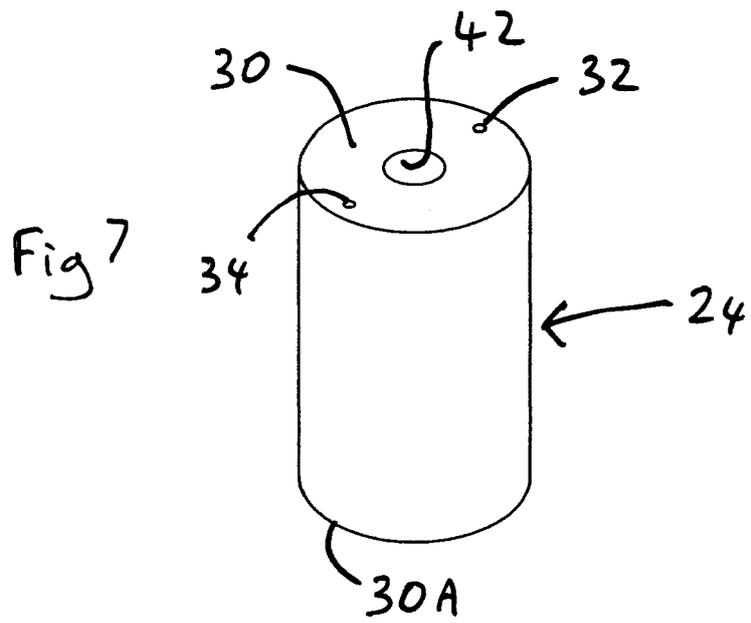
55 Se apreciará que el pasador 24A puede usarse en cualquier situación en la que es deseable medir la carga sobre un elemento de soporte de carga que puede pivotar o rotar.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de análisis de un elemento de soporte de carga (12) de una estructura arquitectónica, comprendiendo el procedimiento proporcionar el elemento de soporte de carga en un estado en el que se fija a una formación con un conjunto de fijación (14), aplicar una carga al elemento de soporte de carga, sometiendo de este modo a esfuerzo el conjunto de fijación, transmitir señales primera y segunda (T1, T2) a través de un componente (24) del conjunto de fijación de manera transversal con respecto a la dirección en la que se aplica la carga, y realizar una medición de un efecto sobre cada señal para determinar la carga mencionada anteriormente, caracterizado porque la primera señal (T1) se transmite a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en tensión cuando se somete a esfuerzo dicho componente, y la segunda señal (T2) se transmite a través de una región del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación que está en compresión cuando se somete a esfuerzo dicho componente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada señal (T1, T2) se transmite a través del componente (24) del conjunto de fijación (14) sustancialmente ortogonal con respecto a la dirección en la que se aplica la carga.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que cada señal (T1, T2) comprende una onda de sonido, o una pluralidad de ondas de sonido, y la medición del efecto sobre la señal comprende una medición del tiempo que tarda la señal en transmitirse a través del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14).
4. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la medición del efecto sobre cada señal (T1, T2) comprende una medición de la frecuencia o variación de frecuencia de la señal y/o una medición de la amplitud o variación de amplitud.
5. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que el componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14) se extiende transversalmente con respecto al elemento de soporte de carga (12), y el esfuerzo al que se somete el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación provoca que el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación se deforme.
6. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la etapa de transmitir la señal comprende proporcionar puntos de emisión primero y segundo (32, 34) en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, y emitir la señal desde dichos puntos de emisión hasta una cara del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que los puntos de emisión se proporcionan en una cara (30) de emisión del componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación, y el procedimiento comprende emitir las señales desde dichos puntos de emisión (32, 34) hasta una seleccionada de las siguientes del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación: una cara (30A) adicional; una región adicional de la misma cara (30); una discontinuidad en el componente (24).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que los puntos de emisión (32, 34) están separados de manera sustancialmente igual de un punto sustancialmente central (31A) de la cara de emisión (30), y están separados de manera sustancialmente igual de puntos de emisión adyacentes.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, que incluye emitir las señales (T1, T2) desde cada punto de emisión (32, 34) hasta la cara (30A) adicional del componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14), o hasta la región adicional de la misma cara (30) del componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación, para reflejarse desde la cara adicional, o desde la región adicional, hasta un punto de recepción, realizar una medición del efecto mencionado anteriormente sobre cada señal, y registrar las mediciones en un soporte de registro.
10. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la etapa de realizar cada medición comprende emitir desde un dispositivo de emisión de señal en una cara de emisión, una señal que va a transmitirse a través del componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14) de manera transversal con respecto a la dirección de la carga aplicada al elemento de soporte de carga (12).
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el dispositivo de emisión de señal comprende un dispositivo de recepción para recibir una señal, y la señal se refleja desde la cara opuesta (30A), o la región opuesta de la misma cara del componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14), o desde la discontinuidad en el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que se dispone al menos un dispositivo de recepción para

recibir cada señal en una región opuesta a la cara de emisión (30), para recibir la señal emitida (T1, T2).

- 5
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la etapa de realizar cada medición comprende medir cada tiempo de vuelo para que la o cada señal (T1, T2) alcance, o vuelva a cada punto de medición en el componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación, y en el que la etapa de realizar cada medición comprende medir la amplitud y/o variación de frecuencia de la señal.
- 10
14. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la o cada medición se realiza durante la deformación de carga elástica del componente (24) mencionado anteriormente del conjunto de fijación (14).
15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que el componente mencionado anteriormente del conjunto de fijación define un rebaje (124) para facilitar, o permitir la deformación elástica del mismo.



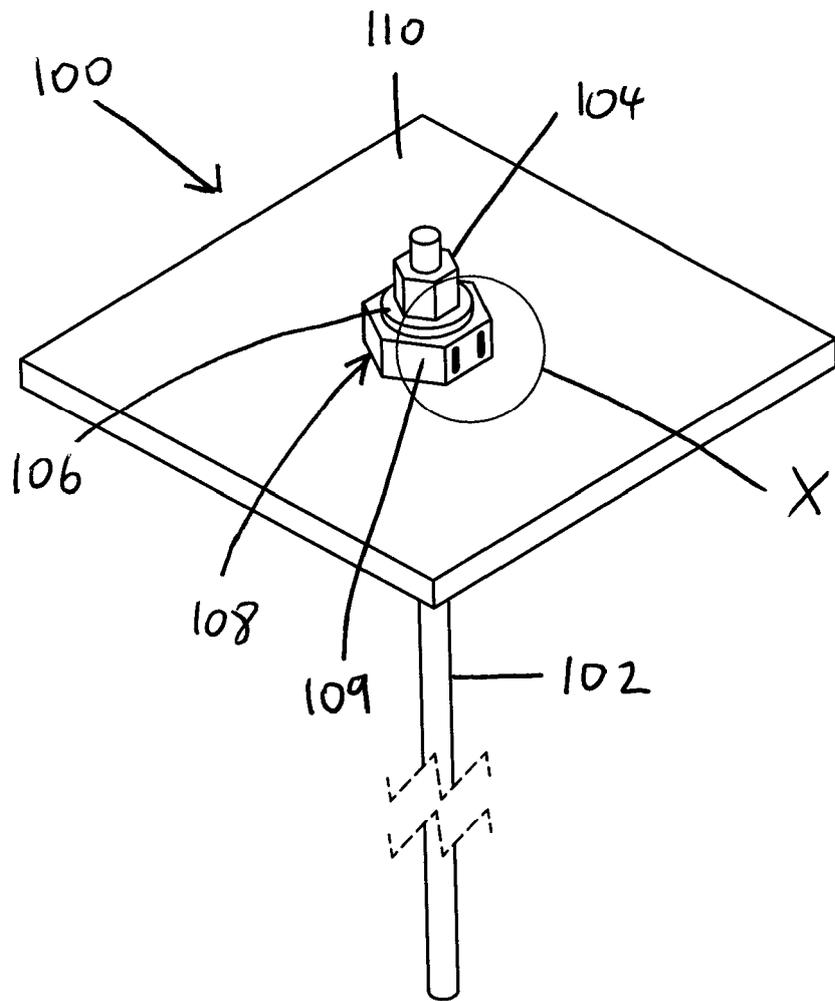


Fig 9

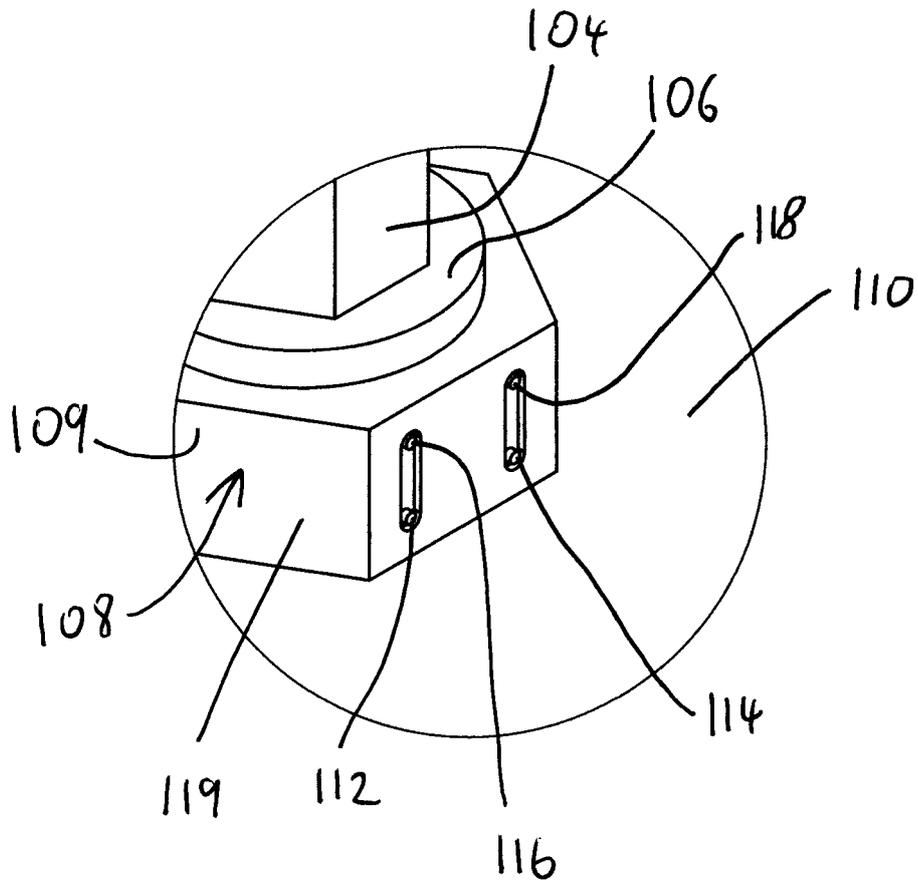


Fig 10

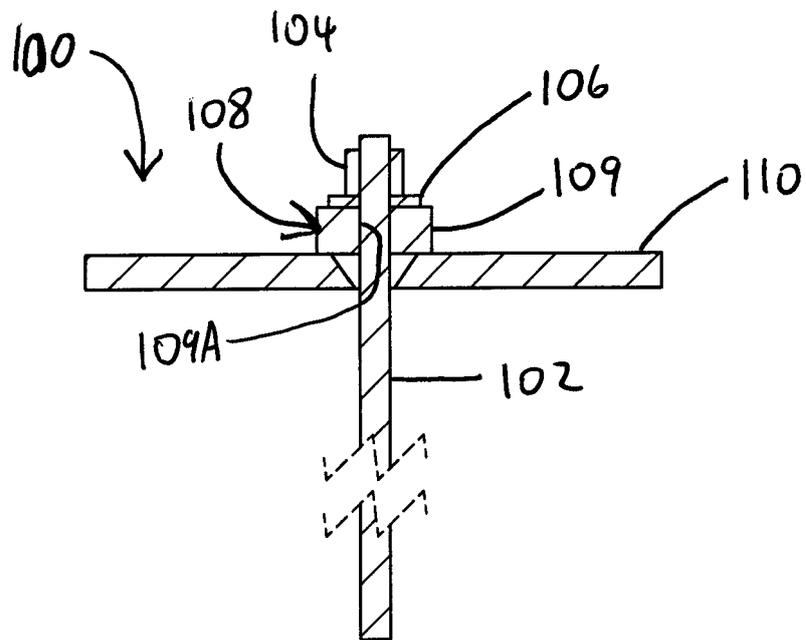
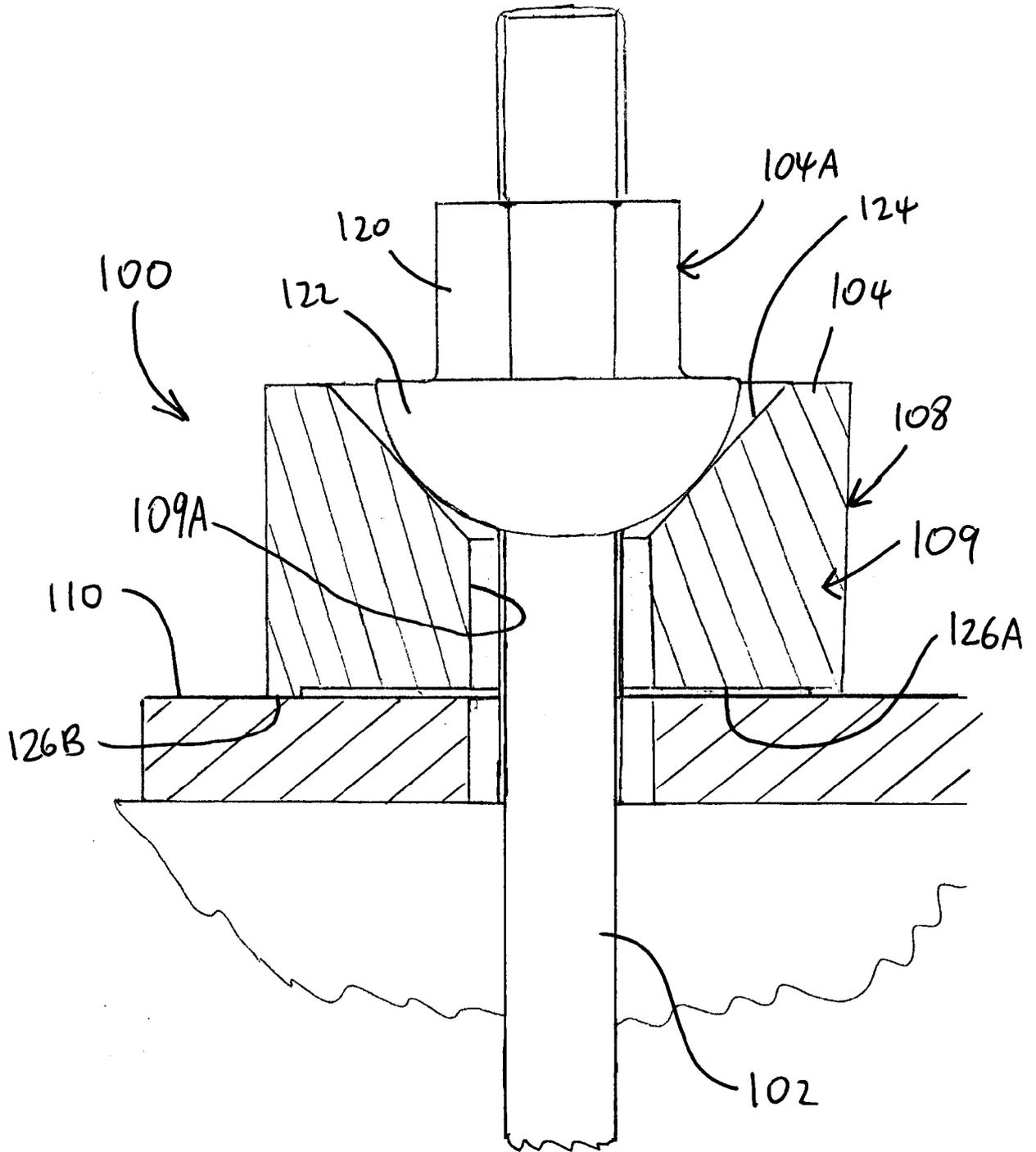


Fig 12

Fig 13



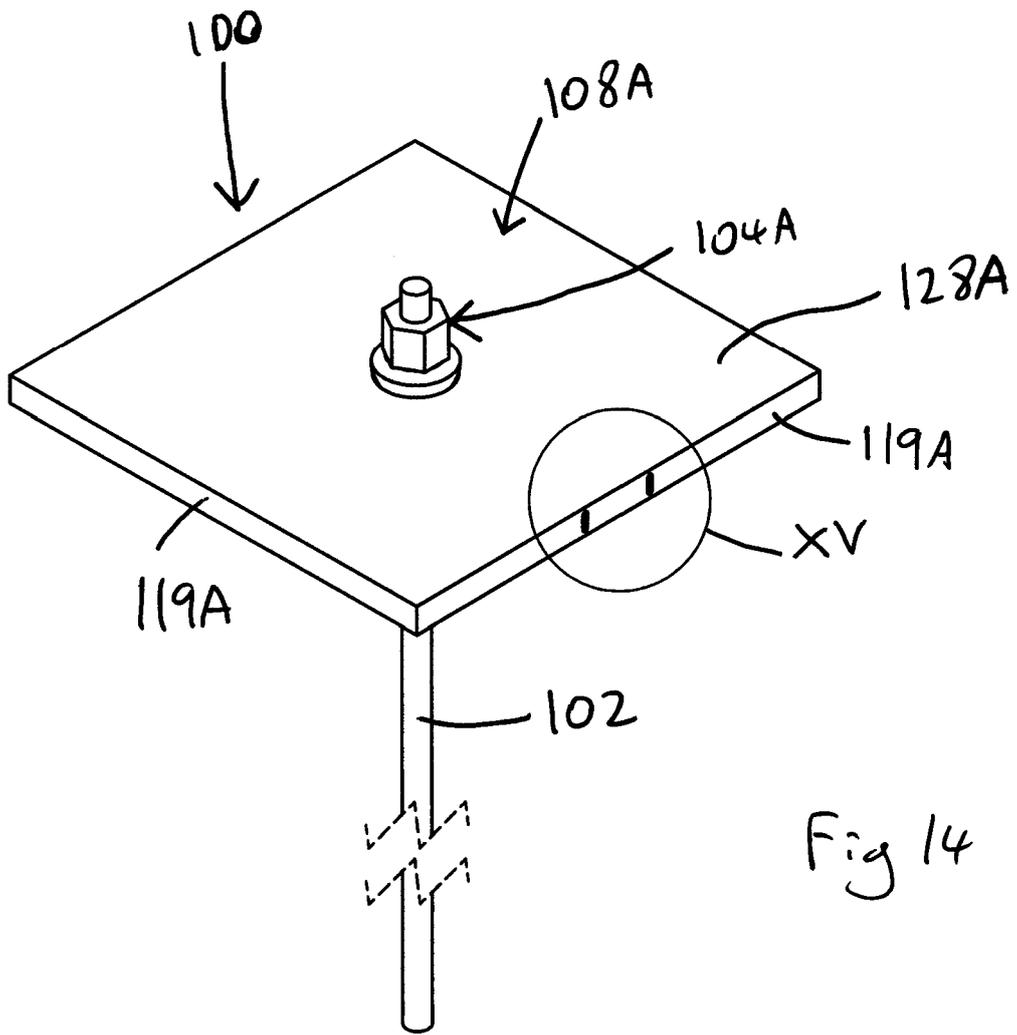
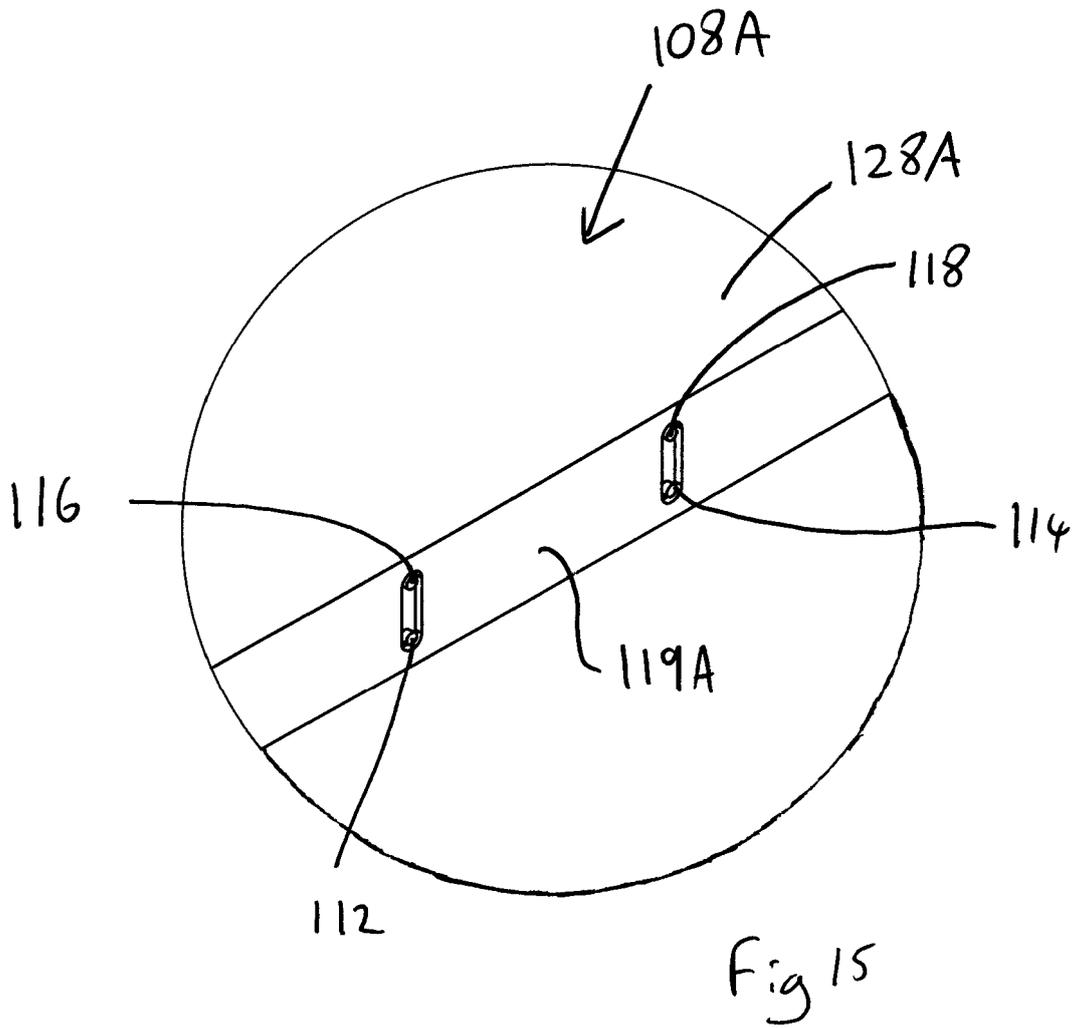


Fig 14



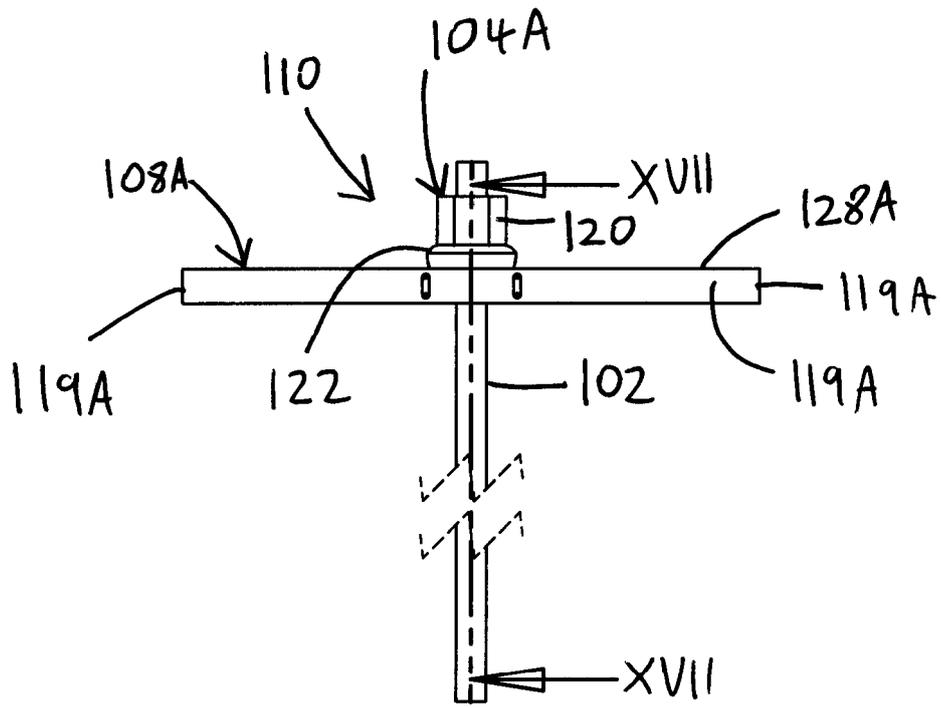


Fig 16

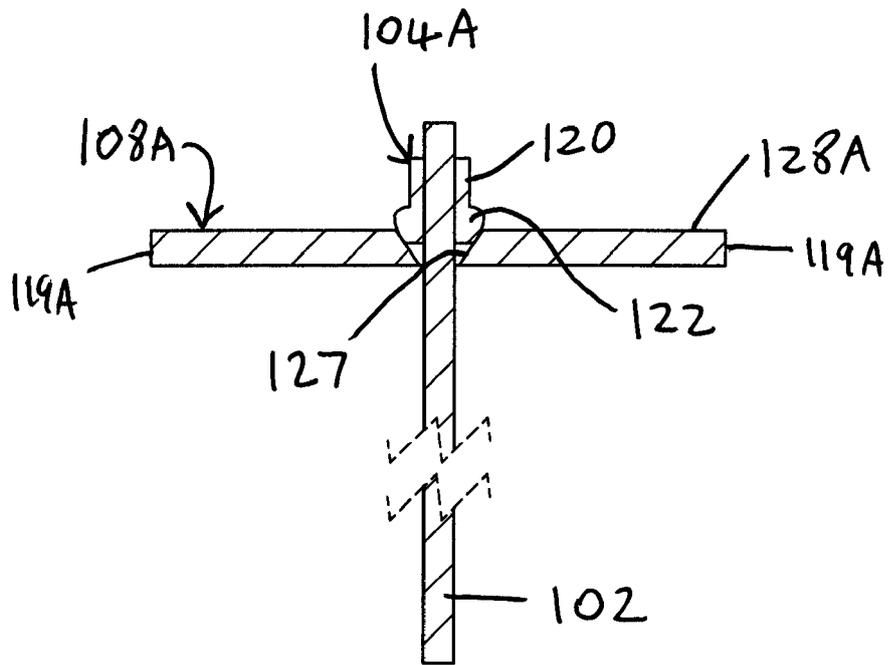
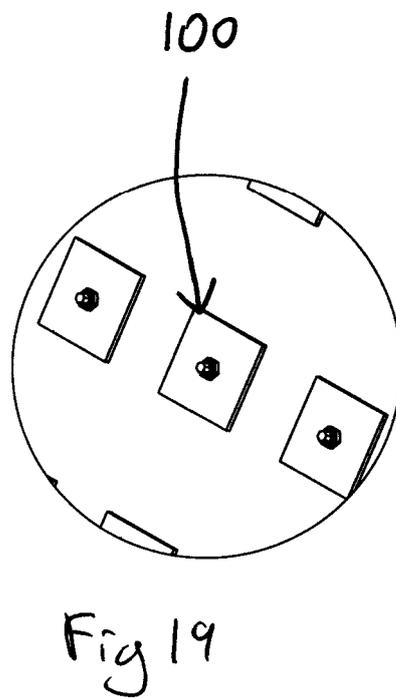
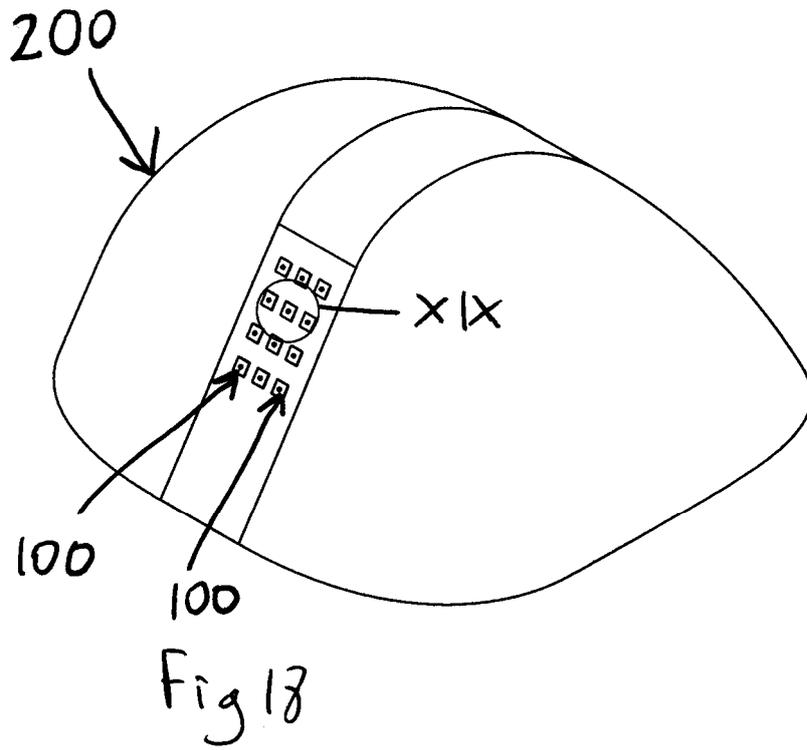


Fig 17



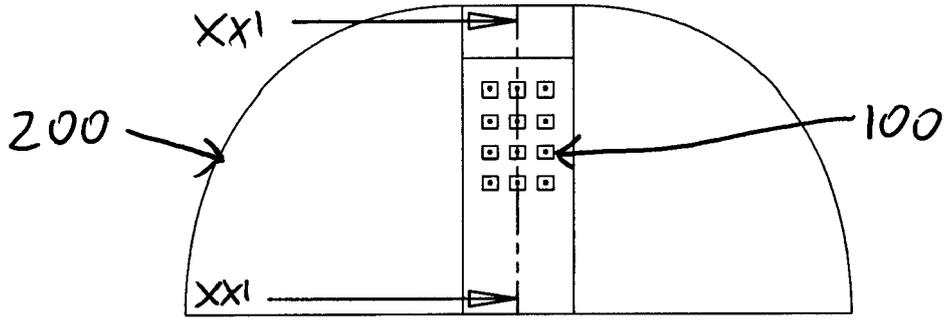


Fig 20

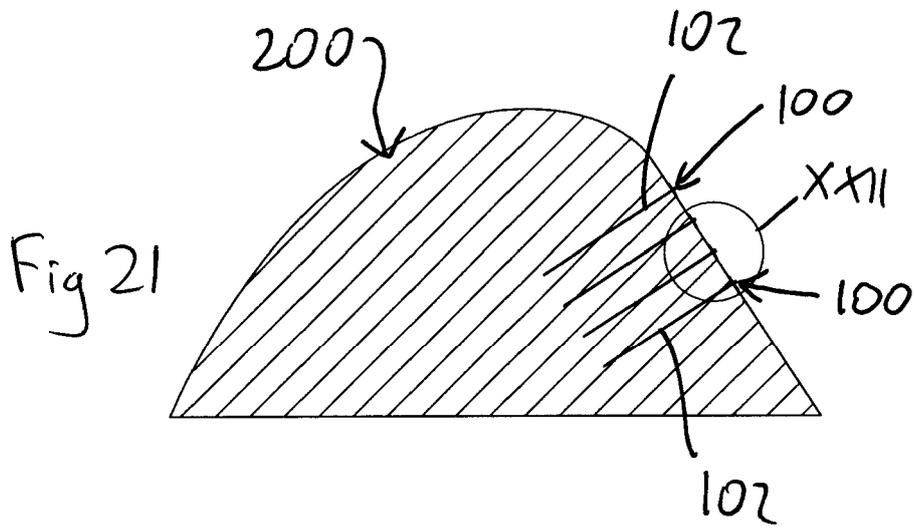


Fig 21

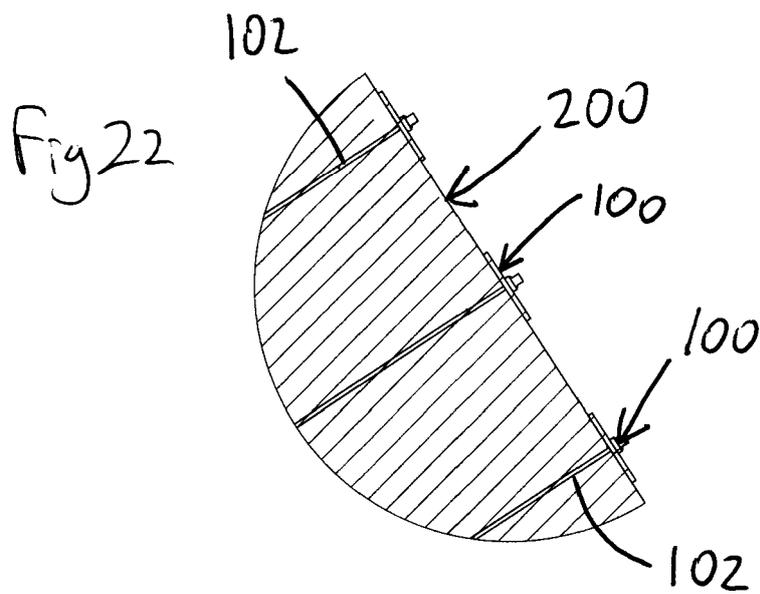
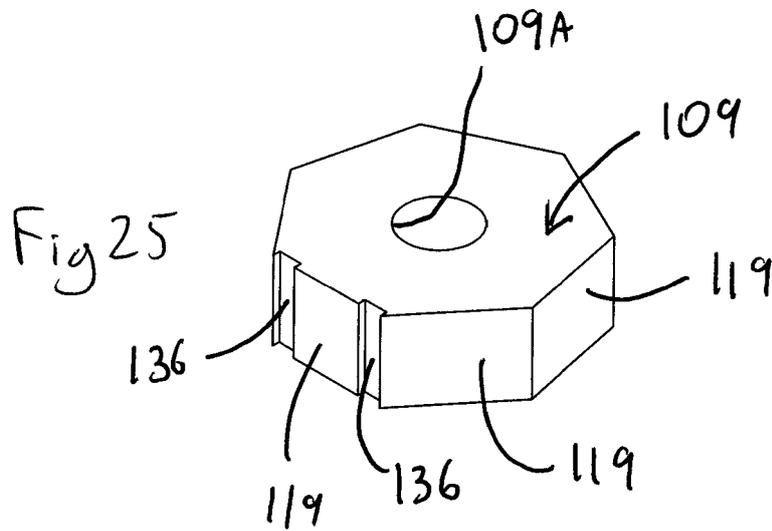
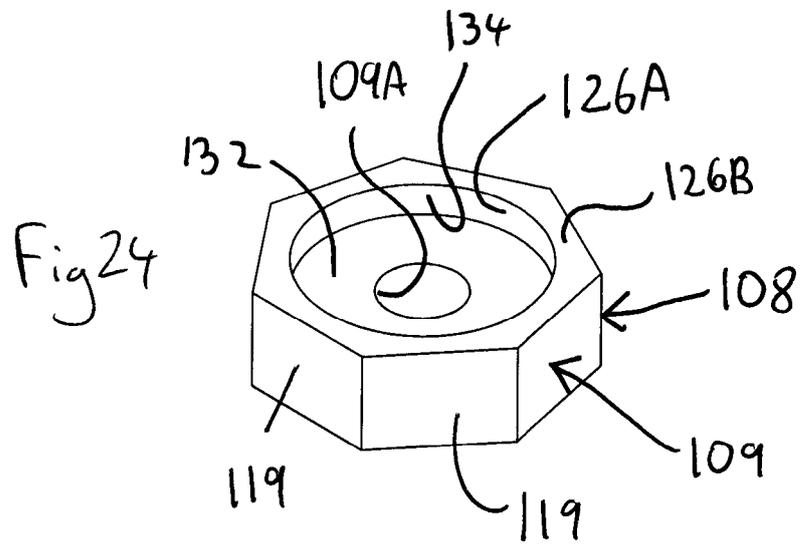
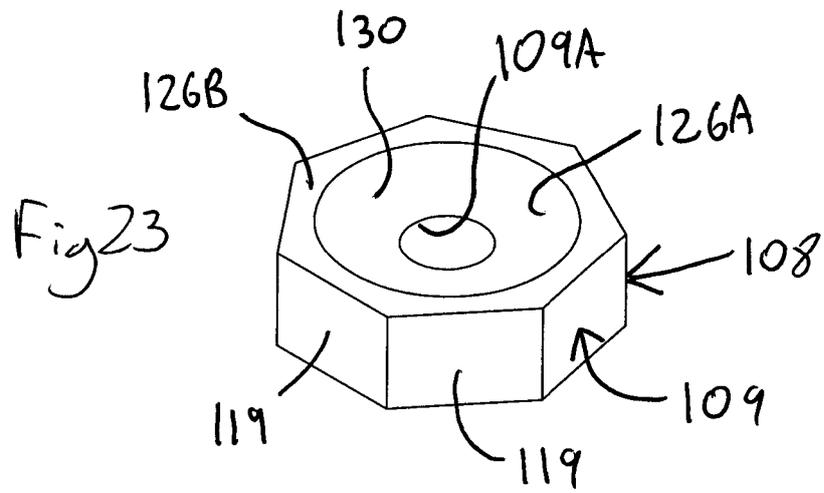
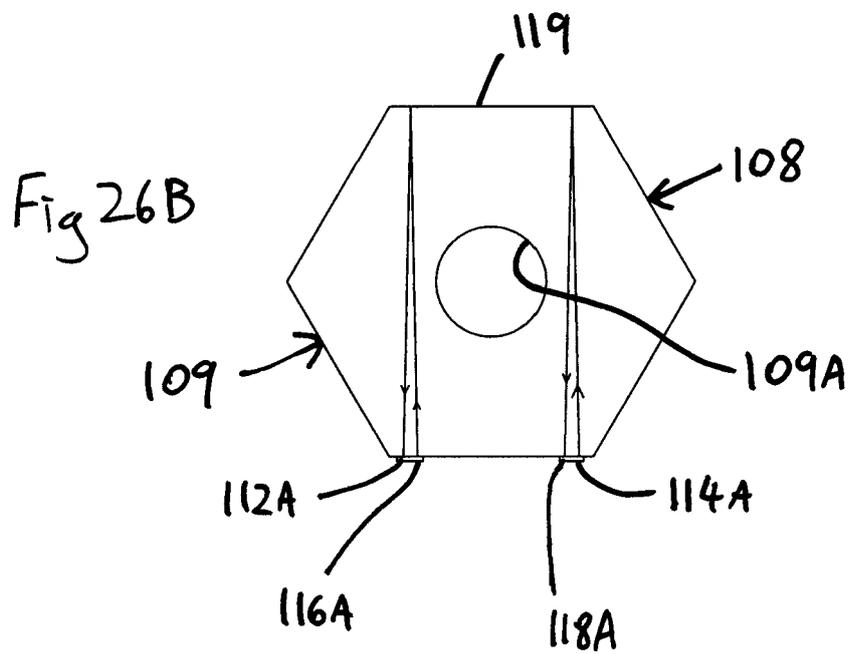
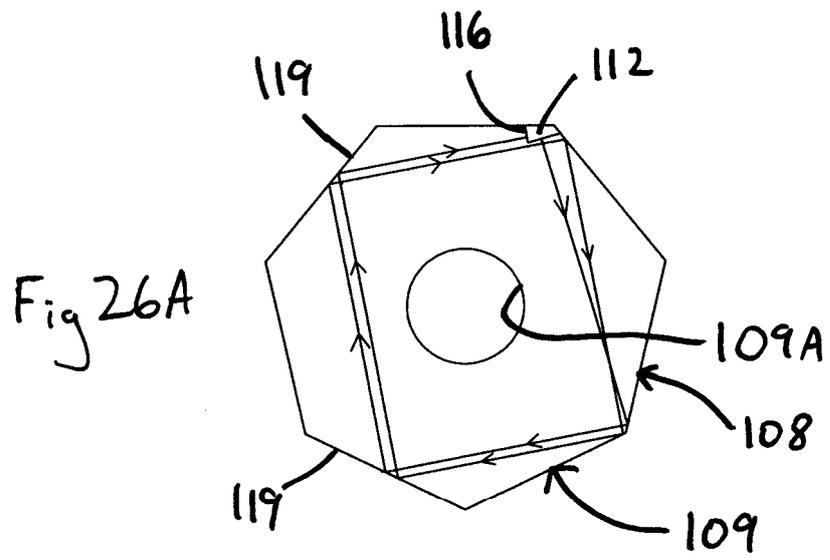


Fig 22





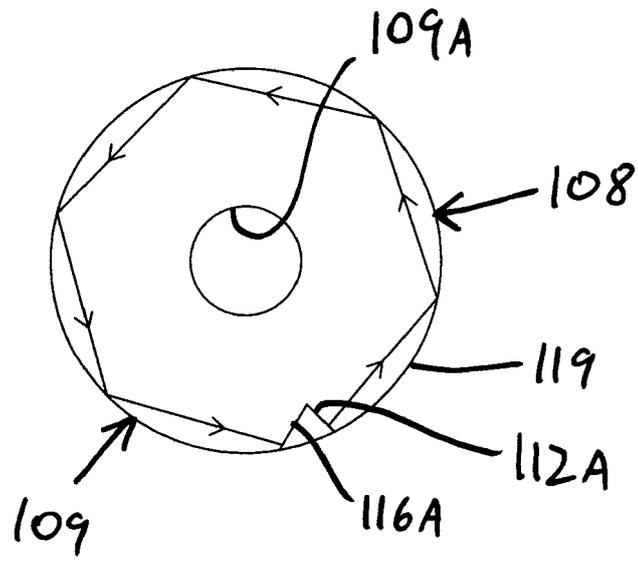


Fig 26C

