

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 981**

51 Int. Cl.:

D21G 3/00 (2006.01)

D21G 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2014** **PCT/US2014/035668**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014** **WO14176590**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2014** **E 14788007 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020** **EP 2989246**

54 Título: **Sistemas para la medición de vibraciones y carga de la cuchilla rascadora**

30 Prioridad:

26.04.2013 US 201361816318 P

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

21.06.2021

73 Titular/es:

KADANT INC. (100.0%)
One Technology Park Drive
Westford, MA 01886, US

72 Inventor/es:

JOHNSON, ROBERT, P. y
BRAUNS, ALLEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 834 981 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

Sistemas para la medición de vibraciones y carga de la cuchilla rascadora

ANTECEDENTES

5 Esta invención se refiere en general a sistemas rascadores, y se refiere en particular a soportes de cuchilla rascadora que proporcionan un rendimiento mejorado de los sistemas de rascadores durante la producción de papel tisú y papel.

Si bien se han realizado esfuerzos para medir las cargas de la cuchilla rascadora con el fin de proporcionar un rendimiento mejorado de los sistemas de rascadores, tales mediciones de las cargas de la cuchilla rascadora se han limitado convencionalmente a medir la carga aplicada del cilindro, como se ha descrito en la Patente de EE.UU. Nº 5.783.042. Estas mediciones representan la carga total aplicada al rascador y, por lo tanto, la carga de reacción media en la punta de la cuchilla. Sin embargo, esta medición tiene varios inconvenientes. En primer lugar, la medición es representativa del componente de carga de la cuchilla considerado normal en la superficie del secador (Yankee) y, por lo tanto, no representa con precisión la carga que es tangencial a la superficie del secador, siendo esa carga más representativa de la fricción y de otros comportamientos de la interfaz cuchilla-superficie. En segundo lugar, la medición no representa la variación en la carga de la cuchilla que existe longitudinalmente a lo largo de la anchura de la cara del secador. En tercer lugar, la carga total aplicada del cilindro también incluye contribuciones de otros factores diferentes, tales como el momento de desequilibrio del peso y la fricción del rodamiento, y por lo tanto, una fracción de la carga medida del cilindro representa la carga de la cuchilla.

En ciertas aplicaciones, se desea proporcionar una fiabilidad mejorada en los sistemas de revestimiento y arrugado ("crepado") Yankee dentro de la industria del papel tisú. En tales aplicaciones, a veces se desea monitorizar numerosos parámetros de revestimiento y arrugado. En la producción de papel tisú, por ejemplo, el portador de cuchilla rascadora Yankee convencional incluye un cartucho, como se ha descrito en la patente de EE.UU. Nº 5.066.364. Las técnicas convencionales para proporcionar mediciones de vibración en tales sistemas han implicado típicamente el montaje de sensores en la viga del rascador. Sin embargo, estas ubicaciones son eliminadas de la punta de la cuchilla y, por lo tanto, las firmas de vibración únicas que pueden estar presentes en la punta de la cuchilla pueden pasar desapercibidas.

25 La Patente de EE.UU. Nº 7.108.766 describe una unidad de rascado en una máquina de papel que incluye un portador de cuchilla que tiene ajustado un soporte de cuchilla fijado al portador de cuchilla. Una cuchilla rascadora se puede montar en el soporte de cuchilla para rasgar uno rodillo o una superficie móvil similar. El soporte de cuchilla y/o cuchilla rascadora incluye uno o más sensores instalados dentro de la construcción o en su superficie. Los sensores están dispuestos para medir el desgaste de y/o estrés en el soporte de cuchilla y/o cuchilla rascadora.

30 La Publicación de Patente de EE.UU. Nº 2005/098292 describe un soporte de cuchilla rascadora que comprende componentes de mordaza mutuamente superior e inferior que definen una ranura. Una cuchilla rascadora es retenida de manera extraíble en la ranura, y las boquillas en uno de los componentes de mordaza están dispuestas para dirigir fluido a presión al interior de la ranura para su aplicación a la cuchilla rascadora. Este documento describe las características del preámbulo de la presente reivindicación 1.

35 La Publicación de Patente Europea Nº EP1816432 describe galgas extensiométricas de fibra óptica que imparte deformación física a una fibra óptica variando la tensión aplicada axialmente a la fibra, lo que provoca un cambio en la propiedad óptica de la luz transmitida a través de la fibra.

La Publicación PCT Nº WO2013/059055 describe la aplicación de diferentes combinaciones de los aspectos de monitorización y procesamiento de datos como un medio para desarrollar un sistema de alarma de alerta temprana.

40 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de soportes de cuchilla rascadora que proporcionen un rendimiento mejorado, en particular para la producción de papel tisú y papel.

RESUMEN

La invención está definida por las características de la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención están definidas por las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

45 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción puede entenderse mejor con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

Las Figuras 1A - 1C muestran una vista esquemática ilustrativa de un sistema de soporte de cuchilla rascadora que incluye un cartucho de cuchilla rascadora de acuerdo con una realización de la invención (Figura 1A), una vista lateral esquemática ilustrativa del cartucho de cuchilla rascadora (Figura 1B), y una vista frontal parcial ilustrativa del cartucho de cuchilla rascadora y la cuchilla rascadora (Figura 1C);

La Figura 2 muestra una vista frontal parcial esquemática ilustrativa de un cartucho de cuchilla rascadora y una cuchilla rascadora de acuerdo con otra realización de la invención;

- Las Figuras 3A - 3E muestran una vista frontal esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla y una cuchilla rascadora de acuerdo con otra realización de la invención (Figura 3A), una vista inferior esquemática ilustrativa del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 3A tomada a lo largo de la línea 3B - 3B del mismo (Figura 3B), una vista inferior esquemática ilustrativa similar a la de la Figura 3B de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización (Figura 3C), una vista frontal esquemática ilustrativa del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 3A (Figura 3D) y una vista en sección esquemática ilustrativa del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 3D tomada a lo largo de la línea 3E - 3E del mismo (Figura 3E);
- Las Figuras 4A y 4B muestran una vista frontal esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención (Figura 4A), y una vista inferior del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 4A tomada a lo largo de la línea 4B - 4B del mismo (Figura 4B);
- La Figura 5 muestra una vista frontal esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye una superficie inferior no plana para aplicaciones de galgas extensiométricas más altas;
- La Figura 6 muestra una vista frontal esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye un espacio de descarga de aire variable;
- La Figura 7 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema de medición de descarga de aire que utiliza el miembro de soporte de cuchilla de la Figura 6;
- La Figura 8 muestra una representación gráfica ilustrativa de la presión en función de la carga para un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con una realización de la invención;
- Las Figuras 9A y 9B muestran una vista esquemática ilustrativa del gradiente de temperatura a lo largo de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención (Figura 9A), y una vista esquemática ilustrativa de una escala de gradiente de temperatura asociada (Figura 9B);
- Las Figuras 10A y 10B muestran una vista esquemática ilustrativa de la distorsión resultante del gradiente de temperatura de la Figura 9 (Figura 10A), y una vista esquemática ilustrativa de una escala de distorsión asociada (Figura 10B);
- La Figura 11 muestra una vista frontal esquemática ilustrativa de un elemento de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye una aleación de baja expansión;
- La Figura 12 muestra una vista frontal esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye una barrera térmica;
- Las Figuras 13A y 13B muestran una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye un acelerómetro (Figura 13A), y muestran una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye una galga extensiométrica piezoeléctrica dinámica (Figura 13B);
- Las Figuras 14A y 14B muestran una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye un material viscoelástico (Figura 14A), y muestran una vista ampliada ilustrativa de una parte del material viscoelástico de la Figura 14A (Figura 14B);
- Las Figuras 15A y 15B muestran una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye un material de amortiguación en una geometría de serpentina (Figura 15A), y muestran una vista ampliada ilustrativa de una parte del material de amortiguación de la Figura 15A (Figura 15B);
- Las Figuras 16A - 16C muestran vistas esquemáticas ilustrativas de sistemas espaciadores que emplean material viscoelástico para su utilización en miembros de soporte de cuchilla de acuerdo con otras realizaciones de la invención;
- La Figura 17 muestra una vista esquemática ilustrativa de la forma del primer modo de vibración del miembro de soporte de cuchilla mostrado en la Figura 6;
- La Figura 18 muestra una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que incluye una capa viscoelástica intercalada entre dos superficies en un lado del miembro de soporte de cuchilla; y
- Las Figuras 19A y 19B muestran una vista esquemática ilustrativa de un miembro de soporte de cuchilla de acuerdo con una realización de la invención que incluye una película de compresión hidrostática (Figura 19A), y muestran una vista esquemática ampliada ilustrativa de una parte del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 19A (Figura 19B).

Los dibujos se han mostrado solo con fines ilustrativos y no necesariamente a escala.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

De acuerdo con ciertas realizaciones, la presente invención facilita la medición de la carga de la cuchilla y la vibración de la cuchilla durante la producción de papel tisú y papel, así como la reducción de la vibración de la cuchilla durante la producción de papel tisú y papel. Como se ha mencionado anteriormente, el portador de cuchilla rascadora Yankee convencional incluye un cartucho para recibir y soportar la cuchilla rascadora como se ha descrito, por ejemplo, en la Patente de EE.UU. Nº 5.066.364. Tal cartucho está compuesto generalmente por dos paredes laterales que intercalan una fila de espaciadores, y los espaciadores proporcionan los puntos de soporte de carga para la cuchilla. Una cuchilla rascadora es recibida dentro del cartucho del soporte de la cuchilla rascadora.

De acuerdo con ciertas realizaciones, un punto de medición del sensor está ubicado directamente en el soporte de la cuchilla, lo que permite mediciones muy precisas de la carga y la vibración asociadas con el comportamiento de la cuchilla. En particular, en ciertas realizaciones, el componente espaciador convencional es reemplazado con un miembro de soporte de la cuchilla (p. ej., un componente de viga), diseñado de manera única para conseguir simultáneamente la rigidez necesaria para el rendimiento dinámico apropiado de la cuchilla rascadora (p. ej., cuchilla de arrugado o cuchilla de limpieza), y una desviación adecuada de tal manera que se pueda medir un parámetro estructural tal como la deformación, la desviación o la vibración.

La Figura 1A muestra un soporte 10 de cuchilla rascadora que incluye un cartucho 12 de cuchilla rascadora para recibir una cuchilla rascadora 14 de acuerdo con una realización de la invención. El soporte de la cuchilla rascadora también incluye una cuchilla 16 de repuesto que soporta la cuchilla rascadora 14, así como una placa superior 20 y una placa inferior 22. La placa inferior 22 está montada en la parte posterior 24 de un rascador. El soporte de la cuchilla rascadora también puede incluir un tubo 18 de carga que se compensa a sí mismo. El tubo 18 de carga que se compensa a sí mismo ayuda a la cuchilla de trabajo a adaptarse a una corona de rodillo.

Como se ha mostrado además en la Figura 1B (en la que no se ha mostrado un lado del cartucho de cuchilla rascadora para mayor claridad), el cartucho 12 de cuchilla rascadora incluye una fila superior de espaciadores que funcionan como miembros 26 de soporte de cuchilla, así como una fila inferior de espaciadores 28. La cuchilla rascadora 14 incluye un borde inferior 30, cuyas partes contactan con las superficies 32 de soporte de los miembros 26 de soporte de cuchilla. De acuerdo con diferentes realizaciones de la invención, los miembros 26 de soporte de cuchilla pueden estar montados en el cartucho de la cuchilla rascadora mediante soportes 34 de tal manera que cada miembro de soporte de cuchilla funcione como una viga. Los espaciadores están conectados a las paredes laterales del cartucho a través de un remache u otros medios adecuados. De acuerdo con diferentes realizaciones, solo una parte de la fila superior de espaciadores puede incluir miembros de soporte de cuchilla, siendo los espaciadores restantes en la fila superior los mismos que los utilizados en la fila inferior de espaciadores.

La Figura 2 muestra el cartucho de cuchilla rascadora de las Figuras 1A - 1C que incluye además unidades 36 de indicación de carga que proporcionan señales de salida (a través de las conexiones 38) que son indicativas de al menos una deformación del elemento de soporte de cuchilla o desviación del elemento de soporte de cuchilla.

En particular, la Figura 3A muestra una vista detallada de una viga 26 de soporte de cuchilla. La viga 26 es producida típicamente de acero inoxidable que se puede endurecer estándar, aunque podrían utilizarse otras opciones de material. Dada una selección de material, los parámetros estructurales de rigidez y desviación vienen dictados entonces por la geometría de la viga; la longitud, la anchura y la altura de la viga, y las condiciones de los límites del soporte de la viga, típicamente soportes simplemente apoyados o sujetos (fijados). Un sensor 36 tal como una galga extensiométrica (36' mostrada en la Figura 3B), o un sensor de deformación de fibra óptica (36" mostrado en la Figura 3C), u otro sensor adecuado está fijado a la parte inferior de la viga 26. En diferentes realizaciones, la galga extensiométrica 36' puede estar orientada en una posición girada noventa grados con respecto a la que se ha mostrado en la Figura 3B.

La viga 26 de la Figura 3A se apoya simplemente en el orificio 38 para recibir un montaje 34, y en la ranura 40 también para recibir un montaje 34. La ranura 40 es utilizada para asegurar que la viga no se vea restringida longitudinalmente de otra manera. La distancia d_{h-h} de orificio a orificio dicta la longitud activa de la viga. En el caso práctico, la anchura w se correspondería con la anchura del espaciador convencional, p. ej., aproximadamente 3,94 mm (0,155 pulgadas). Sin embargo, la anchura puede ser elegida por otras razones prácticas, tales como tramos de cables de sensores, conexiones de acelerómetros, geometría de galgas extensiométricas, etc., siempre que los niveles de salida del sensor sean suficientes. La altura h es elegida junto con la longitud activa para maximizar tanto la rigidez como la deformación. Se requiere una gran rigidez para evitar que se inicie la vibración de la cuchilla, mientras que se requiere una gran deformación para conseguir mediciones robustas del sensor.

La cuchilla rascadora 14 descansa sobre las superficies 32 de soporte, que serían de longitud estrecha, de tal manera que, a medida que se produjera el desgaste, la carga todavía se aplicaría principalmente en el punto medio de la viga. Las superficies 32 podrían ser endurecidas a través de tratamiento térmico, o podría aplicarse una capa dura tal como un revestimiento de Níquel No Electrolítico. Esto promovería la vida de la superficie de apoyo y por lo tanto la vida de la viga. El lado inferior 42 es recto, lo que puede ser un requisito para ciertos cables 44 de fibra óptica, pero también es adecuado para aplicaciones de galgas extensiométricas.

En la realización mostrada en la Figura 3A, la viga 26 de soporte de cuchilla está conectada a las paredes laterales del cartucho de cuchilla rascadora a través de un conjunto de remache y casquillo. En particular, y como se ha mostrado en las Figuras 3D y 3E, un remache 46 se expande en un casquillo 48, y hay una ligera holgura radial (como se ha mostrado en 52) entre el casquillo 48 y la parte 50 de viga. Esto asegura una rotación libre en los soportes. La anchura w_b del casquillo 48 es ligeramente mayor que el ancho de la viga, lo que da como resultado un pequeño espacio (como se ha mostrado en w_g). Esto evita la fricción o la restricción causada por la influencia de sujeción del remache. En esta realización, la fuerza de sujeción del remache pasa a través del casquillo, no a través de la viga. Hay varias otras formas de conseguir esta sencilla disposición de soporte, tal como a través de la utilización de otros sujetadores. Todas las demás disposiciones simplemente soportadas, así como aquellas disposiciones que consiguen una condición de extremo sujeto, se consideran todas dentro del espíritu de la presente invención.

De acuerdo con otra realización, una viga 60 de soporte de cuchilla puede incluir superficies 62 de depresión en el punto medio, así como una abertura 64 en la parte que proporciona la superficie 66 de soporte para soportar la cuchilla rascadora. Dado que la ubicación objetivo para la medición de la deformación máxima es en el punto medio, este perfil de viga puede permitir que se consiga una mayor deformación en el punto medio, sin comprometer negativamente la rigidez. El orificio 68 de soporte y la ranura 70 dictan la longitud L_b de la viga activa. En la parte inferior de la viga, como se ha mostrado en 72, se puede mecanizar una ranura 74 en la viga para la aplicación y anclaje del cable de fibra óptica y el sensor 76 de deformación de fibra óptica. Por lo demás, la superficie inferior es plana, para evitar radios de curvatura en el sensor y el cable de fibra óptica.

En la Figura 5 se ha mostrado otra variación de la viga, que puede ser adecuada para ciertas aplicaciones de galgas extensiométricas. En este caso, el lado inferior 82 de la viga 80 de soporte de cuchilla no es continuamente plano, y en su lugar incluye una parte rebajada 84. Esto permite conseguir niveles de deformación más altos con la misma rigidez en comparación con el haz de fibra óptica. La cuchilla está apoyada en la superficie 86. El orificio 88 de soporte y la ranura 90 dictan la longitud L_b de la viga activa. La parte 92 del punto medio de la superficie 82 del lado inferior es plana para montar una galga extensiométrica 94 como se ha expuesto anteriormente. Tal medidor es preferiblemente un medio puente activo o un puente completo activo para conseguir la compensación de temperatura. Los medidores de compensación de temperatura pueden estar colocados en la superficie 92, o en las superficies exteriores 95.

Tanto en el caso del sistema de sensor de fibra óptica como en el del sistema de sensor de galga extensiométrica, no solo se puede medir el valor medio de la carga, sino que las tasas de muestreo de adquisición de datos pueden ser altas para permitir también mediciones dinámicas. En el caso del sensor de fibra óptica, la tasa de muestreo disponible comercialmente es tan alta como 1000 muestras por segundo, lo que proporciona un espectro de frecuencia disponible de hasta aproximadamente 500 Hz. En el caso de la galga extensiométrica, la adquisición de datos está disponible para tasas de muestreo de hasta 100.000 muestras por segundo, lo que proporciona más de lo que se puede obtener de un espectro de frecuencia más amplio con galgas extensiométricas. El espectro de frecuencia de carga puede ofrecer un gran entendimiento para establecer las firmas de carga del proceso.

En la Figura 6 se ha mostrado otra variación de viga que utiliza medios de detección alternativos. En esta realización, el orificio 102 de soporte y la ranura 104 de la viga 100 dictan la longitud L_b de la viga activa, que es mucho más corta que la longitud total de la viga 100. La cuchilla está apoyada en la superficie 106. El perfil h_p de altura de la parte 108 de la viga activa es elegida con la longitud activa 44, de modo que se consiga una gran rigidez y una gran desviación de la parte 110 del lado inferior, que actúa como una palanca 46 de tal manera que la superficie 112 de la parte 110 del lado inferior puede moverse con relación a la superficie 114 de la parte 108 de la viga activa. En la superficie 114, existe una descarga de paso de aire, y la descarga tiene un área efectiva que está regulada por el espacio 116 de descarga. A medida que aumenta la carga de la cuchilla, también aumenta el espacio 116. En cargas típicas, el espacio 116 de descarga puede ser típicamente de 0,127-0,254 mm (0,005 - 0,010 pulgadas), en el que dominará el flujo inercial.

En el proceso de fabricación de la viga neumática 100 de la Figura 6, puede haber un espacio inicial 116 en ausencia de presión. Un medio para cerrar este espacio es logrado girando el tornillo 118 de ajuste para cargar previamente la parte 110 de palanca, de tal manera que el espacio 116 se cierre inicialmente en condiciones de temperatura ambiente y sin carga. En ciertas aplicaciones, es importante cargar previamente la parte 110 de palanca de tal manera que el espacio 116 se cierre apenas, con una fuerza de contacto mínima entre las superficies 112 y 114. Una abertura 120 en la cavidad interna 122 definida entre la parte 108 de la viga activa y la parte 110 del lado inferior también puede ser utilizada para regular el tamaño operativo del espacio en diferentes realizaciones.

Con referencia a la Figura 7, se ha proporcionado aire (p. ej., aire de molino con calidad instrumental) a la viga 100 a través de un sistema de regulación de aire. En particular, una válvula 124 reguladora de presión descarga aire a una presión establecida en 126. El aire fluirá a través de un limitador aguas arriba 128, reduciendo la presión en el lado 130 de descarga del limitador 128. Entonces, el aire llega en una entrada de viga a un paso 132 que conduce a la cavidad interna 122 así como al espacio 116 que tiene una distancia de apertura d_g . Entonces, el aire fluirá para descargar en la superficie 134 y radialmente a través del espacio 116 de descarga. De acuerdo con esta realización, la carga de la cuchilla aplicada en la superficie 106, desviará la palanca 110 de la viga de tal manera que el espacio 116 será casi lineal con la carga.

También se prefiere que la válvula aguas arriba 124 sea lo suficientemente grande para que las condiciones sónicas prevalezcan en el espacio 116 de descarga, más que en el limitador 128. La relación resultante entre la presión en 130 y

- la carga de la cuchilla en la superficie 106 se acercará a lineal en la mayor parte del intervalo de carga. Si se permitiera que las condiciones sónicas prevalecieran en el limitador 128, entonces la relación entre la presión en 130 y la carga de la cuchilla en la superficie 106 sería significativamente no lineal. Se prefiere mucho una relación lineal para los propósitos de detección. En diferentes realizaciones, la detección puede ser conseguida aguas arriba de la viga (p. ej., en la válvula 124 o el limitador 128) o aguas abajo cuando el aire sale del espacio 116. La Figura 8 compara una relación presión-carga para las dos condiciones de flujo. En particular, la relación para una presión subsónica, con una apertura de diámetro de 0,045 y 4,82 bar (70 psi) se ha mostrado en 140, y la relación para una presión subsónica, con una apertura de diámetro 0,025 y 4,82 bar (70 psi) se ha mostrado en 142.
- Las mediciones de carga de la viga neumática estarán limitadas a un valor de carga medio o mediciones dinámicas de hasta una frecuencia muy baja en el mejor de los casos. Esto se debe a la respuesta lenta del sistema neumático, en comparación con la respuesta rápida del sistema de fibra óptica y el sistema de galgas extensiométricas.
- La temperatura ambiente está en las proximidades de 93°C – 121°C (200°F-250°F) típicamente, y la temperatura del metal de la viga también será esa. La temperatura típica del suministro de aire será mucho menor, más típicamente de 27°C-38°C (80°F-100°F) de temperatura total en la fuente aguas arriba. En la descarga en el espacio 116, la temperatura estática disminuirá aún más debido a la alta velocidad y la expansión adiabática.
- Esto podría dar como resultado un gradiente de temperatura significativo a lo largo del grosor de la palanca, como se ha sugerido en las Figuras 9A y 9B, que muestran gradientes de temperatura en 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174 y 176. Las Figuras 10A y 10B muestran la distorsión resultante como se ha mostrado en 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194 y 196.
- Para mitigar esta distorsión, se puede aplicar una aleación 200 de baja expansión a una superficie 202 de lado inferior de la viga 100 de soporte de cuchilla de la Figura 6 mediante unión u otro medio mecánico como se ha mostrado en la Figura 11. La característica bimetalica resultante está diseñada para compensar el efecto de distorsión del gradiente de temperatura.
- La Figura 12 muestra una realización de un enfoque alternativo, en el que la superficie superior 210 del lado superior de la parte 110 de palanca está revestida con un material 212 de barrera térmica tal como un polímero resistente a la temperatura, haciendo que la temperatura de la palanca sea más uniforme y reduciendo la distorsión. De manera similar, según sea necesario, el revestimiento 214 puede ser aplicado a la superficie 216 del lado inferior de la viga 100.
- La Figura 13A muestra otra realización de la invención en la que una viga 220 de soporte de cuchilla que incluye una superficie 222 de soporte y orificios 224, 226 de montaje, también incluye un acelerómetro 228 fijado a la superficie 230 del lado inferior de la viga 220 de soporte. La cuchilla es cargada contra la superficie 222 y, como tal, comunica el espectro de vibración de la cuchilla a la viga 220 de soporte. Dado que el acelerómetro se ha fijado en el punto medio de la superficie 230 de lado inferior, la salida del acelerómetro 228, como se previsto en 232, debería, en la mayoría de las condiciones, tener un espectro de vibración medible, y el espectro de vibración de la viga debería ser indicativo del espectro de vibración de la cuchilla.
- De acuerdo con otra realización de la invención, se puede utilizar una galga extensiométrica dinámica piezoeléctrica. La figura 13B muestra una viga 240 de soporte de cuchilla que incluye una superficie 242 de soporte y orificios 244, 246 de montaje, así como una galga extensiométrica dinámica piezoeléctrica 248 fijada a la superficie 250 de lado inferior de la viga 240 de soporte. Tal galga extensiométrica puede ser un modelo PCB 740B02. En esta aplicación, los niveles de deformación dinámica pueden ser medidos a frecuencias moderadamente altas (10 kHz), pero luego caerían porque la deformación (para una aceleración constante) varía inversamente con la frecuencia a la potencia 2. En este caso de medición de deformación dinámica, el sensor de deformación dinámica piezoeléctrico puede tener ventajas sobre la galga extensiométrica convencional, debido a la alta sensibilidad del sensor piezoeléctrico.
- La Figura 14A muestra una viga 260 de soporte de cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que ha sido diseñada para introducir amortiguación para disminuir la vibración de la cuchilla. La viga está montada en los orificios 262, 264 de montaje a un cartucho de cuchilla rascadora. La cuchilla carga contra la superficie 266, que desvía la viga en la superficie interior 268. Una parte 270 de viga inferior integral que tiene una superficie superior 272 junto con la superficie interior 268, proporciona una cavidad cerrada que puede ser llenada con un material viscoelástico 274 para crear amortiguación. El material viscoelástico podría incluir nanopartículas, tales como nanotubos 276 (como se ha mostrado esquemáticamente en la Figura 14B), para mejorar la amortiguación.
- La Figura 15 muestra una viga de soporte de la cuchilla de acuerdo con otra realización de la invención que también incluye amortiguación viscoelástica. En este caso, la cavidad donde reside el material 294 de amortiguación es de geometría serpenteante definida por superficies 288, 292 de serpentina interiores. En particular, la viga está montada en los orificios 282, 284 de montaje de un cartucho de cuchilla rascadora. La cuchilla carga contra la superficie 286, que desvía la viga en la superficie interior 288. Una parte 290 de viga inferior integral que tiene una superficie superior 292 junto con la superficie interior 288, proporciona una cavidad cerrada que puede ser llenada con el material viscoelástico 294 para crear amortiguación. En este caso, el material de amortiguación es sometido a una deformación de cizalladura, además de una

deformación de tracción y compresión. Una variedad de geometrías puede conducir a una amortiguación mejorada, todo dentro del alcance de la invención.

- De acuerdo con otras realizaciones de la presente invención, se puede proporcionar un miembro de soporte de cuchilla en forma de un espaciador circular que incluye material viscoelástico. Por ejemplo, la Figura 16A muestra un espaciador circular 300 de soporte de cuchilla que recibe una carga de la cuchilla rascadora como se ha mostrado en 302 e incluye cavidades discontinuas dentro del espaciador 300 que incluyen material viscoelástico 304. El espaciador circular está montado en el cartucho de cuchilla rascadora a través del orificio 306 de montaje central para soportar la cuchilla rascadora a lo largo de la fila superior de espaciadores. La hoja cuchilla sobre el espaciador como se ha mostrado en 302, e introduce deformación en el material viscoelástico 304.
- 5 La Figura 16B muestra un espaciador circular 310 de soporte de cuchilla que recibe una carga de la cuchilla rascadora como se ha mostrado en 312 e incluye una cavidad continua dentro del espaciador 310 que incluye material viscoelástico 314. El espaciador circular está montado en el cartucho de cuchilla rascadora a través del orificio 316 de montaje central para soportar la cuchilla rascadora a lo largo de la fila superior de espaciadores. Nuevamente, la cuchilla actúa sobre el espaciador como se ha mostrado en 312 e introduce deformación en el material viscoelástico 314.
- 10 La Figura 16C muestra un espaciador circular 320 de soporte de cuchilla que recibe una carga de la cuchilla rascadora como se ha mostrado en 322 e incluye una cavidad de serpentina continua dentro del espaciador 320 que incluye material viscoelástico 324. El espaciador circular está montado en el cartucho de cuchilla rascadora a través del orificio 326 de montaje central para soportar la cuchilla rascadora a lo largo de la fila superior de espaciadores. Nuevamente, la cuchilla actúa sobre el espaciador como se ha mostrado en 322 e introduce deformación en el material viscoelástico 324.
- 15 Con respecto a la utilización de amortiguación viscoelástica ilustrada en las Figuras 14A - 16C, se entiende que se pueden hacer una variedad de cavidades geométricas y formas para conseguir una alta deformación, ya sea de cizalladura, de tracción o compresiva, para conseguir medios de amortiguación, todos los cuales son coherentes con el alcance de la invención.
- 20 La Figura 17 muestra la forma del primer modo de vibración de la viga neumática 100 expuesta anteriormente al menos con referencia a la Figura 6. La superficie indicada en 330 tiene un gran movimiento con respecto a la superficie indicada en 332. De hecho, la mayoría de los modos de esta viga tienen un gran movimiento relativo asociado con estas dos superficies. Esto es ventajoso para introducir medios amortiguadores entre estas dos superficies. La Figura 18, por ejemplo, muestra una capa viscoelástica 340 intercalada entre estas dos superficies 330 y 332.
- 25 La Figura 19A muestra un miembro de soporte de la hoja que implica la utilización de una película de compresión hidrostática para amortiguar la viga 350 de soporte de cuchilla. En este caso, el fluido fluye hacia el limitador 354, luego hacia la cavidad 356. Luego, el fluido sale por las salidas laterales 358 y 364. En la Figura 19B se ha mostrado una vista ampliada de una parte del miembro de soporte de cuchilla de la Figura 19A. El principio de funcionamiento es similar al de los cierres herméticos y cojinetes hidrostáticos. Durante la vibración de la cuchilla, el espectro de vibración de la cuchilla se comunicará con la viga y provocará un movimiento relativo entre las superficies 360 y 362. La oscilación de las superficies 360 y 362 creará una respuesta de presión de la cavidad sustancial que será proporcional a la velocidad relativa de la superficie, por lo que se introducirá una amortiguación sustancial mediante el material de película de compresión hidrostática. Se entiende que se pueden realizar otros ajustes de geometría para permitir la implementación de la amortiguación de la película comprimible, todos los cuales son coherentes con el alcance de la invención.
- 30 De acuerdo con realizaciones adicionales, se puede proporcionar un cartucho de soporte de cuchilla rascadora que incluya cualquiera o todos los miembros de soporte de cuchilla descritos anteriormente para proporcionar sensores de deformación y sensores de desplazamiento, así como detección y amortiguación de vibraciones.
- 35 Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden realizar numerosas modificaciones y variaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un cartucho (12) de cuchilla rascadora para utilizar en un soporte (10) de cuchilla rascadora, estando destinado dicho cartucho de cuchilla rascadora para recibir una cuchilla rascadora (14), incluyendo dicho cartucho de cuchilla rascadora una pluralidad de miembros (26) de soporte de cuchilla, en el que dichos miembros de soporte de cuchilla soportan la
5 cuchilla rascadora, caracterizado por que al menos un miembro (36) de soporte de cuchilla incluye un medio (36) de indicación de carga para proporcionar una señal indicativa de al menos una de una deformación del miembro de soporte de cuchilla y de una desviación del miembro de soporte de cuchilla.
2. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un miembro de soporte de cuchilla es una viga (26, 100).
- 10 3. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 2, en el que dicho medio de indicación de carga incluye un sensor (36'') de deformación de fibra óptica para detectar la deformación.
4. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 2, en el que dicho medio de indicación de carga incluye un sensor (36') de deformación de galga extensiométrica para detectar la deformación.
- 15 5. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 2, en el que dicho medio de indicación de carga incluye una palanca (110) de viga para permitir que la carga de la cuchilla regule el flujo a través de un limitador (128) de descarga variable.
6. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 5, en el que dicha palanca de viga hace que la presión en una válvula (124) varíe aproximadamente de forma lineal con la carga.
- 20 7. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 5, en el que dicha palanca de viga incluye un miembro bimetálico para compensar la distorsión térmica.
8. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 5, en el que dicha palanca incluye una barrera (212) de revestimiento térmico en una superficie de la misma para crear una temperatura más uniforme y reducir la distorsión.
- 25 9. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 1, en el que dicho cartucho de cuchilla rascadora incluye un paso para proporcionar el paso de cualesquiera cables de señal y tubos de transporte de fluido alejados del cartucho de cuchilla rascadora.
10. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 9, en el que dicho paso incluye aberturas dentro de al menos un miembro de soporte de la cuchilla.
- 30 11. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 2, en el que dicha viga incluye un área (32) de soporte para hacer contacto con la cuchilla rascadora, y en el que dicha área de soporte se encuentra aproximadamente en el punto medio entre un par de montajes (34) de soporte mediante los cuales la viga está fijada al cartucho de cuchilla rascadora.
12. El cartucho de cuchilla según la reivindicación 1, en el que al menos dicho miembro de soporte de cuchilla incluye un medio de medición de la vibración para proporcionar una señal de vibración indicativa de la vibración de al menos un miembro de soporte de cuchilla.
- 35 13. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 12, en el que dicho medio de medición de la vibración incluye una galga extensiométrica dinámica (248) para medir un espectro de vibración de la cuchilla.
14. El cartucho de cuchilla rascadora según la reivindicación 12, en el que dicho medio de medición de la vibración incluye un acelerómetro (228) para medir un espectro de vibración de la cuchilla.

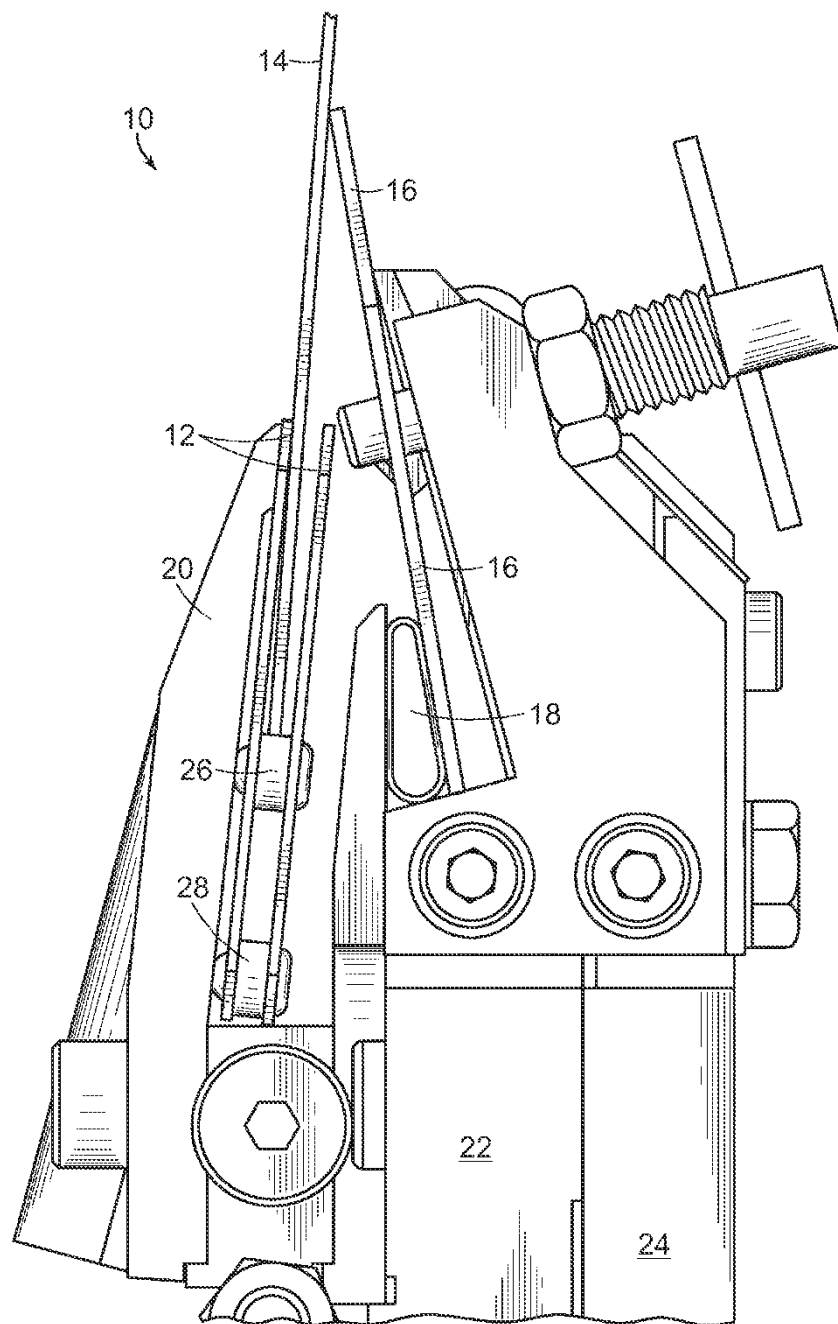


FIG. 1A

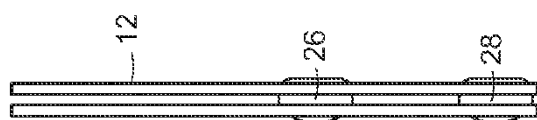


FIG. 1B

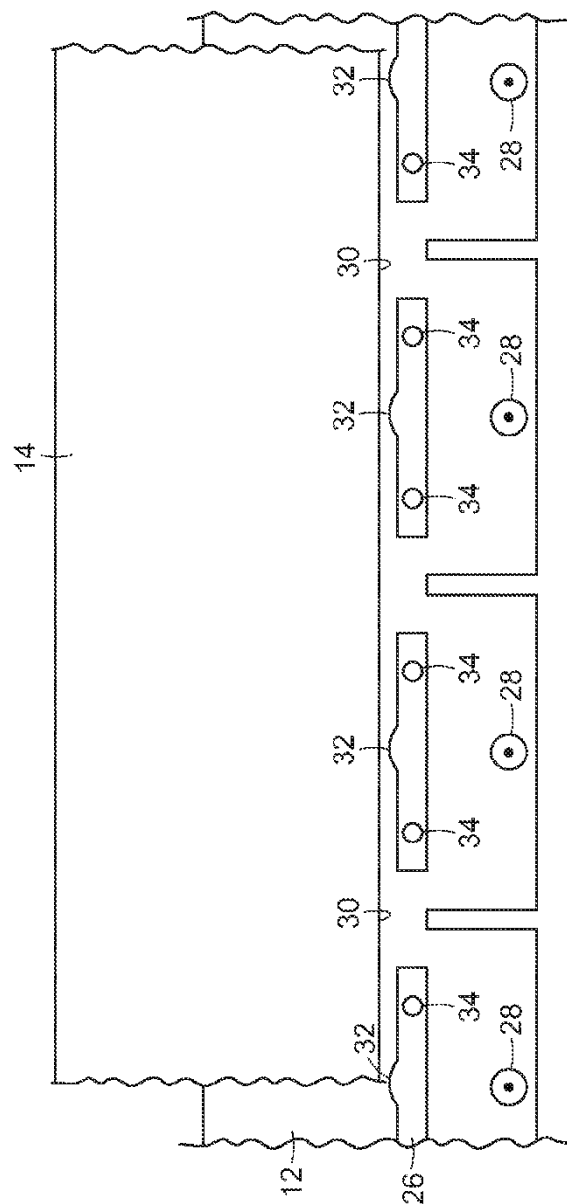


FIG. 1C

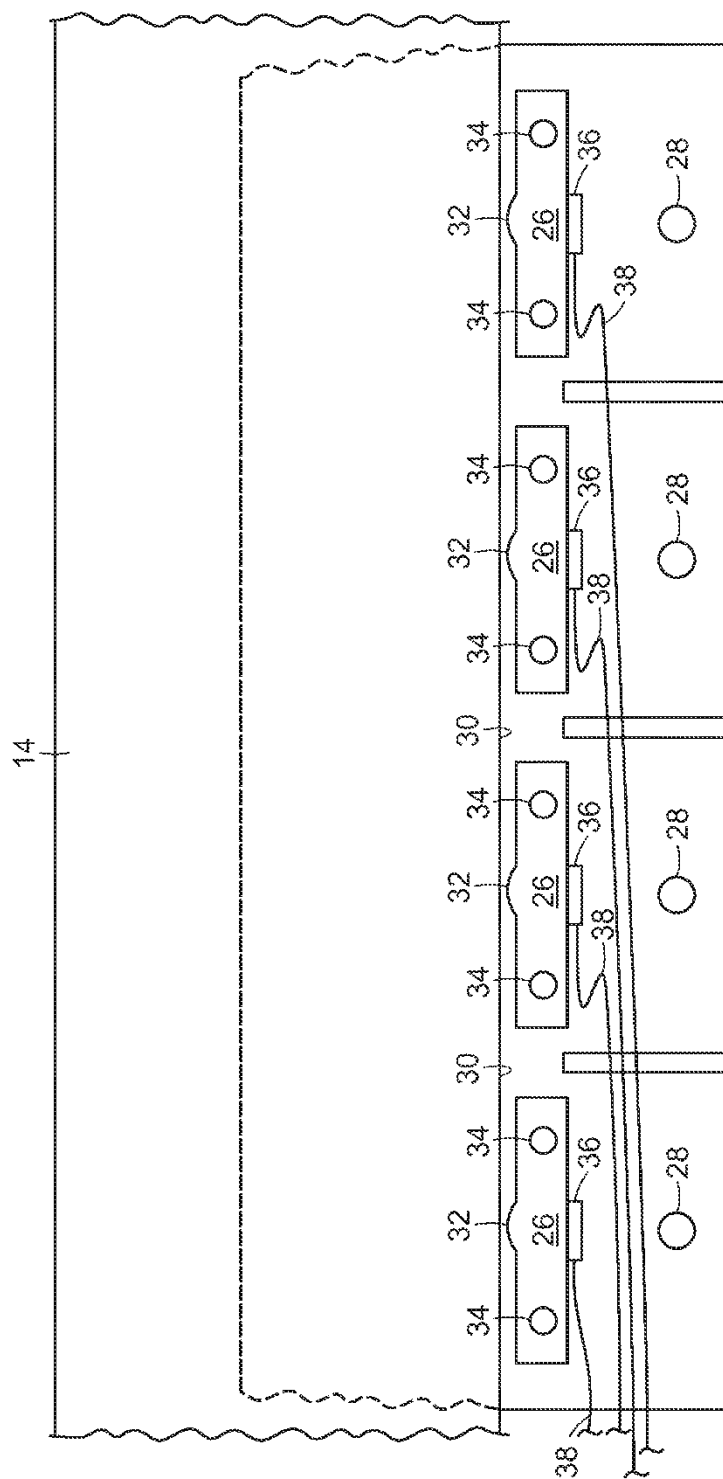


FIG. 2

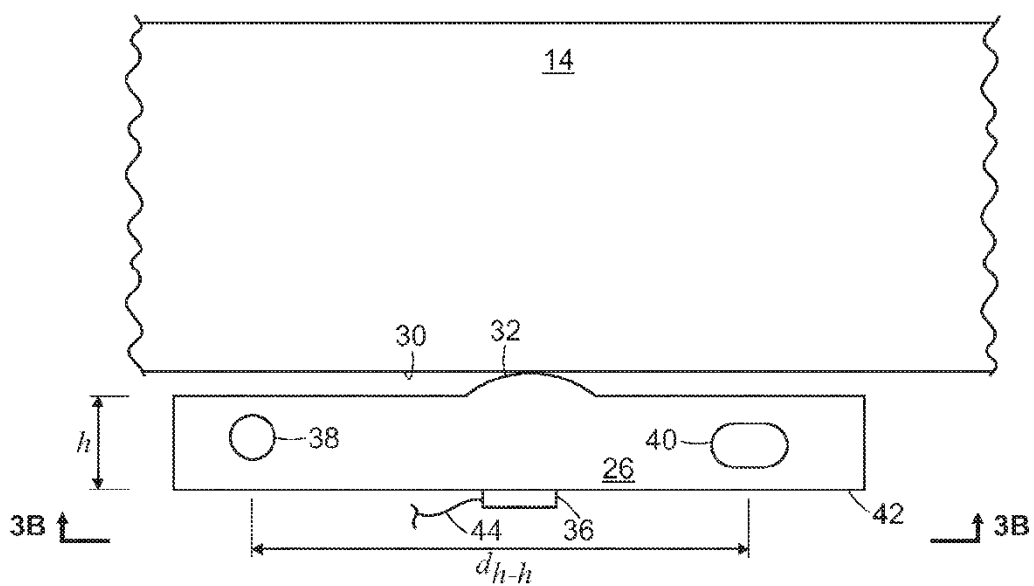


FIG. 3A

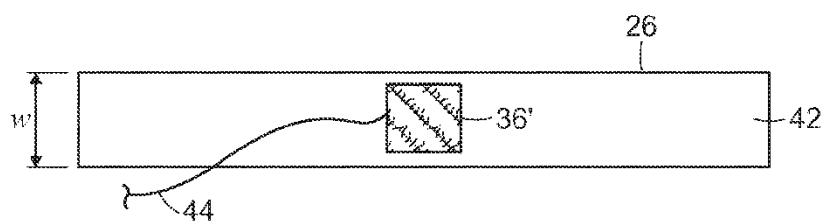


FIG. 3B

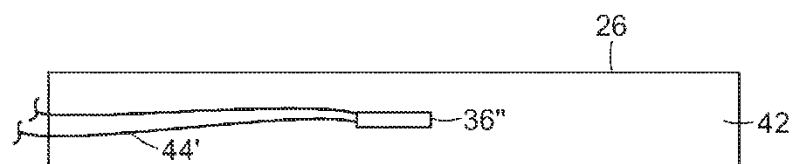


FIG. 3C

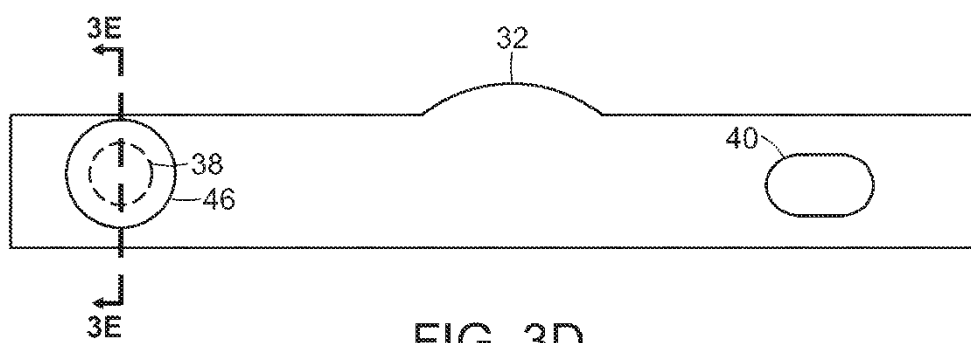


FIG. 3D

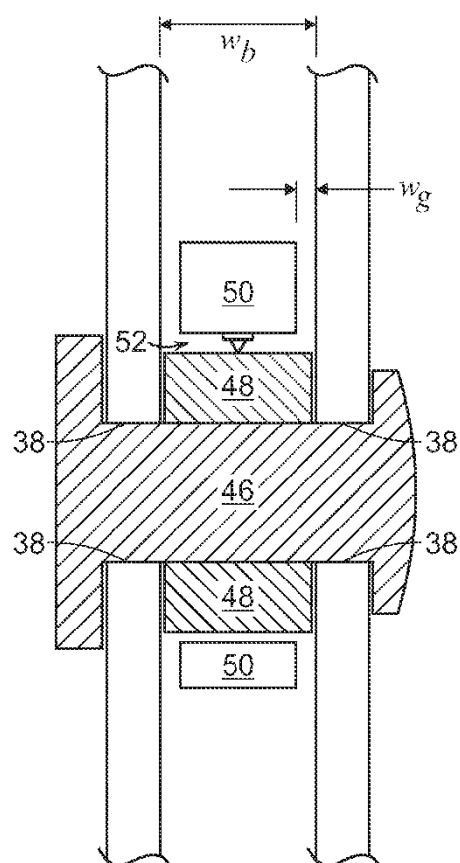


FIG. 3E

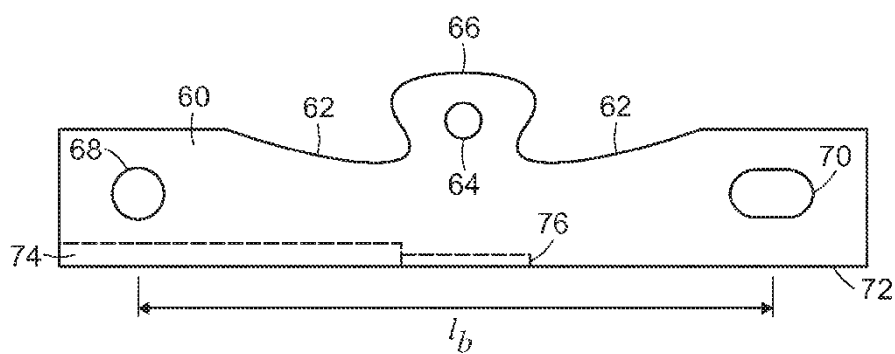


FIG. 4A

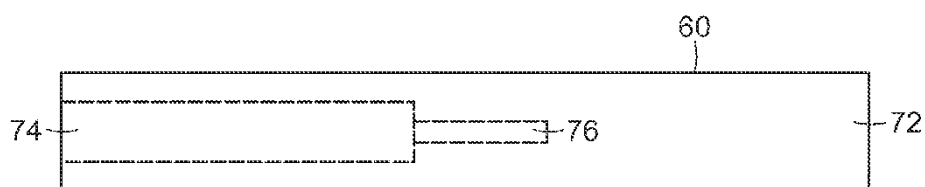


FIG. 4B

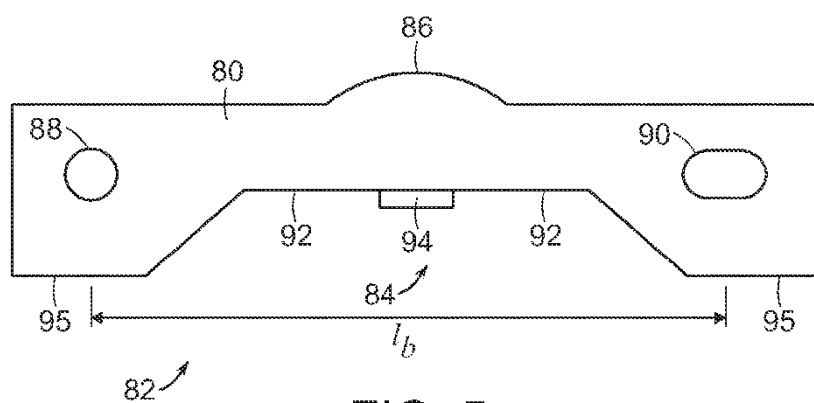


FIG. 5

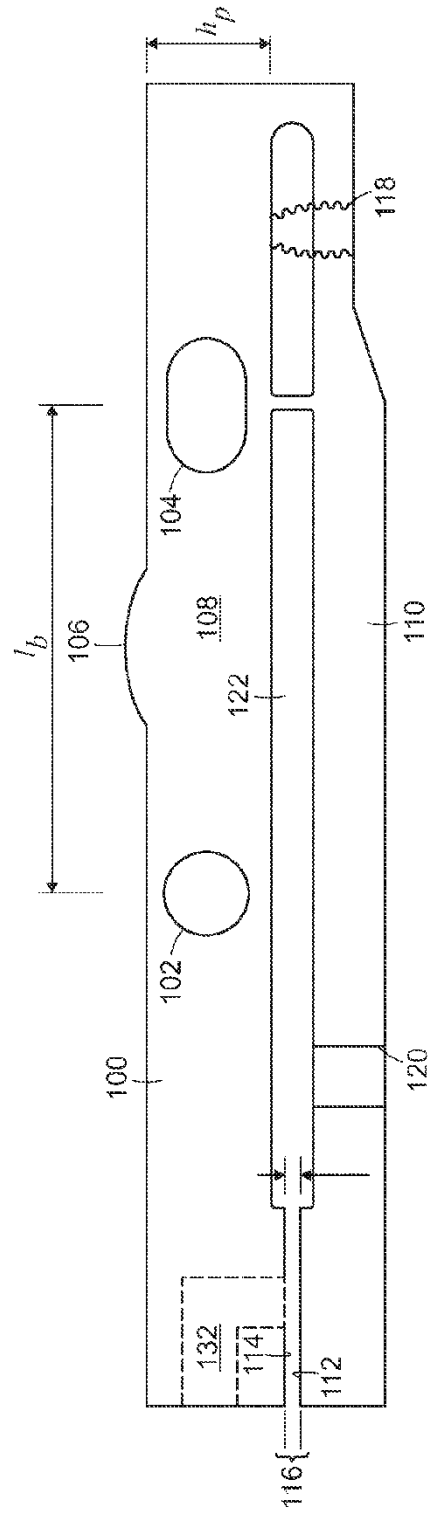


FIG. 6

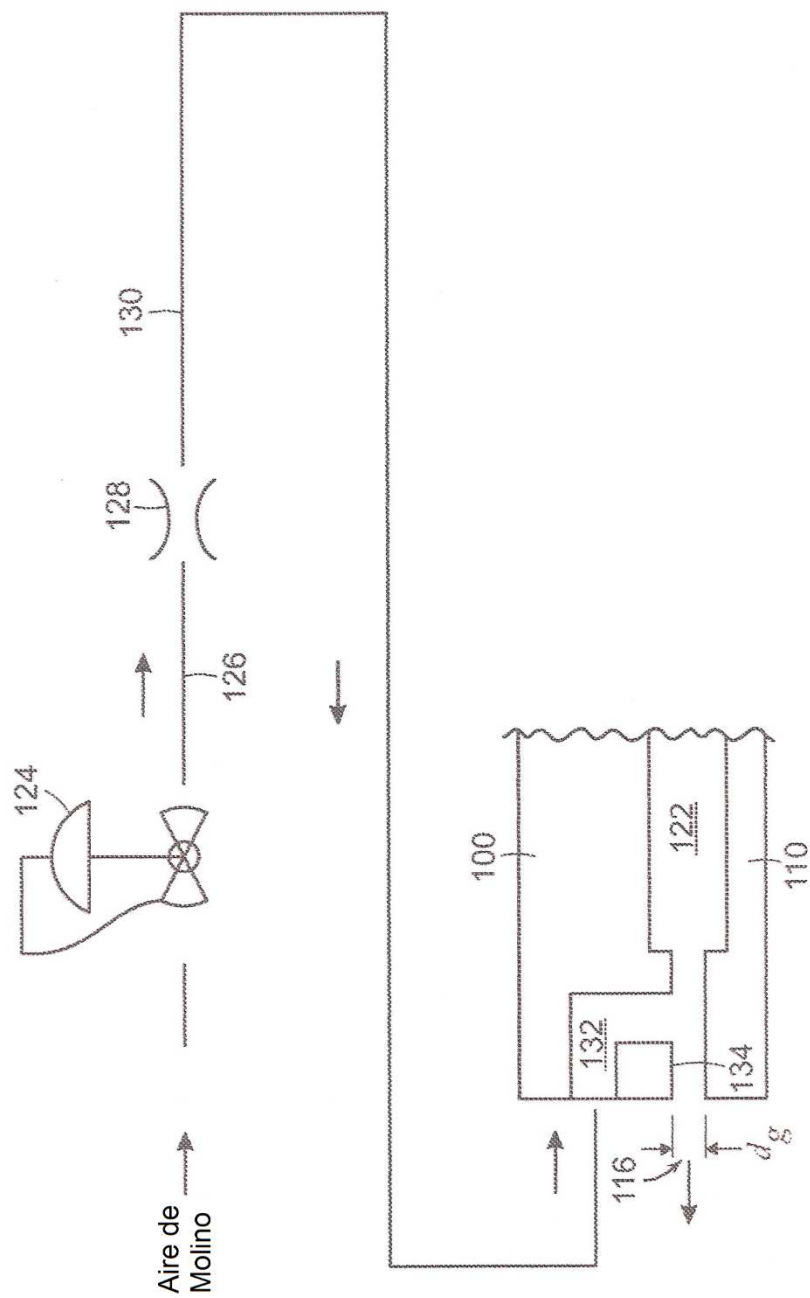


FIG. 7

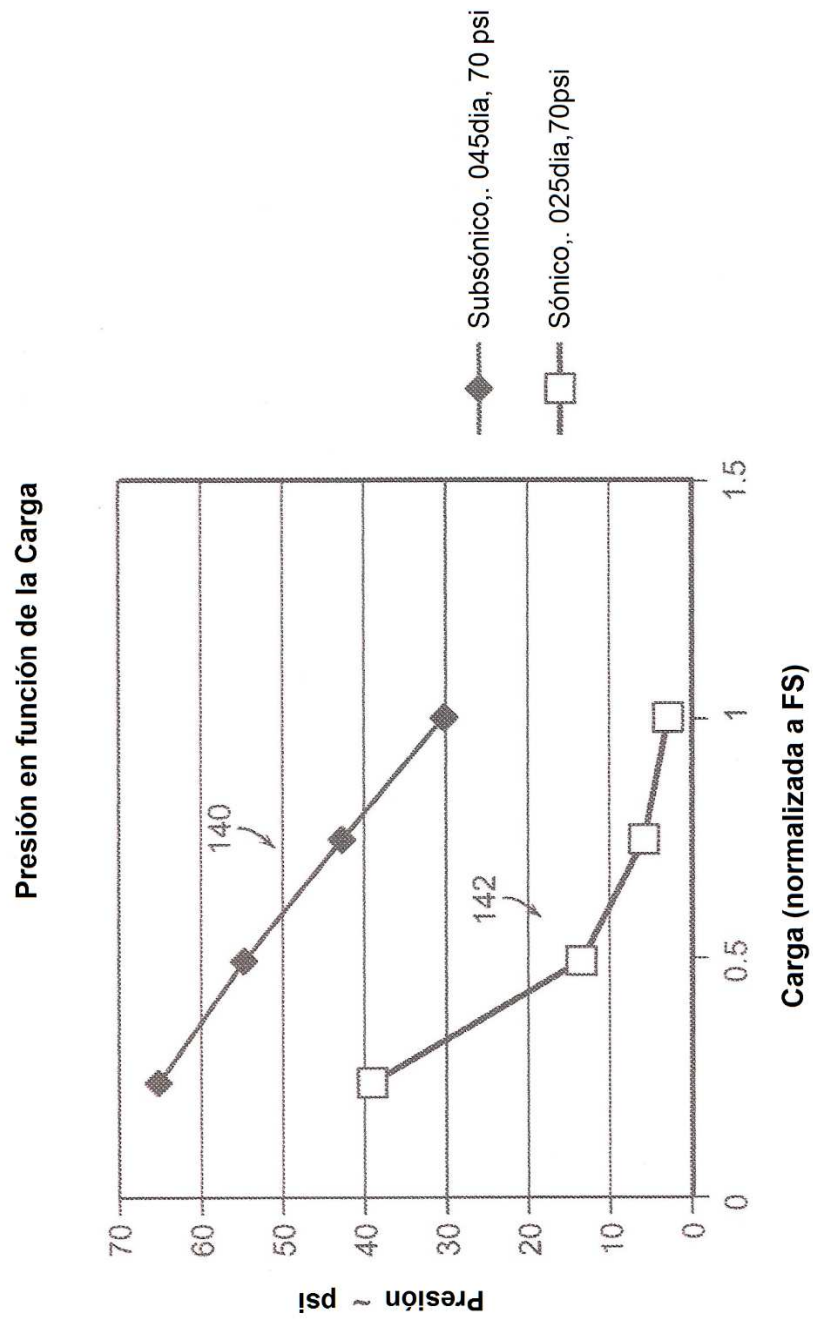


FIG. 8

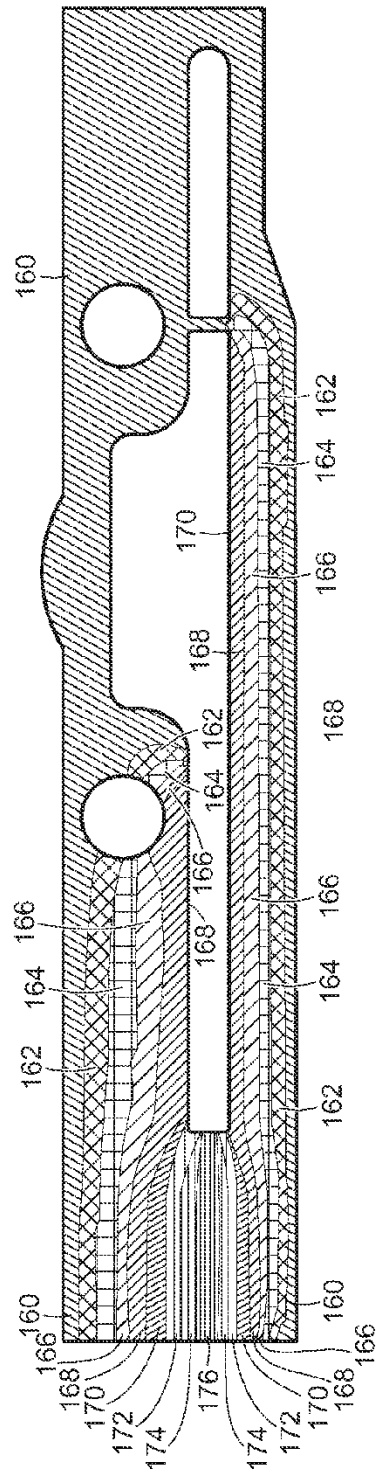


FIG. 9A

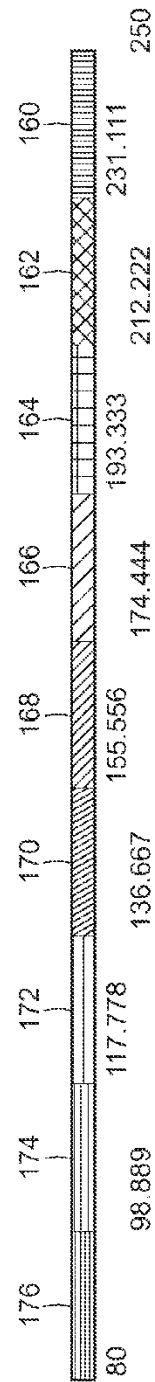


FIG. 9B

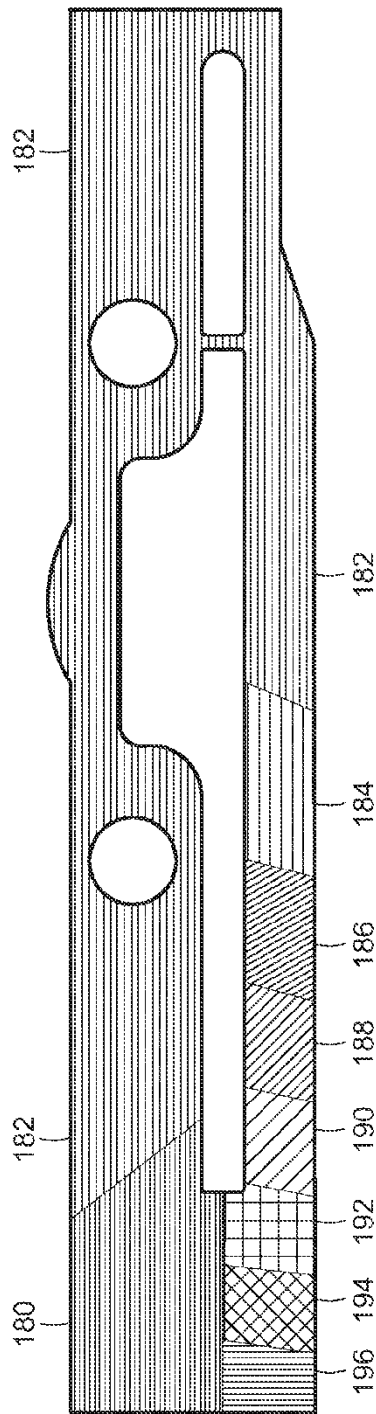


FIG. 10A

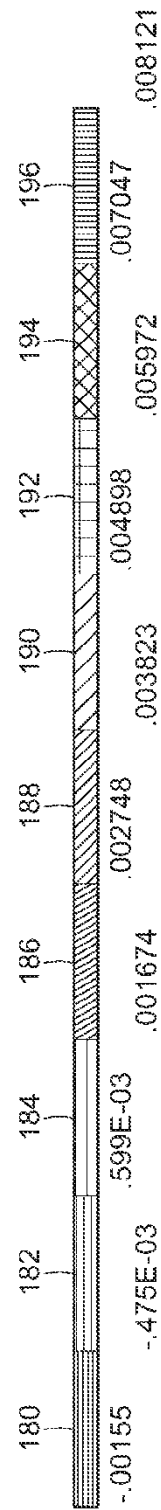
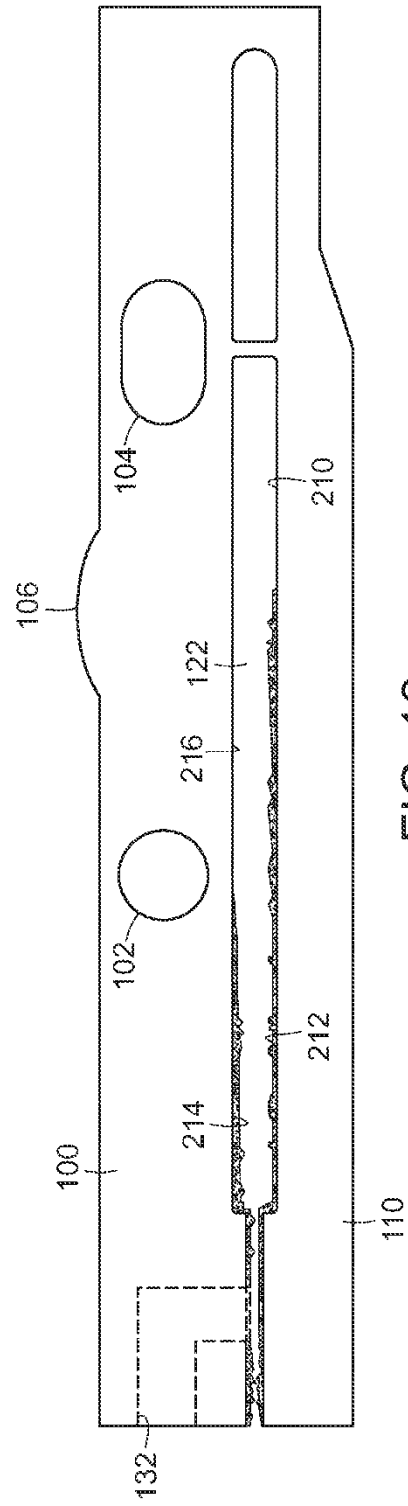
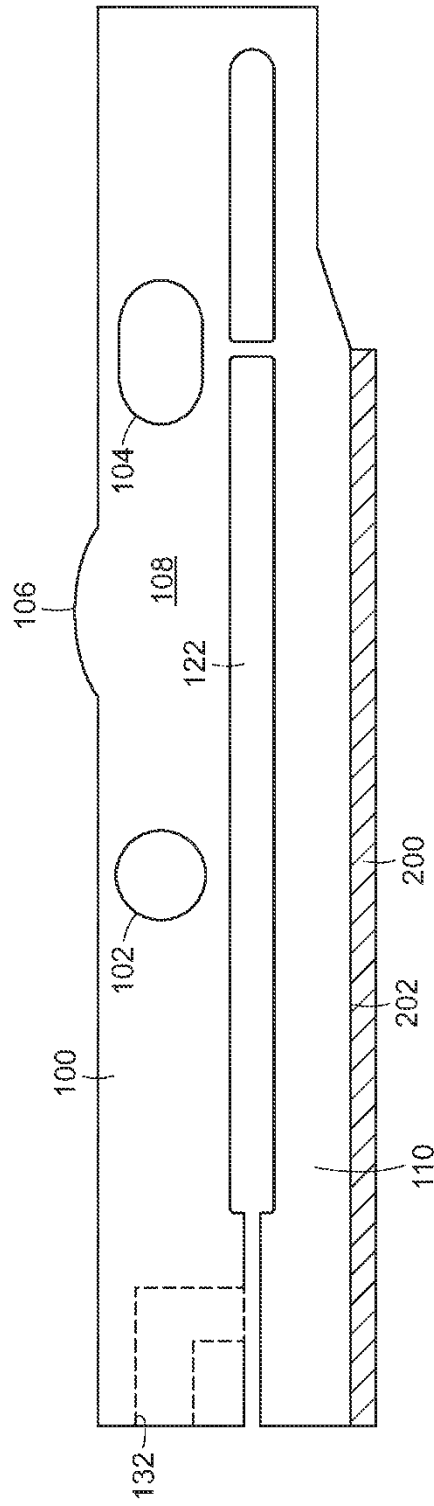


FIG. 10B



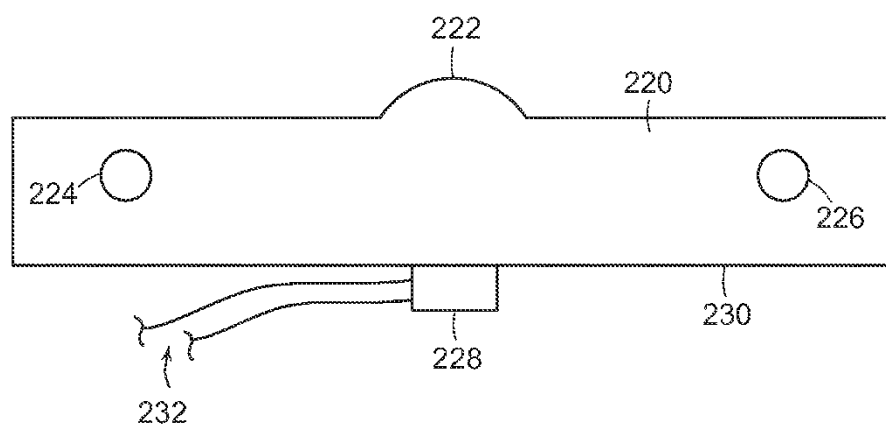


FIG. 13A

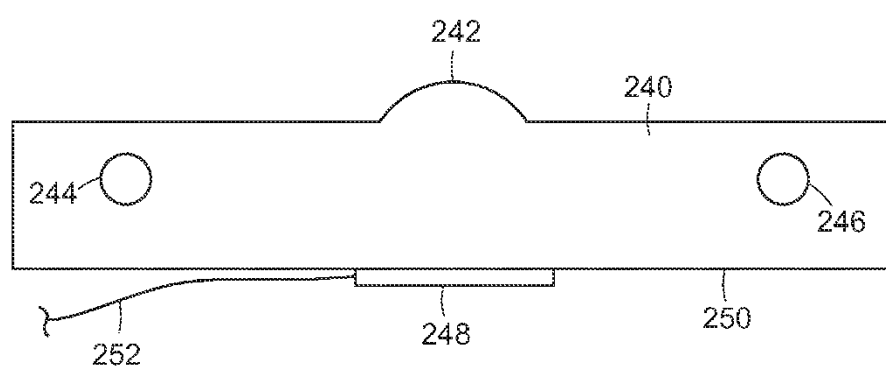


FIG. 13B

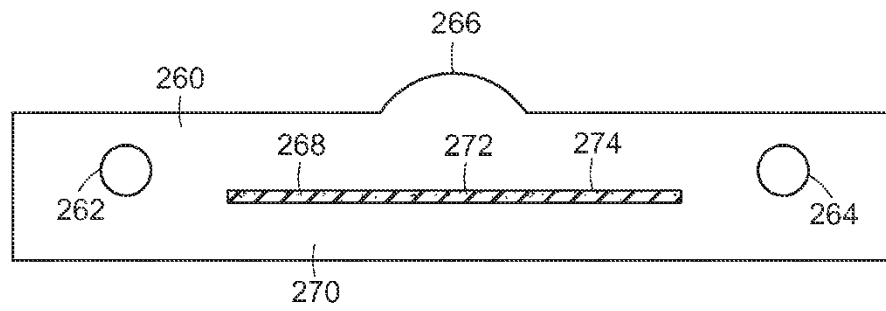


FIG. 14A

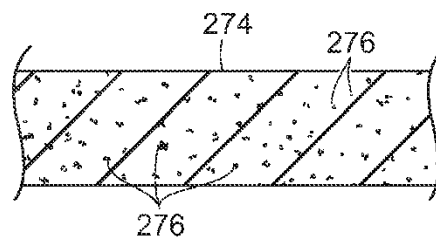


FIG. 14B

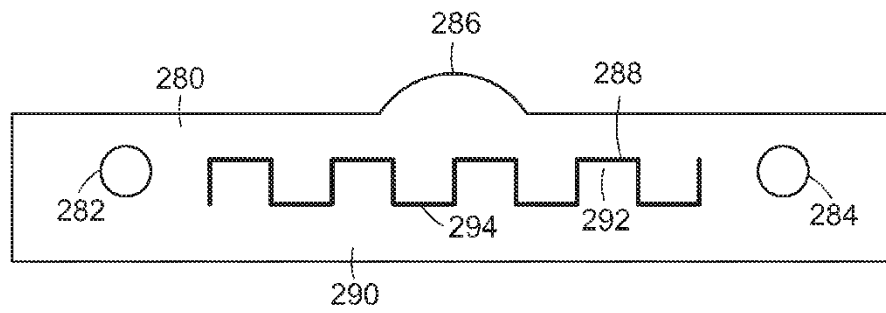


FIG. 15A

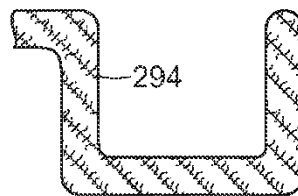


FIG. 15B

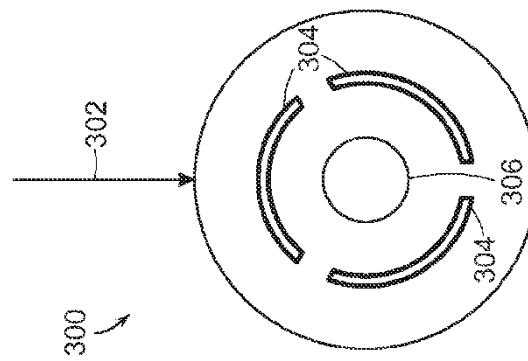


FIG. 16A

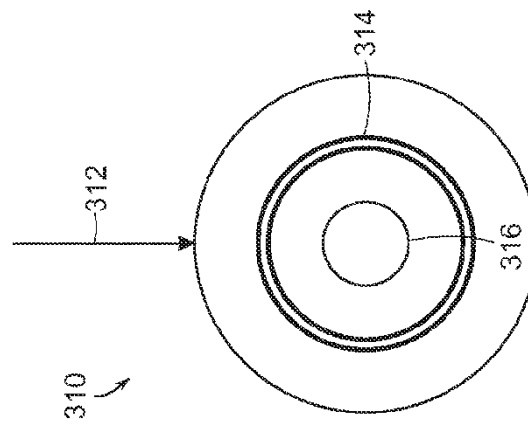


FIG. 16B

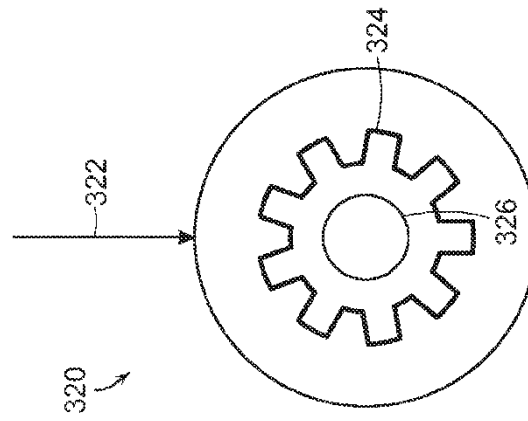


FIG. 16C

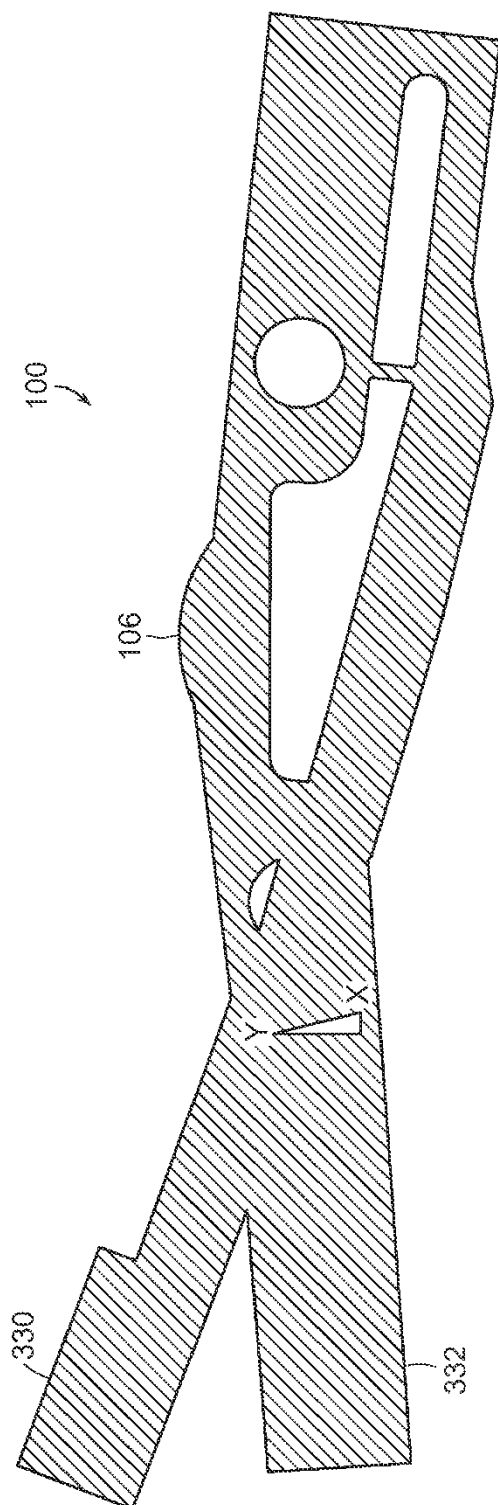


FIG. 17

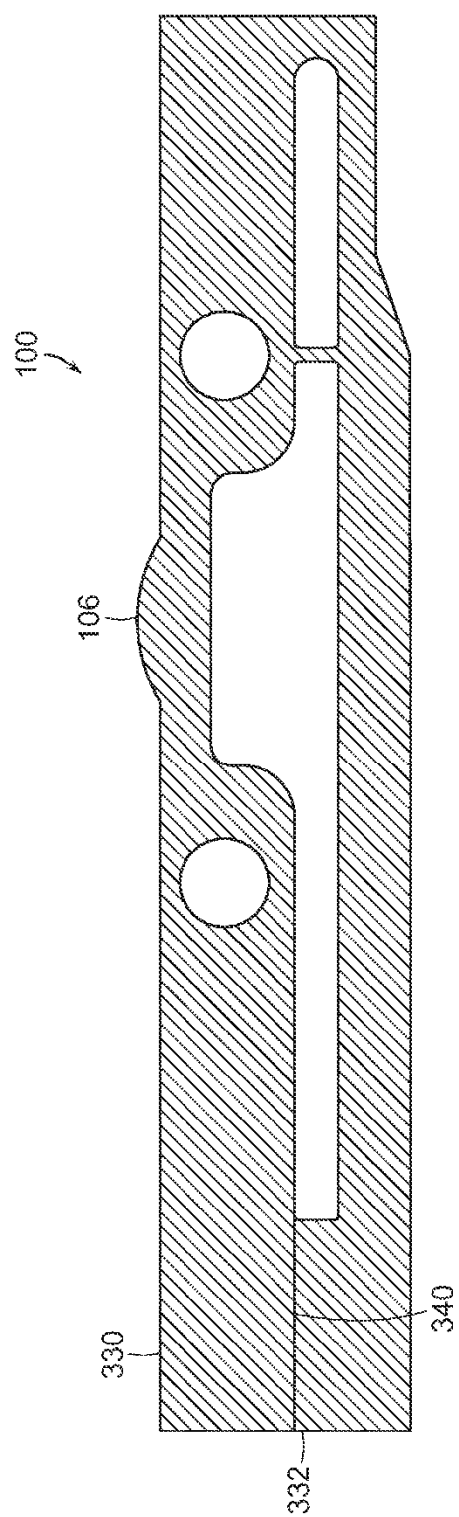


FIG. 18

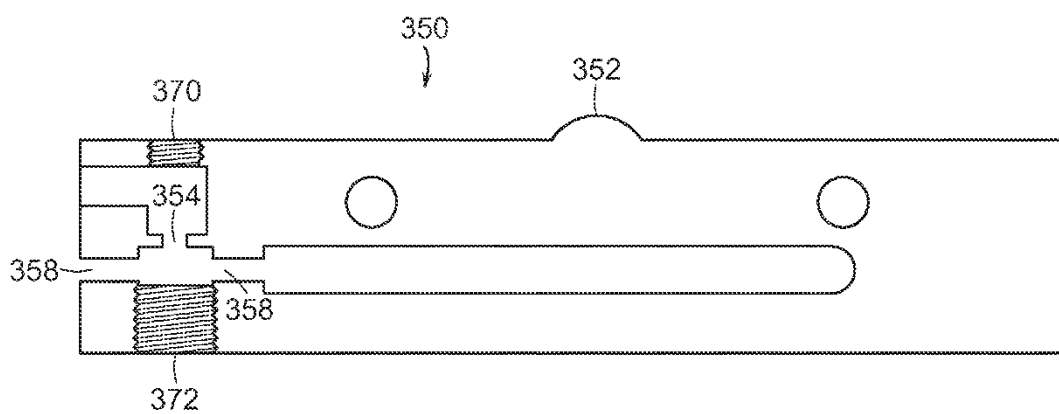


FIG. 19A

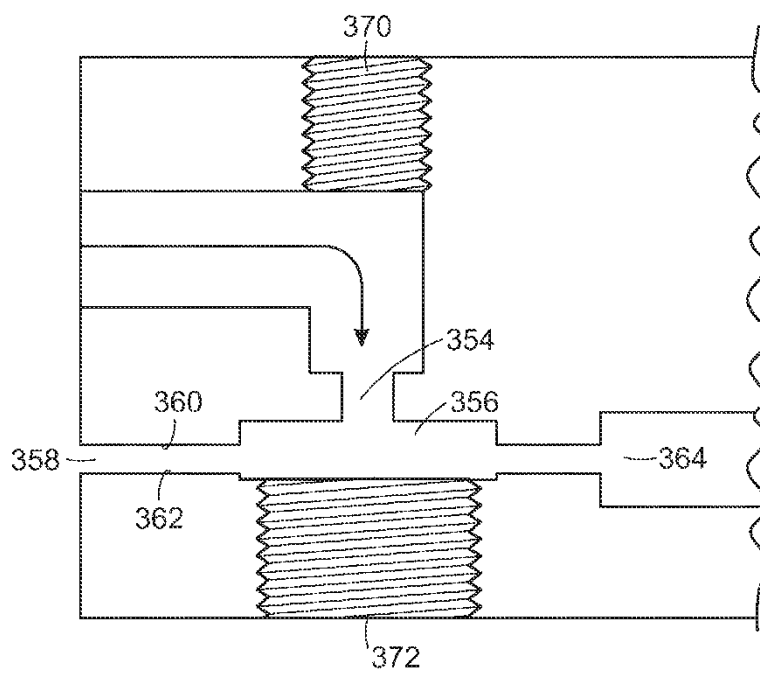


FIG. 19B