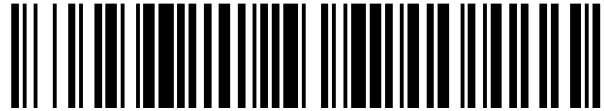


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 733**

51 Int. Cl.:

G01N 3/38	(2006.01)
G01N 3/62	(2006.01)
A61B 5/00	(2006.01)
G01C 9/06	(2006.01)
G01N 3/307	(2006.01)
G01N 29/34	(2006.01)
G01N 3/317	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2018 PCT/US2018/068083**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.07.2019 WO19133946**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2018 E 18896667 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024 EP 3732463**

54 Título: **Determinación de las características estructurales de un objeto**

30 Prioridad:

30.12.2017 US 201762612440 P
20.06.2018 US 201862687730 P
29.06.2018 US 201862692618 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2024

73 Titular/es:

PERIMETRICS, INC. (100.0%)
850 New Burton Road, Suite 201
Dover DE 19904, US

72 Inventor/es:

EARTHMAN, JAMES;
ELAM, JOHN MICHAEL;
SHEETS, CHERILYN y
HAYMAN, ROBERT

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 989 733 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

Determinación de las características estructurales de un objeto

Referencia cruzada con solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud internacional del tratado de cooperación en materia de patentes reivindica el beneficio y la prioridad de las siguientes solicitudes provisionales de patentes estadounidenses: Número de serie 62/692.618, presentada el 29 de junio de 2018, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF AN OBJECT"; Número de serie 62/687,730, presentada el 20 de junio de 2018, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF AN OBJECT", y Número de serie 62/612.440, presentada el sábado, 30 de diciembre de 2017, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF AN OBJECT".

Campo de la invención

Esta invención se refiere en general a la evaluación de las propiedades estructurales de un objeto; y, más específicamente, se relaciona con la evaluación de las características estructurales que reflejan la integridad de un objeto que usa una aplicación de energía controlada sobre el mismo.

Antecedentes de la invención

15 Cuando un objeto se somete a una fuerza de impacto, una onda de tensión se transmite a través del objeto. Esta onda de tensión causa deformaciones en la estructura interna del objeto. A medida que el objeto se deforma, actúa, en parte, como un amortiguador, disipando una porción de la energía mecánica asociada con el impacto. La capacidad del objeto para disipar la energía mecánica, comúnmente conocida como la "capacidad de amortiguamiento" del objeto, depende de varios factores, que incluyen el tipo y la integridad estructural de los materiales que componen el objeto.

20 Hay instrumentos que son capaces de medir la capacidad de amortiguamiento de un objeto. Un ejemplo de tal instrumento se describe en la Patente de Estados Unidos No. 6.120.466 ("la patente '466"). El instrumento divulgado en la patente '466 proporciona una medida objetiva y cuantitativa de la capacidad de amortiguamiento de un objeto, denominado como coeficiente de pérdida 17. La energía de una onda elástica se atenúa de manera relativamente rápida en materiales con un coeficiente de pérdida relativamente alto, mientras que la energía de una onda elástica se atenúa relativamente lentamente en materiales con un coeficiente de pérdida relativamente bajo. Otros ejemplos se describen en el documento US4482324A O US2013174639A.

25 La capacidad de amortiguamiento de un objeto es un parámetro importante en una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, en el campo de la odontología, cuando un diente sano se somete a una fuerza de impacto, la energía mecánica asociada con el impacto se disipa principalmente por el ligamento periodontal. Los cambios en la estructura del ligamento periodontal que reducen su capacidad para disipar la energía mecánica asociada con una fuerza de impacto y, por lo tanto, que reducen la estabilidad total del diente, pueden detectarse al medir el coeficiente de pérdida del diente.

Breve descripción de la invención

35 La presente invención se refiere a un dispositivo, de acuerdo a la reivindicación 1, para medir las características estructurales de un objeto en una manera no invasiva, capaz de operar al sostener el dispositivo en ángulos variables desde la horizontal y al modular el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición. El dispositivo para determinar las características estructurales de un objeto, incluye una carcasa que tiene un extremo frontal abierto y un eje longitudinal; una herramienta de aplicación de energía montada dentro de la carcasa, que tiene una configuración de descanso y una configuración activa; un mecanismo accionador soportado dentro de la carcasa para activar la herramienta de aplicación de energía entre las configuraciones de descanso y activa para aplicar una cantidad establecida de energía en una orientación horizontal; y un inclinómetro adaptado para medir la inclinación de la herramienta de aplicación de energía con respecto a la horizontal. El mecanismo accionador varía la cantidad de energía aplicada para activar la herramienta de aplicación de energía entre las configuraciones de descanso y activa con base en la inclinación para al menos aproximar la cantidad de energía establecida en inclinaciones distintas a la horizontal. El mecanismo accionador puede incluir una bobina electromagnética y puede variar la cantidad de energía aplicada (por ejemplo, voltaje variable, corriente o ambos), puede variar los tiempos de accionamiento de la bobina (variar el tiempo que la bobina está energizada o activada), puede variar tiempos de retraso de la bobina (que varían el tiempo entre las actividades de accionamiento), puede variar el número de energizaciones de la bobina (es decir, variar el número de pulsos de accionamiento aplicados), la polaridad de la bobina y/o una combinación de los mismos. Estos factores, que incluyen potencia variable, tiempos de accionamiento, polaridad y tiempos de retardo, pueden manejarse al variar la configuración del *firmware* para la potencia, tiempo de accionamiento, número de accionamientos, polaridad y retraso de accionamiento de la bobina para obtener los resultados deseados. Sin desear

limitarse a ninguna teoría particular, se supone que pueden emplearse múltiples variaciones para lograr el resultado deseado y el *firmware* puede diseñarse para seleccionar una solución particular o para seleccionar una solución óptima para ciertos casos.

5 El objeto puede ser sometido a un proceso de aplicación de energía y el sistema está adaptado para proporcionar una medición objetiva y cuantitativa de las características estructurales del objeto después del proceso de aplicación de energía. El dispositivo de la presente invención puede tal como aumentar la flexibilidad de operación, por ejemplo, para adaptarse para alcanzar objetos difíciles de alcanzar, tanto anatómicos como no anatómicos, para detectar cualquier anomalía que pueda estar presente en un objeto para generar más mediciones reproducibles, y también para poder detectar mejor cualquier anomalía que pueda estar presente en un objeto. El dispositivo puede incluir una carcasa con un interior hueco y un extremo abierto a través del cual una herramienta de aplicación de energía, que incluye cualquier herramienta capaz de aplicar cualquier tipo de energía al objeto, por ejemplo, una herramienta capaz de aplicar energía mecánica al objeto, como a medida que pasa una varilla de golpeo colocada dentro de la carcasa para alcanzar el objeto sometido a medición, una energía electromagnética de cualquier frecuencia, por ejemplo, luz, una onda de sonido como la energía acústica.

10
15 Por ejemplo, el sistema puede incluir un dispositivo para realizar una acción de percusión sobre un objeto. Puede colocarse el dispositivo, que tiene una carcasa con un interior hueco y un extremo abierto a través del cual puede aplicarse energía mediante una herramienta de aplicación de energía, que incluye cualquier herramienta capaz de aplicar cualquier tipo de energía al objeto, que incluye energía mecánica, sonora o electromagnética. En una modalidad, una herramienta capaz de aplicar energía mecánica al objeto, como una varilla de golpeo, puede colocarse dentro de la carcasa para atravesarla y alcanzar el objeto sometido a medición. En otra modalidad, una alimentación de potencia electromagnética de cualquier frecuencia, como la energía luminosa, por ejemplo, puede colocarse dentro de la carcasa. En otro ejemplo, una alimentación de potencia acústica, como un transductor ultrasónico o cualquier alimentación de potencia acústica, puede colocarse dentro de la carcasa.

20
25 La carcasa del dispositivo puede incluir un eje longitudinal y, en general, el eje longitudinal del dispositivo puede colocarse desde una dirección sustancialmente horizontal para formar un ángulo con la dirección horizontal. El ángulo puede ser, por ejemplo, de cualquier ángulo, incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos cuarenta y cinco grados, aún incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos treinta grados. En una modalidad, el eje longitudinal de la herramienta de aplicación de energía colocada dentro de la carcasa permanece en todo momento en una relación sustancialmente paralela a la carcasa durante la operación. En otra modalidad, la carcasa del dispositivo puede incluir un eje longitudinal con un eje longitudinal de una herramienta de aplicación de energía para colocarse desde una dirección sustancialmente horizontal y sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa del dispositivo con una porción de punta de la herramienta que es sustancialmente perpendicular a la superficie de contacto del objeto, al eje longitudinal de la herramienta de aplicación de energía para formar un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa, mientras la punta de la herramienta permanece sustancialmente perpendicular a la superficie de contacto del objeto. En esta última modalidad, si la herramienta es una herramienta mecánica, como una varilla de golpeo, puede incluir o no una punta de herramienta extraíble que sea sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la herramienta y de la carcasa.

30
35 En cualquiera de las modalidades descritas antes o después, el dispositivo puede incluir una pieza de mano y el eje longitudinal del dispositivo puede colocarse en cualquier ángulo con la dirección horizontal. El ángulo puede ser, por ejemplo, de cualquier ángulo, incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos cuarenta y cinco grados, aún incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos treinta grados.

40
45 Como se mencionó anteriormente, la herramienta de aplicación de energía puede adaptarse para moverse desde una posición de descanso a una posición activa mediante un mecanismo accionador y, durante una medición, puede impactar el objeto en la posición activa. En general, la herramienta de aplicación de energía puede impactar repetidamente un objeto durante cada medición. La herramienta de aplicación de energía en sí puede, si se usa una herramienta mecánica, la herramienta puede moverse y puede producirse un contacto físico con el objeto durante el impacto durante la medición, o la energía misma puede impactar el objeto durante la medición, si se usa cualquier otra herramienta de energía como electromagnética o sonora. Cuando se usan estas otras herramientas de energía, puede que no haya ningún movimiento físico de la herramienta entre la configuración activa y pasiva de la herramienta, pero puede definirse por el hecho de que la energía esté encendida y apagada.

50
55 El dispositivo de la presente invención puede ser, por ejemplo, un instrumento de percusión, que puede incluir o no al menos una porción, como una porción de manguito que se extiende desde la carcasa a una distancia, capaz de ser reproducible en contacto con el objeto sometido a tal medición. La herramienta de aplicación de energía, como una varilla de golpeo, puede programarse para impactar un objeto un cierto número de veces por minuto a una velocidad sustancialmente igual y la información de desaceleración de la herramienta o la respuesta del objeto al impacto se registra o compila para análisis por el sistema. En una modalidad, el dispositivo y el *hardware* pueden comunicarse a

través de una conexión por cable. En otra modalidad, el dispositivo y el *hardware* pueden comunicarse a través de una conexión inalámbrica.

5 Para el dispositivo de la presente invención con al menos una porción capaz de ser puesta en contacto de forma reproducible con el objeto, el dispositivo puede ser capaz de realizar mediciones más reproducibles, incluso para un objeto presente en, por ejemplo, espacio restringido y/o difícil para llegar a lugares.

10 En una modalidad, y la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, tiene una longitud con una forma o configuración retraída o en descanso y una forma o configuración extendida o activa, la forma retraída o sustancialmente coextensiva con el extremo abierto de la carcasa si la herramienta de aplicación de energía es una varilla de golpeo. El movimiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede efectuarse mediante un mecanismo accionador montado dentro de la carcasa para impulsar axialmente la varilla de golpeo dentro de la carcasa entre la citada posición retraída y una posición extendida durante la operación. En la posición extendida, el extremo libre de la varilla de golpeo es capaz de extenderse o sobresalir del extremo abierto de la carcasa. Con la presente invención, el dispositivo puede sostenerse en cualquier ángulo desde la horizontal, probar objetos en una ubicación que es más difícil de alcanzar, por ejemplo, en el área molar de los dientes de un paciente, también puede llevarse a cabo. En otra modalidad, la configuración de descanso puede ser una forma sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa, y la configuración activa puede ser una forma cuando la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo o una varilla de impacto montada dentro de la carcasa forma un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa, como, por ejemplo, balanceándose hacia adelante y hacia atrás alrededor de un punto de giro en el eje longitudinal. Por lo tanto, la herramienta de aplicación de energía oscila desde la posición sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa hasta una posición que forma un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa alrededor de un punto de giro. La herramienta de aplicación de energía puede sujetarse horizontalmente o en otras posiciones durante la medición, y puede tener una porción de punta que es sustancialmente perpendicular a la porción principal de la herramienta y mantiene una longitud constante en reposo o en el impacto. El movimiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede efectuarse mediante un mecanismo accionador montado dentro de la carcasa para impulsar la varilla de golpeo desde una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa hasta una posición que forma un ángulo agudo con el eje en un punto de giro y viceversa, mientras que la punta oscila hacia arriba y hacia abajo. Usando esta modalidad, se pueden realizar mediciones en lugares que son relativamente inaccesibles como, por ejemplo, en el área molar de los dientes de un paciente.

30 El proceso de aplicación de energía del dispositivo se puede activar o accionar de varias maneras. En una modalidad, puede activarse mediante un mecanismo mecánico, como un mecanismo de conmutación. En un aspecto, un interruptor de dedo puede ubicarse en una ubicación conveniente en el dispositivo, como la pieza de mano para una fácil activación por parte del operador. En otro aspecto, el mecanismo interruptor puede activarse por la presión aplicada al objeto a través del manguito, como se indicó anteriormente. En otra modalidad, el proceso de aplicación de energía del dispositivo puede accionarse mediante control por voz o control por pie.

40 En general, el dispositivo de conmutación externo, como un interruptor giratorio, un interruptor oscilante o un interruptor de botón, puede tender a restringir la forma en que un operador sostiene el instrumento y, por lo tanto, puede restringir la posición del instrumento sobre el objeto, si es manual, por ejemplo, durante la medición para permitir que el operador acceda fácilmente al dispositivo de conmutación para encenderlo y/o apagarlo. Para obtener flexibilidad en la colocación del instrumento, generalmente se puede usar el control de voz o el control remoto, aunque tales controles de voz o controles remotos pueden agregar complejidad al sistema. En la presente invención, se pueden obtener las mismas ventajas de flexibilidad sin tales controles remotos o complejidades agregadas.

45 En una modalidad ejemplar, cualquiera de los sistemas descritos anteriormente puede incluir un instrumento que tiene una carcasa con un interior hueco con un extremo abierto y una herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo o una varilla de impacto montada dentro de la carcasa para moverse dentro de la carcasa. En el extremo abierto de la carcasa puede ubicarse una porción de manguito presente como una extensión de la carcasa.

50 La porción de manguito puede estar abierta en su extremo libre, con una porción de apoyo, presión o contacto del objeto para descansar, presionar o contactar al menos una porción de un objeto durante la medición. El contacto de la porción de manguito ayuda a estabilizar el dispositivo en el objeto. Durante la medición, la fuerza ejercida por la porción de manguito en un objeto es controlada por un operador, y una fuerza adecuada en el objeto puede ser importante y puede ser necesario monitorearla, ya que, por ejemplo, una fuerza insuficiente o excesiva ejercida por un operador, y puede complicar las mediciones e incluso puede producir resultados menos precisos en algunas instancias. Puede estar presente un sensor colocado dentro de la carcasa, no acoplado física o mecánicamente a la herramienta de aplicación de energía para garantizar que el operador pueda aplicar una fuerza de contacto adecuada por la porción de contacto de la porción de manguito para una mejor reproducibilidad, incluso por operadores diferentes. La fuerza ejercida sobre la porción de manguito generalmente puede separarse y controlarse por separado de cualquier fuerza sobre la herramienta

de aplicación de energía para realizar una medición.

En una modalidad, la porción de manguito es como se describió inmediatamente antes.

En otra modalidad, el manguito puede incluir una pestaña que sobresale de una parte de su extremo de modo que cuando el extremo abierto del manguito esté en contacto con al menos una porción de una superficie del objeto sometido a la medición, la pestaña pueda descansar sobre una porción de la parte superior del objeto. La pestaña y el manguito juntos ayudan a la posición repetible de la pieza de mano con respecto al objeto, por lo que los resultados son más reproducibles que sin la pestaña. Además, la pestaña se puede adaptar para que se coloque repetitivamente de manera sustancial en la misma ubicación en lo alto del objeto cada vez. La pestaña puede ser sustancialmente paralela al eje longitudinal del manguito, de modo que la porción de manguito en contacto con el objeto y la superficie en contacto con el objeto de la pestaña sean sustancialmente ortogonales entre sí y descansen sobre diferentes superficies del objeto. La pestaña también puede ayudar a minimizar el movimiento del objeto después de la aplicación de energía en cualquier dirección que no sea una dirección de aplicación de energía. En raras ocasiones, donde la pestaña puede interferir con una posición estable en, por ejemplo, un pilar de transferencia de implante dental, se puede usar una porción de manguito sin pestaña para una colocación más estable en la parte inferior del pilar.

En una modalidad adicional, el manguito puede incluir una pestaña y un componente, por ejemplo, un reborde, una saliente u otro elemento sustancialmente ortogonal a la superficie de la pestaña en el lado adaptado para orientar la superficie de un objeto. Por ejemplo, para los dientes, la cresta o protuberancia puede insertarse entre dientes adyacentes u otra superficie ortogonal y, por lo tanto, puede ayudar a prevenir cualquier movimiento sustancial lateral o vertical de la pestaña a través de la superficie del objeto y/o ayuda adicional en la repetibilidad. La pestaña puede tener una longitud o ancho suficiente, dependiendo de la longitud o el ancho de la porción superior del objeto, de manera que el reborde o la saliente puedan ubicarse correctamente durante la operación. Nuevamente, la pestaña y el elemento también ayudan en los resultados reproducibles en comparación que sin la pestaña.

La estabilización del instrumento efectuada por una pestaña o una pestaña y/o componente puede minimizar cualquier acción desigual del operador que pueda confundir los resultados de la prueba, por ejemplo, cualquier defecto inherente en la estructura ósea o estructura física o industrial puede enmascarse por la acción desigual del probador. Este tipo de detección de defectos es importante porque la ubicación y la extensión del defecto pueden impactar dramáticamente en la estabilidad del implante o las estructuras físicas o industriales. Generalmente, cuando se detectan lesiones, por ejemplo, en un implante, como un defecto crestal o apical, la estabilidad del implante puede verse afectada si están presentes defectos tanto crestales como apicales. En el pasado, no hay otra forma de recopilar este tipo de información que no sean los costosos procesos intensivos de radiación. Con el presente dispositivo, este tipo de información se puede recopilar y se puede hacer de una manera discreta, no invasiva.

El mecanismo accionador puede ser un mecanismo electromagnético y puede incluir una bobina electromagnética y un imán permanente asegurado al extremo posterior de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo por una interfaz, por ejemplo, un soporte de bobina. La bobina, por ejemplo, una bobina electromagnética puede ubicarse axialmente detrás del imán permanente, por ejemplo. La bobina electromagnética también puede actuar directamente sobre un componente metálico o conductor, como un componente ferromagnético. También se pueden emplear otras formas de motores lineales.

En general, la fuerza de impacto producida por la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una herramienta de aplicación de energía mecánica, sobre el objeto sometido a medición puede variar dependiendo, por ejemplo, de la masa de la herramienta, la distancia recorrida por la herramienta y el ángulo de inclinación del dispositivo o herramienta con respecto a la horizontal. Por ejemplo, para una masa dada de la herramienta, la fuerza de impacto puede ser mayor a menos 45 grados, incluso, por ejemplo, la fuerza de impacto puede ser mayor a aproximadamente menos 30 grados, que la fuerza de impacto en una posición horizontal, ya que la gravedad puede contribuir a la fuerza en el impacto. Además, la fuerza de impacto puede ser mayor en una posición horizontal que a más de aproximadamente 45 grados, incluso, por ejemplo, la fuerza de impacto a aproximadamente más de 30 grados, ya que la gravedad en el ángulo positivo trabaja en lugar de contribuir a la fuerza de impacto. Generalmente, puede utilizarse una fuerza de entre 1 y 15 newtons. Dado que el extremo inferior de la fuerza de impacto puede no ser óptimo, el dispositivo generalmente puede ponerse en contacto con el objeto sometido a medición en una posición sustancialmente horizontal para obtener mejores resultados, por ejemplo, calibrando el sistema para la cantidad óptima de fuerza ejercida sobre el objeto. Esto puede ser bastante restrictivo en la capacidad de colocación del dispositivo. Por ejemplo, algunos objetos sometidos a medición pueden estar en lugares difíciles de alcanzar y es posible que sea necesario inclinar el dispositivo. Por lo tanto, en algunos casos, puede utilizarse una fuerza mayor, por ejemplo, se pueden usar 10 a 50 newtons en un dispositivo para incorporar cierta flexibilidad en la colocación del dispositivo sobre un objeto. Incluso en este intervalo de fuerza de impacto más alto, el extremo inferior, es decir, cuando el dispositivo se coloca en una inclinación en un ángulo positivo con respecto a la horizontal, puede ser menor que la fuerza de impacto necesaria para generar una medición óptima, mientras en el extremo superior, la fuerza puede ser mucho mayor de lo deseado en algunos casos. Sin embargo, esta

capacidad incorporada de una fuerza más alta en caso de que sea necesario colocar el dispositivo en un ángulo horizontal puede ser indeseable cuando se usa en algunas situaciones, por ejemplo, un entorno dental, una situación delicada de muestra o minimizar la perturbación del objeto de cualquier muestra. Por ejemplo, puede ser necesario utilizar un intervalo de fuerza de impacto de aproximadamente 20 a 45 newton, por ejemplo, en un entorno dental, para obtener mejores resultados con cierta flexibilidad de colocación, y dicha fuerza puede ser bastante incómoda para el paciente. Los inventores de la presente invención han inventado un sistema que ejerce una fuerza de impacto sustancialmente igual sobre el objeto en varios ángulos desde la horizontal, como si el dispositivo funcionara horizontalmente. Por lo tanto, si el dispositivo está operando a aproximadamente más/menos 45 grados, incluso, por ejemplo, aproximadamente más/menos 30 grados desde la horizontal, el dispositivo aún puede generar aproximadamente la misma cantidad de fuerza de impacto, por ejemplo, aproximadamente 20 a 30 newtons.

De manera similar, para una herramienta de aplicación de energía que no es una herramienta de aplicación de energía mecánica, la fuerza aplicada sobre el objeto puede incluir energía electromagnética o energía sonora, como el ultrasonido, y la cantidad de energía que impacta el objeto puede depender de la fuerza de la alimentación de potencia, la distancia recorrida por la energía y el ángulo de inclinación del dispositivo si el dispositivo es la herramienta de aplicación de energía, o la herramienta de energía con respecto a la superficie del objeto que se impactará. Sin desear limitarse a ninguna teoría particular, puede suponerse que, para una fuerza dada, la fuerza de impacto de la alimentación de potencia puede ser mayor si la superficie de impacto del objeto es perpendicular a la dirección de propagación de la fuerza que si la superficie de impacto forma cualquier otro ángulo con la dirección de propagación de fuerza y la fuerza de impacto puede ser menor si la superficie de impacto es paralela a la dirección de propagación de fuerza. Dado que el extremo bajo de la fuerza de impacto puede no ser óptimo, el dispositivo generalmente se puede poner en contacto con el objeto sometido a medición en una posición sustancialmente perpendicular a la superficie del objeto para obtener mejores resultados, por ejemplo, calibrando el sistema para la cantidad óptima de esfuerzo sobre el objeto. Esto puede ser bastante restrictivo en la capacidad de colocación del dispositivo. Por ejemplo, algunos objetos sometidos a medición pueden estar en lugares difíciles de alcanzar y es posible que sea necesario inclinar el dispositivo. Por lo tanto, en algunos casos, puede usarse una fuerza mayor, por ejemplo, puede usarse un equivalente de 10 a 50 newtons en un dispositivo para incorporar cierta flexibilidad en la colocación del dispositivo sobre un objeto. Incluso en este intervalo de fuerza de impacto más alto, el intervalo del extremo inferior de la fuerza, es decir, cuando el dispositivo se coloca en una inclinación en un ángulo positivo a la dirección perpendicular, puede ser menor que la fuerza de impacto necesaria para generar una medición óptima, mientras que en el extremo superior, la fuerza puede ser mucho mayor de lo deseado en algunos casos. Sin embargo, esta capacidad incorporada de una fuerza mayor en caso de que sea necesario colocar el dispositivo en un ángulo en la dirección perpendicular puede ser indeseable cuando se usa en algunas situaciones, por ejemplo, un entorno dental, una situación delicada de la muestra, o para minimizar el daño potencial al objeto o cualquier muestra. Por ejemplo, un intervalo de fuerza de impacto equivalente puede ser mayor que entre 20 y 45 newtons, por ejemplo, en un entorno dental, para obtener mejores resultados con cierta flexibilidad de colocación, y tal fuerza puede ser bastante incómoda para el paciente. Los inventores de la presente invención han inventado un sistema que ejerce sustancialmente la misma fuerza de impacto sobre el objeto en varios ángulos desde la dirección perpendicular de la superficie del objeto, como si el dispositivo funcionara de manera que la dirección de propagación sea perpendicular a la superficie del objeto. Por lo tanto, si el dispositivo está operando a aproximadamente más/menos 45 grados, incluso, por ejemplo, aproximadamente más/menos 30 grados desde la dirección perpendicular con respecto a la superficie del objeto, el dispositivo aún puede generar aproximadamente la misma cantidad de una fuerza de impacto equivalente, por ejemplo, alrededor de 20 y 30 newtons.

Además, la capacidad de colocar la herramienta en varios ángulos desde la horizontal puede ser ventajosa para una alimentación de potencia que no sea de tipo mecánico, por ejemplo, la energía sonora, como la ultrasónica o electromagnética, las respuestas que no están bien definidas o son ruidosas desde un ángulo pueden estar más definidas o pronunciadas desde otro ángulo, de modo que cualquier defecto cerca de la superficie que pueda estar afectando las mediciones en un ángulo pueda no estar afectando la medición desde otro ángulo, incluso puede producir resultados mejores y más completos de las propiedades del objeto. Además, los defectos en la superficie que pueden complicar la medición, por ejemplo, al desviar la respuesta en una dirección que el sensor no detecta, pueden volverse detectables y estar dentro del intervalo del sensor si se realiza otra dirección de impacto.

Un inclinómetro puede estar presente, por ejemplo, en el dispositivo, lo que puede activar una advertencia audible cuando el dispositivo se sostiene contra el objeto y está fuera del intervalo angular de operación, por ejemplo, para una varilla de golpeo, se puede establecer para accionar la advertencia cuando sea más/menos aproximadamente 45 grados, incluso, por ejemplo, más/menos aproximadamente 30 grados desde la horizontal, en cuyo punto, el ángulo puede afectar sustancialmente el resultado de la medición del objeto, si se desea. En una modalidad, para una herramienta de aplicación de energía mecánica, si el dispositivo está orientado de tal manera que el eje de operación es mayor de aproximadamente 45 grados, más, por ejemplo, mayor de aproximadamente 30 grados desde la posición horizontal, y el dispositivo se activa cuando se detecta una fuerza de contacto en la porción de contacto del objeto de la porción de manguito sobre el objeto, puede resultar en que un altavoz que se encuentra en el dispositivo emite un sonido de advertencia, como la placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés) dentro del dispositivo. En otra

modalidad, la señal de advertencia puede ser dada por una señal luminosa, que puede ser una luz intermitente, o una luz de cierto color. En tales circunstancias, la acción de percusión, si el dispositivo es un instrumento de percusión, no comenzará hasta que el dispositivo vuelva a un ángulo aceptable. En algunos casos, si se inició la acción de percusión cuando se detectó la desviación antes mencionada del intervalo, es posible que el dispositivo no detenga la operación, sino que simplemente suene una alarma, de modo que se puedan hacer correcciones. Se puede incluir una configuración similar para otros tipos de herramientas de aplicación de energía y los ángulos pueden ser con respecto a la dirección perpendicular de la superficie de contacto. Como se mencionó anteriormente, el dispositivo de la presente invención no es destructivo ni invasivo, y puede incluir un dispositivo capaz de operar sosteniendo el dispositivo en ángulos variables desde la horizontal y modulando el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición. El dispositivo puede incluir o no piezas y/o elementos desechables para ayudar en la capacidad de recolocación. El presente dispositivo para medir características estructurales puede minimizar el impacto, incluso un impacto diminuto sobre el objeto sometido a medición, sin comprometer la sensibilidad de la medición o la operación del sistema. Cuando la herramienta de aplicación de energía es una varilla de golpeo, la cantidad de energía de impacto también puede variar dependiendo de, por ejemplo, la longitud de la varilla, el diámetro de la varilla, el peso de la varilla o la velocidad de la varilla antes del impacto, etcétera. En una modalidad, el sistema incluye una herramienta de aplicación de energía que es ligera y/o capaz de moverse a una velocidad más lenta de tal manera que minimiza la fuerza de impacto sobre el objeto durante la medición mientras que exhibe, mantiene o provee una sensibilidad de medición equivalente o mejor. En un aspecto, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede estar hecha de material más ligero para minimizar el peso de la pieza de mano y, por lo tanto, puede minimizar el impacto sobre el objeto que se está midiendo. En otra modalidad, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede hacerse más corta y/o de menor diámetro, de tal manera que el tamaño de la pieza de mano también se puede minimizar y por lo tanto puede minimizar el impacto sobre el objeto en proceso de medición. En una modalidad adicional, el sistema puede incluir un mecanismo accionador que puede disminuir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía y, por lo tanto, puede minimizar el impacto sobre el objeto sometido a medición. Por ejemplo, el mecanismo accionador puede incluir una bobina de accionamiento más pequeña para disminuir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía, si es o no ligero y/o menor en longitud o diámetro, y minimiza la fuerza de impacto sobre el objeto durante la operación mientras se mantiene sensibilidad de medición. Estas modalidades se pueden combinar con una o más de las modalidades descritas anterior o posteriormente, que incluyen la carcasa de la pieza de mano más ligera. La velocidad de la medición conductora también puede ser deseable sin aumentar la velocidad de impacto inicial para minimizar el impacto en el objeto durante la medición. El sistema puede o no tener partes y/o elementos desechables para ayudar a la reposicionabilidad mencionadas anterior o posteriormente.

En cualquiera de los sistemas mencionados anteriormente o a continuación, incluidas todas las modalidades ejemplares, con o sin herramienta de aplicación de energía de peso más ligero, una herramienta de aplicación de energía de diámetro más corto o más pequeño, o un mecanismo accionador que puede incluir una bobina de accionamiento más pequeña para disminuir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía, si la medición se debe realizar mientras una porción de manguito está en contacto con el objeto, la fuerza que ejerce un operador sobre el objeto también puede ser importante y puede ser necesario controlarla, ya que, por ejemplo, una fuerza insuficiente o excesiva ejercida por un operador puede complicar las mediciones e incluso puede producir resultados menos precisos, además de la función de activación, como se indicó anteriormente. El sistema puede o no tener partes y/o elementos desechables para ayudar a la reposicionabilidad y/o disminuir el impacto con los elementos que se mencionan a continuación.

Tras la activación de, por ejemplo, una herramienta de aplicación de energía mecánica, por ejemplo, al presionar un interruptor de dedo en el dispositivo, una bobina magnética dentro del dispositivo impulsa la herramienta de aplicación de energía, como una varilla de golpeo para extenderse a una velocidad hacia un objeto sometido a medición y golpear o impactar el objeto o muestra, por ejemplo, varias veces por ciclo de medición con una fuerza de impacto. La fuerza de impacto sobre el objeto puede crear ondas de tensión que viajan a través de la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo y la desaceleración de la herramienta, mientras la varilla de golpeo se impacta con el objeto, puede medirse mediante un dispositivo o mecanismo de medición o detección ubicado en el dispositivo y transmitirse al resto del sistema para su análisis. El sistema puede medir, durante un intervalo de tiempo, una respuesta de percusión como la energía reflejada del objeto como resultado de la aplicación de energía, por ejemplo, al golpear o aplicar energía, lo que puede incluir la creación de un perfil de respuesta de percusión, por ejemplo, un perfil de energía-tiempo, perfil de energía-frecuencia, con base en la energía reflejada del objeto durante el intervalo de tiempo, y/o al evaluar el perfil de respuesta de percusión, por ejemplo, el perfil de energía de tiempo para determinar la capacidad de amortiguación del objeto u otros elementos. El dispositivo de medición o mecanismo de detección puede detectar características de los efectos del impacto de la herramienta de aplicación de energía con el objeto. En general, el dispositivo de medición o mecanismo de detección puede estar físicamente acoplado, acoplado funcionalmente o de otro modo en contacto con la herramienta de aplicación de energía de tal manera que pueda detectar las características del impacto. El acoplamiento puede ser alámbrico o inalámbrico.

- En algunas modalidades, el dispositivo de medición o el mecanismo de detección utilizado para el análisis del objeto pueden incluir sensores para detectar y/o medir la respuesta, ya sea del objeto o de la herramienta de aplicación de energía durante la medición. En un aspecto, el mecanismo accionador puede incluir un dispositivo de detección y/o medición, por ejemplo, un sensor de fuerza piezoeléctrico, o un elemento sensor piezoeléctrico, ubicado dentro de la carcasa para acoplarse con la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo y puede generalmente producir una señal eléctrica o un cambio en respuesta a la energía mecánica, como un cambio de presión en el elemento sensor piezoeléctrico. Un cable piezoeléctrico también puede, por ejemplo, cargarse en la herramienta de aplicación de energía. El dispositivo de medición puede estar adaptado, por ejemplo, para medir la desaceleración de la varilla de golpeo al impactar con un objeto durante la operación, o cualquier vibración causada por la varilla de golpeo en la muestra. El sensor de fuerza piezoeléctrico puede detectar cambios en las propiedades del objeto y puede cuantificar objetivamente sus características internas. Los datos transmitidos por el sensor de fuerza piezoeléctrico pueden procesarse mediante un programa del sistema, que se explicará más adelante. En otro aspecto, el dispositivo de medición o mecanismo de detección puede también incluir otras formas de elementos de detección, como, por ejemplo, un transformador diferencial variable lineal adaptado para detectar y/o medir el desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, antes, durante y después de la aplicación de energía. El transformador diferencial variable lineal puede ser un sensor de desplazamiento lineal sin contacto. El sensor puede utilizar tecnología inductiva y, por lo tanto, es capaz de detectar cualquier objetivo metálico. Además, la medición de desplazamiento sin contacto puede permitir que una computadora determine la velocidad y la aceleración justo antes del impacto para que los efectos de la gravedad puedan eliminarse de los resultados. En otros aspectos, el dispositivo de detección y/o medición puede detectar la posición de la herramienta de aplicación de energía debido a cambios en el voltaje en el transformador debido a la colocación de la herramienta de aplicación de energía que puede ser metálica o afectar la inducción en el transformador, acelerómetros, sensores de presión resistivos, medidores de tensión y/o cualquier otro tipo apropiado de sensor o combinación de sensores. Por ejemplo, un acelerómetro dentro del dispositivo junto con la herramienta de aplicación de energía puede medir señales correspondientes a las ondas de tensión resultantes. Los datos transmitidos por el acelerómetro son procesados por un programa de computadora calibrado que detecta cambios en las propiedades de la muestra y cuantifica objetivamente las características internas. En general, el mecanismo de detección para detectar las características de los efectos de la herramienta de aplicación de energía puede estar separado de la detección de la fuerza de contacto entre la pieza de mano (como a través de la porción de manguito) con el objeto.
- Después del impacto con el objeto, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, se desacelera, como se indicó anteriormente. La desaceleración de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede medirse mediante un dispositivo de medición o mecanismo de detección, por ejemplo, un acelerómetro dentro del dispositivo. Por ejemplo, el acelerómetro dentro del dispositivo junto con la herramienta de aplicación de energía puede adaptarse para medir la desaceleración de la herramienta de aplicación de energía al impactarse con un objeto durante la operación, la respuesta de percusión del objeto, medir cualquier vibración causada por el impacto o medir señales correspondientes a las ondas de tensión resultantes. El dispositivo de medición o mecanismo de detección puede detectar cambios en las propiedades del objeto y puede cuantificar objetivamente sus características internas. Los datos transmitidos por el dispositivo de medición o el mecanismo de detección pueden ser procesados por un programa del sistema, como se indicó antes o después.
- El mecanismo de medición descrito anteriormente también puede ser aplicable a otras herramientas de aplicación de energía mecánica descritas anteriormente, con una configuración de sensor similar, por ejemplo, cuando tales herramientas de aplicación de energía realizan una acción de percusión.
- La herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, puede programarse para golpear un objeto un cierto número de veces por minuto a una velocidad sustancialmente igual y el sistema puede registrar o compilar la información de desaceleración para su análisis. La porción de manguito, además de ayudar a colocar el dispositivo, también puede ayudar a atenuar las vibraciones causadas por el impacto para no altear las mediciones sensibles, si es de un material que tiene algunas propiedades de amortiguación.
- Para la energía electromagnética, la aplicación de energía puede ser en forma de pulsos o ráfagas de energía que se pueden programar para impactar un objeto un cierto número de veces por minuto con sustancialmente la misma cantidad de energía cada vez y se puede registrar el efecto sobre el objeto o compilarse para su análisis por el sistema. En algunos casos, el impacto repetido puede proporcionar una medición promedio que puede ser mejor representativa de la propiedad subyacente real. La porción de manguito, además de ayudar a colocar el dispositivo, también puede ayudar a atenuar las vibraciones causadas por el impacto para no altear las mediciones sensibles, si es de un material que tiene algunas propiedades de amortiguación.
- En algunas modalidades, el inclinómetro puede incluir un acelerómetro, como un dispositivo de 3 ejes que mide la gravedad en los tres ejes, los ejes X, Y y Z. En una modalidad de la invención, el dispositivo, como una pieza de mano, puede incluir un *software* para medir el valor de la fuerza gravitacional (fuerza G) del eje Y (es decir, vertical). Por

ejemplo, si la fuerza G para el eje Y es mayor que aproximadamente el umbral más/menos, digamos, 15 grados, la pieza de mano puede emitir un ruido audible, como pitidos, o una señal luminosa como una luz intermitente, o una luz de cierto color. Si la fuerza G para el eje Y es mayor que el umbral de 30 grados, la pieza de mano puede emitir un pitido más rápido, o si es una señal luminosa, como una luz intermitente, puede ser una luz intermitente más rápida. El acelerómetro puede muestrearse cada, digamos, 100 ms. Se pueden necesitar cinco lecturas válidas consecutivas (500 ms) para accionar un umbral y, por lo tanto, el pitido o el destello, etcétera. Los umbrales para los umbrales de 15 y 30 grados se pueden determinar empíricamente.

Por ejemplo, para un dispositivo sin las características de la presente invención, durante la operación, si la fuerza de impacto equivalente es de aproximadamente 26 newtons a más 15 grados de la horizontal, la fuerza de impacto equivalente puede ser de aproximadamente 32 newtons en una posición horizontal, y a menos 15 grados de la horizontal, la fuerza de impacto puede ser de aproximadamente 35 newtons. Con la presente invención, todas las fuerzas de impacto en todos los ángulos mencionados anteriormente pueden ser de aproximadamente 25 newtons o cualquier fuerza de impacto óptima programada que se ejercerá. Esto puede lograrse, por ejemplo, variando la aplicación de energía desde el mecanismo accionador a la herramienta de aplicación de energía para acomodar el ángulo de impacto. Los ejemplos de variaciones en la aplicación de energía del mecanismo accionador, como una bobina electromagnética, pueden incluir la variación de la potencia aplicada a la bobina (por ejemplo, Voltaje variable, corriente o ambos), los tiempos de accionamiento de la bobina (variación del tiempo de duración de la bobina energizada o activada), tiempos de retraso de la bobina (variando el tiempo entre actividades de accionamiento), número de energizaciones de la bobina (es decir, variando la cantidad de pulsos de accionamiento aplicados), polaridad de la bobina y/o una combinación de las mismas. Estos factores, que incluyen potencia variable, tiempos de accionamiento, polaridad y tiempos de retardo, pueden manejarse al variar la configuración del *firmware* para la potencia, tiempo de accionamiento, número de accionamientos, polaridad y retraso de accionamiento de la bobina para obtener los resultados deseados. Sin desear limitarse a ninguna teoría particular, se supone que pueden emplearse múltiples variaciones para lograr el resultado deseado y el *firmware* puede diseñarse para seleccionar una solución particular o para seleccionar una solución óptima para ciertos casos.

En algunas modalidades, el *firmware* puede adaptarse para variar solo ciertas configuraciones del mecanismo accionador, como, por ejemplo, tiempos de accionamiento, número de accionamientos, polaridad y retrasos de accionamiento, mientras se mantienen constantes otras configuraciones, como, por ejemplo, la potencia. Esto puede ser deseable ya que algunas configuraciones pueden ser más difíciles de ajustar, como las configuraciones de potencia que pueden ser relativamente inadaptables debido a una alimentación de potencia particular, como una batería.

Como se indicó anteriormente, el sistema puede encenderse y apagarse con o sin un interruptor externo o control remoto. En una modalidad, el proceso de aplicación de energía de la pieza de mano puede activarse a través de un mecanismo mecánico, tal como un mecanismo interruptor. En un aspecto, un interruptor de dedo puede ubicarse en una ubicación conveniente en la pieza de mano para una fácil activación por parte del operador. En otro aspecto, el mecanismo interruptor puede activarse por la presión aplicada al objeto a través del manguito. En otra modalidad, el proceso de aplicación de energía de la pieza de mano puede activarse mediante control por voz o control de pie.

En general, cualquier dispositivo de conmutación externo, como un interruptor giratorio, un interruptor oscilante o un interruptor de botón, puede tender a restringir la forma en que un operador sostiene el instrumento y, por lo tanto, puede restringir la posición del instrumento sobre el objeto, si es manual, por ejemplo, durante la medición para permitir que el operador acceda fácilmente al dispositivo de conmutación para encenderlo y/o apagarlo.

En una modalidad, para obtener más flexibilidad en la colocación del instrumento, generalmente se puede usar el control de voz o el control remoto, aunque tales controles de voz o controles remotos pueden agregar complejidad al sistema. En la presente invención, se pueden obtener las mismas ventajas de flexibilidad sin tales controles remotos o complejidades agregadas.

En otra modalidad, para obtener más flexibilidad en la colocación del instrumento, la activación del dispositivo puede controlarse mediante una fuerza de contacto adecuada entre el objeto y una porción de manguito ubicada en el extremo abierto de la carcasa, como se indicó antes y después. Esta fuerza de contacto adecuada también puede agregar otras características deseables al sistema, como se describe a continuación. La porción de manguito puede estar abierta en su extremo libre, con una porción de apoyo, presión o contacto del objeto para descansar, presionar o contactar al menos una porción de un objeto durante la medición. El contacto de la porción de manguito ayuda a estabilizar el dispositivo en el objeto. Durante la medición, la fuerza ejercida por la porción de manguito sobre un objeto es controlada por parte de un operador, a diferencia de la fuerza de impacto de la herramienta de aplicación de energía, que puede controlarse por los diversos factores del sistema descritos anteriormente, y una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto puede ser importante y puede necesitar monitorearse, ya que, por ejemplo, una fuerza insuficiente o excesiva ejercida por parte de un operador puede complicar las mediciones e incluso producir resultados menos precisos. Puede estar presente un sensor colocado dentro de la carcasa, no acoplado física o mecánicamente a la herramienta de aplicación de energía

para garantizar que el operador pueda aplicar una fuerza de contacto adecuada por la porción de contacto de la porción de manguito para una mejor reproducibilidad, incluso por operadores diferentes.

La porción de manguito puede montarse en un componente similar a un manguito de transferencia de fuerza, o miembro de transferencia de fuerza, que forma una parte permanente de la parte frontal de la carcasa o sobresale de ella, y protege la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo no se daña cuando no hay una porción de manguito, por ejemplo, la porción de manguito puede formar parte de un montaje desechable, como se describe a continuación. El componente similar al manguito de transferencia de fuerza, se asienta alrededor de la herramienta de aplicación de energía, o varilla, por ejemplo, puede rodear la herramienta de aplicación de energía y se sujeta en la parte delantera por la carcasa y se monta en la parte delantera de la bobina electromagnética en la parte posterior. El componente de tipo manguito de transferencia de fuerza puede adaptarse para deslizarse una pequeña cantidad, y al hacerlo, puede actuar sobre un sensor de fuerza, por ejemplo, una resistencia sensible a la fuerza, sensor piezoeléctrico, medidores de tensión, etcétera, ubicarse entre la superficie posterior del componente de tipo manguito de transferencia de fuerza y una posición fija relativa, como el montaje de bobina o el soporte de montaje para el mecanismo accionador. La herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo puede accionarse cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito se empuja contra un objeto sometido a medición, por ejemplo, se puede detectar un diente y una fuerza. Cuando se detecta una fuerza correcta dentro de un cierto intervalo, el instrumento se enciende para iniciar la medición. Las mediciones de posición lineal por sensores también pueden utilizarse para detectar la fuerza de contacto.

El sensor, por ejemplo, el sensor de fuerza, puede estar dispuesto en cualquier lugar dentro de la carcasa y estar en proximidad física y/o contacto y/o acoplarse con al menos una porción del dispositivo que no sea la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, puede estar en proximidad física y/o contacto y/o acoplado con la carcasa y/o la porción de manguito, si el extremo abierto de la porción de manguito incluye una porción de contacto del objeto, como se indicó anteriormente. En una modalidad de la invención, el sensor puede incluir al menos un medidor de tensión para la detección. Los medidores de tensión se pueden unir o montar en un cantilever entre la carcasa del dispositivo y la porción de manguito, de tal manera que cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito se presiona sobre el objeto, también deforma el cantilever que se mide por el medidor de tensión, proporcionando así una medida de fuerza. En algunas modalidades, pueden utilizarse múltiples medidores de tensión montados en un solo o en cantilevers separados. Los cantilevers también pueden estar presentes, por ejemplo, en un componente separado del resto de la carcasa o porción de manguito, como, por ejemplo, en un dispositivo de montaje. En otra modalidad de la invención, el sensor puede incluir una almohadilla de detección que puede colocarse entre una superficie rígida y una parte deslizante, de modo que cuando la almohadilla se presiona o aprieta cuando la parte deslizante se mueve hacia la superficie rígida, se mide la fuerza. De acuerdo con una modalidad, la superficie rígida puede ser, por ejemplo, una interfaz de bobina que sujeta la bobina electromagnética en el mecanismo accionador dentro de la carcasa del dispositivo. La parte deslizante puede ser un componente similar al manguito de transferencia de fuerza colocado dentro de la carcasa y acoplado a la porción de contacto del objeto de la porción de manguito y adaptado para deslizarse dentro de la carcasa cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito ejerce una fuerza sobre un objeto. En algunas modalidades, puede estar colocado dentro de la porción de manguito. La distancia de deslizamiento puede ser muy pequeña, por ejemplo, en el orden de aproximadamente (en milímetros o mm) 0,3 mm a aproximadamente 1 mm, más, por ejemplo, aproximadamente 0,5 mm. La almohadilla de detección puede incluir una estructura de capa, que generalmente se puede denominar como "FSR en modo de derivación (reóstato de detección de fuerza, por sus siglas en inglés) que puede cambiar la resistencia según la fuerza aplicada a la almohadilla, para proporcionar una medición de fuerza. De acuerdo con otra modalidad, el componente similar al manguito de transferencia de fuerza puede ser empujado hacia adelante por un resorte, de modo que cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito aplica una fuerza sobre el objeto, la porción similar al manguito de transferencia de fuerza puede transferir la fuerza contra el resorte. De acuerdo con un aspecto, la detección de fuerza se puede hacer mediante un sensor de posición lineal, que sabría, por ejemplo, que si la porción similar al manguito de transferencia de fuerza está en la posición X, se debe aplicar una fuerza Y (contra la fuerza de reacción del resorte) para moverlo a esa posición. De acuerdo con otro aspecto, la detección de fuerza puede ser realizada por un sensor óptico, para detectar ópticamente la posición de la parte móvil, cuando se empuja contra un resorte. En otra modalidad más de la invención, la posición relativa de la porción de contacto del objeto de la porción de manguito en el objeto se puede determinar al tener uno o más medidores de tensión que pueden unirse en un extremo a una parte móvil, por ejemplo, el componente similar al manguito de transferencia de fuerza, y el otro extremo a un elemento estático, por ejemplo, la carcasa. En una modalidad adicional de la invención, el dispositivo puede incluir elementos piezoeléctricos para medir directamente la fuerza. En otra modalidad más de la invención, se puede usar un sensor de efecto Hall para detectar un cambio en el campo magnético cuando un imán (unido al elemento en movimiento) se está moviendo con relación a la posición del sensor. En otra modalidad más de la invención, se puede usar un sistema de codificación lineal capacitivo, como el que se encuentra en los calibradores digitales para medir la fuerza.

La porción de manguito de transferencia de fuerza puede o no ser de una sola pieza. Cuando está presente en una sola pieza, puede ayudar a la rigidez del mecanismo de transmisión, por ejemplo, el tren de transmisión. El tren de

transmisión rígido puede minimizar el efecto de la fuerza externa, por ejemplo, cuando el dispositivo puede chocar contra el interior de la cavidad oral durante la medición, lo que puede alterar la trayectoria de la herramienta de aplicación de energía.

5 Como se señaló anteriormente, el sensor de fuerza puede colocarse en cualquier lugar dentro de la carcasa, siempre que no esté en proximidad física y/o en contacto y/o acoplado a la herramienta de aplicación de energía. En una modalidad, puede ubicarse más cerca del frente de la carcasa hacia la porción de manguito. En otra modalidad, puede ubicarse hacia la parte trasera de la carcasa. En una modalidad adicional, el sensor de fuerza puede colocarse hacia el centro de la carcasa. Cuando el sensor de fuerza se coloca hacia la parte posterior de la carcasa, la colocación puede facilitar mejor la rigidez del mecanismo accionador abordado anteriormente que cuando el sensor de fuerza está presente en otros lugares. En general, sin importar dónde se encuentre el sensor de fuerza, si la herramienta de aplicación de energía es una varilla de golpeo, la varilla puede pasar a través del sensor y el manguito de transferencia de fuerza, es decir, el sensor de fuerza y/o el manguito de transferencia de fuerza pueden rodear la herramienta de aplicación de energía.

15 Aunque el sensor no está acoplado física o mecánicamente a la herramienta de aplicación de energía, puede estar en comunicación electrónica con la herramienta de aplicación de energía y puede actuar como un interruptor de encendido/apagado para el dispositivo o instrumento, como se indicó anteriormente. Por ejemplo, cuando una porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza adecuada sobre el objeto, puede accionar el mecanismo de activación del dispositivo o instrumento para activar el movimiento de la herramienta de aplicación de energía para iniciar una medición. Por lo tanto, no se necesitan interruptores externos ni botones de presión para activar y desactivar el sistema, como se indicó anteriormente. La indicación de la fuerza adecuada puede ser indicada por señales visibles o audibles.

25 En una modalidad, el instrumento puede encenderse instantáneamente una vez que la porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, como lo indican las señales visibles o audibles. En otra modalidad, puede haber un retraso antes de encender el instrumento una vez que la porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, como lo indican las señales visibles o audibles. En una modalidad adicional, una vez que una cierta fuerza de empuje entre la porción de contacto del objeto de la porción de manguito y el objeto se detecta y se mantiene durante un período de tiempo, por ejemplo, aproximadamente 1 segundo, más, por ejemplo, aproximadamente 0,5 segundos, el instrumento puede estar encendido para iniciar la medición. En esta modalidad, una luz verde ilumina la punta y la percusión comenzará aproximadamente 1 segundo, más, por ejemplo, 0,5 segundos después de que se mantenga una fuerza en el intervalo correcto.

35 La fuerza adecuada ejercida por el operador sobre el objeto, por ejemplo, a través de la porción de manguito, actúa como un interruptor del sistema. Cuando el sistema no está encendido, puede ser deseable saber si tiene una falla de operación, no es suficiente la fuerza o se ejerce demasiada fuerza. En una modalidad, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida visual, como luces. Las luces pueden montarse en cualquier ubicación conveniente en el dispositivo o instrumento, por ejemplo, uno o múltiples LED pueden montarse en la parte frontal del dispositivo o instrumento. En un aspecto, se puede incluir un sistema de luz múltiple. Por ejemplo, se pueden utilizar dos LED. Cuando la fuerza está en el intervalo correcto, la luz verde puede estar encendida. Si se detecta demasiada fuerza, los LED pueden cambiar a rojo, y el instrumento no funcionará a menos que se reduzca la fuerza de empuje. En algunas modalidades, si el usuario está presionando demasiado al objeto, la luz puede cambiar primero a ámbar, después a rojo. Si la fuerza de presión es suficiente para cambiar la luz a rojo, la percusión no puede iniciarse o interrumpirse si ya se ha iniciado. Además, puede haber un estado de LED ámbar que advierte cuando el usuario se acerca a demasiada fuerza de presión. En esa etapa, el instrumento aún puede funcionar cuando los LED se iluminan en color ámbar. En otro aspecto, ninguna luz puede indicar muy poca fuerza, una luz verde puede indicar la cantidad correcta de fuerza, mientras que una luz roja puede indicar demasiada fuerza. En otro aspecto más, se puede incluir un sistema de una sola luz. Por ejemplo, ninguna luz puede dar una señal de muy poca fuerza y una luz roja puede dar una señal de demasiada fuerza. En un aspecto adicional, una luz roja intermitente puede indicar demasiada fuerza y ninguna luz puede indicar muy poca fuerza.

50 En otra modalidad, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida audible. En un aspecto, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar muy poca fuerza y un sonido múltiple para indicar demasiada fuerza. En otro aspecto, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar muy poca fuerza y una señal sonora con una luz roja intermitente para indicar demasiada fuerza. En un aspecto adicional, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta por voz para alertar sobre demasiada fuerza o muy poca fuerza. En otro aspecto adicional, la medición de fuerza puede conectarse a un sistema de alerta por voz para alertar muy poca fuerza y una alerta por voz y una luz roja intermitente para alertar a demasiada fuerza.

55 Cuando el sensor de fuerza actúa como un interruptor de encendido/apagado, también puede actuar para supervisar que se ejerza una fuerza adecuada por la porción de contacto del objeto de la porción de manguito durante la medición y/o

se obtenga una alineación adecuada de la porción de contacto del objeto de la porción de manguito contra el objeto durante la medición. Un inclinómetro puede estar presente, por ejemplo, como parte de un sistema de control electrónico, que puede accionar una advertencia audible cuando el dispositivo está fuera del intervalo de operación angular, por ejemplo, para una herramienta de aplicación de energía mecánica, tal como una varilla de golpeo, puede accionar la advertencia cuando está más/menos 45 grados fuera del intervalo, más, por ejemplo, puede programarse para alertar cuando esté más/menos aproximadamente 30 grados fuera del intervalo desde la horizontal. Por lo que, si el dispositivo está orientado de tal manera que el eje de operación es mayor de aproximadamente más/menos 45 grados, más, por ejemplo, mayor de aproximadamente más/menos 30 grados desde la horizontal cuando se detecta una fuerza de empuje en la porción de contacto de la porción de manguito del objeto, puede dar lugar a un sonido de advertencia emitido por un altavoz ubicado en el dispositivo, como la placa de circuito impreso (PCB) dentro del dispositivo. En tales circunstancias, la acción de percusión no comenzará hasta que el dispositivo vuelva a un ángulo aceptable. En algunos casos, si se inició la acción de percusión cuando se detectó la desviación antes mencionada del intervalo, es posible que el dispositivo no detenga la operación, sino que simplemente suene una alarma, de modo que se puedan hacer correcciones.

La herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración de reposo y una configuración activa. El movimiento puede ser un movimiento axial a lo largo del eje longitudinal de la carcasa, o para un movimiento oscilatorio alrededor del eje longitudinal de la carcasa, como se discutió antes.

En una modalidad, la porción de manguito puede unirse y/o rodear al menos una longitud del extremo libre de la carcasa y sobresale de la carcasa por una distancia sustancialmente coextensiva con el extremo de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo en su forma extendida si la varilla de golpeo se mueve axialmente. Por lo tanto, la longitud de la porción de manguito en esta modalidad puede depender algo de la longitud de la saliente de la varilla de golpeo extendida deseada. El extremo libre del manguito se puede colocar contra un objeto que se esté midiendo. El contacto de la porción de manguito con el objeto ayuda a estabilizar el dispositivo en el objeto, como se indicó anteriormente. En otra modalidad, la porción de manguito se puede unir al extremo de la carcasa y ser sustancialmente perpendicular a ella cuando la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo pasa de ser sustancialmente paralela a formar un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa en un pivote cuando está en operación. La porción de manguito puede ser de forma sustancialmente cilíndrica. En una modalidad adicional, el manguito puede ser una extensión de la carcasa y tener una forma sustancialmente media cilíndrica para permitir que la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo se mueva libremente cuando la varilla de golpeo pase de ser sustancialmente paralela para hacer un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa en operación. Al usar este sistema, se pueden realizar mediciones en lugares que son relativamente inaccesibles como, por ejemplo, en el área molar de los dientes de un paciente.

En resumen, para otras herramientas de aplicación de energía mecánica, se supone que lo anterior también puede ser aplicable, y en lugar de una herramienta de aplicación de energía mecánica, como una varilla de golpeo, puede residir una alimentación de potencia, como una energía electromagnética o una alimentación de potencia acústica dentro de la carcasa. En lugar de extenderse y retraerse, la fuente puede simplemente encenderse y apagarse. Una porción de manguito también puede estar presente.

En otra modalidad ejemplar, cualquiera de los sistemas descritos anterior o posteriormente también puede incluir elementos desechables para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto que se somete a la medición a través de la transferencia desde el sistema o la contaminación cruzada de objetos anteriores que se someten a las mediciones, sin interferir con la medición o la capacidad del sistema. El elemento desechable puede incluir cualquiera de aquellos descritos a continuación o como se describe en la Patente Estados Unidos núm. 9.869.606, o WO2011/160102A9, titulada "System and method for determining the structural characteristics of an object".

La presente invención también se refiere a un dispositivo para medir características estructurales de una manera no invasiva y/o usando un procedimiento de medición no destructivo, que incluye un dispositivo capaz de operar sosteniendo el dispositivo en ángulos variables desde la horizontal y modulando el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición, y el uso de una herramienta de aplicación de energía que incluye elementos desechables para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto sometido a la medición a través de la transferencia desde el sistema o la contaminación cruzada de objetos anteriores sometidos a mediciones, sin interferir sustancialmente con la medición o la capacidad del sistema. El instrumento incluye una carcasa que tiene un interior hueco con un extremo abierto y una herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, una varilla de golpeo o una varilla de impacto montada dentro de la carcasa para moverse dentro de la carcasa. La carcasa tiene un eje longitudinal y la herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración de descanso y una configuración activa, y el eje longitudinal del dispositivo puede colocarse en cualquier ángulo con la dirección horizontal. El ángulo puede ser, por ejemplo, de cualquier ángulo, incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos cuarenta y cinco grados, aún incluso, por ejemplo, variar de cero grados a aproximadamente más/menos treinta grados. Las diferentes modalidades descritas anteriormente sin los elementos desechables también son

aplicables en este punto. El dispositivo proporciona un procedimiento de medición no destructivo con algún contacto con el objeto que se somete a tal medición sin la necesidad de limpiar o esterilizar en autoclave la herramienta de aplicación de energía, tales como una herramienta mecánica, una fuente de energía electromagnética o sonora, y, al mismo tiempo, sin desechar la herramienta de aplicación de energía y/o la carcasa y todo lo que pueda estar alojado dentro de la carcasa del instrumento. Los mecanismos accionadores descritos anteriormente para modular el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición también son aplicables a este dispositivo.

En una modalidad ejemplar, la carcasa tiene un eje longitudinal y la herramienta de aplicación de energía tiene una longitud, si se usa una herramienta de aplicación de energía mecánica, con una configuración de descanso y una configuración activa, o configuración de encendido y apagado para otros tipos de herramientas de aplicación de energía. La carcasa incluye una porción de manguito que se extiende desde el mismo. La porción de manguito está abierta en su extremo libre y tiene una porción de descanso o de contacto del objeto para descansar, presionar o poner en contacto un objeto justo antes y durante la medición.

La herramienta de aplicación de energía mecánica es accionada por un mecanismo accionador. El mecanismo accionador puede ser un mecanismo electromagnético, y puede incluir una bobina electromagnética y un imán permanente asegurado al extremo posterior de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo. La bobina electromagnética puede ubicarse axialmente detrás del imán permanente, por ejemplo. Para otras fuentes de aplicación de energía, una potencia de entrada impulsa la herramienta de aplicación de energía.

La herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración de reposo y una configuración activa. El movimiento puede ser un movimiento axial a lo largo del eje longitudinal de la carcasa, o para un movimiento oscilatorio alrededor del eje longitudinal de la carcasa, como se discutió antes.

El elemento desechable puede incluir una porción de manguito que se extiende desde y/o envuelve el extremo abierto de la carcasa. En un ejemplo, para una herramienta de aplicación de energía mecánica, la porción de manguito incluye un interior hueco y un extremo libre abierto con una porción de descanso o de contacto del objeto para apoyarse, presionarse o entra en contacto con un objeto durante la medición en su extremo abierto. Un elemento como un elemento de contacto que tiene una longitud y está colocado hacia el extremo abierto de la porción de manguito, se ajusta cómodamente dentro de la porción de manguito, por ejemplo, por fricción. El elemento de contacto puede ser, por ejemplo, una sección tubular corta, o un anillo, y está adaptado para moverse o deslizarse libremente dentro de la porción de manguito, sustancialmente a lo largo del eje longitudinal de la porción de manguito y puede incluir un extremo cerrado para cerrar sustancialmente el extremo libre de la porción de manguito. El elemento de contacto puede colocarse entre la punta de la herramienta de aplicación de energía y la superficie del objeto sometido a medición y al moverse o deslizarse libremente, puede ajustarse a varias configuraciones de las superficies de un objeto sometido a medición. El elemento de contacto de movimiento libre o deslizante puede variar en tamaño y/o adaptarse de otra manera para moverse una distancia predeterminada deseada a lo largo del eje longitudinal de la porción de manguito. En algunos ejemplos, como en el caso de un elemento de contacto en forma de anillo, pueden existir retenedores de movimiento, como pequeños rebordes, retenedores u otros obstáculos, dentro de la porción de manguito para evitar el deslizamiento o el movimiento dentro de la porción de manguito fuera de un intervalo deseado. Por ejemplo, al menos una porción del extremo cerrado puede estar cerca de la superficie del objeto, y puede estar o no en contacto con la superficie del objeto justo antes del impacto de la herramienta de aplicación de energía en el elemento de contacto. Durante el impacto de la herramienta de aplicación de energía en el extremo cerrado del elemento de contacto, al menos una porción de la superficie exterior del extremo cerrado o la superficie de contacto del objeto del extremo cerrado del elemento de contacto está en contacto cercano con la superficie del objeto. Por lo tanto, si al menos una porción de la superficie de contacto del objeto del extremo cerrado se contornea para reflejar la superficie del objeto con el que entra en contacto, se hace un mejor contacto con el objeto y se transfiere energía del impacto mediante la herramienta de aplicación de energía no puede verse afectada sustancialmente. En un aspecto, el extremo cerrado del elemento de contacto puede incluir al menos una porción que puede tener una porción sustancialmente plana orientada hacia el objeto para reflejar sustancialmente una superficie plana de un objeto. En otro aspecto, el extremo cerrado del elemento de contacto puede incluir al menos una porción que puede ser contorneada para reflejar la superficie de un objeto con el que entra en contacto si la superficie del objeto está contorneada. Por ejemplo, si la superficie del objeto sometido a medición incluye una depresión, el elemento de contacto puede incluir un extremo cerrado que tiene una superficie exterior cóncava para reflejar sustancialmente la depresión a fin de ajustarse para mantener el contacto entre el extremo cerrado y el objeto durante el impacto. Para otro ejemplo, si la superficie del objeto incluye una saliente, el elemento de contacto puede incluir un extremo cerrado que tiene una superficie convexa para reflejar sustancialmente la saliente a fin de mantener el contacto con el objeto durante la medición. En un aspecto adicional, el extremo cerrado puede poseer cierta elasticidad o ser deformable, de modo que se puede lograr un contacto cercano con el objeto durante el impacto.

En general, el contacto entre el objeto y al menos una porción del extremo cerrado del elemento de contacto, aunque el elemento de contacto se mueve libremente, sin embargo, puede ayudar a estabilizar el dispositivo en el objeto y/o puede

mejorar la reproducibilidad de las mediciones.

En otras modalidades, el elemento de contacto puede no ser movable. Por ejemplo, el elemento de contacto se puede fijar a la abertura frontal en la porción de manguito y actuar como un miembro intermedio entre el objeto y la herramienta de aplicación de energía durante la medición, de modo que no haya contacto directo entre la punta de la herramienta de aplicación de energía y el objeto.

Para herramientas de aplicación de energía no movable, la porción deslizante puede o no estar presente y el elemento de contacto puede ser estacionario o fijo. Una elemento de contacto no movable pero conformable puede tener las mismas ventajas que un elemento de contacto movable, como se indica a continuación.

En una modalidad de la invención, durante una medición, el extremo cerrado del elemento de contacto puede ser conformable o movable y puede ajustarse a la configuración de superficie del objeto y la porción de contacto del objeto del extremo abierto del manguito entra en contacto con el objeto correctamente. El sensor descrito anteriormente, si está presente, detecta y/o controla que la porción de manguito ejerza una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto. La herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, golpea el objeto indirectamente a través del extremo cerrado del elemento de contacto repetidamente durante una medición.

En otra modalidad de la invención, durante una medición, el extremo cerrado del elemento de contacto puede ser conformable o movable y se ajusta a la configuración de la superficie, el objeto y la porción de contacto del objeto del extremo abierto del manguito entra en contacto apropiadamente con el objeto, sin embargo, una porción del extremo cerrado puede extenderse más allá del manguito para entrar en contacto con una superficie irregular del objeto simultáneamente. El sensor descrito anteriormente, si está presente, detecta y/o controla que la porción de manguito ejerza una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto. La herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, golpea el objeto indirectamente a través del extremo cerrado del elemento de contacto repetidamente.

El elemento móvil de contacto puede ser de cualquier forma siempre y cuando se ajuste cómodamente y sin embargo se mueva o se deslice libremente dentro de la porción de manguito con un extremo cerrado que cierra sustancialmente el extremo libre del manguito. Como se indicó anteriormente, en las modalidades en las cuales puede no ser necesario mover o deslizar, el elemento de contacto puede ser conformable. Puede construirse de cualquier material que pueda moldearse o fundirse y puede incluir polímeros o material polimérico de relleno. Para ser ligero, también puede ser delgado, pero de rigidez suficiente para facilitar la acción deslizante. En algunas modalidades, puede tener una porción extrema o frontal cerrada conformable.

El elemento de contacto también puede incluir una membrana delgada en su extremo cerrado. La membrana puede estar unida o enlazada integralmente al resto del elemento de contacto. La membrana también puede ser una membrana más gruesa en un elemento de contacto no movable. Si las membranas son gruesas o delgadas no es relevante, siempre que se elijan para tener un efecto mínimo en la operación de la herramienta de aplicación de energía. En un aspecto, la membrana puede poseer cierta elasticidad o deformabilidad para un mejor contacto entre la membrana y el objeto cuando es golpeada por la herramienta de aplicación de energía, como se señaló anteriormente, pero aún puede ser capaz de transferir la fuerza de impacto ejercida por la herramienta de aplicación de energía al objeto. En otro aspecto, la membrana puede ser de cualquier material que permita una mejor transferencia de la fuerza de impacto entre ella y el objeto.

En una modalidad, el extremo cerrado puede incluir una membrana polimérica delgada, que puede o no ser del mismo material que el resto del elemento de contacto, o puede ser un material que tenga sustancialmente las mismas propiedades que el resto del elemento de contacto. El polímero puede incluir cualquier material polimérico que sea capaz de moldearse, fundirse o estirarse para formar una membrana delgada, de modo que no afecte sustancialmente de manera adversa la medición. En otra modalidad, el extremo cerrado puede incluir una membrana de lámina metálica moldeada de inserción. El metal puede ser cualquier material metálico que pueda ser estirado, fundido o moldeado en una membrana delgada de tal manera que no afecte sustancialmente de manera adversa la medición. En otras modalidades, el extremo cerrado puede ser integral al elemento de contacto. Por ejemplo, el elemento de contacto puede formarse a partir de un material que puede conformarse en una estructura tubular o anular con un extremo cerrado de un espesor deseado, como al estampar un metal (por ejemplo, acero inoxidable, aluminio, cobre u otro metal apropiado).

En otra modalidad ejemplar, la carcasa tiene un eje longitudinal y la herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración de descanso y una configuración activa, y el eje longitudinal del dispositivo puede colocarse en cualquier ángulo con la dirección horizontal. El ángulo puede ser, por ejemplo, de cualquier ángulo, incluso, por ejemplo, variar de cero grados a más/menos cuarenta y cinco grados, aún incluso, por ejemplo, variar de cero grados a más/menos treinta grados. La carcasa puede o no incluir una porción de manguito que se extiende desde ella y tiene un extremo abierto en su extremo libre.

La herramienta de aplicación de energía tiene una longitud con una configuración de reposo y una configuración activa. El movimiento puede ser un movimiento axial a lo largo del eje longitudinal de la carcasa, o para un movimiento oscilatorio alrededor del eje longitudinal de la carcasa, como se discutió antes.

5 El elemento desechable puede incluir una cubierta para envolver una parte del sistema que puede estar cerca y/o en contacto con el objeto sometido a medición sin interferir con la sensibilidad, la reproducibilidad, si se desea, o la operación general del instrumento para cualquier grado sustancial.

El elemento desechable puede ser aplicable a todos los demás tipos de herramientas de aplicación de energía, como se señaló anteriormente.

10 La cubierta puede incluir una porción que se extiende desde y/o envuelve el extremo abierto de la carcasa, o la porción de manguito, si una porción de manguito se extiende desde la carcasa. Un elemento de contacto que tiene una longitud y está colocado hacia el extremo abierto de la carcasa o la porción de manguito puede ajustarse cómodamente dentro de la carcasa o la porción de manguito, por fricción, y puede extenderse más allá del extremo abierto de la carcasa o la porción de manguito, si una está presente. El elemento de contacto incluye un extremo cerrado para cerrar el extremo libre de la carcasa o porción de manguito, si una está presente. El extremo cerrado del elemento de contacto se encuentra entre la punta de la herramienta de aplicación de energía y el objeto, y una porción de la superficie del extremo cerrado del elemento de contacto entra en contacto con al menos una porción de la superficie del objeto sometido a medición. En esta modalidad ejemplar, el extremo de la carcasa o porción de manguito no puede entrar en contacto con el objeto durante la medición. El elemento de contacto está adaptado para moverse o deslizarse libremente dentro de la carcasa o la porción de manguito, si una está presente, o puede estar ligeramente restringida a una distancia predeterminada de movimiento, y no se retrae completamente dentro de la carcasa o la porción de manguito. El elemento de contacto puede incluir un extremo cerrado para cerrar sustancialmente el extremo libre de la carcasa o la porción de manguito, si una está presente. La estabilización del dispositivo contra un objeto sometido a medición puede efectuarse por el contacto de al menos una porción de la superficie exterior del extremo cerrado del elemento de contacto en al menos una porción de la superficie del objeto.

25 Para herramientas de aplicación de energía no movibles, la porción deslizante puede o no estar presente y el elemento de contacto puede ser estacionario o fijo, aunque existen ventajas de tener una porción de contacto movable o al menos conformable, como se indica a continuación.

También aquí, el elemento de contacto se coloca entre la punta o el extremo de la herramienta de aplicación de energía y la superficie del objeto sometido a medición y al conformarse, moverse o deslizarse libremente, puede ajustarse a varias configuraciones de las superficies de un objeto sometido a medición. Por ejemplo, al menos una porción del extremo cerrado puede estar en contacto con la superficie del objeto, antes del impacto de la herramienta de aplicación de energía en el elemento de contacto. Durante el impacto de la herramienta de aplicación de energía en el extremo cerrado del elemento de contacto, al menos una porción de la superficie exterior o de contacto del objeto del extremo cerrado permanece en contacto cercano con la superficie del objeto. Por lo tanto, si al menos una porción de la superficie de contacto del objeto del extremo cerrado se puede contornea para reflejar la superficie del objeto con el que entra en contacto, se hace un mejor contacto con el objeto y se transfiere energía del impacto por la herramienta de aplicación de energía puede no estar dañada. En un aspecto, el extremo cerrado del elemento de contacto puede incluir al menos una porción que puede tener una porción sustancialmente plana orientada hacia el objeto para reflejar sustancialmente una superficie plana de un objeto. En otro aspecto, el extremo cerrado del elemento de contacto puede incluir al menos una porción que puede ser contorneada para reflejar la superficie de un objeto con el que entra en contacto si la superficie del objeto está contorneada. Por ejemplo, si la superficie del objeto sometido a medición incluye una depresión, el elemento de contacto puede incluir un extremo cerrado que tiene una superficie cóncava para reflejar sustancialmente la depresión a fin de ajustarse para mantener el contacto entre el extremo cerrado y el objeto durante el impacto. Para otro ejemplo, si la superficie del objeto incluye una saliente, el elemento de contacto puede incluir un extremo cerrado que tiene una superficie convexa para reflejar sustancialmente la saliente a fin de mantener el contacto con el objeto durante la medición. En un aspecto adicional, el extremo cerrado puede poseer cierta elasticidad o puede ser deformable, de modo que se puede lograr un contacto cercano con el objeto durante el impacto.

50 Por ejemplo, durante una medición, el extremo cerrado del elemento de contacto puede ajustarse a la configuración de la superficie del objeto y permanecer en contacto con la superficie del objeto. La herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, golpea el objeto indirectamente a través del extremo cerrado del elemento de contacto repetidamente.

55 El elemento de contacto puede ser de cualquier forma siempre que se ajuste cómodamente y sin embargo se mueve o desliza libre, por una longitud predeterminada, si se desea, dentro de la carcasa o porción de manguito, si una está presente, o solo se conforma, con un extremo cerrado que cierre el extremo libre de la carcasa o la porción de manguito, como se describió anteriormente. El elemento de contacto puede ser de cualquier longitud apropiada, como, por ejemplo,

- una sección tubular corta o un anillo, y está adaptada para moverse o deslizarse libremente dentro de la porción de manguito, sustancialmente a lo largo del eje longitudinal de la porción de manguito, y puede incluir un extremo cerrado para cerrar sustancialmente el extremo libre de la porción de manguito. El elemento de contacto puede colocarse entre la punta de la herramienta de aplicación de energía y la superficie del objeto sometido a medición y al moverse o deslizarse libremente, puede ajustarse para adaptarse a varias configuraciones de las superficies de un objeto sometido a medición. La distancia de movimiento para el elemento de contacto puede variar y en algunos casos puede ser de una distancia predeterminada. En algunos ejemplos, como en el caso de un elemento de contacto en forma de anillo, pueden existir retenedores de movimiento, como pequeños rebordes, retenedores u otros obstáculos, dentro de la porción de manguito para restringir el movimiento del elemento de contacto dentro de la porción de manguito.
- Si el elemento de contacto es movable o no y si las membranas son gruesas o delgadas no es relevante, siempre que se elijan para tener un efecto mínimo en la operación de la herramienta de aplicación de energía. En un aspecto, la membrana puede poseer cierta elasticidad o deformabilidad para un mejor contacto entre la membrana y el objeto cuando es golpeada por la herramienta de aplicación de energía, como se señaló anteriormente, pero aún puede ser capaz de transferir la fuerza de impacto ejercida por la herramienta de aplicación de energía al objeto. En otro aspecto, la membrana puede ser de cualquier material que permita una mejor transferencia de la fuerza de impacto entre ella y el objeto. Puede construirse de cualquier material que pueda moldearse o fundirse y puede incluir polímeros o material polimérico de relleno. Como se indicó anteriormente, en las modalidades en las cuales puede no ser necesario mover o deslizar, el elemento de contacto puede ser conformable. En algunas modalidades, puede tener una porción extrema o frontal cerrada conformable.
- Para ser ligero, también puede ser delgado, pero de rigidez suficiente para facilitar la acción deslizante. En algunas modalidades, puede tener una porción extrema o frontal cerrada conformable.
- El elemento de contacto puede incluir una membrana delgada en su extremo cerrado, de manera que no afectará sustancialmente la medición. La membrana puede estar unida o enlazada integralmente al resto del elemento de contacto. La membrana se puede elegir para que tenga un efecto mínimo en la operación de la herramienta de aplicación de energía. En un aspecto, la membrana puede poseer cierta elasticidad o deformabilidad para un mejor contacto entre la membrana y el objeto cuando es golpeada por la herramienta de aplicación de energía, pero aún es capaz de transferir la fuerza de impacto ejercida por la herramienta de aplicación de energía al objeto. En otro aspecto, la membrana puede ser de cualquier material que permita una mejor transferencia de la fuerza de impacto entre ella y el objeto.
- En una modalidad, el extremo cerrado puede incluir una membrana polimérica delgada, que puede o no ser del mismo material que el resto del elemento de contacto, o puede ser un material que tenga sustancialmente las mismas propiedades que el resto del elemento de contacto. El polímero puede incluir cualquier material polimérico que sea capaz de moldearse, fundirse o estirarse para formar una membrana delgada, de modo que no afecte sustancialmente de manera adversa la medición. En otra modalidad, el extremo cerrado puede incluir una membrana de lámina metálica moldeada de inserción. El metal puede ser cualquier material metálico que pueda ser estirado, fundido o moldeado en una membrana delgada de tal manera que no afecte sustancialmente de manera adversa la medición. La membrana también puede formarse para adaptarse a la forma de la herramienta de aplicación de energía, o viceversa, para una transferencia óptima de fuerza/energía. En algunas modalidades, la membrana puede construirse a partir de lámina u hoja de acero inoxidable, y puede, por ejemplo, estamparse y/o moldearse. En otras modalidades, el extremo cerrado puede ser integral al elemento de contacto. Por ejemplo, el elemento de contacto puede formarse a partir de un material que puede conformarse en una estructura tubular o anular con un extremo cerrado de un espesor deseado, como al estampar un metal (por ejemplo, acero inoxidable, aluminio, cobre u otro metal apropiado).
- Para estas modalidades ejemplares, el sensor de fuerza descrito anteriormente, incluyendo todos los aspectos de sus características, puede o no estar presente, para detectar y/o controlar que se ejerza una fuerza adecuada por la porción de contacto del objeto de la porción de manguito o el extremo cerrado del elemento de contacto en el objeto y/o para activar el sistema para iniciar la medición cuando se ejerce una fuerza adecuada.
- Para un dispositivo de cualquiera de las modalidades ejemplares descritas en el presente documento, que tiene un sensor de fuerza para detectar o controlar una fuerza ejercida por ya sea la superficie de contacto del objeto de la porción de manguito o el elemento de contacto, el sensor de fuerza puede estar en proximidad física y/o contacto con al menos una porción del dispositivo que no sea la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la porción de manguito o al menos una porción de la porción de manguito, si el extremo abierto de la porción de manguito incluye una porción de contacto del objeto, o al menos una porción de la carcasa, si no hay porción de manguito presente, como se ejemplificó antes en relación con otras modalidades ejemplares.
- El sensor, por ejemplo, un sensor de fuerza, puede estar en proximidad física y/o contacto y/o acoplado con al menos una porción del dispositivo que no sea la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, puede estar en proximidad

física y/o contacto y/o acoplado con la carcasa y/o la porción de manguito, si el extremo abierto de la porción de manguito incluye una porción de contacto del objeto, como se indicó anteriormente. En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía puede pasar a través del sensor de fuerza. Dicho de otro modo, el sensor de fuerza puede rodear la herramienta de aplicación de energía. Las diversas modalidades del sensor como se describe anteriormente también son aplicables aquí.

Aunque el sensor no está acoplado física o mecánicamente a la herramienta de aplicación de energía, puede estar en comunicación electrónica con la herramienta de aplicación de energía y puede actuar como un interruptor de encendido/apagado para el dispositivo o instrumento, como se indicó anteriormente. Por ejemplo, cuando una porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza adecuada sobre el objeto, puede accionar el mecanismo de activación del dispositivo o instrumento para activar el movimiento de la herramienta de aplicación de energía para iniciar una medición. Por lo tanto, no se necesitan interruptores externos ni botones de presión para activar y desactivar el sistema, como se indicó anteriormente. La indicación de la fuerza adecuada puede ser indicada por señales visibles o audibles.

En una modalidad, el instrumento puede encenderse instantáneamente una vez que la porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, como lo indican las señales visibles o audibles. En otra modalidad, puede haber un retraso antes de encender el instrumento una vez que la porción de contacto del objeto del manguito ejerce una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, como lo indican las señales visibles o audibles. En una modalidad adicional, una vez que se detecta y se mantiene durante un período de tiempo una cierta fuerza de empuje entre la porción de contenedora del objeto de la porción de manguito y el objeto, por ejemplo, aproximadamente 0,5 segundos, el instrumento puede encenderse para iniciar la medición. En esta modalidad, una luz verde ilumina la punta y la percusión comenzará aproximadamente 0,5 segundos después de que se mantenga una fuerza en el intervalo correcto.

La fuerza adecuada ejercida por el operador sobre el objeto, por ejemplo, a través de la porción de manguito, actúa como un interruptor del sistema. Cuando el sistema no está encendido, puede ser deseable saber si tiene una falla de operación, no es suficiente la fuerza o se ejerce demasiada fuerza. En una modalidad, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida visual, como luces. Las luces pueden montarse en cualquier ubicación conveniente en el dispositivo o instrumento, por ejemplo, uno o múltiples LED pueden montarse en la parte frontal del dispositivo o instrumento. En un aspecto, se puede incluir un sistema de luz múltiple. Por ejemplo, se pueden utilizar dos LED. Cuando la fuerza está en el intervalo correcto, la luz verde puede estar encendida. Si se detecta demasiada fuerza, los LED pueden cambiar a rojo, y el instrumento no funcionará a menos que se reduzca la fuerza de empuje. En algunas modalidades, si el usuario está presionando demasiado al objeto, la luz puede cambiar primero a ámbar, después a rojo. Si la fuerza de presión es suficiente para cambiar la luz a rojo, la percusión no puede iniciarse o interrumpirse si ya se ha iniciado. Además, puede haber un estado de LED ámbar que advierte cuando el usuario se acerca a demasiada fuerza de presión. En esa etapa, el instrumento aún puede funcionar cuando los LED se iluminan en color ámbar. En otro aspecto, ninguna luz puede indicar muy poca fuerza, una luz verde puede indicar la cantidad correcta de fuerza, mientras que una luz roja puede indicar demasiada fuerza. En otro aspecto más, se puede incluir un sistema de una sola luz. Por ejemplo, ninguna luz puede dar una señal de muy poca fuerza y una luz roja puede dar una señal de demasiada fuerza. En un aspecto adicional, una luz roja intermitente puede indicar demasiada fuerza y ninguna luz puede indicar muy poca fuerza.

En otra modalidad, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida audible. En un aspecto, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar muy poca fuerza y un sonido múltiple para indicar demasiada fuerza. En otro aspecto, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar muy poca fuerza y una señal sonora con una luz roja intermitente para indicar demasiada fuerza. En un aspecto adicional, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta por voz para alertar sobre demasiada fuerza o muy poca fuerza. En otro aspecto adicional, la medición de fuerza puede conectarse a un sistema de alerta por voz para alertar muy poca fuerza y una alerta por voz y una luz roja intermitente para alertar a demasiada fuerza.

Cuando el sensor de fuerza actúa como un interruptor de encendido/apagado, también puede actuar para supervisar que se ejerza una fuerza adecuada por la porción de contacto del objeto de la porción de manguito durante la medición y/o se obtenga una alineación adecuada de la porción de contacto del objeto de la porción de manguito contra el objeto durante la medición. Un inclinómetro puede estar presente, por ejemplo, como parte de un sistema de control electrónico, que puede accionar una advertencia audible cuando el dispositivo está fuera del intervalo de operación angular, por ejemplo, para una varilla de golpeo, puede accionar la advertencia cuando está más/menos 45 grados, más, por ejemplo, mayor de aproximadamente más/menos 30 grados desde la horizontal. Si el dispositivo está orientado de tal manera que el eje de operación es mayor de aproximadamente más/menos 45 grados, más, por ejemplo, mayor de aproximadamente más/menos 30 grados desde la horizontal cuando se detecta una fuerza de empuje en la porción de contacto de la porción de manguito del objeto, puede dar lugar a un sonido de advertencia emitido por un altavoz ubicado en el dispositivo, como la PCB dentro del dispositivo. En tales circunstancias, la acción de percusión no

comenzará hasta que el dispositivo vuelva a un ángulo aceptable. En algunos casos, si se inició la acción de percusión cuando se detectó la desviación antes mencionada del intervalo, es posible que el dispositivo no detenga la operación, sino que simplemente suene una alarma, de modo que se puedan hacer correcciones.

5 La presente invención incluye además un montaje desechable que tiene una porción de manguito adaptada para unir o
 10 acoplar a una porción frontal de la carcasa del dispositivo del sistema y procedimiento descritos anteriormente de una
 manera no invasiva y/o un procedimiento de medición no destructivo que tiene un dispositivo capaz de operar
 sosteniendo el dispositivo en ángulos variables desde la horizontal y modulando el proceso de aplicación de energía
 para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición. La porción de manguito puede incluir un
 extremo frontal y un extremo posterior y puede incluir un componente de acoplamiento o montaje hacia su parte posterior
 15 para acoplar o unir a la carcasa. En una modalidad, el componente de montaje o acoplamiento puede ser un ajuste de
 fricción, formaciones de bayoneta de acoplamiento, formaciones de tipo de pestaña y ranura, ajuste a presión,
 abrazaderas, perforación de interinserción y formaciones de espigas, pestillos y otras estructuras de interconexión en
 una porción de la carcasa o partes dentro de la carcasa. En otra modalidad, el componente de montaje o acoplamiento
 del manguito y la carcasa puede ser un sistema roscado hecho a medida para una mejor compatibilidad de ajuste o
 20 acoplamiento.

El elemento desechable puede ser parte de un sistema para determinar las características estructurales de un objeto,
 como se describe en todas las modalidades ejemplares anteriores o posteriores. Un elemento desechable adaptado para
 unirse a una porción del dispositivo y puede incluir una porción de manguito que puede sobresalir del extremo frontal
 25 abierto de la carcasa del dispositivo durante una distancia. La porción de manguito tiene un interior hueco con un
 extremo delantero y un extremo trasero y una porción de contacto con el objeto en el extremo delantero adaptada para
 descansar o presionar contra al menos una porción del objeto con al menos una porción de la porción de contacto de
 objeto del dispositivo; y un elemento de contacto dispuesto dentro de la porción de manguito adaptada para moverse
 libremente o deslizarse dentro de la porción de manguito a lo largo del eje longitudinal, el elemento de contacto tiene un
 30 cuerpo con una longitud y un extremo frontal sustancialmente cerrado para cerrar sustancialmente la parte delantera
 abierta de la porción de manguito para minimizar el contacto directo entre la herramienta de aplicación de energía y el
 objeto durante la medición.

En otra modalidad, un elemento desechable adaptado para envolver una porción del dispositivo puede incluir una
 porción de manguito que tiene un eje longitudinal y que sobresale de dicho extremo frontal abierto de la carcasa durante
 una distancia, y puede tener un interior hueco con un extremo frontal y un extremo trasero y una porción de contacto del
 35 objeto en el extremo frontal adaptada para descansar, entrar en contacto o presionar contra al menos una porción de un
 objeto con al menos una porción de la porción de contacto del objeto. Un elemento de contacto puede estar colocado
 dentro de la porción de manguito adaptado para moverse o deslizarse libremente dentro de la porción de manguito a lo
 largo del eje longitudinal de la porción de manguito para una herramienta de aplicación de energía de movimiento, y el
 elemento de contacto que tiene un cuerpo con una longitud y un extremo frontal sustancialmente cerrado para cerrar
 40 sustancialmente la parte frontal abierta de la porción de manguito para minimizar el contacto directo entre la herramienta
 de aplicación de energía y el objeto durante la medición.

Como se mencionó anteriormente, un elemento de contacto que se desliza libremente dentro de la porción de manguito
 puede estar colocado hacia el extremo frontal de la porción de manguito del montaje desechable. En una modalidad, el
 elemento de contacto puede ser de cualquier forma, por ejemplo, puede ser de una sección tubular corta, y ser de
 45 cualquier dimensión siempre que sea más corta que la longitud de la porción de manguito. Puede incluir un extremo
 abierto y un extremo cerrado hacia la parte frontal de la porción de manguito de modo que cierre sustancialmente el
 extremo frontal de la porción de manguito. Para ello puede ser ligero, suficientemente delgado, pero de rigidez suficiente
 para facilitar la acción de deslizamiento. En otra modalidad, el elemento de contacto puede incluir una membrana unida a
 un anillo. El anillo se puede deslizar libremente dentro de la porción de manguito y la membrana puede cerrar
 50 sustancialmente la apertura de la carcasa o la porción de manguito, si una está presente. La distancia de movimiento
 para el elemento de contacto de movimiento libre o deslizante puede variar y en algunos casos puede ser de una
 distancia predeterminada. En algunos ejemplos, como en el caso de un elemento de contacto en forma de anillo, pueden
 existir retenedores de movimiento, como pequeños rebordes, retenedores u otros obstáculos, dentro de la porción de
 manguito para restringir el movimiento del elemento de contacto dentro de la porción de manguito.

De acuerdo con una modalidad, la porción de manguito puede incluir una porción de contacto del objeto hacia su
 extremo frontal para poner en contacto una superficie de un objeto sometido a medición. En esta modalidad, la
 capacidad de deslizamiento del elemento de contacto puede no incluir restricciones en cuanto a la distancia y puede
 deslizarse libremente dentro de la porción de manguito. En esta modalidad, la porción de manguito incluye una porción
 de contacto del objeto hacia su extremo frontal para poner en contacto una superficie de un objeto sometido a medición.

De acuerdo con otra modalidad, la porción de manguito puede no incluir una porción de contacto del objeto para poner
 en contacto una superficie de un objeto durante la medición. En esta modalidad, la distancia de deslizamiento para el

elemento de contacto se puede predeterminar de modo que el extremo frontal del elemento de contacto pueda sobresalir más que la porción de manguito. El elemento de contacto puede ser el componente que proporciona el contacto durante la medición.

5 De acuerdo con una modalidad adicional, el manguito incluye una porción de contacto del objeto hacia su extremo frontal para poner en contacto una superficie de un objeto sometido a medición y una pestaña que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal de la porción de manguito de manera que cuando la superficie de contacto de la porción de manguito está en contacto con al menos una porción de la superficie del objeto sometido a la medición, la pestaña puede descansar sobre una porción o superficie del objeto que es diferente y es sustancialmente perpendicular a la superficie del objeto en contacto con el manguito.

10 De acuerdo con otra modalidad más, la porción de manguito incluye una pestaña que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal de la porción de manguito de modo que cuando la superficie de contacto del objeto del elemento de contacto está en contacto con al menos una porción de una superficie del objeto sometido a la medición, la pestaña puede descansar sobre una porción o superficie del objeto que es diferente y es sustancialmente perpendicular a la superficie del objeto en contacto con el elemento de contacto.

15 De acuerdo con otra modalidad más, la porción de manguito puede incluir una pestaña y un componente, por ejemplo, un reborde, una saliente u otro componente sustancialmente ortogonal a la superficie de la pestaña en el lado adaptado para orientar la superficie de un objeto. Por ejemplo, para los dientes, el componente puede insertarse entre dientes adyacentes u otra superficie ortogonal y, por lo tanto, puede ayudar a prevenir cualquier movimiento lateral sustancial de la pestaña a través de la superficie del objeto y/o ayuda adicional en la repetibilidad. La pestaña puede tener una longitud o ancho suficiente, dependiendo de la longitud o el ancho de la porción superior del objeto, de manera que el reborde o la saliente puedan ubicarse correctamente durante la operación. En casos excepcionales en los que la pestaña puede interferir con una lectura estable, se puede usar un montaje desechable plano para recolocar la porción de manguito más abajo en el objeto que se probará, como en el caso de ciertos pilares de transferencia de implante utilizados para impresiones de accesorios de implante.

20
25 En algunas modalidades, la porción de manguito puede incluir una pestaña que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal de la porción de manguito e incluir al menos una formación (por ejemplo, una ranura, canal, muesca, surco, etcétera) para que cuando el objeto entre en contacto con la superficie del elemento de contacto esté en contacto con al menos una porción de una superficie del objeto que se somete a la medición, la pestaña puede descansar sobre una porción o superficie del objeto y al menos parcialmente conformarse con una protuberancia, saliente u otra porción elevada de la superficie del objeto usando al menos una formación.

30
35 En una modalidad, además del montaje desechable que tiene un componente de montaje o un componente de acoplamiento que puede ser de ajuste por fricción, acoplan formaciones de bayoneta, formaciones de tipo pestaña y ranura, ajuste a presión, abrazaderas, perforación de interinserción y formaciones de espigas, pestillos y otras estructuras de interconexión en al menos una porción de la carcasa o partes dentro de la carcasa, se pueden incluir elementos adicionales en el dispositivo de manera que el mecanismo de activación del dispositivo no se pueda accionar si el montaje desechable adjunto se había utilizado anteriormente.

40 En otra modalidad, además del montaje desechable que tiene un componente de montaje o un componente de acoplamiento que puede ser de ajuste por fricción, formaciones de bayoneta de acoplamiento, formaciones de tipo pestaña y ranura y, ajuste a presión, abrazaderas, perforación de interinserción y formaciones de espigas, pestillos y otras estructuras de interconexión en al menos una porción de la carcasa o partes dentro de la carcasa, el componente de montaje puede incluir un componente que permita un número predeterminado de conexiones realizadas por el montaje desechable a la carcasa o partes dentro de la carcasa.

45 La presente invención se refiere un dispositivo para medir características estructurales de una manera no destructiva y no invasiva, y puede incluir un dispositivo capaz de operar sosteniendo el dispositivo en ángulos variables desde la horizontal y modulando el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición. El sistema puede incluir un mecanismo accionador que puede variar la distancia de desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía, mientras mantiene una velocidad inicial de impacto del objeto por parte de la herramienta de aplicación de energía. Por ejemplo, cuando la herramienta de aplicación de energía incluye una herramienta de golpeo, la distancia puede variar entre un intervalo de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 4 mm. La disminución de la distancia de desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 2 mm, mientras se mantiene la misma velocidad inicial en el momento del impacto o contacto, puede permitir una medición más rápida sin comprometer la operación del sistema. El sistema puede incluir o no las diversas modalidades ejemplares descritas anteriormente o a continuación. Por ejemplo, el sistema puede o no tener partes y/o elementos desechables para ayudar a la reposicionabilidad y/o disminuir el impacto con los elementos que se mencionan anteriormente o a continuación.

- Para esta invención inmediatamente mencionada arriba y todas las otras modalidades del dispositivo descrito en el presente documento, el dispositivo, por ejemplo, un instrumento de percusión, con o sin ningún elemento desechable, también puede incluir una pestaña que se extiende desde el extremo abierto de la porción de carcasa o manguito para que la superficie de contacto del objeto de la porción de manguito o el elemento de contacto descrito anteriormente esté en contacto con al menos una porción de una superficie del objeto sometido a la medición, la pestaña puede apoyarse sobre una porción o superficie del objeto que es diferente y es sustancialmente perpendicular a la superficie del objeto en contacto con el manguito o el elemento de contacto. La pestaña y el manguito o el elemento de contacto ayudan en la colocación repetible del dispositivo con respecto al objeto. Además, la pestaña se puede adaptar para que se coloque repetitivamente de manera sustancial en la misma ubicación en la superficie del objeto cada vez.
- Para todas las modalidades descritas en el presente documento, el componente puede ser de cualquier forma y tamaño. En un aspecto, por ejemplo, si el objeto es un diente, el componente puede ser corto y de un espesor suficientemente pequeño para que pueda ajustarse entre dientes adyacentes. En otro aspecto, por ejemplo, si el objeto es un diente, el componente puede ser corto y moldeado para ajustarse entre la porción superior de los dientes adyacentes. En otro aspecto más, por ejemplo, si el objeto es un diente, y el componente debe apoyarse contra la superficie posterior, puede tener una dimensión que cubra una porción mayor de la superficie posterior.
- La pestaña y/o pestaña y el componente no solo sirven para ayudar a la colocación repetida del instrumento sobre un objeto, como un diente o una estructura mecánica o industrial, compuestos y similares, sino que también la pestaña y/o la pestaña y el componente sirven para ayudar a evitar que el objeto, como un diente o una estructura mecánica o industrial, compuestos y similares, como se mencionó anteriormente, se mueva en direcciones distintas a la dirección paralela a la aplicación de energía o dirección de toma. Esto ayuda a minimizar cualquier perturbación innecesaria del objeto y/o la base a la que está anclado y/o las complicaciones que pueden surgir de estas otras perturbaciones durante la prueba, contribuyendo así a la sensibilidad y/o precisión de la detección. La pestaña o la pestaña y/o el componente son aplicables ya sea que la porción de manguito tenga una porción de contacto del objeto o el elemento de contacto proporcione el contacto con el objeto.
- El extremo del manguito que no tiene la pestaña que sobresale puede ser plano o sustancialmente plano y la parte de la pestaña en contacto con la parte superior del objeto también puede ser plana o sustancialmente plana. La pestaña puede extenderse en una dirección sustancialmente paralela desde el extremo del manguito. En un aspecto, la pestaña puede ser integral con el manguito durante una distancia antes de sobresalir del extremo del manguito, manteniendo sustancialmente el contorno en sección transversal del manguito después de sobresalir del manguito. En otro aspecto, la pestaña puede sobresalir uniformemente de la parte superior o porción inferior del manguito, pero con un contorno en sección transversal sustancialmente diferente del manguito después de sobresalir del manguito. En situaciones raras, la pestaña puede no sobresalir en absoluto para permitir la prueba en una posición más baja en el objeto.
- En una modalidad de la presente invención, la pestaña puede tener una superficie de contacto que refleja sustancialmente el contorno de la superficie de un objeto con el que entra en contacto durante el uso para ayudar a la colocación reproducible del dispositivo directamente sobre un objeto.
- En un aspecto, la porción sobresaliente de la pestaña puede tener una sección transversal rectangular. En otro aspecto, la porción sobresaliente de la pestaña puede tener una porción superior ligeramente arqueada. En otro aspecto más, la porción sobresaliente de la pestaña puede adaptarse al contorno de la superficie que entra en contacto con el objeto.
- En cualquiera de las modalidades, las esquinas de la pestaña son lisas o redondeadas o sustancialmente lisas o redondeadas para evitar que se enganchen en el objeto sobre el que pueden estar descansando.
- En general, el presente dispositivo puede ser útil para realizar cualquier medición mediante la cual se genere vibración a través de la aplicación de energía, por ejemplo, golpeando, como una varilla de golpeo, sobre un objeto. Las ventajas son que el dispositivo puede mantenerse en contacto con el objeto durante la acción de golpeo, a diferencia de los dispositivos tradicionales que no están en contacto.
- La porción de manguito y la pestaña, y el elemento y/o el manguito, la pestaña y el elemento de contacto, pueden estar hechos de cualquier material que tenga propiedades de amortiguamiento de vibraciones, amortiguamiento acústico o atenuación de vibraciones y el manguito puede ser de tal longitud de manera que cualquier vibración que se desplace a través del manguito a la carcasa de la pieza de mano pueda atenuarse sustancialmente. En una modalidad, el manguito y el extremo de la carcasa adyacente al manguito pueden estar hechos del mismo material. En otra modalidad, el manguito y el extremo de la carcasa al que está unido pueden estar hechos de materiales que tienen propiedades similares de atenuación de vibración. En otra modalidad más, el manguito y el extremo de la carcasa a la que está unido pueden estar hechos de diferentes materiales. En una modalidad adicional, el manguito y el extremo de la carcasa al que está unido pueden estar hechos de materiales que tienen diferentes propiedades atenuantes de vibración. En otra modalidad adicional, el manguito puede estar hecho de cualquier material con un revestimiento atenuador de vibraciones

en su superficie o superficies. En aún otra modalidad más, el manguito, la pestaña y/o el elemento pueden estar hechos de diferentes materiales que tienen propiedades de expansión térmica similares.

5 Además, la porción de manguito, el elemento de contacto y la pestaña y/o el manguito, la pestaña y el componente, pueden estar hechos de materiales reciclables, compostables o biodegradables que son especialmente útiles en aquellas modalidades que están destinadas a ser eliminadas después de un uso.

10 La herramienta de aplicación de energía es accionada por un mecanismo accionador durante la medición, como se indicó anteriormente. El mecanismo accionador puede ser un mecanismo electromagnético y puede incluir una bobina electromagnética. El mecanismo accionador puede incluir un imán permanente asegurado al extremo posterior de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo y la bobina electromagnética puede ubicarse axialmente detrás de este imán permanente. En una modalidad, junto con la parte posterior de la carcasa, si el dispositivo es una pieza de mano y cualquier línea de suministro eléctrico, la bobina magnética forma una unidad estructural que puede ser integralmente operativa y que puede, por ejemplo, conectarse al dispositivo restante mediante una conexión liberable adecuada, por ejemplo, una conexión de tipo tornillo o una conexión de tipo enchufe. Esta conexión liberable puede facilitar la limpieza, reparación y otros. En otra modalidad, la parte posterior de la carcasa, si el dispositivo es una pieza de mano, y cualquier línea de suministro eléctrico, la bobina electromagnética forma una unidad estructural que puede ser integralmente operativa y que puede estar conectada al dispositivo restante de forma permanente. La herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, se encuentra en la parte frontal de la carcasa y el mecanismo de montaje para la varilla de golpeo puede incluir cojinetes sin fricción. Estos cojinetes pueden incluir una o más aperturas axiales, de manera que las cámaras vecinas formadas por la carcasa y la varilla de golpeo estén en comunicación entre sí para el intercambio de aire.

20 En una modalidad, la varilla de golpeo puede tener una construcción en sección transversal sustancialmente constante en toda su longitud, con un montaje magnético permanente montado en el extremo alejado del extremo libre, como se señaló anteriormente. La bobina electromagnética del mecanismo accionador puede situarse detrás del mismo extremo de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo como el montaje magnético permanente, dando como resultado un diámetro exterior relativamente pequeño para la carcasa. En esta modalidad, el diámetro exterior de la carcasa se puede definir sustancialmente por el diámetro de la bobina electromagnética, la sección transversal de la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, el mecanismo de montaje de la varilla de golpeo en la carcasa, y el espesor de las paredes de la carcasa. Sin embargo, la longitud de la herramienta puede diseñarse de tal manera que la bobina electromagnética (que representa la masa más grande del conjunto) pueda colocarse para equilibrar el dispositivo, por ejemplo, la pieza de mano en la mano, contrarrestar las baterías, si están presentes, en la parte posterior del dispositivo.

25 El propio dispositivo puede estar conectado a una alimentación eléctrica externa o alimentada por una fuente eléctrica incluida dentro de la carcasa, como, por ejemplo, una batería, un condensador, un transductor, una celda solar, una fuente externa y/o cualquier otra fuente apropiada.

30 En una modalidad, la comunicación entre el mecanismo accionador o porciones del mecanismo accionador, por ejemplo, la parte del tablero de control electrónico y la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, puede ser a través de un cable o línea de cable aislado eléctricamente conductor que puede enrollarse en espiral de forma concéntrica alrededor de la varilla de golpeo y tiene propiedades elásticas de resorte. Esto también puede permitir un requisito de espacio mínimo con respecto a la gestión de línea. El cordón de cables enrollado concéntricamente alrededor de la varilla conecta el sensor piezoeléctrico a los elementos electrónicos de control. Un propósito de enrollar concéntricamente el cable es minimizar la tensión en el cable por el movimiento repetido hacia adelante y hacia atrás de la varilla. En algunas modalidades, un resorte helicoidal, que puede estar formado por el alambre enrollado en espiral, puede ayudar a evitar o prevenir que se enrosque o retuerza la conexión del cable.

35 En otra modalidad, la comunicación entre el mecanismo accionador y la herramienta de aplicación de energía puede transmitirse de forma inalámbrica a través de cualquier conexión inalámbrica adecuada. En un ejemplo, la herramienta de aplicación de energía, como la varilla de golpeo, puede ser impulsada hacia adelante al energizar la bobina electromagnética y crear un campo magnético que repele el imán en el extremo de la varilla de golpeo. La varilla se retrae invirtiendo la polaridad del voltaje aplicado a la bobina electromagnética. El imán también puede servir para mantener la varilla en su posición retraída cuando la bobina electromagnética no está energizada, a través de su atracción magnética al núcleo de acero de la bobina.

40 Un resorte helicoidal, si está presente, puede estar compuesto de alambres trenzados que tienen dos alambres individuales trenzados o de una línea coaxial. En su condición de carga, el resorte puede comprimirse a tal grado que la fuerza de su pretensado corresponda a la fuerza de fricción y se oponga a esta fuerza de fricción durante el movimiento hacia adelante de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo desde la posición retraída a la posición extendida, o desde una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa a una posición que

5 forma un ángulo agudo con el eje en un pivote. La trayectoria pretensada del resorte puede, por lo tanto, ser mucho mayor que el recorrido de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo de tal manera que la potencia del resorte permanezca sustancialmente constante durante todo el recorrido de la varilla de golpeo. Cualquier fuerza de fricción no deseada de los cojinetes del mecanismo de montaje para la varilla de golpeo durante el movimiento hacia adelante también puede compensarse sustancialmente con este resorte.

10 En una modalidad, la carcasa puede estrecharse hacia el extremo rodeado por la porción de manguito, de manera que el dispositivo puede tener una dimensión sustancialmente uniforme cuando el manguito está unido. En otra modalidad, la carcasa puede tener una dimensión sustancialmente uniforme y el manguito puede expandir la dimensión del extremo que rodea hasta cierto punto. En una modalidad adicional, el propio manguito puede tener un estrechamiento inverso hacia su extremo libre para aumentar el área plana de contacto con el objeto.

15 En general, el presente dispositivo puede ser útil para realizar cualquier medición mediante la cual se genere vibración a través de la aplicación de energía, por ejemplo, golpeando, como una varilla de golpeo, sobre un objeto. Por ejemplo, se puede generar un perfil de respuesta de percusión frente al tiempo. El sistema de evaluación puede incluir un analizador de datos configurado para evaluar la forma del perfil de respuesta de percusión frente al tiempo. El perfil de respuesta de percusión frente al tiempo puede incluir el perfil de tiempo-energía, tiempo-tensión, tiempo-fuerza o aceleración, como se señaló anteriormente. Por ejemplo, la evaluación puede incluir contar el número de máximos de energía reflejados desde el objeto después de la aplicación de energía.

20 En general, las características estructurales definidas en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguamiento de vibraciones; capacidades de amortiguamiento acústico; defectos que incluyen defectos inherentes en, por ejemplo, el hueso o el material que conformó el objeto; grietas, microgrietas, fracturas, microfracturas; pérdida de sello de cemento; falla de cemento; falla de enlace; microfiltración; lesiones; caries; integridad estructural en general o estabilidad estructural en general. Para un objeto anatómico, como una estructura dental, un diente natural, un diente natural que tiene una fractura debido al desgaste o traumatismo, un diente natural que se ha convertido al menos parcialmente en absceso, o un diente natural que se ha sometido a un procedimiento de aumento óseo, una estructura de implante dental protésico, una estructura dental, una estructura ortopédica o un implante ortopédico, tales características pueden indicar la salud del objeto o la salud de la base subyacente a la cual se puede anclar o unir el objeto. La salud del objeto y/o la base subyacente también puede estar correlacionada con densidades o densidades óseas o un nivel de osteointegración; cualquier defecto, inherente o no; o grietas, fracturas, microfracturas, microgrietas; pérdida de sello de cemento; falla de cemento; falla de enlace; microfiltración; lesión; o caries. Para objetos en general, por ejemplo, estructuras compuestas poliméricas que incluyen panales o panales en capas o estructuras compuestas metálicas; una estructura de avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio, estructuras industriales que incluyen, pero no se limitan a, instalaciones de generación de energía, estructuras de arco u otras estructuras físicas similares; tales mediciones también pueden estar correlacionadas con cualquier integridad estructural o estabilidad estructural, como defectos o grietas, incluso fracturas capilares o microgrietas, etc.

35 Adicionalmente, los cambios en la estructura del diente o cualquier base a la que una estructura mecánica está unida o anclada reduce su capacidad para disipar la energía mecánica asociada con una fuerza de impacto y, por lo tanto, reducen la estabilidad estructural total del, por ejemplo, diente, pueden detectarse mediante la evaluación de los datos de retorno de energía en comparación con una muestra ideal no dañada. Además, como se señaló anteriormente, la presente invención también contribuye a la precisión de la ubicación de la detección de defectos, grietas, microgrietas, fracturas, microfracturas, fugas, lesiones, pérdida de sellado del cemento; microfiltración caries; integridad estructural en la falla del cemento; falla de enlace; estabilidad general o estructural en general.

45 Como se indicó anteriormente, el dispositivo puede estar conectado a una alimentación de potencia externa o ser potenciado por una fuente eléctrica incluida dentro de la carcasa del dispositivo. Si se potencia con una fuente eléctrica dentro de la carcasa del dispositivo, la alimentación de potencia puede ser recargable o no. Si es recargable, se puede usar una estación de carga base. La estación base puede ser una estación independiente separada o puede ser parte del sistema de la presente invención. Para una estación de carga independiente, cualquier estación existente puede ser aplicable. El mecanismo de carga puede ser alámbrico o inalámbrico. Para esta base de carga, en la mayoría de los casos solo se proporciona la corriente eléctrica para cargar el dispositivo. Para una estación base que puede ser parte del sistema, se puede proporcionar más que la corriente eléctrica para cargar el dispositivo.

50 La presente invención se refiere además a una estación base que puede ser parte del sistema de la presente invención y puede conectarse a la computadora, por ejemplo, una computadora personal (PC, por sus siglas en inglés) a través de un cable USB (Bus Universal en Serie, por sus siglas en inglés). Esta conexión puede proporcionar tanto la transferencia de datos entre la PC y la estación base, como la corriente eléctrica para cargar el dispositivo durante el proceso de carga cuando el dispositivo está conectado. De esta manera, la estación base también puede servir para actuar como un transceptor inalámbrico para la PC en la comunicación con el transceptor inalámbrico en el dispositivo.

55

Puede ser deseable que cada dispositivo esté acompañado por su propia estación base de carga. Esto puede evitar la posibilidad de que el dispositivo incorrecto se comunique con la estación base incorrecta en un entorno de múltiples dispositivos. Esto puede ser importante en cualquier entorno de prueba, por ejemplo, un consultorio dental.

5 Durante la preparación del sistema justo antes de realizar una medición en un objeto, el dispositivo se acopla en la base de carga para vincular ese dispositivo con esa estación base como parte del protocolo de uso, por ejemplo, antes de iniciar una sesión de prueba del paciente en un consultorio dental. El protocolo de uso puede ser controlado por el *software*.

10 Para las modalidades en las que el dispositivo puede estar equipado con un elemento desechable o un montaje descrito anteriormente, la porción desechable generalmente se retira del dispositivo antes de colocar el dispositivo en la base de carga. En otras modalidades, la porción desechable puede acomodarse físicamente en la interfaz entre el dispositivo y la base.

15 La presente invención se refiere además a un montaje o elemento no reutilizable y desechable en un entorno sanitario. Como se indicó anteriormente, el elemento o montaje desechable es para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto sometido a la medición a través de la transferencia desde el sistema o la contaminación cruzada de objetos previos que se someten a las mediciones, sin tener que realizar un proceso de descontaminación antes de mover a un objeto de prueba diferente. Para asegurarse de que tales elementos o montajes una vez utilizados no se reutilicen, los elementos o montajes desechables pueden programarse para un solo uso. En una modalidad, se puede usar un chip de computadora. El chip puede estar presente en una PCB ubicada en el elemento o montaje desechable, por ejemplo, en la parte posterior del montaje desechable, puede servir para garantizar que, una vez
20 utilizado, no puede ser o no se reutilizará, por lo que cualquier material no deseado no puede ser transferido de un paciente a otro. Cuando un elemento o montaje desechable se acopla al dispositivo, el chip en montaje o elemento es interrogado por el dispositivo con un sistema de desafío y respuesta para garantizar la autenticidad. Una vez autenticado, se marca permanentemente como 'usado'. Si un montaje o elemento usado se coloca nuevamente en el dispositivo, ya sea el mismo dispositivo o uno diferente, el desafío y la respuesta fallarán y el dispositivo no será capaz de funcionar según lo previsto. En otra modalidad, también se puede usar una función de tiempo de espera para evitar la reutilización del montaje o elemento desechable después de un cierto período de tiempo acoplado. En una modalidad adicional, el chip, así como la función de tiempo de espera, se pueden usar para un seguro adicional. En una modalidad adicional más, el mecanismo de fijación del elemento o montaje desechable puede incluir una parte que, una vez que se
25 retira del dispositivo, se rompe o deforma para que ya no se pueda unir a un dispositivo.

30 Para facilitar aún más la facilidad de uso del sistema, se puede proporcionar una mejor iluminación del objeto sometido a medición, como, por ejemplo, tubos de luz u otra iluminación que se puede usar para permitir una mejor iluminación del objeto y mejorar la visualización por el usuario. En algunas modalidades, los tubos de luz también pueden utilizarse para ayudar al acoplamiento entre componentes, como entre la pieza de mano y el elemento desechable.

35 El elemento desechable, aunque así se denomina, puede ser de un solo uso o también puede ser reutilizable, si se desea. Por lo tanto, el elemento puede ser esterilizable en autoclave o esterilizable usando calor o productos químicos. En cualquier forma de modalidad desechable o reutilizable, se pueden proporcionar varias conexiones extraíbles. Por ejemplo, el elemento desechable puede estar conectado a través de cualquier forma de conexión apropiada, como, por ejemplo, cualquier accesorio roscado, ajuste de fricción, formaciones de bayoneta de acoplamiento, formaciones de tipo lengüeta y ranura, ajuste a presión, abrazaderas, perforación de interinserción y formaciones de espigas, pestillos y otras
40 estructuras de interconexión.

45 El sistema puede ser aplicable para probar varios objetos, tanto anatómicos como mecánicos, como se señaló anteriormente. Para un objeto anatómico, como un diente, natural o restaurado, una estructura de implante dental protésico, una estructura dental o un implante ortopédico, la medición o prueba generalmente se realiza mientras el objeto está estacionario, a menos que el diente o la estructura dental esté flojo y algún ligero movimiento pueda estar presente. Para un objeto mecánico, que puede incluir, entre otros, estructuras compuestas poliméricas que incluyen paneles o paneles en capas o estructuras compuestas metálicas; una estructura de avión, un automóvil, un barco, un puente, un túnel, un tren, un edificio, estructuras industriales que incluyen, entre otras, instalaciones de generación de energía, estructuras de arco u otras estructuras físicas similares, las pruebas también pueden llevarse a cabo en un objeto estacionario o en un objeto móvil mientras se mueve. Por lo tanto, los objetos mecánicos también pueden someterse a pruebas cuando están estacionarios o en movimiento, lo que puede dar una idea particular del objeto en condiciones reales de trabajo. Para objetos en movimiento, como un tren, la prueba se puede realizar en muchos puntos diferentes. Esto se puede realizar usando una herramienta de aplicación de energía, sobre una pluralidad de puntos en el objeto, para obtener una condición promedio del objeto en general o se puede realizar en el mismo lugar usando muchas herramientas o dispositivos separados para obtener un resultado promedio en el mismo punto. Para realizar
50 mediciones en el mismo lugar utilizando muchas herramientas de aplicación de energía, los dispositivos o herramientas pueden colocarse, por ejemplo, en sucesión a lo largo de la trayectoria del objeto en movimiento a lo largo de una
55

5 distancia, por ejemplo, una serie de varilla de golpeo que impacta el objeto, y controlando el espacio entre las herramientas o dispositivos, puede hacerse coincidir la velocidad del objeto en movimiento, por ejemplo, un tren, con el espacio de la aplicación de energía en el mismo lugar del objeto para obtener un valor promedio para el punto. En este ejemplo, las mediciones pueden realizarse bajo condiciones de operación reales. En una modalidad, la serie de dispositivos puede ser una serie lineal, ya sea vertical u horizontal, o una serie curva. En otro aspecto, la serie puede estar dispuesta en una serie bidimensional, plana o curvilínea.

En las modalidades en las cuales el objeto es grande, la medición en diferentes ubicaciones del objeto, por ejemplo, impactando en una pluralidad de porciones del objeto puede permitir una mejor evaluación de las propiedades estructurales que son mejores representaciones del objeto.

10 La presente invención ofrece además la capacidad adicional de operar en ángulos variables desde la horizontal o vertical, y modular el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal o vertical durante la medición. Esto puede ayudar aún más a generar una imagen más completa del verdadero estado del objeto sometido a medición. Por ejemplo, como se señaló anteriormente, mientras que los procedimientos convencionales para probar un objeto pueden obstruirse más fácilmente por un defecto de superficie grande ya que esto puede enmascarar otros defectos debajo de la superficie u otros puntos en o cerca de la superficie, la capacidad de la presente invención para operar en cualquier ángulo puede aliviar tales dificultades, por ejemplo, el peligro de obstrucción debido a un defecto grande que sobrepasa un defecto más pequeño cuando se opera en un ángulo, puede minimizarse cuando se opera en otros ángulos.

20 Además, como se señaló anteriormente, el elemento desechable también puede estar presente en cualquier herramienta de aplicación de energía de contacto o sin contacto, ya que las herramientas aún pueden estar presentes dentro de la cavidad bucal del paciente en la aplicación dental, o en situaciones donde la contaminación o la contaminación cruzada está presente, para minimizar la contaminación.

25 En general, la herramienta de aplicación de energía puede tener cualquier forma o perfil y cualquier tipo para la aplicación de diferentes tipos de energía. Por ejemplo, para realizar pruebas en un entorno dental, la forma o perfil de la herramienta puede tener una dimensión menor que la de una parte de avión. El tipo de energía aplicada también puede variar, por ejemplo, puede ser energía mecánica, energía electromagnética, ultrasonido o energía acústica, como se señaló anteriormente. En cualquier tipo de alimentación de potencia, se desea minimizar la cantidad de energía para producir un buen resultado, ya que una mayor energía puede dañar el objeto y, por lo tanto, no es tan deseable.

30 La presente invención puede incluir además, en algunas modalidades, la forma variable de la porción o punta de contacto de la herramienta de aplicación de energía configurada para adaptarse mejor a la superficie del objeto que se medirá, ya sea que haya contacto físico o no durante el impacto. Por ejemplo, la superficie de golpeo o impacto de la herramienta puede tener diferentes formas, por ejemplo, puede ser plana, curva o con forma similar a la superficie que se medirá.

35 En una modalidad, la presente invención puede incluir un kit o una pluralidad de herramientas de aplicación de energía que tienen tamaños y formas variables para entrar en contacto con la porción o superficie de la herramienta de aplicación de energía adecuada para medir un área más grande de un objeto con topografía variable.

En otra modalidad, la presente invención puede proporcionar un kit que tiene una herramienta de aplicación de energía y una pluralidad de porciones de impacto intercambiables para la herramienta de aplicación de energía, que tiene tamaños y formas de porción de contacto variables para adaptarse mejor a la muestra para cada tipo de objetos.

40 En una modalidad adicional, la presente invención puede incluir un dispositivo que tiene una serie o disposición de herramientas de aplicación de energía. En un aspecto, la serie de herramientas puede estar dispuesta en una línea, vertical u horizontal. En otro aspecto, la serie también puede ser curva. En otro aspecto más, la serie puede ser una serie bidimensional, plana o curva.

45 El dispositivo y/o una porción del dispositivo también pueden tener un revestimiento antimicrobiano revestido sobre el mismo capaz de eliminar, prevenir, retardar o minimizar el crecimiento de microbios, minimizando así el uso del proceso de autoclave a alta temperatura o productos químicos agresivos y puede aumentar el tipo y la cantidad de materiales útiles como sustratos para hacer tales herramientas o instrumentos.

50 La presente invención incluye además un sistema para medir características estructurales de un objeto que tiene un dispositivo con una carcasa que tiene un interior hueco, un eje longitudinal y un frente abierto; una herramienta de aplicación de energía montada dentro de la carcasa para aplicar energía al objeto, la herramienta de aplicación de energía tiene una posición de descanso y activa, y aplica energía a través del frente abierto de la carcasa para impactar el objeto sometido a medición; un mecanismo accionador soportado dentro de la carcasa y acoplado a la herramienta de aplicación de energía, el mecanismo accionador adaptado para aplicar energía repetidamente para impactar el objeto

5 con sustancialmente la misma cantidad de fuerza si el eje longitudinal del dispositivo está en una posición sustancialmente horizontal o formando un ángulo de hasta menos de aproximadamente +/- 45 grados con la posición horizontal, el mecanismo accionador tiene un sistema de detección o medición; y una computadora acoplada al dispositivo para controlar la herramienta de aplicación de energía y para analizar cualquier dato recopilado por el dispositivo. El sistema puede medir, durante un intervalo de tiempo, una respuesta de percusión a una respuesta de percusión versus un perfil de tiempo. En una modalidad, la respuesta de percusión incluye el desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía. En otra modalidad, la respuesta de percusión incluye la energía reflejada desde el objeto como resultado de la aplicación de energía.

10 Las modalidades del sistema utilizadas para generar perfiles pueden incluir todas las modalidades descritas anteriormente. El análisis de los perfiles generados revela que el perfil de un diente normal es diferente del de un diente dañado y los diferentes perfiles de dientes dañados también representan diferentes tipos de defectos, diferentes ubicaciones de defectos, número de sitios de defectos y combinaciones de los mismos.

15 La presente invención se refiere además a un dispositivo para medir las características estructurales de un objeto de una manera no invasiva y/o no destructiva. Los resultados de la prueba pueden ser de diferentes objetos que pueden estar relacionados o no. Sorprendentemente, los resultados de la prueba pueden usarse no solo para predecir resultados de objetos relacionados solo con los objetos que se prueban, sino que cuando se analizan y compilan, los resultados acumulativos de las mediciones pueden generar un modelo, que puede utilizarse, para predecir rápidamente, con una prueba simple, el tipo de problemas presentes en un objeto no relacionado que no es discernible visualmente o de radiografías. El modelo puede usarse para ayudar a determinar las medidas correctivas adecuadas para monitorear y/o restaurar el objeto para emitir sustancialmente la etapa libre.

20 La presente invención junto con las ventajas anteriores y otras pueden entenderse mejor a partir de la siguiente descripción detallada de los aspectos, modalidades y ejemplos de la invención y como se ilustra en los dibujos. La siguiente descripción, aunque indica diversos aspectos, modalidades y ejemplos de la invención y numerosos detalles específicos de la misma, se proporciona a modo de ilustración y no de limitación. Se pueden realizar muchas sustituciones, modificaciones, adiciones o reordenamientos dentro del alcance de la invención y la invención incluye todas estas sustituciones, modificaciones, adiciones o reordenamientos.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo en modalidades de la presente invención;
- 30 Las figuras 1a y 1b ilustran vistas en perspectiva de una pieza de mano con porciones de manguito en modalidades de la invención;
- La figura 1c ilustra el extremo de una pieza de mano sin una porción de manguito;
- La figura 1d ilustra una vista en despiece de una pieza de mano con una porción de manguito;
- La figura 1e ilustra una vista en despiece de una porción de una pieza de mano que muestra porciones del mecanismo accionador, un sensor de fuerza y un alambre de detección piezoeléctrico sin una porción de manguito mostrada;
- 35 La figura 1f ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo con una porción de manguito sustancialmente perpendicular y una herramienta de aplicación de energía giratoria;
- La figura 1g ilustra una configuración alternativa para elementos de iluminación;
- Las figuras 1h y 1i ilustran el movimiento de una herramienta de aplicación de energía giratoria;
- Las figuras 1j y 1k ilustran el movimiento de una herramienta de aplicación de energía que se traslada verticalmente;
- 40 Las figuras 1l, 1m y 1n ilustran ejemplos de series de herramientas de aplicación de energía;
- La figura 2 ilustra una porción de manguito con una pestaña;
- La figura 2a ilustra una porción de manguito con un elemento de seguridad y un elemento de fijación;
- La figura 2b ilustra una vista en sección transversal en perspectiva a lo largo de un eje largo de una porción de manguito con un elemento de contacto;
- 45 La figura 2c ilustra una porción de manguito sin una pestaña;
- Las figuras 2d y 2e ilustran porciones de contacto de una porción de manguito con porciones móviles o deformables;

- La figura 2f ilustra una porción de manguito con una pestaña y una superficie de contacto ampliada;
- La figura 2g ilustra una porción de manguito con un elemento de seguridad, interfaces de iluminación y un elemento de fijación;
- 5 La figura 2h ilustra una vista en sección transversal en perspectiva a lo largo de un eje largo de una porción de manguito con un elemento de contacto e interfaces de iluminación;
- La figura 2i ilustra una vista en perspectiva de una porción de manguito con una pestaña que tiene una formación de conformación;
- La figura 3 ilustra el contacto de una porción de manguito con objetos con una superficie irregular con una porción convexa;
- 10 La figura 3a ilustra el contacto de una porción de manguito con objetos con una superficie irregular con una porción cóncava;
- Las figuras 4, 4a y 4b ilustran la transferencia de la fuerza de contacto de un objeto a un sensor de fuerza;
- Las figuras 5 y 5a ilustran una unidad base para una pieza de mano;
- La figura 6 ilustra un sensor de fuerza en capas; y
- 15 La figura 7 muestra un diagrama de flujo para operar una pieza de mano para colocar y tomar una medición de un objeto;
- Las figuras 8, 8a y 8b ilustran el dispositivo de la presente invención con una porción de manguito que tiene una pestaña orientada en la horizontal, una inclinación positiva y una inclinación negativa al medir un objeto, respectivamente;
- 20 Las figuras 8c, 8d y 8e ilustran adaptadores para el dispositivo para orientaciones horizontales, una inclinación positiva y una inclinación negativa al medir un objeto, respectivamente;
- Las figuras 8f, 8g y 8h ilustran el dispositivo de la presente invención sin una pestaña en la porción de manguito orientada en horizontal, una inclinación positiva y una inclinación negativa al medir un objeto, respectivamente;
- La figura 9 ilustra el uso de una serie de herramientas de aplicación de energía para medir un objeto en movimiento;
- La figura 10 muestra la respuesta de energía de un objeto normal y dañado;
- 25 La figura 10a muestra la respuesta energética de un material compuesto bien unido y débilmente unido;
- La figura 11 ilustra una vista en despiece de una pieza de mano con una porción de manguito y componentes de transferencia de fuerza conectados rígidamente;
- La figura 11a ilustra un diagrama de bloques de una pieza de mano con una porción de manguito y componentes de transferencia de fuerza conectados rígidamente;
- 30 La figura 11b ilustra una vista en sección transversal en perspectiva parcial de una pieza de mano con componentes de transferencia de fuerza conectados rígidamente;
- La figura 11c ilustra una vista en perspectiva parcial de las partes internas de la pieza de mano con componentes de transferencia de fuerza conectados rígidamente con una parte de la carcasa retirada; y
- 35 La figura 11d muestra los componentes que están conectados rígidamente entre sí en la pieza de mano de las figuras 11 a 11c.

Descripción detallada de la invención

- La presente invención se refiere a un dispositivo para medir características estructurales de un objeto de una manera no invasiva y/o usando un procedimiento de medición no destructivo. El objeto puede ser sometido a un proceso de aplicación de energía y el sistema está adaptado para proporcionar una medición objetiva y cuantitativa de las características estructurales del objeto después del proceso de aplicación de energía. El sistema y procedimiento de la presente invención son capaces de operar en ángulos variables desde la horizontal y modular el proceso de aplicación de energía para imitar una posición sustancialmente horizontal durante la medición, como para aumentar la flexibilidad de operación, por ejemplo, para adaptarse para alcanzar objetos de difícil alcance, para generar mediciones más
- 40

reproducibles, y también para poder detectar mejor cualquier anomalía que pueda estar presente en un objeto. El dispositivo puede incluir un dispositivo, por ejemplo, un instrumento de percusión, que tenga al menos una porción capaz de ser reproducible en contacto con el objeto sometido a la medición para mediciones más reproducibles, incluso para un objeto presente en, por ejemplo, lugares de espacio restringido y/o de difícil acceso. Como se mencionó anteriormente, el dispositivo de la presente invención utiliza un procedimiento no destructivo. Esto es aplicable a un sistema que puede o no tener partes y/o elementos desechables para ayudar a la reposición. Como se señaló anteriormente, el dispositivo puede ser parte de un sistema que incluye *hardware* computarizado y *software* de instrumentación que puede programarse para activar, ingresar y rastrear la acción y respuesta del dispositivo para determinar las características estructurales del objeto. El *hardware* puede incluir una computadora para controlar el dispositivo y para analizar cualquier dato recolectado, por ejemplo, la desaceleración de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo, al impactar con un objeto. En general, el dispositivo y el *hardware* pueden comunicarse a través de conexiones alámbricas, conexiones inalámbricas y/o una combinación. Tras la activación, la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo se extiende a una velocidad hacia un objeto y la desaceleración de la varilla de golpeo con el objeto puede medirse un dispositivo de medición, por ejemplo, un sensor de fuerza piezoeléctrico, instalado en el dispositivo y transmitido al resto del sistema para su análisis. En un aspecto, la varilla de golpeo puede programarse para golpear repetidamente un objeto, por ejemplo, un cierto número de veces por segundo o minuto a sustancialmente la misma velocidad y la información de desaceleración se registra o compila para su análisis por el sistema. En algunas modalidades, el objeto puede ser golpeado 4 veces por segundo.

En general, el objeto puede estar sujeto a un proceso de aplicación de energía proporcionado a través de un dispositivo, por ejemplo, una pieza de mano, que forma parte de un sistema computarizado capaz de recolectar y analizar cualquier dato animado del objeto. Como se indicó anteriormente, se pueden determinar muchas características estructurales diferentes utilizando el dispositivo de la presente invención, incluyendo las capacidades de amortiguamiento de vibraciones, capacidades de amortiguamiento acústico, integridad estructural o estabilidad estructural de objetos mecánicos y anatómicos y cualquier fundamento en el que se puedan anclar, como se señaló anteriormente. Para un objeto anatómico, como un diente, una estructura de implante dental protésica, natural o restaurada, una estructura dental o un implante ortopédico, los ejemplos de las características estructurales definidas en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguamiento de vibraciones, capacidades de amortiguamiento acústico o estabilidades estructurales y puede indicar la salud del objeto. La salud del objeto también puede estar correlacionada con densidades óseas o un nivel de osteointegración; integridad estructural, como defectos o grietas, señalados anteriormente. Para los objetos en general, tales mediciones también pueden estar correlacionadas con su integridad estructural, tales como defectos o grietas, también como se señaló anteriormente. Para una estructura física, como un avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio u otras estructuras físicas similares o material de amortiguamiento adecuado para ayudar en la construcción de tales estructuras, los ejemplos de las características estructurales que se definen en el presente documento pueden incluir capacidades de amortiguamiento de vibraciones, capacidades de amortiguamiento acústico, o estabilidad estructural y puede indicar la salud de la integridad estructural del objeto.

La presente invención proporciona una medición efectiva y repetible de las características estructurales de un objeto, mencionadas anteriormente y/o a continuación.

Puede usarse el instrumento de la presente invención para tales fines y puede ser útil para predecir la idoneidad de un material antes de la construcción, además de, por ejemplo, un objeto anatómico, para la detección de la pérdida de sellado de cemento; falla de cemento; falla de enlace; microfiltración, caries y así sucesivamente después de la construcción, como se mencionó anteriormente. Además, la presente invención es útil para distinguir entre los defectos inherentes al material que compone la estructura u objeto, y las grietas o fracturas como se describió anteriormente debido a un trauma o desgaste o cargas repetidas. Los defectos inherentes a la construcción del hueso o del material de un implante, o una estructura física, por ejemplo, pueden incluir lesiones en el hueso, defectos similares en la construcción del implante o polímero, compuestos o aleaciones de polímeros, cualquier tipo de cerámica, o compuestos o aleaciones metálicas. Por ejemplo, al medir las características de amortiguamiento de los dientes, ya sean naturales o restaurados, las estructuras de implantes dentales, las estructuras de implantes ortopédicas y una variedad de otras aplicaciones en las que se utiliza la medición de las características de amortiguamiento, que incluyen, pero no se limitan a, pruebas de las estructuras de aviones, estructuras compuestas, materiales de ingeniería o la seguridad de los implantes médicos, y es particularmente ventajoso en lugares de difícil acceso o en los que no se podrían utilizar los acopladores líquidos de los implantes. También, se puede medir la integridad estructural, como la flojedad de un tornillo, las grietas en los dientes, así como los huesos y huecos óseos, las restauraciones despegadas y el daño en los materiales del circuito integrado. Sin embargo, la lista anterior no pretende ser exhaustiva.

En un aspecto de la invención, el sistema puede incluir un instrumento que aloja una herramienta de aplicación de energía para generar una fuerza aplicada en un objeto, como a través de impacto físico, percusión o impacto de golpeo repetido y un mecanismo de detección para detectar características de la fuerza aplicada resultante, como, por ejemplo, la desaceleración de la herramienta de aplicación de energía en el momento del impacto, la energía que se propaga hacia atrás a partir del impacto, la deformación física de la herramienta de aplicación de energía y/o cualquier otra

característica apropiada o combinación de las mismas.

En modalidades ejemplares, el instrumento puede incluir una pieza de mano 100 que tiene una carcasa 102 que aloja la herramienta de aplicación de energía y el mecanismo de detección, como se ilustra en los diagramas de bloques de las figuras 1 y 11a y la vista en despiece de las figuras 1d y 11. En general, una pieza de mano puede referirse a un dispositivo de mano, pero también puede incluir, sin limitación, cualquier otra forma apropiada para la aplicación deseada, como dispositivos montados o dispositivos articulados por herramientas o mecánicamente o robóticamente. La pieza de mano 100 también puede denominarse, por ejemplo, un dispositivo o instrumento intercambiable en el presente documento. En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110, como se ilustra, puede montarse dentro de la carcasa 102 para el movimiento axial en la dirección A hacia un objeto, y tal movimiento axial puede realizarse a través de un mecanismo accionador 140. El mecanismo accionador 140 generalmente puede ser un motor lineal o accionador, como un mecanismo electromagnético que puede afectar la posición axial de la herramienta de aplicación de energía 110, como al producir un campo magnético que interactúa con al menos una porción de la herramienta de aplicación de energía 110 para controlar su posición, velocidad y/o aceleración a través de la interacción magnética. Por ejemplo, una bobina electromagnética colocada al menos parcialmente sobre la aplicación de energía 110 puede ser energizada para impulsar la herramienta de aplicación de energía 110 hacia el objeto que se medirá, como se ilustra con la bobina electromagnética 140, que puede ser retenida por una envoltura 140b, como se ilustra en la vista en despiece de la figura 1e. La bobina electromagnética también puede, por ejemplo, energizarse alternativamente para impulsar la herramienta de aplicación de energía 110 hacia atrás para prepararse para un impacto posterior. También, se pueden incluir otros elementos, como los elementos magnéticos de rebote, para ayudar a recolocar la herramienta de aplicación de energía 110 después de la propulsión a través de la bobina electromagnética. Un mecanismo de detección, como el mecanismo de detección 111, puede entonces utilizarse para medir las fuerzas o la energía de la herramienta de aplicación de energía 110, y generalmente se separa de las fuerzas externas, como las fuerzas de contacto de la pieza de mano 100 contra un objeto, que generalmente puede detectarse, por ejemplo, por un sensor separado, como un sensor de fuerza 143, como se aborda con más detalle a continuación. El mecanismo accionador 140 y/u otras porciones del instrumento generalmente pueden ser impulsados por una fuente de energía, como se muestra con la fuente de energía 146, que puede ser una batería, un capacitor, una celda solar, un transductor, una conexión a una fuente de energía externa y/o cualquier combinación adecuada. Puede proporcionarse una conexión externa a una fuente de energía, ya sea para impulsar la pieza de mano 100 o para cargar la fuente de energía interna, como la fuente de energía 146, como una interfaz de potencia 147 en la figura 1, que puede incluir, por ejemplo, un contacto de potencia 113a como en las figuras 1c y 1d para carga conductiva directa, o la interfaz de potencia 147 puede utilizar carga inalámbrica, como carga inductiva.

En algunas otras modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110 puede utilizarse para moverse sustancialmente en una dirección A que puede ser perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la carcasa 102, como se ilustra en el diagrama de bloques de una pieza de mano 100 en la figura 1f. Como se ilustra, la herramienta de aplicación de energía 110 puede, por ejemplo, tener una forma sustancialmente en L para adaptarse a la interacción con el mecanismo accionador 140 y sobresalir en la dirección A, sustancialmente perpendicular al eje de la carcasa 102. Como se ilustra en un ejemplo, el mecanismo accionador 140 puede actuar sobre la herramienta de aplicación de energía 110 para hacer que se balancee en un pivote 110a, haciendo que se mueva en la dirección A en su punta. El mecanismo accionador 140 puede utilizar, por ejemplo, un elemento magnético alterno que puede actuar sobre la herramienta de aplicación de energía 110 para hacer que se mueva alternativamente en dos direcciones, como hacia arriba y hacia abajo. En otro ejemplo, la porción de la curva de la herramienta de aplicación de energía en forma de L 110, como se muestra con la curva 110b, puede incluir una construcción flexionable y/o deformable de tal manera que una fuerza lineal aplicada por el mecanismo accionador 140 pueda empujar la herramienta de aplicación de energía 110 en la dirección A en la punta, al transmitir el movimiento hacia adelante alrededor de la curva 110b. Por ejemplo, la curva 110b puede incluir una sección trenzada, segmentada, con forma de resorte y/o que puede doblarse, que también puede transmitir movimiento y/o fuerza alrededor de una curva. En general, la forma de la herramienta de aplicación de energía en forma de L 110 puede incluir otros ángulos además de 90 grados, como entre aproximadamente +/- 45 grados desde la porción trasera 110d. En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110 también puede incluir múltiples porciones que pueden ser separables, como las porciones 110c y 110d, de modo que, por ejemplo, la porción 110c puede retirarse y disponerse entre usos o pacientes, para ayudar a la prevención de la contaminación cruzada. En general, las porciones separables pueden incluir una interfaz para acoplarlas para su uso en una medición de modo que actúen sustancialmente como una herramienta de aplicación de energía unitaria 110, como se describe a continuación.

En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía en forma de L 110 puede balancearse sobre un pivote 110a, como, por ejemplo, con una fuerza externa aplicada desde un mecanismo accionador 140, como se muestra en las figuras 1h y 1i. Por ejemplo, el mecanismo accionador 140 puede aplicar fuerzas alternas a la herramienta de aplicación de energía 110 para hacer que se balancee alrededor del pivote 110a, como con una fuerza aplicada D desde la porción 140d aplicada a la porción trasera 110d para causar balanceo en la dirección A' lejos de un objeto objetivo, como se muestra en la figura 1h, o con una fuerza aplicada E desde la porción 140c aplicada a la porción trasera 110d

para causar balanceo en una dirección A" hacia el objeto objetivo de tal manera que la herramienta de aplicación de energía 110 se accione en la dirección A, como se muestra en la figura 1i. Las fuerzas D y E pueden aplicarse mediante cualquier procedimiento apropiado, como, por ejemplo, aplicando una fuerza magnética sobre la herramienta de aplicación de energía 110, que puede contener un elemento magnético o metálico que puede responder a la aplicación de fuerza del mecanismo accionador 140. En general, la forma y el arco de los movimientos de balanceo A' y A" pueden diseñarse de tal manera que la herramienta de aplicación de energía 110 impacte el objeto objetivo en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie del objeto objetivo, como se muestra con el balanceo A" en una orientación sustancialmente vertical de la porción doblada 110c alrededor de la curva 110b en la figura 1i. Para reiniciar el dispositivo 100 para una medición posterior, la porción 140d puede aplicar una fuerza de retorno D, como se muestra en la figura 1h, para provocar que el balanceo A' devuelva la herramienta de aplicación de energía 110 a un estado retirado o en descanso. En general, el interior del dispositivo 100 puede adaptarse para permitir los movimientos de balanceo A' y A" sin interferir con la herramienta de aplicación de energía 110.

En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía en forma de L 110 puede trasladarse con una fuerza externa aplicada desde un mecanismo accionador 140, como se muestra en las figuras 1k y 1l. Por ejemplo, el mecanismo accionador 140 puede aplicar fuerzas alternas a la herramienta de aplicación de energía 110 para hacer que se traslade entre un estado retirado o en descanso, como con una fuerza aplicada E desde la porción 140c aplicada a la porción trasera 110d para tirar de la herramienta de aplicación de energía 110 lejos de un objeto objetivo, como se muestra en la figura 1l, o con una fuerza aplicada D desde la porción 140d aplicada a la porción trasera 110d para hacer que se traslade hacia el objeto objetivo de modo que la herramienta de aplicación de energía 110 se mueva en la dirección A, como se muestra en la figura 1k. Las fuerzas D y E pueden aplicarse mediante cualquier procedimiento apropiado, como, por ejemplo, aplicando una fuerza magnética sobre la herramienta de aplicación de energía 110, que puede contener un elemento magnético o metálico que puede responder a la aplicación de fuerza del mecanismo accionador 140. En general, la herramienta de aplicación de energía 110 puede guiarse o restringirse de modo que se mueva sustancialmente solo en la dirección deseada, como con pasadores de guía, rieles, canales o cualquier otro elemento apropiado. Para reiniciar el dispositivo 100 para una medición posterior, la porción 140c puede aplicar una fuerza de retorno E, como se muestra en la figura 1l, para devolver la herramienta de aplicación de energía 110 a un estado retirado o en descanso.

En algunas modalidades ejemplares, la herramienta de aplicación de energía 110 puede incluir generalmente una varilla de golpeo o una varilla de impacto, como se ilustra en las figuras 1, 1d, 1e y 1f con la herramienta de aplicación de energía en forma de varilla lineal 110. En general, las porciones de la herramienta de aplicación de energía 110 pueden diseñarse para suministrar la cantidad de energía deseada, como a través del impacto, al objeto y/o para llevar la energía de retorno para la medición. La herramienta de aplicación de energía 110 puede diseñarse además para interactuar con el mecanismo accionador 140, por ejemplo, al incluir porciones o componentes metálicos, magnéticos (por ejemplo, ferromagnéticos), conductores y/u otros deseables, como aquellos que pueden ser manipulados por campos y fuerzas magnéticas. La herramienta de aplicación de energía 110 también puede diseñarse, por ejemplo, para disminuir su masa o densidad total, como para facilitar la propulsión mediante el mecanismo accionador 140 y/o para controlar la fuerza de impacto sobre el objeto.

Para ayudar en el movimiento de la herramienta de aplicación de energía 110, como una varilla de golpeo o de impacto, puede utilizarse un soporte o cojinete para que la herramienta de aplicación de energía 110 pueda deslizarse libremente en, pero está restringida de moverse fuera del eje, como se muestra con el retenedor de deslizamiento 112b en las figuras 1d, 1e y 1f.

Generalmente, la fuerza de impacto realizada por la herramienta de aplicación de energía 110 sobre el objeto sometido a medición puede variar dependiendo de la masa de la herramienta de aplicación de energía 110, la distancia recorrida al entrar en contacto con el objeto desde una posición inicial y el ángulo de inclinación del dispositivo 100 o la herramienta de aplicación de energía 110 con respecto a la horizontal.

En algunos ejemplos, para una masa dada de la herramienta de aplicación de energía 110 y otros factores que son iguales, la fuerza de impacto puede ser mayor en una inclinación negativa desde la horizontal, como se ilustra con el dispositivo 100 en las figuras 8b y 8h (con una pestaña 124 y sin una pestaña 124 en la porción de manguito 120, respectivamente), que la fuerza de impacto en una posición horizontal, como se muestra con el dispositivo 100 en las figuras 8 y 8f (con una pestaña 124 y sin una pestaña 124 en la porción de manguito 120, respectivamente), ya que la gravedad puede contribuir a la fuerza en el impacto. El aumento de la contribución de la fuerza por la gravedad generalmente puede aumentar con el grado de inclinación negativa hasta que el dispositivo 100 alcance una orientación vertical con la herramienta de aplicación de energía 110 apuntando hacia abajo. En otros ejemplos, la fuerza de impacto puede ser menor con una inclinación positiva del dispositivo 100, como se muestra en las figuras 8a y 8g (con una pestaña 124 y sin una pestaña 124 en la porción de manguito 120, respectivamente), ya que la gravedad en el ángulo positivo funciona en lugar de contribuir a la fuerza de impacto.

- Generalmente, se puede usar una fuerza equivalente de entre 1 y 15 newton en la aplicación de energía a un objeto con la herramienta de aplicación de energía 110. Dado que el extremo bajo de la fuerza de impacto puede no ser óptimo, el dispositivo 100 generalmente puede colocarse en contacto con el objeto sometido a medición en una posición sustancialmente horizontal para obtener mejores resultados, por ejemplo, calibrando el sistema para la cantidad óptima de esfuerzo sobre el objeto. Esto puede ser bastante restrictivo en la capacidad de colocar el dispositivo 100. Por ejemplo, algunos objetos sometidos a medición pueden estar en lugares de difícil acceso, como porciones de la boca humana, y puede ser necesario inclinar el dispositivo 100. Por lo tanto, en algunos casos, se puede usar una fuerza equivalente más alta, por ejemplo, se pueden usar 10 a 50 newton en un dispositivo 100 para incorporar cierta flexibilidad en la colocación del dispositivo 100 sobre un objeto. Incluso en este intervalo de fuerza de impacto más alta, el extremo inferior, es decir, cuando el dispositivo 100 se coloca en una inclinación en un ángulo positivo con respecto a la horizontal, como se muestra en las figuras 8a y 8g, pueden ser inferiores a la fuerza de impacto necesaria para generar una medición óptima, mientras que, en el extremo superior, la fuerza puede ser mucho mayor de lo deseado en algunos casos, como en la posición ilustrada en las figuras 8b y 8h. Sin embargo, esta capacidad incorporada de una fuerza mayor en caso de que sea necesario colocar el dispositivo 100 en un ángulo horizontal puede ser indeseable cuando se usa en algunas situaciones, por ejemplo, una configuración dental. Por ejemplo, puede necesitarse un intervalo de fuerza de impacto equivalente de aproximadamente 20 a 45 newton, por ejemplo, en un entorno dental, como con dientes humanos u otros objetos, como se ilustra en las figuras 8, 8a, 8b, 8f, 8g y 8h con el diente 90, para obtener mejores resultados con cierta flexibilidad de colocación, y dicha fuerza puede ser bastante incómoda para el paciente.
- En modalidades ejemplares de la presente invención, el sistema puede utilizarse para ejercer sustancialmente la misma fuerza de impacto sobre el objeto en varios ángulos desde la horizontal, como si el dispositivo 100 estuviera operando horizontalmente. Por lo tanto, si el dispositivo 100 está operando entre aproximadamente más/menos 45 grados, incluso, por ejemplo, aproximadamente más/menos 30 grados, el dispositivo 100 puede generar aproximadamente la misma cantidad de fuerza de impacto equivalente, por ejemplo, aproximadamente 20 a 30 newton.
- En algunas modalidades, el dispositivo 100 puede emplear un conjunto de adaptadores o elementos diferentes para establecer un ángulo particular entre la herramienta de aplicación de energía 110 y el objeto 90, como, por ejemplo, para permitir ángulos altamente reproducibles y/o consistentes para mediciones, como crear conjuntos de datos promediados. Las figuras 8c, 8d y 8e ilustran diferentes modalidades de una porción de manguito 120 con elementos en ángulo para cambiar el ángulo de suministro de energía desde la herramienta de aplicación de energía 110, como aproximadamente perpendicular al objeto 90 en la figura 8c, un ángulo positivo (por ejemplo, 45 grados o menos) al objeto 90 como en la figura 8d, o un ángulo negativo (por ejemplo, -45 grados o más) al objeto 90 como en la figura 8e. El conjunto de adaptadores o elementos, como las porciones de manguito 120, se pueden desconectar al medir un objeto 90, por ejemplo, para realizar mediciones en diferentes ángulos para crear un conjunto de datos más completo o un conjunto de datos con mayor variación en las ubicaciones de medición.
- Puede estar presente un inclinómetro, por ejemplo, en o dentro del dispositivo 100, como en conexión con la herramienta de aplicación de energía 110, que puede activar una advertencia audible cuando el dispositivo 100 se mantiene contra el objeto y está fuera del intervalo angular de operación, por ejemplo, para una varilla de golpeo, puede activar la advertencia cuando está más/menos aproximadamente 45 grados o más, incluso, por ejemplo, más/menos aproximadamente 30 grados o más de la horizontal, en ese punto, el ángulo puede afectar sustancialmente el resultado de la medición del objeto.
- En una modalidad, si el dispositivo 100 está orientado de tal manera que el eje de operación es mayor de aproximadamente 45 grados, más, por ejemplo, mayor de aproximadamente 30 grados respecto a la horizontal y el dispositivo 100 se activa cuando se detecta una fuerza de empuje en la porción de contacto del objeto de la porción de manguito, puede resultar en que un altavoz que se encuentra en el dispositivo 100 emita un sonido de advertencia, como la placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés) dentro del dispositivo 100, como se muestra en las figuras 1d y 11. En otra modalidad, la señal de advertencia puede emitirse mediante una señal luminosa, que puede ser una luz intermitente, o una luz de cierto color, que puede emitirse desde una fuente de luz, como las fuentes de luz 114a o a través de la porción de manguito 120 con luz llevada a través de tubos de luz 114, como se ilustra en la figura 4. En tales circunstancias, la acción de percusión, si el dispositivo 100 es un instrumento de percusión, no comenzará hasta que el dispositivo 100 regrese a un ángulo aceptable. En algunos casos, si se inició la acción de percusión cuando se detectó la desviación antes mencionada del intervalo, es posible que el dispositivo 100 no detenga la operación, sino que simplemente suene una alarma, de modo que se puedan hacer correcciones.
- En algunas modalidades, el inclinómetro puede incluir un acelerómetro, como un dispositivo de 3 ejes que mide la gravedad en los tres ejes, los ejes X, Y y Z, un dispositivo de dos ejes o un dispositivo de un eje. En una modalidad de la invención, el dispositivo 100, como una pieza de mano, puede incluir *software* para medir el valor de la fuerza gravitacional (fuerza G) del eje Y (es decir, vertical) a partir de la entrada proporcionada por el inclinómetro. Por ejemplo, si la fuerza G para el eje Y es mayor que aproximadamente el umbral más/menos, digamos, 15 grados, la pieza de mano

5 puede emitir un ruido audible, como pitidos, o una señal luminosa como una luz intermitente, o una luz de cierto color. Si la fuerza G para el eje Y es mayor que el umbral de 30 grados, la pieza de mano puede emitir un pitido más rápido, o si es una señal luminosa, como una luz intermitente, puede ser una luz intermitente más rápida. El acelerómetro puede muestrearse cada, digamos, 100 ms. Se pueden necesitar cinco lecturas válidas consecutivas (500 ms) para accionar un umbral y, por lo tanto, el pitido o el destello, etcétera. Los umbrales para los umbrales de 15 y 30 grados se pueden determinar empíricamente.

10 Por ejemplo, para un dispositivo 100 sin los elementos de la presente invención, durante la operación, si la fuerza de impacto es de aproximadamente 26 newtons a más 15 grados de la horizontal, la fuerza de impacto será de aproximadamente 32 newtons en una posición horizontal, y a menos 15 grados de la horizontal, la fuerza de impacto será de aproximadamente 35 newtons. Con la presente invención, todas las fuerzas de impacto en todos los ángulos mencionados anteriormente pueden ser de aproximadamente 25 newtons o cualquier fuerza de impacto óptima programada para ejercerse. Esto se puede lograr, por ejemplo, variando la aplicación de energía desde el mecanismo accionador 140 a la herramienta de aplicación de energía 110 para acomodar el ángulo de impacto. Los ejemplos de variaciones en la aplicación de energía del mecanismo accionador 140, tal como una bobina electromagnética como se ilustra en la figura 4, puede incluir la variación de la potencia aplicada a la bobina (por ejemplo, voltaje, corriente o ambos), tiempos de accionamiento de la bobina (el tiempo que la bobina está energizada o activada), tiempos de retraso de la bobina (el tiempo entre actividades de accionamiento), número de energizaciones de bobina (es decir, variando el número de impulsos de accionamiento aplicados), polaridad de la bobina y/o una combinación de las mismas. Esta potencia variable, tiempos de accionamiento, polaridad y tiempos de retardo pueden manejarse variando la configuración de *firmware* para la potencia, tiempo de accionamiento, número de accionamientos, polaridad y retardo de accionamiento de la energización de bobina para obtener los resultados deseados. En general, variar la potencia alimentada a la bobina puede alterar la fuerza del campo magnético que genera, con un campo más alto que generalmente imparte más energía a la herramienta de aplicación de energía 110 y un campo más bajo que imparte generalmente menos energía. La variación del tiempo de accionamiento de bobina generalmente puede afectar a la herramienta de aplicación de energía 110 con una duración más larga que imparte más energía total y una duración más corta que imparte menos energía. La variación de los tiempos de retraso de bobina generalmente puede alterar la velocidad de aceleración de la herramienta de aplicación de energía 110. La variación del número de energizaciones de bobina (accionamientos) puede afectar al aumentar la cantidad total de energía aplicada con accionamientos más altos y al disminuir la cantidad total de energía aplicada con accionamientos más bajos. El cambio de polaridad generalmente aplicará movimiento a la herramienta de aplicación de energía 110 en direcciones opuestas y, por lo tanto, un accionamiento de polaridad opuesta puede desacelerar la herramienta de aplicación de energía 110. Sin estar limitado a ninguna teoría particular, se pueden emplear múltiples variaciones para lograr el resultado deseado y el *firmware* se puede diseñar para seleccionar una solución particular o para seleccionar una solución óptima para ciertos casos.

35 En algunas modalidades, el *firmware* puede adaptarse para variar solo ciertas configuraciones del mecanismo accionador, como, por ejemplo, tiempos de accionamiento, número de accionamientos, polaridad y retrasos de accionamiento, mientras se mantienen constantes otras configuraciones, como, por ejemplo, la potencia. Esto puede ser deseable ya que algunas configuraciones pueden ser más difíciles de ajustar, como las configuraciones de potencia que pueden ser relativamente inadaptables debido a una alimentación de potencia particular, como una batería, que generalmente solo puede generar potencia en un nivel dado y requiere componentes más extensos o circuitería para hacerse ajustable.

40 En otras modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110 puede incluir otras formas de aplicación de energía, como, por ejemplo, aplicación de energía electromagnética, aplicación de energía sonora o acústica, y/o cualquier otra forma apropiada de aplicación de energía que pueda generar una señal de retorno medible. Por ejemplo, se puede aplicar energía acústica o sonora, como a través de un transductor de sonido (por ejemplo, transductor de ultrasonido, altavoz u otro elemento acústico). En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110 también puede servir tanto para la aplicación de energía como para la detección de la señal de retorno, como con transductores ultrasónicos.

45 En algunas modalidades, una pieza de mano o dispositivo 100 puede emplear una pluralidad de herramientas de aplicación de energía 110, como en una serie. Las figuras 1l, 1m y 1n ilustran ejemplos de series 170 de herramientas de aplicación de energía 110, como en una serie lineal en la figura 1l, una serie curva o arqueada en la figura 1m y una serie de superficie de conformación en la figura 1n. Las series de herramientas de aplicación de energía 110 pueden utilizarse para interrogar un área mayor de volumen para la medición o pueden utilizarse para interrogar un área desde múltiples ubicaciones o ángulos. En algunas modalidades, las series también pueden utilizarse de maneras controladas temporalmente para realizar mediciones de serie en fases. Por ejemplo, las series de herramientas de aplicación de energía 110 pueden activarse en diferentes momentos para crear efectos en fases, como a través de patrones de interferencia constructiva con ondas ultrasónicas para dirigir la energía en un lugar particular sin mover las herramientas de aplicación de energía 110. En las modalidades en las cuales el objeto es grande, la medición en diferentes ubicaciones del objeto, por ejemplo, impactando en una pluralidad de porciones del objeto puede permitir una mejor

evaluación de las propiedades estructurales que son mejores representaciones del objeto.

En modalidades ejemplares, la pieza de mano 100 puede alojar además un mecanismo de detección 111 para detectar características de los efectos del impacto de la herramienta de aplicación de energía 110 con el objeto. En general, el mecanismo de detección 111 puede estar físicamente acoplado, acoplado funcionalmente o de otro modo en contacto con la herramienta de aplicación de energía 110 de tal manera que pueda detectar las características del impacto. En algunas modalidades, el mecanismo de detección 111 puede incluir un elemento de detección piezoeléctrico que generalmente puede producir una señal o un cambio eléctrico en respuesta a la energía mecánica, como un cambio en la presión sobre el elemento de detección piezoeléctrico, puede utilizarse para el análisis del objeto. Un alambre piezoeléctrico puede, por ejemplo, cargarse en la herramienta de aplicación de energía 110, como se muestra con el mecanismo de detección 111 que se insertará en la figura 1e. El mecanismo de detección 111 también puede incluir otras formas de elementos de detección, como, por ejemplo, un transformador diferencial variable lineal que puede detectar la posición de la herramienta de aplicación de energía 110 debido a cambios en el voltaje en el transformador debido a la colocación de la herramienta de aplicación de energía 110, que puede ser metálica o afectar de otro modo a la inducción en el transformador, acelerómetros, sensores de presión resistiva, medidores de tensión y/o cualquier otro tipo apropiado de sensor o combinación de sensores. En general, la colocación del mecanismo de detección 111 o porciones del mismo puede determinarse para la detección óptima de la característica deseada. Por ejemplo, un elemento de detección piezoeléctrico generalmente se puede colocar lo más cerca posible del punto de impacto, como cerca de la punta que impacta sobre el objeto, de tal manera que se pueda detectar una mayor deformación física de la herramienta de aplicación de energía 110. El mecanismo de detección 111 puede adaptarse para medir la desaceleración de la herramienta de aplicación de energía 110 tras el impacto con un objeto durante la operación, o cualquier vibración causada por el impacto. El mecanismo de detección 111 puede detectar cambios en las propiedades del objeto y puede cuantificar objetivamente sus características internas. Los datos transmitidos por el mecanismo de detección 111 pueden procesarse mediante un programa del sistema, que se explicará más adelante. El mecanismo de detección 111 puede estar dispuesto o próximo a cualquier porción apropiada de la herramienta de aplicación de energía 110, como cerca del extremo que entra en contacto con el objeto, como se muestra en las figuras 1, 1f, 1h a 1k. El mecanismo de detección 111 también puede ubicarse más atrás, como cerca o justo después del doblez 110b de la herramienta de aplicación de energía 110 donde la porción doblada 110c pasa a la porción trasera 110d en las herramientas de aplicación de energía en forma de L 110, como en las figuras 1f, 1h a 1k. El mecanismo de detección 111 también puede ser generalmente un sensor separado del sensor de fuerza 143 de las figuras 1, 1d, 1e, 1f, 1h, 1i, 1j, 1k, 4a, 4b, 11, 11a, 11b y 11c, que pueden utilizarse para detectar la fuerza de contacto de la pieza de mano 100 contra un objeto, en lugar de detectar fuerzas en la herramienta de aplicación de energía 110. Un sensor de fuerza 143 puede incluir cualquier sensor apropiado para medir la fuerza ejercida por el contacto de la pieza de mano 100 contra un objeto por el usuario, como, por ejemplo, un sensor piezoeléctrico, un reóstato de detección de fuerza (por ejemplo, un FSR en modo de derivación), un medidor de tensión o múltiples medidores de tensión (por ejemplo, montados en cantilevers que se flexionan en respuesta a la fuerza aplicada), sensores de posición lineal (por ejemplo, sensores ópticos de posición, campo magnético u otros que pueden detectar un cambio de posición de un componente que presiona contra un resorte u otro elemento donde el cambio de posición lineal corresponda a la fuerza aplicada), y/o cualquier otro tipo apropiado de sensores de fuerza.

En algunas modalidades, la comunicación entre el mecanismo accionador 140 o porciones del mecanismo accionador, por ejemplo, la herramienta de aplicación de energía 110, el mecanismo de detección 111 o el montaje electrónico 144 puede ser a través de una guía o línea de alambre aislado eléctricamente conductor que puede enrollarse en espiral de forma concéntrica alrededor de la varilla de golpeo y tiene propiedades elásticas de resorte. Esto también puede permitir un requisito de espacio mínimo con respecto a la gestión de línea. Por ejemplo, un cordón de alambres enrollado concéntricamente alrededor de la herramienta de aplicación de energía 110 puede utilizarse para transportar señales hacia y/o desde el mecanismo de detección 111. Un propósito de enrollar concéntricamente el alambre es minimizar la tensión en el alambre por el avance repetido y movimiento hacia atrás de la herramienta de aplicación de energía 110. En algunas modalidades, un resorte helicoidal, que puede estar formado por el alambre enrollado en espiral, puede ayudar a evitar o prevenir que la conexión del alambre se enrolle o retuerza.

En otra modalidad, la comunicación entre el mecanismo accionador 140 y la herramienta de aplicación de energía 110 puede transmitirse de forma inalámbrica a través de cualquier conexión inalámbrica adecuada. En un ejemplo, la herramienta de aplicación de energía 110, como la varilla de golpeo, puede ser impulsada hacia adelante al energizar la bobina electromagnética y crear un campo magnético que repele el imán en el extremo de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo. La varilla se retrae invirtiendo la polaridad del voltaje aplicado a la bobina electromagnética. El imán también puede servir para mantener la varilla en su posición retraída cuando la bobina electromagnética no está energizada, a través de su atracción magnética al núcleo de acero de la bobina.

Un resorte helicoidal, si está presente, puede estar compuesto de alambres trenzados que tienen dos alambres individuales trenzados o de una línea coaxial. En su condición de carga, el resorte puede comprimirse a tal grado que la fuerza de su pretensado corresponda a la fuerza de fricción y se oponga a esta fuerza de fricción durante el movimiento

- 5 hacia adelante de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo desde la posición retraída a la posición extendida, o desde una posición sustancialmente paralela al eje longitudinal de la carcasa a una posición que forma un ángulo agudo con el eje en un pivote. La trayectoria pretensada del resorte puede, por lo tanto, ser mucho mayor que el recorrido de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo de tal manera que la potencia del resorte permanezca sustancialmente constante durante todo el recorrido de la varilla de golpeo. Cualquier fuerza de fricción no deseada de los cojinetes del mecanismo de montaje para la varilla de golpeo durante el movimiento hacia adelante también puede compensarse sustancialmente con este resorte.
- 10 La pieza de mano 100 puede incluir características, como en el montaje electrónico 144, que generalmente puede controlar el mecanismo accionador 140 y también puede almacenar, procesar y/o transmitir datos desde el mecanismo de detección 111. El montaje electrónico 144 puede incluir, por ejemplo, funciones de transmisión alámbricas o inalámbricas para transmitir datos a una computadora u otro dispositivo para su análisis de visualización. En algunas modalidades, el montaje electrónico 144 puede interactuar con un dispositivo externo, como a través de los contactos electrónicos 113 en la figura 1c, para transmitir datos.
- 15 Como se ilustra en las figuras 1d y 1e, el mecanismo de detección 111 puede conectarse al montaje electrónico de forma alámbrica, como a través de una conexión alámbrica que se transporta en un conducto 111a, que puede ser flexible, por ejemplo, para adaptarse al movimiento de la herramienta de aplicación de energía 110. El conducto 111a también puede proporcionar protección a la conexión alámbrica contra componentes móviles en la pieza de mano 100, como la herramienta de aplicación de energía 110.
- 20 Como se indicó anteriormente, la pieza de mano 100 puede estar conectada a una alimentación de potencia externa o ser energizada por una fuente eléctrica incluida dentro de la carcasa 102, como la fuente de energía 146. Si es energizada por una fuente eléctrica dentro de la carcasa 102, la fuente de energía 146 puede o no ser recargable. Si es recargable, se puede usar una estación de carga base.
- 25 Las figuras 5 y 5a ilustran una estación base 200 que contiene un receptáculo de pieza de mano 202 para recibir la pieza de mano 100. La estación base 200 puede ser una estación independiente separada o puede ser parte del sistema de la presente invención. Para una estación de carga independiente, cualquier estación existente puede ser aplicable. El mecanismo de carga puede ser alámbrico o inalámbrico. Para estas bases de carga, solo se puede proporcionar corriente eléctrica para cargar el dispositivo. Para una estación base que puede ser parte del sistema, se puede proporcionar más que la corriente eléctrica para cargar el dispositivo.
- 30 La presente invención se refiere además a una estación base que puede ser parte del sistema de la presente invención y puede conectarse a la computadora, por ejemplo, una computadora personal (PC, por sus siglas en inglés) a través de un cable USB (Bus Universal en Serie, por sus siglas en inglés). Esta conexión puede proporcionar tanto la transferencia de datos entre la PC y la estación base, como la corriente eléctrica para cargar el dispositivo durante el proceso de carga cuando el dispositivo está conectado. De esta manera, la estación base también puede servir para actuar como un transceptor inalámbrico para la PC en la comunicación con el transceptor inalámbrico en el dispositivo.
- 35 La figura 5 ilustra un ejemplo de una estación base 200 con contactos electrónicos base 206 que pueden poner en contacto y transferir datos a través de los contactos correspondientes en la pieza de mano 100, como los contactos electrónicos 113. La estación base 200 puede suministrar carga adicional a la pieza de mano, como a través del contacto de potencia base 208, que puede cargarse por contacto con una función correspondiente en la pieza de mano 100, como el contacto de potencia 113a.
- 40 Puede ser deseable que cada dispositivo esté acompañado por su propia estación base de carga. Esto puede evitar la posibilidad de que el dispositivo incorrecto se comunique con la estación base incorrecta en un entorno de múltiples dispositivos. Esto puede ser importante en cualquier entorno de prueba, por ejemplo, un consultorio dental. Por ejemplo, cada pieza de mano 100 puede tener una estación base 200 acompañante.
- 45 Durante la preparación del sistema justo antes de realizar una medición en un objeto, la pieza de mano 100 se puede acoplar en la estación base 200 para emparejar ese dispositivo con esa estación base 200 como parte del protocolo de uso, por ejemplo, antes de detener una sesión de prueba del paciente en un consultorio dental. El protocolo de uso puede ser controlado por el *software*. El emparejamiento también se puede realizar al colocar una estación base 200 y una pieza de mano 100 en un modo de emparejamiento, como a través de los controles 204 y/o un botón de programación 144a como se muestra en las figuras 1d, 5 y 5a.
- 50 Para las modalidades donde el dispositivo puede estar equipado con un elemento o montaje desechable descrito anteriormente, como un manguito 120, la porción desechable generalmente se retira del dispositivo antes de colocar el dispositivo en la estación base 200. En otra modalidad, la porción desechable puede acomodarse físicamente en la interfaz entre el dispositivo y la estación base 200.

5 En algunas modalidades ejemplares, la pieza de mano 100 puede incluir una carcasa con un interior hueco con un extremo abierto, como se ilustra en las figuras 1a, 1b y 1c con carcasa 102, extremo aplicador 102a con apertura 102c y extremo distal 102b. En general, la herramienta de aplicación de energía 110 o al menos una porción de la misma puede emerger de una apertura en la carcasa 102, como se muestra en la figura 1c con apertura 102c. La carcasa 102 también puede incluir elementos de manejo, tales como los elementos de sujeción 103 como se ilustra. La carcasa 102 también puede incluir otros elementos como porciones de acceso del interior, como la cubierta de acceso a la batería 104.

10 La carcasa 102 puede incluir múltiples porciones o partes, como se ilustra en las figuras 1d y 11 con las tapas abisagradas de carcasa superior e inferior 102d, 102e, la tapa de extremo delantero 105 y la tapa de extremo base 106. En general, los componentes de la pieza de mano 100 pueden estar colocados dentro de la carcasa 102, como los colocados sustancialmente de manera axial con la herramienta de aplicación de energía 110 que forma el centro aproximado de la formación con otros componentes colocados concéntricamente.

La tapa de extremo delantero 105 puede incluir aperturas para que surjan porciones del dispositivo, como la apertura 102c para permitir que la herramienta de aplicación de energía 110 y/o sus componentes asociados surjan.

15 En otro aspecto de la invención, el sistema puede incluir elementos para ayudar a la colocación estable, consistente y/o reproducible de la herramienta de aplicación de energía 110 en relación con un objeto que se medirá, que también puede realizarse de una manera que reduce la contaminación cruzada u otros problemas de desinfección.

20 En algunas modalidades ejemplares, se puede incluir una porción de manguito como se describió anteriormente y/o a continuación que puede estar presente o colocada cerca de la porción de la herramienta de aplicación de energía 110 que entra en contacto y/o impacta el objeto y se utiliza junto con la pieza de mano 100 y componentes asociados descritos anteriormente. Las figuras 1, 1a, 1b, 1d y 11 ilustran un manguito 120 colocado cerca del extremo aplicador 102a de la carcasa 102. En algunas modalidades, la porción de manguito, como el manguito 120, puede ser integral a la pieza de mano 100 o montada en la pieza de mano 100 en una manera permanente o semipermanente, como para múltiples usos. La porción de manguito también puede ser una pieza desmontable y/o desechable que se puede reemplazar, como, por ejemplo, entre diferentes pacientes y/o procedimientos para ayudar a reducir la contaminación cruzada u otros problemas de desinfección, como la necesidad de desinfectar/esterilizar las porciones del sistema que entra en contacto a un paciente.

30 Las figuras 2, 2a, 2b y 2c ilustran modalidades del manguito 120 que son piezas separables del resto de la pieza de mano 100. El manguito 120 puede acoplarse generalmente a la pieza de mano 100 o una porción de la misma a través de cualquier forma de conexión apropiada, como, por ejemplo, cualquier accesorio roscado, ajuste de fricción, formaciones de bayoneta de acoplamiento, formaciones de tipo lengüeta y ranura, ajuste a presión, abrazaderas, perforación de interinserción y formaciones de espigas, pestillos y otras estructuras de interconexión. Cualquiera de las conexiones mencionadas anteriormente puede ser segura y liberable. Por ejemplo, un montaje de interconexión puede estar dispuesto en el extremo de la carcasa de asa, por ejemplo, de un dispositivo de mano, donde se produce la conexión, que puede configurarse para conectar de manera liberable la asa y la porción de manguito. Las figuras 1d y 2a ilustran una abrazadera 125 en el manguito 120 que puede sujetarse en una porción de la pieza de mano 100, como el montaje de manguito 112a en las figuras 1c, 1d y 11. En una modalidad de la invención, la porción de manguito, como el manguito 120, puede ser un montaje o elemento no reutilizable y desechable en un entorno de atención médica, como un consultorio de odontología o similares. Como se indicó anteriormente, el elemento o montaje desechable es para ayudar a eliminar o minimizar la contaminación del objeto sometido a la medición a través de la transferencia desde el sistema o la contaminación cruzada de objetos previos sometidos a las mediciones, sin tener que realizar un proceso de descontaminación antes de mover a un objeto de prueba diferente. Para asegurarse de que tales elementos o montajes una vez utilizados no se reutilicen, los elementos o montajes desechables pueden programarse para un solo uso. En algunas modalidades, se puede usar un chip de computadora. El chip puede estar presente en una PCB ubicada en el elemento o montaje desechable, por ejemplo, en la parte posterior del montaje desechable, puede servir para garantizar que, una vez utilizado, no puede ser o no se reutilizará, por lo que cualquier material no deseado no puede ser transferido de un paciente a otro. Las figuras 1 y 2a ilustran un dispositivo acoplado al manguito 120 que puede utilizarse para interactuar con los elementos electrónicos de la pieza de mano 100, como a través de la interfaz de elementos electrónicos 142, que puede utilizar pasadores de contacto como los contactos electrónicos 113 en la figura 1c, u otras formas de interfaz de elementos electrónicos, como ID de radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), comunicación de campo cercano (NFC, por sus siglas en inglés), Bluetooth y/o cualquier otra forma de interfaz apropiada.

50 La interfaz de elementos electrónicos 142 puede incluir una PCB, como se ilustra con la PCB de montaje en manguito 108 y su retenedor 107 en las figuras 1d y 11. Los contactos electrónicos 113, si se utilizan, pueden surgir de la carcasa 102 a través de las aperturas en la tapa de extremo delantero 105. Las señales y/o la potencia pueden transmitirse desde el montaje electrónico 144, como a través de un cable conectado, como se muestra en la figura 11 con cable conector 108a.

55

5 Cuando un elemento o montaje desechable se acopla al dispositivo, el chip en montaje o elemento es interrogado por el dispositivo con un sistema de desafío y respuesta para garantizar la autenticidad. Una vez que se ha autenticado, se marca permanentemente como 'usado'. Si un montaje o elemento usado se coloca nuevamente en el dispositivo, ya sea el mismo dispositivo o uno diferente, el desafío y la respuesta fallarán y el dispositivo no será capaz de funcionar según lo previsto. En otra modalidad, también se puede usar un elemento de tiempo de espera para evitar la reutilización del montaje o elemento desechable después de un cierto período de tiempo acoplado. En una modalidad adicional, el chip, así como la función de tiempo de espera, se pueden usar para un seguro adicional. En una modalidad adicional más, el mecanismo de fijación del elemento o montaje desechable puede incluir una parte que, una vez que se retira del dispositivo, se rompe o deforma para que ya no se pueda unir a un dispositivo. Por ejemplo, la abrazadera 125 en la figura 2a puede adaptarse para romperse cuando se retira el manguito 120.

10 De acuerdo con otra modalidad, la porción de manguito, como el manguito 120, puede ser un montaje o elemento reutilizable y desechable limitado en un entorno de atención médica, como un consultorio de odontología o similares. Por ejemplo, el elemento o montaje desechable también puede ser autoclavable, incluso por un tiempo limitado.

15 En general, el manguito 120 puede sobresalir del extremo aplicador 102a de la carcasa 102 en una distancia sustancialmente coextensiva con el extremo de la herramienta de aplicación de energía 110 durante la medición y puede extenderse al menos hasta el estado extendido o impulsado de la herramienta de aplicación de energía 110 como se describió anteriormente. Por lo tanto, la longitud de la porción de manguito 120 puede depender algo de la longitud de la saliente de la herramienta de aplicación de energía 110 extendida.

20 En algunas modalidades, como se muestra en la figura 1f, la porción de manguito se puede unir al extremo de la carcasa 102 y ser sustancialmente perpendicular a ella cuando la herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo, una varilla de golpeo, pase de ser sustancialmente paralela a formar un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa 102 en un pivote 110a cuando está en operación. La porción de manguito puede ser de forma sustancialmente cilíndrica. En una modalidad adicional, el manguito puede ser una extensión de la carcasa y tener una forma sustancialmente media cilíndrica para permitir que la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, la varilla de golpeo se mueva libremente cuando la varilla de golpeo pase de ser sustancialmente paralela para hacer un ángulo agudo con el eje longitudinal de la carcasa en operación. Al usar este sistema, se pueden realizar mediciones en lugares que son relativamente inaccesibles como, por ejemplo, en el área molar de los dientes de un paciente.

30 El manguito 120 puede incluir generalmente una porción de contacto del objeto 123 que puede utilizarse para descansar o presionar contra la superficie de un objeto, como para estabilizar y/o ayudar en la colocación repetible de la pieza de mano 100 contra el objeto durante una medición. La porción de manguito puede ser de forma sustancialmente cilíndrica y/o cónica con un interior hueco, como se muestra con la porción hueca del manguito 128 con una porción base 127 que tiene una apertura 126 donde la herramienta de aplicación de energía 110 puede entrar. La porción de contacto del objeto 123 puede formar generalmente una apertura a través de la cual la herramienta de aplicación de energía 110 puede acceder al objeto. El tamaño de la apertura puede variar, como para proporcionar una plataforma más grande para apoyarse contra el objeto, como se muestra con la apertura más pequeña formada en la porción de contacto del objeto 123 en la figura 2f, o para proporcionar una apertura más grande, que pueda acomodar superficies de objetos más variadas, como se muestra con las superficies variadas en las figuras 3 y 3a.

40 En algunas modalidades, la apertura de la porción de contacto del objeto 123 puede incluir además un elemento, por ejemplo, un elemento de contacto, para poner en contacto el objeto en una superficie exterior y la herramienta de aplicación de energía 110 en una superficie interna de tal manera que pueda evitar el contacto directo entre la herramienta de aplicación de energía 110 y el objeto. Esto puede ser deseable para ayudar a prevenir que cualquier contaminante u otro problema de desinfección se mueva entre el objeto y la herramienta de aplicación de energía 110 al proporcionar una barrera. Esto puede, por ejemplo, permitir el uso repetido de la herramienta de aplicación de energía 110 sin limpiarlo/esterilizarlo/desinfectarlo entre, por ejemplo, diferentes pacientes. El elemento, como el elemento de contacto 121 como se ilustra en las figuras 1 a 1b y 2, 2b y 2c. En general, el elemento de contacto 121 puede ser flexible, deformable y/o adaptado de otra manera para transmitir las fuerzas hacia y desde la herramienta de aplicación de energía 110 y el objeto durante una medición con una mínima interferencia, atenuación u otros efectos no deseados.

50 En algunas modalidades ejemplares, el elemento de contacto 121 puede ser un componente separado del resto del manguito 120, como se ilustra con el elemento de contacto 121 en las figuras 2b, 2d y 2e. Un elemento de contacto 121 separado puede ser deseable, por ejemplo, de tal manera que pueda moverse al menos semiindependientemente del resto del manguito 120, como se describe más adelante. El elemento de contacto 121 separado puede estar colocado de manera deslizable y/o de otra manera traducible en el manguito 120, como se ilustra en la vista en sección transversal de la figura 2b, con la porción tubular de contacto 121a puede descansar en el manguito 120, como con un ajuste semifriccional de tal manera que está parcialmente retenido, pero aún puede moverse. La porción tubular de contacto 121a también puede incluir elementos que pueden interactuar con los elementos correspondientes del manguito 120, como para proporcionar un intervalo limitado de movimiento, como se ilustra con las ranuras 121c y las pestañas de tope

120a. En otras modalidades, el elemento de contacto 121 puede estar limitado por retenedores, rebordes, topes u otros obstáculos para evitar el movimiento más allá de un intervalo deseado a lo largo del eje longitudinal del manguito 120, como se ilustra con los retenedores de movimiento 120b, 120c en la figura 2h.

5 En algunas modalidades, el elemento de contacto 121 puede incluir una porción de membrana delgada que puede ser de un espesor, deformabilidad y/o forma de tal manera que produzca efectos mínimos sobre la transmisión de fuerzas a través de ella. La figura 2d ilustra una modalidad de un elemento de contacto con una porción de contacto móvil 121a que puede incluir una membrana delgada u otra capa, como se muestra con la porción de contacto 121b separada, que puede moverse y/o deformarse libremente, como una película plástica delgada o lámina metálica. En algunas otras modalidades, tal como en la figura 2e, el elemento de contacto 121 puede formarse con una porción integral que puede 10 deformar, flexionar y/o transmitir de otra manera las fuerzas de la herramienta de aplicación de energía 110, como con un plástico flexible que forma el elemento de contacto 121 con una porción de contacto deformante 121b'. La porción de contacto móvil 121a también puede formarse para adaptarse a la forma de la herramienta de aplicación de energía 110, o viceversa, para una transferencia óptima de fuerza/energía. En algunas modalidades ejemplares, la porción de contacto móvil 121a puede construirse a partir de una lámina metálica, por ejemplo, una lámina u hoja de acero 15 inoxidable, y puede, por ejemplo, estamparse y/o moldearse, por ejemplo, para adaptarse al extremo de la herramienta de aplicación de energía 110, como con una forma convexa. Algunas láminas u hojas metálicas, como el acero inoxidable y materiales similares, pueden ser deseables, por ejemplo, debido a sus características de alta resistencia como rigidez o tiesura, facilidad de moldeo/formación, bajo amortiguamiento de la energía transmitida o fuerza a través de ella, propiedades deseables para uso en aplicaciones médicas o dentales y/o en sus características comunes o de 20 bajo costo. Por ejemplo, puede utilizarse una lámina u hoja delgada de acero inoxidable, como un espesor de aproximadamente 0,1 mm.

En otras modalidades, el extremo cerrado del elemento de contacto 121 puede ser integral al elemento de contacto 121. Por ejemplo, el elemento de contacto 121 puede formarse de un material que puede conformarse en una estructura tubular o de anillo con un extremo cerrado de un espesor deseado, como al estampar un metal (por ejemplo, acero 25 inoxidable, aluminio, cobre u otro metal apropiado). Por ejemplo, el elemento de contacto 121 puede adoptar la forma que se asemeja a un dedal o taza, con el extremo cerrado de un espesor para proporcionar características deformables o móviles.

Por ejemplo, los materiales poliméricos adecuados para, por ejemplo, la membrana de elemento de contacto, pueden incluir cualquier polímero que tenga una o más de las siguientes propiedades, incluida la incisión de coeficientes bajos, 30 alta capacidad de amortiguación, reabsorbible, biodegradable, degradable en agua, transparente, translúcido y no conductivo.

Para el material metálico adecuado, por ejemplo, para hojas o láminas, como acero inoxidable y similares, el material metálico puede ser austenítico, endurecido por trabajo, electropulido, recocido antes de formarse en la forma deseada o formado superplásticamente en la forma deseada.

35 En algunas modalidades, el elemento de contacto 121 puede utilizarse para ayudar a producir un contacto consistente de la herramienta de aplicación de energía 110 con la superficie de un objeto, como con superficies con elementos de superficie irregulares o inconsistentes. Por ejemplo, las figuras 3 y 3a ilustran el uso de la pieza de mano 100 con un objeto 90, donde el objeto 90 tiene elementos de superficie no plana, como el objeto 90 con una superficie de contacto convexa 95 en la figura 3 y otro objeto 90 con una superficie de contacto cóncava 96 en la figura 3a. La superficie de 40 contacto del objeto 123, que descansa sobre la superficie de contacto 94 del objeto 90, puede apoyarse en un elemento de superficie irregular o inconsistente que puede proporcionar un punto de contacto para la herramienta de aplicación de energía 110 ya sea por delante o por detrás del plano de la porción de contacto del objeto 123, como se ilustra con la superficie de contacto convexa 95 que sobresale por detrás del plano en la figura 3 y la superficie de contacto cóncava 96 que queda por delante del plano en la figura 3a. Con el elemento de contacto 121 que se mueve con respecto a la 45 superficie de contacto del objeto 123, puede moverse y/o permanecer en una posición no extendida o retraída C, como se muestra en la figura 3, para proporcionar contacto con la superficie de contacto convexa 95. Además, como se muestra en la figura 3a, el elemento de contacto móvil 121 puede moverse a una posición extendida D para proporcionar contacto con la superficie de contacto cóncava 96. Durante una medición, la herramienta de aplicación de energía 110 puede hacer un impacto inicial que puede empujar el elemento de contacto 121 a la posición correcta dependiendo de la 50 forma de la superficie de contacto 94, y puede permanecer sustancialmente en esa posición o ajustarse a una posición diferente en impactos o posiciones subsiguientes de la pieza de mano 100. En general, el contacto o impacto de la herramienta de aplicación de energía 110 puede controlarse de tal manera que no causa deformación o daño al objeto 90, sino que aplica energía a través de un contacto adecuadamente acomodado como se describe.

55 En algunas modalidades ejemplares, el manguito 120 puede incluir un elemento para estabilidad adicional, como proporcionar estabilidad sustancialmente perpendicular u ortogonal a la dirección A de la herramienta de aplicación de energía 110. Las figuras 1a, 1b y 2 a 2b ilustran porciones de manguito con una pestaña 124 que sobresale del manguito

120 cerca de la porción de contacto del objeto 123, de tal manera que cuando la porción de contacto del objeto 123 está en contacto con una superficie del objeto sometido a la medición, la pestaña 124 puede descansar sobre una porción de la parte superior del objeto, como se muestra con la pestaña 124 que descansa sobre la superficie perpendicular 92 y la porción de contacto del objeto 123 que descansa sobre la superficie de contacto 94 de un objeto 90 en las figuras 3 y 3a.

- 5 La pestaña 124 y la porción de contacto del objeto 123 pueden, por lo tanto, ayudar en colocación repetible de la pieza de mano 100 con respecto al objeto 90 y la porción de contacto del objeto 123 se puede colocar sustancialmente a la misma distancia de la parte superior del objeto en la superficie perpendicular 92 durante las mediciones posteriores para una mejor reproducibilidad. Como se señaló anteriormente, el objeto 90 puede incluir una estructura anatómica o una estructura física o industrial, aunque se muestra una estructura anatómica con un diente humano en las figuras 3 y 3a.
- 10 En cualquiera de las modalidades, las esquinas de la pestaña 124 pueden ser lisas o redondeadas o sustancialmente lisas o redondeadas para evitar que el objeto 90 se enganche. En otras modalidades, la pestaña 124 puede ser lisa, aunque las esquinas no necesariamente estén redondeadas. En cualquiera de las modalidades, la pestaña 124 puede incluir al menos una formación (por ejemplo, una ranura, canal, muesca, surco, etcétera) de modo que cuando la porción de contacto con el objeto 123 esté en contacto con al menos una porción de una superficie de objeto 90 sometida a la medición, la pestaña 124 pueda estar descansando sobre una porción o superficie del objeto 90 y al menos parcialmente conformarse a una protuberancia, saliente u otra porción elevada de la superficie del objeto usando al menos una formación, como con la formación 124a ilustrada como una ranura en la figura 2i.

En general, puede ser deseable que el manguito 120 o porciones del mismo tengan una rigidez suficiente de tal manera que pueda unirse de manera consistente a la pieza de mano 100 y no pueda colapsarse durante el uso. Si se contemplan múltiples usos, el manguito 120 se puede construir generalmente para soportar múltiples procedimientos de esterilización, como mediante autoclave, si es deseado, a menos que se use una cubierta desechable, como se describe a continuación. En otras modalidades, el manguito 120 puede ser desechable, y si no hay un manguito presente, junto con cubiertas desechables, si se usa, y por lo tanto puede construirse de cualquier material que pueda formarse en un manguito 120. Los ejemplos de materiales apropiados pueden incluir, pero sin limitarse a, por ejemplo, un polímero que puede ser moldeado, termoformado o fundido. Los polímeros adecuados incluyen polietileno; polipropileno; polibutileno; poliestireno; poliéster; politetrafluoroetileno (PTFE, por sus siglas en inglés); polímeros acrílicos; cloruro de polivinilo; polímeros de acetal como polioximetileno o Delrin (disponible de DuPont Company); caucho natural o sintético; poliamida, u otros polímeros de alta temperatura como polieterimida similar a ULTEM®, una aleación polimérica como resina Xenoy®, que es un compuesto de policarbonato y polibutilentereftalato, plástico Lexan®, que es un copolímero de policarbonato y resina de tereftalato-isoftalato de resorcinol (todo disponible de GE Plastics); polímeros de cristal líquido, como un poliéster aromático o una amida de poliéster aromática que contiene, como constituyente, al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en un ácido hidroxicarboxílico aromático (como hidroxibenzoato (monómero rígido), hidroxinaftoato (monómero flexible), una hidroxiamina aromática y una diamina aromática (ejemplificadas en las patentes de Estados Unidos números 6.242.063, 6.274.242, 6.643.552 y 6.797.198), anhídridos de poliesterimida con grupo anhídrido terminal o anhídridos laterales (ejemplificados en la patente de Estados Unidos número 6.730.377 o combinaciones de los mismos. Algunos de estos materiales son reciclables o pueden fabricarse para ser reciclables. También se pueden usar materiales compostables o biodegradables y pueden incluir cualquier poliéster biodegradable o compostable, como una resina de ácido poliláctico (que comprende ácido L-láctico y ácido D-láctico) y ácido poliglicólico (PGA, por sus siglas en inglés), resina de polihidroxivalerato/hidroxibutirato (PHBV, por sus siglas en inglés) (copolímero de ácido 3-hidroxibutírico y ácido 3-hidroxipentanoico (ácido 3-hidroxivalérico) y copolímeros de polihidroxialcanoato (PHA, por sus siglas en inglés), y resina de poliéster/uretano. Algunos materiales no compostables o no biodegradables también se pueden hacer compostables o biodegradables mediante la adición de ciertos aditivos, por ejemplo, cualquier aditivo oxo-biodegradable como D2W™ suministrado por (Symphony Environmental, Borehamwood, Reino Unido) y IDPA® fabricado por EPI Environmental Products Inc. Vancouver, Columbia Británica, Canadá.

Además, también se puede usar cualquier material compuesto polimérico, como preimpregnados o materiales compuestos diseñados, que sean polímeros de rellenos con pigmentos, partículas de carbono, sílice, fibras de vidrio o mezclas de los mismos. Por ejemplo, se puede usar una mezcla de policarbonato y ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) para el manguito 120. Para un ejemplo adicional, también se puede usar plástico reforzado con fibra de carbono y/o fibra de vidrio.

Los cauchos sintéticos pueden ser, por ejemplo, materiales elastoméricos y pueden incluir, pero sin limitarse a, varios copolímeros o copolímeros de bloque (Kratons®) disponibles de Kraton; polímeros como caucho de estireno-butadieno o caucho de estireno-isopreno, caucho de EPDM (monómero de etileno-propileno-dieno), caucho de nitrilo (acrilonitrilo-butadieno), y similares.

En algunas modalidades, el manguito 120 también puede estar hecho de materiales metálicos y/o cerámicos que pueden revestirse y/o tratarse adicionalmente con un material adecuado, como un polímero o material compuesto como se ha indicado anteriormente. Por ejemplo, puede utilizarse un material metálico y/o cerámico que puede ser sustancialmente

amortiguador/absorbente/reflectante de vibraciones. También se puede emplear un revestimiento viscoelástico y/o de otro tipo, de tal manera que las vibraciones y/u otra energía mecánica no puedan traducirse en componentes metálicos y/o cerámicos del manguito 120.

5 En una modalidad, se pueden usar titanio y aleaciones de titanio como níquel-titanio, para el manguito 120, o componentes/porciones del mismo.

En un aspecto adicional de la invención, el sistema puede incluir elementos que ayudan a realizar mediciones confiables y repetibles de un objeto, como al detectar la presión de contacto de, por ejemplo, la pieza de mano 100 contra el objeto. A medida que el contacto de la porción de manguito ayuda a estabilizar la pieza de mano en el objeto, durante la medición, la fuerza ejercida por la herramienta de aplicación de energía sobre un objeto y cualquier característica medida puede verse afectada por la fuerza que el operador ejerce sobre la pieza de mano para sostenerla en su lugar contra el objeto. La cantidad adecuada de fuerza de contacto sobre el objeto puede ser importante y puede ser necesario supervisarla, ya que, por ejemplo, una fuerza insuficiente o excesiva ejercida por un operador puede complicar las mediciones e incluso puede producir resultados menos precisos. Se puede disponer un sensor dentro de la pieza de mano para medir tal fuerza de contacto, que generalmente puede no estar acoplada física o mecánicamente a la herramienta de aplicación de energía 110, de tal manera que puede ser útil para supervisar la fuerza de contacto apropiada aplicada por el operador para una mejor reproducibilidad, incluso por diferentes operadores. En general, puede ser conveniente aislar la herramienta de aplicación de energía 110 de otras partes del sistema, como las porciones de la pieza de mano 100 que entran en contacto con el objeto (además de la herramienta de aplicación de energía 110), de tal manera que no interfieran con la herramienta de aplicación de energía o medidas tomadas o se minimiza la interferencia.

En modalidades ejemplares, un sensor puede colocarse de una manera para medir la fuerza ejercida por el operador sobre el objeto a través del contacto con la pieza de mano 100. Por ejemplo, el sensor puede colocarse así, por ejemplo, entre el objeto y la pieza de mano. El sensor también puede colocarse para recibir la fuerza transducida o transmitida desde la porción de la pieza de mano en contacto con el objeto. El sensor también puede colocarse entre la pieza de mano y el operador de una manera que le permita capturar la fuerza aplicada. En algunas modalidades, puede utilizarse un sensor de fuerza interno que puede depender de la transducción o transmisión de la fuerza normal del contacto con el objeto a través de porciones de la pieza de mano 100.

Las figuras 1, 1d, 1e, 11 y 11a ilustran una disposición en la que el contacto de una porción de la pieza de mano 100, como la porción de manguito 120, puede empujar (por ejemplo, a través del contacto en los puntos de contacto 129 mostrados en las figuras 2b y 4) en un miembro de transferencia de fuerza 130, como un manguito de transferencia de fuerza o un componente similar a un manguito, que luego puede ejercer una fuerza al empujar en la dirección B en un sensor de fuerza 143. Un sensor de fuerza 143 puede incluir cualquier sensor apropiado para medir la fuerza ejercida por el contacto de la pieza de mano 100 contra un objeto por parte del usuario, como, por ejemplo, un sensor piezoeléctrico, un reóstato de detección de fuerza (por ejemplo, un FSR en modo de derivación), un medidor de tensión o múltiples medidores de tensión (por ejemplo, montados en cantilevers que se flexionan en respuesta a la fuerza aplicada), sensores de posición lineal (por ejemplo, sensores ópticos de posición, campo magnético u otros que pueden detectar un cambio de posición de un componente que presiona contra un resorte u otro elemento donde el cambio de posición lineal corresponde a la fuerza aplicada), y/o cualquier otro tipo apropiado de sensores de fuerza. El sensor de fuerza 143 puede adoptar además cualquier forma o perfil apropiado, como, por ejemplo, una almohadilla de detección aplanada, que puede estar en forma de anillo que rodea la herramienta de aplicación de energía 110 como se ilustra (como para mantener la separación de la herramienta de aplicación de energía 110 de las fuerzas de contacto que mide el sensor de fuerza 143), o formas como elipsoides, polígonos u otras formas que pueden colocarse en la pieza de mano 100 para detectar la fuerza de contacto. En las vistas en despiece de las figuras 1d, 1e y 11, el sensor de fuerza 143, por ejemplo, se intercala entre un componente fijo relativo. Como se ilustra en las figuras 1d y 1e, el sensor de fuerza 143, puede estar intercalado entre el miembro de interfaz del mecanismo accionador 141, que a su vez está montado rígidamente en el mecanismo accionador 140 como se describe más adelante, y los componentes que transfieren fuerza al sensor de fuerza 143, como se muestra con el apilamiento del manguito 120 (si está presente), el manguito de transferencia 112 y el montaje de manguito 112a/miembro de transferencia de fuerza 130, que puede pasar a través de las aperturas de las porciones de la carcasa, como se muestra con la tapa de extremo delantero 105 y/o la PCB de montaje en manguito 108 y su retenedor 107. El sensor de fuerza 143 puede, por ejemplo, mantenerse en una posición relativamente fija al montarse en una porción rígida de la pieza de mano 100, como el miembro de interfaz del mecanismo accionador 141, que puede, por ejemplo, estar acoplado al mecanismo accionador 140 y/o a la carcasa 102 de la pieza de mano 100 de tal manera que se encuentre en una posición relativamente fija con respecto al operador. El sensor de fuerza 143 puede entonces detectar la carga que se origina desde el contacto con el objeto 90 como empujado contra la porción fija relativa, como el miembro de interfaz del mecanismo accionador 141. En general, puede entenderse que intervienen componentes o porciones entre el contacto del objeto y el sensor de fuerza 143 puede estar presente o no presente, siempre que quede una trayectoria completa de transducción/transmisión para la fuerza restante en operación.

Como se ilustra en la vista en despiece de la figura 11 y el diagrama de bloques de la figura 11a, el sensor de fuerza 143 puede intercalarse alternativamente entre el mecanismo accionador 140 y un soporte de montaje 148, que está montado rígidamente en el cuerpo de la pieza de mano 100, y los componentes que transfieren fuerza al sensor de fuerza 143, como se muestra con el apilamiento del manguito 120 (si está presente), manguito de transferencia 112, montaje de manguito 112a/miembro de transferencia de fuerza 130 (que en sí está montado rígidamente en el mecanismo accionador 140) que puede pasar a través de las aberturas de las porciones de la carcasa, como se muestra con la tapa de extremo delantero 105 y/o PCB de montaje en manguito 108 y su retenedor 107. Un sensor de fuerza 143 puede incluir cualquier sensor apropiado para medir la fuerza ejercida por el contacto de la pieza de mano 100 contra un objeto por parte del usuario, como, por ejemplo, un sensor piezoeléctrico, un reóstato de detección de fuerza (por ejemplo, un FSR en modo de derivación), un medidor de tensión o múltiples medidores de tensión (por ejemplo, montados en cantilevers que se flexionan en respuesta a la fuerza aplicada), sensores de posición lineal (por ejemplo, sensores ópticos de posición, campo magnético u otros que pueden detectar un cambio de posición de un componente que presiona contra un resorte u otro elemento donde el cambio de posición lineal corresponde a la fuerza aplicada), y/o cualquier otro tipo apropiado de sensores de fuerza. El sensor de fuerza 143 puede adoptar además cualquier forma o perfil apropiado, como, por ejemplo, una almohadilla de detección aplanada, que puede estar en forma de anillo que rodea la herramienta de aplicación de energía 110 como se ilustra (como para mantener la separación de la herramienta de aplicación de energía 110 de las fuerzas de contacto que mide el sensor de fuerza 143), o formas como elipsoides, polígonos u otras formas que pueden colocarse en la pieza de mano 100 para detectar la fuerza de contacto. Entonces, la fuerza se transfiere a través del mecanismo accionador 140 al sensor de fuerza 143 según se empuja contra el soporte de montaje 148. Esta disposición puede ser deseable, por ejemplo, para disminuir la flexión o la desalineación de los componentes, como el mecanismo accionador 140 y la herramienta de aplicación de energía 110, ya que están rígidamente conectados entre sí con un fulcro de flexión generalmente presente fuera de estos componentes (es decir entre los componentes 150 y los componentes 152 en la figura 11d, a diferencia de entre el mecanismo accionador 140 y el miembro de transferencia de fuerza 130 como en la figura 1d). Tal flexión o desalineación potencial puede ser indeseable, por ejemplo y sin estar sujeto a ninguna teoría particular, en usos de la pieza de mano 100 que no sea un ángulo normal a la superficie de un objeto, como se ilustra en las figuras 8a, 8b, 8g y 8h contra el objeto 90. El aumento de la rigidez en las conexiones entre el mecanismo accionador 140 y la herramienta de aplicación de energía 110 puede ayudar a reducir cualquier variación en la transferencia de energía desde el mecanismo accionador 140 y la herramienta de aplicación de energía 110 cuando la pieza de mano está sujeta a flexión o carga desigual cuando se presiona contra un objeto 90, como, por ejemplo, cuando se presiona la pieza de mano 100 contra un objeto 90 en ángulo.

En algunas modalidades, como se muestra en la figura 1c y 1e, puede utilizarse un miembro de transmisión o transducción de fuerza sin el manguito 120, como se muestra con el miembro de transferencia de fuerza 130 y el manguito de transferencia 112 en la figura 1e, que puede utilizarse para poner en contacto el objeto.

En modalidades del sistema que usan una porción de manguito, una porción de manguito 120 puede montarse en el miembro de transferencia de fuerza 130, como en el montaje de manguito 112a que puede estar acoplado a o formar una porción del miembro de transferencia de fuerza 130 y puede extenderse fuera de la carcasa 102 a través de la apertura 102a. La fuerza del contacto con el objeto puede ser transferida, como se ilustra en las figuras 4, 4a, 4b y 11b y 11c. Como se ilustra, la fuerza normal E de sostener la porción de manguito 120 contra el objeto puede hacer que el manguito 120 empuje contra el manguito de transferencia 112, que puede ser una porción de o acoplar al miembro de transferencia de fuerza 130, que puede entonces ejercer la fuerza en la dirección B en el sensor de fuerza 143, que puede empujarse contra una porción rígida y/o relativa fija de la pieza de mano 100, como el miembro de interfaz del mecanismo accionador 141, que puede montarse en el mecanismo accionador 140, que a su vez puede montarse en la carcasa 102, como a través de los montajes accionadores 140a, como se ilustra en la figura 4a, como se intercala entre el mecanismo accionador 140 y el soporte de montaje 148 que puede montarse en la carcasa 102, como a través de montajes accionadores 140a, como se ilustra en la figura 11b.

En algunas modalidades, porciones de la pieza de mano 100 pueden moverse con respecto a la porción o porciones rígidas y/o relativas fijas. Esto puede ser deseable para ayudar a transferir la fuerza del contacto con el objeto al sensor de fuerza y para proporcionar una retroalimentación físicamente perceptible al operador del esfuerzo de la fuerza de contacto.

En algunas modalidades, pueden utilizarse múltiples componentes para formar el miembro de transferencia de fuerza 130, como para facilitar la fabricación, el montaje, la replicabilidad de partes, etc. Por ejemplo, como se ilustra, el miembro de transferencia de fuerza 130 puede incluir el manguito de transferencia de partes separadas 112, el montaje de manguito 112a y la porción base de transferencia de fuerza 130b, que puede unirse o al menos hacer contacto para proporcionar transferencia de fuerza, como en los contactos de miembro de transferencia 130a.

Como se ilustra en las figuras 4 y 4a, el miembro de transferencia de fuerza 130 y sus porciones acopladas mecánicamente, como la porción de manguito 120, el manguito de transferencia 112, el montaje de manguito 112a y la porción base de transferencia de fuerza 130b, pueden ser móviles, como en la dirección B, con respecto a las

porciones fijas, como el sensor de fuerza 143, el elemento de interfaz del mecanismo accionador 141, el mecanismo accionador 140 y la carcasa 102. Un miembro de sesgado, como el sesgo del sensor de fuerza 143 a, puede proporcionarse además entre el miembro de transferencia de fuerza 130 y el sensor de fuerza 143, como, por ejemplo, para distribuir la fuerza en el sensor de fuerza 143 uniformemente y/o para servir como un sesgo de retorno para devolver el miembro de transferencia de fuerza 130 a su posición original a lo largo de la dirección B cuando cesa el contacto con el objeto, como a través de un sesgo o resorte de hoja, o cojín elástico. En general, el movimiento de los componentes que transfieren fuerza al sensor de fuerza 143 (por ejemplo, los componentes 151 delante de los componentes 153 detrás del sensor de fuerza 143 y el mecanismo accionador 140 como se ilustra en la figura 4b pero sin incluir la herramienta de aplicación de energía 110 que no está acoplada directamente y no se traslada en la dirección B con ellos en respuesta a la fuerza de contacto), como la distancia de deslizamiento causada por la fuerza de contacto, puede ser muy pequeño, por ejemplo, de la magnitud de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 1 mm, incluso, por ejemplo, aproximadamente 0,5 mm.

Como se ilustra en las figuras 11b y 11c, el miembro de transferencia de fuerza 130 y sus porciones acopladas mecánicamente, el manguito de transferencia 112, el soporte de manguito 112a y el mecanismo accionador 140, pueden ser móviles, como en la dirección B, con relación a las porciones fijas relativas, como el sensor de fuerza 143, soporte de montaje 148 y carcasa 102. Un miembro de sesgado, como el sesgo del sensor de fuerza 143a, puede proporcionarse además entre el mecanismo accionador 130 y el sensor de fuerza 143, como, por ejemplo, para distribuir la fuerza en el sensor de fuerza 143 uniformemente y/o para servir como un sesgo de retorno para devolver el mecanismo accionador 130 a su posición original a lo largo de la dirección B cuando cesa el contacto con el objeto, como a través de un sesgo o resorte de hoja, o cojín elástico. En general, el movimiento de los componentes que transfieren fuerza al sensor de fuerza 143 (por ejemplo, los componentes 150 como se ilustra en la figura 11d pero sin incluir la herramienta de aplicación de energía 110 que no está directamente acoplada y no se traslada en la dirección B con ellos en respuesta a la fuerza de contacto), como la distancia de deslizamiento causada por la fuerza de contacto, puede ser muy pequeña, por ejemplo, de la magnitud de aproximadamente 0,3 mm a aproximadamente 1 mm, incluso, por ejemplo, aproximadamente 0,5 mm.

En modalidades con un contacto eléctrico entre la porción de manguito 120 y la pieza de mano 100, como el elemento de seguridad 122 que interactúa con los contactos electrónicos 113, el movimiento entre el manguito 120 y la pieza de mano 100 puede compensarse, como con pasadores de resorte y o colocar contactos eléctricos de tal manera que el contacto se mantenga a través de cualquier movimiento del manguito 120 mientras está montado en la pieza de mano 100, como mediante la colocación en superficies paralelas o en las porciones móviles, como el montaje de manguito 112a.

La porción de manguito 120 también puede montarse sobre un miembro de transferencia de fuerza 130 que forma una parte permanente en la parte frontal de la carcasa 102, y protege la herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo, una varilla de golpeo, contra daños cuando no hay una porción de manguito presente, por ejemplo, la porción de manguito forma parte de un montaje desechable, como se describió anteriormente y/o a continuación.

En algunas modalidades, como se describió anteriormente, el manguito 120 y/o la herramienta de aplicación de energía 110 pueden estar colocados sustancialmente perpendiculares a la carcasa 102, como se ilustra en la figura 1f. La fuerza de sujeción contra el objeto puede actuar en la dirección B, como se ilustra, y como tal, el manguito 120 puede presionar en la dirección B contra un miembro de transferencia de fuerza 130 sobre un sensor de fuerza 143, que puede montarse y/o colocarse contra un punto fijo relativo, como contra la carcasa 102 como se ilustra.

La herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo, una varilla de golpeo, puede habilitarse o accionarse cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito, como la porción de contacto 121 del manguito 120, se empuja contra un objeto sometido a medición, por ejemplo, un diente y una fuerza dentro de un cierto intervalo pueden ser detectados. Cuando se detecta la fuerza correcta, la pieza de mano 100 se enciende o se habilita para iniciar la medición.

Por ejemplo, con procedimientos dentales en dientes humanos, una fuerza de contacto adecuada puede ser de aproximadamente 3 N a aproximadamente 10 N, por ejemplo, más, por ejemplo, de aproximadamente 5 N a aproximadamente 8 N de fuerza. En general, el sensor de fuerza 143 puede leer la fuerza de contacto real o puede leer una fuerza transferida, transducida o transmitida que difiere de la fuerza de contacto real, que puede ser interpretada o correlacionada con la fuerza de contacto real por la pieza de mano 100, como con montaje electrónico 144. La medición de la fuerza de contacto se puede corregir adicionalmente, como, por ejemplo, debido a la orientación de la pieza de mano 100 en el campo gravitacional, con la entrada de un acelerómetro u otro dispositivo apropiado para detectar la orientación, como se ilustra en las figuras 1 y 11a con sensor de orientación 145.

El sensor, por ejemplo, el sensor de fuerza 143, puede estar en proximidad física y/o en contacto y/o acoplado con al menos una porción de la pieza de mano 100 que no sea la herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo,

5 puede estar en proximidad física y/o contacto y/o acoplado con la porción de manguito 120, si el extremo abierto de la porción de manguito 120 puede incluir una porción de contacto del objeto 123, como se indicó anteriormente. En una modalidad de la invención, el sensor puede incluir al menos un medidor de tensión para la detección. Los medidores de tensión se pueden unir o montar en un cantilever entre la carcasa del dispositivo y la porción de manguito, de tal manera que cuando la porción de contacto del objeto de la porción de manguito se presiona sobre el objeto, también deforma el cantilever que se mide por el medidor de tensión, proporcionando así una medida de fuerza. En algunas modalidades, pueden utilizarse múltiples medidores de tensión montados en un solo o en cantilevers separados. Los cantilevers también pueden estar presentes, por ejemplo, en un componente separado del resto de la carcasa o porción de manguito, como, por ejemplo, en un dispositivo de montaje. De acuerdo con un aspecto, la detección de fuerza se puede hacer mediante un sensor de posición lineal, que sabría, por ejemplo, que, si la porción similar al manguito de transferencia de fuerza está en la posición X, se debe aplicar una fuerza Y (contra la fuerza de reacción del resorte) para moverlo a esa posición. De acuerdo con otro aspecto, la detección de fuerza puede ser realizada por un sensor óptico, para detectar ópticamente la posición de la parte móvil, cuando se empuja contra un resorte. En otra modalidad más de la invención, la posición relativa de la porción de contacto del objeto de la porción de manguito en el objeto se puede determinar al tener uno o más medidores de tensión que pueden unirse en un extremo a una parte móvil, por ejemplo, un componente similar al manguito de transferencia de fuerza, y el otro extremo a un elemento estático, por ejemplo, la carcasa. En una modalidad adicional de la invención, el dispositivo puede incluir elementos piezoeléctricos para medir directamente la fuerza. En otra modalidad más de la invención, se puede usar un sensor de efecto Hall para detectar un cambio en el campo magnético cuando un imán (unido al elemento en movimiento) se está moviendo con relación a la posición del sensor. En otra modalidad más de la invención, se puede usar un sistema de codificación lineal capacitivo, como el que se encuentra en los calibradores digitales para medir la fuerza.

25 La almohadilla de detección puede incluir una estructura de capa, que en general se denomina FSR (reóstato de detección de fuerza) en "modo de derivación" que puede cambiar la resistencia según la fuerza aplicada a la almohadilla, para proporcionar una medición de fuerza. Los FSR consisten típicamente en un polímero conductor, que cambia la resistencia de una manera predecible después de la aplicación de fuerza a su superficie. La película de detección del FSR típicamente incluye tanto partículas conductoras como no conductoras eléctricamente suspendidas en una matriz. La aplicación de una fuerza a la superficie del FSR hace que las partículas golpeen los electrodos conductores, cambiando la resistencia del FSR. Los FSR pueden ser deseables por su bajo tamaño, como con un espesor típicamente menor de 0,5 mm, bajo costo y buena resistencia a los golpes.

30 La figura 6 ilustra un ejemplo de un sensor de fuerza en capas 143 que puede incluir una capa base 143h en la cual se imprime o se deposita de otra manera una pista conductora 143c con dos trayectorias conductoras que se unen mediante una capa de FSR 143e sobre un sustrato de FSR 143f para producir una trayectoria conductora modulada por la resistencia de la capa de FSR 143e. La presión aplicada a la capa de FSR 143e, como en la dirección B desde el miembro de transferencia de fuerza 130, puede alterar su resistencia, como al disminuirla con la presión aplicada. Las capas adhesivas, como la capa adhesiva 143d y el adhesivo de montaje 143g, también pueden incluirse para unir las capas y/o para proporcionar adhesión a un sustrato, como al miembro de interfaz del mecanismo accionador 141. El sensor de fuerza 143 generalmente puede incluir un conector, como el conector flexible 143b mostrado en las figuras 1d y 1e, para conectarse a una interfaz en el montaje de componentes electrónicos 144, como mediante el transporte de conexiones a las trayectorias conductoras en la pista conductora 143c.

40 También, pueden utilizarse sensores piezoeléctricos que convierten la presión ejercida sobre el sensor de fuerza 143 en un cambio en las características eléctricas, como un voltaje a través del elemento piezoeléctrico.

También puede incluirse un medidor de tensión u otro elemento similar en un resorte de contracción u otro elemento de empuje, como el empuje del sensor de fuerza 143a.

45 En algunas modalidades ejemplares, el sensor de fuerza puede estar en comunicación electrónica con la herramienta de aplicación de energía 110 y puede actuar como un interruptor de encendido/apagado o un interruptor de activación para la pieza de mano 100. Por ejemplo, cuando se ejerce una fuerza adecuada sobre el objeto por la porción de contacto del objeto del manguito, puede activar el mecanismo de activación del instrumento para activar el movimiento de la herramienta de aplicación de energía 110 para iniciar una medición. Por lo tanto, no se necesitan interruptores externos ni botones de presión para encender o apagar el sistema, como se indicó anteriormente. La indicación de la fuerza adecuada puede ser indicada por señales visibles o audibles.

50 En algunas modalidades, tal como se muestra con el diagrama de flujo en la figura 7, el contacto de la pieza de mano 100 con el objeto 90 (300), como con la porción de manguito 120, puede transferir la fuerza de contacto, como la fuerza normal E del contacto, al sensor de fuerza 143 (301). El sensor de fuerza 143 puede medir la fuerza de contacto o una fuerza transferida y producir una señal o cambio en la característica, como resistencia, voltaje, etc. (302). La señal o el cambio en la característica puede luego ser transmitido al mecanismo de control, como en el montaje de componentes electrónicos 144 (303). El mecanismo de control puede entonces determinar si la fuerza de contacto está en un intervalo

aceptable, por ejemplo 5a 8 N (304). Si la fuerza está en el intervalo, el mecanismo de control puede permitir que la herramienta de aplicación de energía 110 opere (305) y/o envíe una señal al usuario de que la fuerza de contacto es aceptable (306). Si la fuerza de contacto está fuera del intervalo aceptable, el mecanismo de control puede enviar una señal al usuario para cambiar la presión (307) y/o deshabilitar o mantener deshabilitada la herramienta de aplicación de energía 110 (308). Si es aceptable, el mecanismo de control también puede iniciar la herramienta de aplicación de energía 110 automáticamente y realizar una medición (309). Posteriormente, el mecanismo de control se puede reiniciar para una nueva medición.

En algunas modalidades, la herramienta de aplicación de energía 110 se puede encender instantáneamente una vez que la porción de contacto 121 (u otra porción de manguito 120 o la pieza de mano 100, según corresponda) ejerza una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, según lo indicado por señales visibles o sonoras. La figura 1c ilustra las señales del operador, como se muestra con las fuentes de luz 114, que pueden proporcionar señales al operador sobre la fuerza de contacto. En algunas modalidades, puede haber un retraso antes de activar la herramienta de aplicación de energía 110 una vez que se ejerce una fuerza de contacto adecuada sobre el objeto, como lo indican las señales visibles o audibles, como se indicó anteriormente. En una modalidad adicional, una vez que se detecta y mantiene una cierta fuerza de empuje en el objeto durante un período de tiempo, por ejemplo, aproximadamente 0,5 segundos, el instrumento puede encenderse para iniciar la medición.

En algunas modalidades, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida visual, como luces. Las luces pueden montarse en cualquier ubicación conveniente en el instrumento, por ejemplo, uno o múltiples LED pueden montarse en la parte frontal del instrumento, como se muestra con las fuentes de luz 114. Por ejemplo, se puede incluir un sistema de múltiples luces. Por ejemplo, se pueden usar dos LED, como verde para aceptable y rojo para fuerza de contacto inaceptable.

En algunas modalidades, una luz procedente de las fuentes de luz 114 ilumina el manguito 120, que puede ser transparente o translúcido, para indicar una fuerza de contacto aceptable o inaceptable.

La fuerza adecuada ejercida por el operador sobre el objeto actúa como un interruptor del sistema. Cuando el sistema no está encendido, puede ser conveniente saber si tiene una falla de funcionamiento, no es suficiente la fuerza o se ejerce demasiada fuerza. En algunas modalidades, si el usuario está presionando demasiado el objeto, la luz puede cambiar primero a ámbar, luego a rojo, como se indica a través de la salida de las fuentes de luz 114. Si la fuerza de presión es suficiente para cambiar la luz a rojo, la percusión no puede iniciarse o interrumpirse si ya se ha iniciado. Además, puede haber un estado de LED ámbar que advierte cuando el usuario se acerca a demasiada fuerza de presión. En esa etapa, el instrumento aún puede funcionar cuando los LED se iluminan en color ámbar. En otro ejemplo, ninguna luz puede indicar muy poca fuerza, una luz verde puede indicar la cantidad correcta de fuerza, mientras que una luz roja puede indicar demasiada fuerza. En otro ejemplo más, se puede incluir un sistema de una sola luz. Por ejemplo, ninguna luz puede dar una señal de muy poca fuerza y una luz roja puede dar una señal de demasiada fuerza. En un ejemplo adicional, una luz roja intermitente puede indicar demasiada fuerza y ninguna luz puede indicar muy poca fuerza. Los LED pueden montarse en la superficie de la pieza de mano 100, o pueden ser internos en la carcasa 102 y la luz puede ser transportada a través de tubos de luz o canales de fibra óptica, que pueden presentarse en la superficie de la carcasa 102, como en las fuentes de luz 114 mostradas como tubos de luz en las figuras 1d y 11. En algunos ejemplos, los tubos de luz 114 pueden estar integrados o unidos a una porción de la pieza de mano 100, como estar integrados o unidos al retenedor 107' en la figura 1g, que puede ser un retenedor de sustitución 107 en la figura 1d.

En algunas modalidades, los tubos de luz 114 pueden extenderse dentro de la porción de manguito 120 para llevar mejor la luz hacia el objeto y/o para iluminar mejor la porción de manguito 120 para la percepción del usuario. Las figuras 4, 4a y 11b ilustran los tubos de luz 114 que se extienden desde la pieza de mano 100 para transportar luz desde las fuentes de luz 114a a la porción de manguito 120, como se muestra extendiéndose a las ranuras 125a en la porción de manguito 120. La luz que emana de los tubos de luz 114 puede entonces iluminar la porción de manguito 120, que puede estar adaptada, por ejemplo, para difundir la luz hacia el objeto y/o de tal manera que sea fácil de observar por el usuario, como la inclusión de materiales difusores de luz, aditivos y/o por tratamiento físico, como lustrado y/o cualquier otro tratamiento apropiado. Los tubos de luz 114 también pueden utilizarse para proporcionar alineación, conexión y/o sujeción adicional entre la porción de manguito 120 y la pieza de mano 100, como ajuste en las ranuras 125a de la porción de manguito 120. Por ejemplo, la utilización de uno o más tubos de luz 114 que se ajustan en las ranuras 125a pueden ayudar a proporcionar resistencia al giro alrededor del eje longitudinal por medio del ajuste entre los tubos de luz 114 y las ranuras 125a (por ejemplo, por ajuste cercano o por fricción).

En otra modalidad, la medición de fuerza puede estar conectada a una salida audible. En un ejemplo, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar una muy poca fuerza y una múltiple señal sonora para indicar demasiada fuerza. En otro ejemplo, la salida audible puede incluir una señal sonora para indicar muy poca fuerza y una señal sonora con una luz roja intermitente para indicar demasiada fuerza, como a través de las fuentes de luz 114 o como se describió anteriormente con fuentes de luz internas. En un ejemplo adicional, la medición de fuerza puede conectarse a

un sistema de alerta por voz para alertar sobre demasiada fuerza o muy poca fuerza. En otro ejemplo más, la medición de fuerza puede estar conectada a un sistema de alerta por voz para alertar a una muy poca fuerza y una alerta por voz y una luz roja intermitente para alertar a demasiada fuerza.

5 La pieza de mano 100 también puede incluir un botón de reinicio, como se muestra con el control de reinicio 144b en las figuras 1d y 11 como para restablecer la pieza de mano 100 para volver a intentar la colocación con una fuerza adecuada después de una colocación inicial incorrecta. El botón de reinicio 144b puede presionar un control apropiado en el montaje de componentes electrónicos 144 para colocar la pieza de mano 100 en un estado renovado.

10 Cuando el sensor de fuerza actúa como un interruptor de encendido/apagado, también puede actuar para supervisar que se ejerza una fuerza adecuada sobre el objeto durante la medición y/o se obtiene una alineación adecuada de la pieza de mano 100 contra el objeto durante la medición. Un inclinómetro como se muestra con el sensor de orientación 145 en las figuras 1 y 11a, puede estar presente, por ejemplo, como parte de un sistema de control electrónico, que puede accionar una advertencia audible cuando el dispositivo está fuera del intervalo de operación angular, por ejemplo, para una varilla de golpeo, puede accionar la advertencia cuando es más/menos 30 grados desde la horizontal. Si el dispositivo está orientado de tal manera que el eje de operación es mayor de 30 grados respecto a la horizontal cuando se detecta una fuerza de presión en la porción de contacto del objeto de la porción de manguito, puede producirse un sonido de advertencia emitido por un altavoz ubicado en el dispositivo, como el PCB dentro del dispositivo. En tales circunstancias, la acción de percusión no comenzará hasta que el dispositivo vuelva a un ángulo aceptable. En algunos casos, si se inició la acción de percusión cuando se detectó la salida antes mencionada del intervalo, es posible que el dispositivo no detenga la operación, sino que simplemente suene una alarma, de tal manera que se puedan hacer correcciones.

25 Las implementaciones comunes de sensores de inclinación e inclinómetros pueden incluir, pero sin limitarse a, acelerómetro, capacitivos en líquido, electrolíticos, burbujas de gas en líquido y sistemas del tipo péndulo. Los niveles de burbuja e instrumentos electrónicos de nivelación basados en péndulo tradicionales generalmente están limitados por un intervalo de medición de un solo eje y de inclinación estrecha. Sin embargo, la mayoría de las tareas de nivelación de precisión, medición de ángulos, alineación y perfilado de superficie implican esencialmente un ángulo de plano de superficie bidimensional en lugar de dos objetos independientes de un solo eje ortogonales. Los inclinómetros de dos ejes y tres ejes generalmente se construyen con sensores de inclinación de sistemas microelectromecánicos (MEM, por sus siglas en inglés) que proporcionan lecturas de ángulos bidimensionales simultáneas de un plano de superficie tangente a la referencia de la tierra.

30 Los sensores de inclinación de MEM suelen emplear acelerómetros para la funcionalidad. Conceptualmente, un acelerómetro se comporta como una masa amortiguada en un resorte, donde el acelerómetro experimenta una aceleración y la masa se desplaza hasta el punto en que el resorte puede acelerar la masa al mismo índice que la carcasa. Luego se mide el desplazamiento para dar la aceleración. En dispositivos comerciales, los componentes piezoeléctricos, piezorresistivos y/o capacitivos se usan comúnmente para convertir el movimiento mecánico en una señal eléctrica. Los acelerómetros piezoeléctricos se basan en piezocerámicas (por ejemplo, titanato de zirconato de plomo) o cristales individuales (por ejemplo, cuarzo, turmalina). Por lo general, ofrecen características favorables en la aplicación, como intervalo de frecuencia superior, bajo peso empaquetado y intervalo de alta temperatura. Los acelerómetros piezorresistivos son típicamente preferentes en aplicaciones de alto impacto. Los acelerómetros capacitivos típicamente utilizan un elemento de detección de micromecanizado de silicio, donde su rendimiento es superior en el intervalo de baja frecuencia y pueden operarse en modo servo para lograr una alta estabilidad y linealidad. Los acelerómetros modernos son a menudo pequeños MEM que comprenden una viga en cantilever con una masa de prueba. Resultados de amortiguamiento del gas residual sellado en el dispositivo. Bajo la influencia de aceleraciones externas, la masa de prueba se desvía de su posición neutral. Esta desviación se mide de forma analógica o digital.

45 En un ejemplo del uso de un sensor de orientación 145 en forma de un acelerómetro de tres ejes montado en el montaje electrónico 144, la pieza de mano 100 se sostuvo contra un objeto en ángulos entre 30 grados de inclinación y disminución y se utilizaron los valores devueltos por el acelerómetro para crear variaciones en la activación del mecanismo accionador 140.

La siguiente tabla muestra los valores devueltos por el acelerómetro en los tres ejes en las siguientes inclinaciones/disminuciones:

50

Tabla 1

Ángulo	X	Y	Z
30 grados en disminución	-11	36	-46
25 grados en disminución	-10	31	-49
20 grados en disminución	-9	27	-51
15 grados en disminución	-8	21	-53
10 grados en disminución	-7	15	-54
5 grados en disminución	-7	9	-55
Horizontal	-7	0	-55
5 grados de inclinación	-4	-4	-55
10 grados de inclinación	-3	-10	-54
15 grados de inclinación	-2	-15	-53
20 grados de inclinación	-1	-21	-52
25 grados de inclinación	1	-26	-50
30 grados de inclinación	2	-32	-47

5 Los valores se utilizaron para crear un conjunto preprogramado de instrucciones para variar la activación del mecanismo accionador 140 cuando se utiliza la herramienta de aplicación de energía 110 en diferentes inclinaciones para ayudar a igualar la fuerza aplicada a aproximadamente 25 N. En un ejemplo, el mecanismo accionador 140 se activó durante 22 milisegundos con un retraso de 11 milisegundos antes de retraerse (duración fija) y produjo la fuerza aplicada medida de la herramienta de aplicación de energía 110 en diferentes inclinaciones en la siguiente tabla. Utilizando el conjunto preprogramado de instrucciones para diferentes inclinaciones, el tiempo de activación y el tiempo de retardo del mecanismo accionador 140 variaron y produjeron la siguiente fuerza aplicada medida de la herramienta de aplicación de energía 110.

Tabla 2

	Duración fija 22/11 (ms)	Fuerza objeto (N)	Duración variable	
	Fuerza promedio (N)		Fuerza promedio (N)	Accionamiento/r retraso (ms)
30 grados en disminución	36,9	25	23,2	16/10
25 grados en disminución	35,6	25	25,5	17/11
20 grados en disminución	35,1	25	23,5	17/11
15 grados en disminución	33,7	25	25,6	18/11

10 grados en disminución	32,2	25	26,7	19/11
5 grados en disminución	30,0	25	24,4	19/11
Horizontal	27,5	25	26,3	21/11
5 grados de inclinación	25,2	25	23,9	21/11
10 grados de inclinación	23,1	25	24,2	22/11
15 grados de inclinación	21,4	25	24,5	23/11
20 grados de inclinación	18,7	25	24,7	24/12
25 grados de inclinación	16,1	25	25,5	25/12
30 grados de inclinación	12,3	25	26,1	27/13

Las fuerzas medidas muestran que el conjunto preprogramado de instrucciones produjo valores de fuerza mucho más cercanos a la fuerza objetivo de 25 N que con la duración fija en la primera columna. La variación de la activación del mecanismo accionador 140 con base en la inclinación determinada por el sensor de orientación 145 puede utilizarse para producir una fuerza aplicada más consistente a partir de la herramienta de aplicación de energía 110 con base en el ángulo de inclinación medido.

El dispositivo y/o una porción de la carcasa también pueden tener un revestimiento antimicrobiano revestido sobre el mismo capaz de eliminar, prevenir, retardar o minimizar el crecimiento de microbios, minimizando así el uso del proceso de autoclave a alta temperatura o productos químicos agresivos y puede aumentar el tipo y la cantidad de materiales útiles como sustratos para hacer tales herramientas o instrumentos.

Además, el instrumento puede ser útil para ayudar en la selección de material, como material mecánicamente biocompatible, o material biomiméticamente compatible usado en la construcción y/o selección de un material para una estructura anatómica, por ejemplo, un implante. Para dientes sanos normales, la energía de percusión generada por la masticación es atenuada por el ligamento periodontal en la interfaz hueso-diente sano natural. Sin embargo, cuando un implante reemplaza un diente natural debido a un daño o una enfermedad, el ligamento generalmente pierde y el implante puede transmitir las fuerzas de percusión directamente al hueso. Varios materiales, como los compuestos, el oro, la zirconia, etc., utilizados para fabricar el pilar del implante han mostrado ser eficaces en numerosos estudios. Si bien los estudios han demostrado la capacidad de supervivencia de las restauraciones de implantes que utilizan pilares de resina compuesta, oro o zirconia después de la construcción de los pilares, no se han realizado investigaciones de este tipo para medir la respuesta dinámica a la carga de dichos materiales de pilares. El instrumento de la presente invención puede utilizarse para tales fines y puede ser útil para predecir la idoneidad o compatibilidad antes de la implantación, o para elegir materiales adecuados para proteger los dientes naturales adyacentes a los implantes. Por lo tanto, la elección de los materiales puede minimizar la disparidad entre la forma en que los implantes y los dientes naturales responden al impacto.

Además, el instrumento puede ser útil para ayudar en la selección de material, como material mecánica o químicamente duradero o compatible, utilizado en la construcción y/o selección de un material para, por ejemplo, un avión, un automóvil, un barco, un puente, un edificio, cualquier estructura industrial que incluye, pero sin limitarse a, instalaciones de generación de energía, estructuras de arco u otras estructuras físicas similares o material de amortiguamiento adecuado para ayudar en la construcción de tales estructuras. El instrumento de la presente invención puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la idoneidad de un material antes de la construcción, además de la detección de grietas, fracturas, microfracturas, fallas de cemento, fallas de enlace o ubicación de defectos, etc. después de la construcción.

Además, la presente invención también es útil para distinguir entre los defectos inherentes al material que constituye la estructura u objeto, y las grietas o fracturas, etc., como se describió anteriormente debido a un trauma o desgaste o carga repetida. Los defectos inherentes a la construcción del hueso o del material de un implante, o una estructura física, por ejemplo, pueden incluir lesiones en el hueso, defectos similares en la construcción del implante o la fabricación de

polímeros, compuestos o aleaciones de polímeros, o compuestos o aleaciones metálicas.

La estabilización del instrumento por la porción de manguito o el elemento de contacto y/o la pestaña o la pestaña y/o el componente también puede minimizar cualquier acción irregular que pueda confundir los resultados de pruebas, por ejemplo, cualquier defecto inherente en la estructura ósea o la estructura física o industrial puede estar enmascarada por la acción brusca del probador. Este tipo de detección de defectos es importante porque la ubicación y la extensión del defecto pueden impactar dramáticamente en la estabilidad del implante o las estructuras físicas o industriales. Generalmente, cuando se detectan lesiones, por ejemplo, en un implante, como un defecto crestal o apical, la estabilidad del implante puede verse afectada si están presentes defectos tanto crestales como apicales. En el pasado, no hay otra forma de recopilar este tipo de información que no sean los costosos procesos intensivos de radiación. Con la presente invención, este tipo de información se puede recopilar y se puede hacer de una manera discreta.

La presente invención se refiere además a un dispositivo para medir características estructurales que minimiza el impacto, incluso un impacto diminuto sobre el objeto sometido a medición, sin comprometer la sensibilidad de la medición o la operación del sistema. En una modalidad, para una menor fuerza de impacto sin comprometer la sensibilidad de la medición, el sistema incluye una herramienta de aplicación de energía 110 que es ligera y/o capaz de moverse a una velocidad más lenta, de tal manera que minimiza la fuerza de impacto sobre el objeto durante la medición mientras exhibe o mantiene mejor sensibilidad de medición. En un aspecto, la herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede estar hecha de un material más ligero para minimizar el peso de la pieza de mano, si el dispositivo es una pieza de mano. En otra modalidad, la herramienta de aplicación de energía 110, por ejemplo, la varilla de golpeo, puede hacerse más corta y/o de menor diámetro, de tal manera que el tamaño de la pieza de mano también se puede minimizar. Por ejemplo, la herramienta 110 puede estar hecha de materiales que pueden incluir titanio o la herramienta puede tener una cubierta hueca y rellenarse con, por ejemplo, plomo. En una modalidad adicional, el sistema puede incluir un mecanismo accionador que puede disminuir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía 110. Por ejemplo, el mecanismo accionador puede incluir una bobina de accionamiento más pequeña para disminuir la aceleración de la herramienta de aplicación de energía 110, independientemente de si es ligero, y/o más pequeño en longitud o diámetro, y la fuerza de impacto en el objeto durante la operación mientras se mantiene la sensibilidad de la medición. Estas modalidades se pueden combinar con una o más de las modalidades descritas anteriormente, que incluyen la carcasa de la pieza de mano más ligera. La velocidad de la medición conductora también puede ser deseable sin aumentar la velocidad de impacto inicial para minimizar el impacto en el objeto durante la medición. La presente invención se refiere a un dispositivo para medir características estructurales que tienen un mecanismo accionador que puede disminuir la distancia de desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía, por ejemplo, de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 2 mm, mientras se mantiene la misma velocidad inicial en contacto y, por lo tanto, es posible una medición más rápida sin comprometer la operación del sistema. El sistema puede o no tener partes y/o elementos desechables para ayudar a la reposicionabilidad y/o disminuir el impacto con los elementos que se mencionan a continuación.

En general, la presente invención representa además una nueva forma de precisión de la evaluación de riesgos en salud dental o integridad estructural de estructuras físicas y una oportunidad para diagnosticar de una nueva manera. La presente invención proporciona la administración de energía cinética a la muestra, los índices de carga y desplazamiento que pueden ser determinadas por la muestra, la desaceleración medida en el impacto y el análisis de la respuesta mecánica dinámica para una predicción más precisa de grietas, fracturas, microgrietas y microfracturas; pérdida de sello de cemento; falla de cemento; falla de enlace; microfiltración; lesiones; caries; integridad estructural en general; estabilidad estructural en general o localización de defectos.

Además, pueden ser posibles múltiples indicadores de integridad estructural, como LC (coeficiente de pérdida, por sus siglas en inglés) y ERG (gráfico de retorno de energía, por sus siglas en inglés), así como cargas de percusión en una dirección crítica. El presente sistema proporciona una manera conveniente y fácil de proporcionar carga bucal y otras direcciones de carga son posibles, como la dirección lingual para probar las propiedades estructurales mencionadas anteriormente.

La carga bucal es importante porque típicamente es el tipo de carga más peligrosa que se encuentra, por ejemplo, en un diente. En general, la carga vertical induce tensiones relativamente bajas en los dientes. Sin embargo, el movimiento de trabajo y/o no trabajo produce una carga lateral como resultado del movimiento lateral de la mandíbula y las geometrías inclinadas de las superficies oclusales de los dientes y las restauraciones. Esta carga lateral puede inducir concentraciones de tensión mucho más altas en las superficies externas e internas y debajo del margen. Por lo tanto, utilizando el sistema de la presente invención, tales pruebas pueden realizarse fácilmente. En resumen, el sistema no solo está adaptado para la detección de estabilidad estructural, integridad, grietas, etc., de una estructura de implante dental protésico, una estructura dental, una estructura ortopédica o un implante ortopédico, sino que también puede adaptarse para su uso en el proceso real de construcción y reemplazo a través de pruebas bajo tensiones que pueden encontrarse más tarde después de la implantación, o restauración.

La carga natural es típicamente pulsátil (a diferencia de, por ejemplo, sinusoidal). Muscular, cardiovascular, correr, saltar, apretar/bruxar, etc., todo puede producir carga, por ejemplo, carga pulsátil. La carga de percusión es pulsátil y, por tanto, fisiológica. La carga de percusión puede utilizarse para medir las propiedades viscoelásticas y detectar daños en una estructura.

5 Como se señaló anteriormente, la presente invención también tiene aplicaciones en la detección de daños internos como microgrietas, fracturas, microfracturas y delaminación en estructuras compuestas y otros materiales de ingeniería que pueden utilizarse tanto en estructuras anatómicas como no anatómicas. Los compuestos son generalmente más susceptibles al desarrollo de daños que los metales no reforzados, particularmente cuando están bajo tensiones que se aproximan a la resistencia a la tracción del material. La presente invención es útil para detectar daños a través de
10 pruebas no destructivas en materiales compuestos y sus estructuras resultantes.

El sistema puede ser aplicable para pruebas en varios objetos, tanto anatómicos como mecánicos, como se señaló anteriormente. Para un objeto anatómico, como un diente, natural o restaurado, una estructura de implante dental protésico, una estructura dental o un implante ortopédico, la medición o prueba generalmente se realiza mientras el objeto está estacionario. Para un objeto mecánico, que puede incluir, entre otros, estructuras compuestas poliméricas que incluyen panales o panales en capas o estructuras compuestas metálicas; una estructura de avión, un automóvil, un
15 barco, un puente, un túnel, un tren, un edificio, estructuras industriales que incluyen, entre otras, instalaciones de generación de energía, estructuras de arco u otras estructuras físicas similares, las pruebas también pueden llevarse a cabo en un objeto móvil mientras se mueve.

La figura 9 ilustra el uso de una serie 170 de herramientas de aplicación de energía 110 colocadas a lo largo de la trayectoria de un objeto en movimiento, mostradas como un tren 90 que se mueve en la dirección F. En general, las herramientas de aplicación de energía 110 pueden colocarse a intervalos conocidos a lo largo de la trayectoria del objeto en movimiento y puede colocarse, como por los puntales 171 como se ilustra, para permitir el suministro de energía al objeto en movimiento, como el tren 90, en los lugares deseados para las mediciones. En general, las múltiples herramientas de aplicación de energía 110 pueden activarse de una manera controlada temporalmente, como en una
20 secuencia que representa la velocidad del objeto en movimiento de tal manera que cada activador entregue energía a la misma ubicación sustancialmente para permitir múltiples mediciones de la misma ubicación a medida que el objeto en movimiento pasa, o temporizarse para entregar energía al objeto en movimiento en diferentes lugares, o alguna combinación de los mismos. Por lo tanto, los objetos mecánicos también pueden someterse a pruebas cuando están estacionarios o en movimiento, lo que puede dar una idea particular del objeto en condiciones reales de trabajo. Esto
25 puede realizarse usando una herramienta de aplicación de energía 110, sobre una pluralidad de puntos en el objeto 90, para obtener una condición promedio del objeto en general o puede realizarse en el mismo lugar usando muchas herramientas de aplicación de energía 110 separadas o dispositivos 100 para obtener un resultado promedio en el mismo lugar. En este ejemplo, las mediciones pueden realizarse bajo condiciones de operación reales.

La energía mecánica asociada con un impacto contra, por ejemplo, un diente natural, por ejemplo, se disipa principalmente por el ligamento periodontal. Más específicamente, cuando un diente se somete a una fuerza de impacto, se transmite una onda de tensión a través del diente y dentro del ligamento periodontal, que funciona para conectar el diente al hueso subyacente. Debido a la forma en que se deforma, el ligamento periodontal actúa como un amortiguador, disipando gran parte de la energía asociada con el impacto. Este proceso de amortiguación reduce ventajosamente la fuerza de impacto resultante transmitida al hueso circundante. Por el contrario, las prótesis de implantes dentales, por ejemplo, a menudo no tienen un mecanismo para disipar cantidades significativas de energía mecánica debido a la naturaleza de los materiales utilizados. Por lo tanto, la energía mecánica tiende a pasar de una estructura de implante al hueso subyacente con relativamente poca amortiguación. Esta diferencia en el comportamiento mecánico puede ser particularmente crítica para las personas que habitualmente bruxan y/o aprietan los dientes, ya que tal comportamiento imparte fuerzas de impacto relativamente grandes en los dientes. Para una estructura física, ya sea que se incorpore o
35 no un material de amortiguación en la estructura, la energía mecánica asociada con un impacto contra la estructura puede generar una respuesta diferente cuando hay una grieta, microgrieta, fractura, microfractura, delaminación, defecto o cualquier inestabilidad estructural que para una estructura sin grietas, microgrietas, fracturas, defectos o cualquier inestabilidad estructural.
40

El grado relativo al cual un material disipa la energía mecánica elástica puede caracterizarse usando el coeficiente de pérdida, como se abordó anteriormente. Los valores del coeficiente de pérdida pueden determinarse para cualquiera de los objetos mencionados anteriormente, incluidos los dientes naturales, así como para una amplia variedad de superestructuras soportadas por implantes, como superestructuras hechas de compuestos de matriz de resina, aleaciones de oro, porcelana fusionada a laminados de oro, disilicato de litio, zirconia, todas las restauraciones cerámicas o cualquier otro material adecuado para su uso en la cavidad oral. Las estructuras soportadas por implantes suelen disipar menos energía mecánica que sus contrapartes dentales naturales. Sin embargo, la capacidad de un implante para disipar energía mecánica depende del nivel de osteointegración alrededor del implante: la insuficiente osteointegración entre un implante y el hueso circundante puede causar niveles anormalmente altos de disipación de
45
50
55

energía. Por lo tanto, la disipación de energía aumenta inicialmente después de colocar un implante, por ejemplo, debido a la remodelación ósea, pero después generalmente disminuye a medida que avanza la osteointegración. Finalmente, la capacidad de disipación de energía (amortiguación) del implante se vuelve constante a medida que el proceso de osteointegración progresa hasta su finalización. Como se señaló anteriormente, para dientes sanos normales, la energía de percusión generada por la masticación es atenuada por el ligamento periodontal en la interfaz hueso-diente sano natural. Cuando un diente natural está dañado o enfermo, un implante lo reemplaza, pero sin el ligamento, ya que se pierde. En la mayoría de los casos, en un implante integrado con éxito, no hay ligamento. Debajo de esto, el implante puede transmitir las fuerzas de percusión directamente al hueso. Para compensar esta pérdida, el uso de, por ejemplo, algunos compuestos, zirconia, etcétera, para fabricar el pilar de implante ha demostrado ser efectivo en numerosos estudios. El instrumento de la presente invención puede servir para ayudar en la construcción o fabricación y/o selección de un material para una estructura anatómica, por ejemplo, un implante. La medición de la respuesta dinámica a la carga de los materiales de apoyo puede usarse para tales fines y puede ser útil para predecir la idoneidad del material restaurador para el implante antes de la implantación o antes de la restauración.

Por ejemplo, una entrada de manejo de computadora desde la pieza de mano 100 puede incluir además registros de memoria, de modo que se pueda registrar la respuesta de tiempo frente a percusión, por ejemplo, la cantidad de energía reflejada desde el objeto 90 en varios puntos durante un período de tiempo discreto. En tales modalidades, la energía devuelta desde el objeto 90 puede representarse con base en el tiempo en una pantalla conectada a la computadora. Esta configuración permite al usuario ver y analizar el perfil de tiempo-energía de la energía reflejada desde el objeto 90.

Además de la generación de un perfil de tiempo-energía, también pueden realizarse otros análisis de las señales devueltas desde el mecanismo de detección 111, como un sensor de fuerza piezoeléctrico. Por ejemplo, la cantidad de trabajo asociada con el impacto puede evaluarse integrando la fuerza aplicada a la herramienta de aplicación de energía 110, como una varilla de golpeo, con respecto al desplazamiento del objeto 90. La fuerza aplicada a la herramienta de aplicación de energía 110, como una varilla de golpeo durante su impacto con el objeto 90, puede medirse usando el mecanismo de detección 111, como un sensor de fuerza piezoeléctrico. Después del impacto, la cantidad de trabajo depende parcialmente de la cantidad de defectos presentes en el objeto 90. En particular, los defectos en el objeto 90 pueden disipar la energía cinética de la varilla de golpeo de la herramienta de aplicación de energía 110 al impactar el objeto 90, reduciendo así la cantidad de energía elástica disponible para ser devuelta a la varilla de golpeo.

En una modalidad, una comparación de la cantidad de energía elástica devuelta a la varilla de golpeo y el trabajo total asociado con el impacto puede usarse para determinar la cantidad y la naturaleza de los defectos estructurales presentes en el objeto 90. En otra modalidad, se puede ajustar un pico de distribución gaussiana u otro pico derivado matemáticamente a la respuesta de percusión medida tal como datos de energía, tensión o fuerza. El residuo o error medio puede usarse para determinar qué tan cerca son representativos los datos medidos de un objeto libre de defectos 90.

La figura 10 muestra ejemplos de la forma del tiempo frente a la respuesta de percusión, por ejemplo, perfiles de tiempo-energía generados en el diente. Para un diente normal, se genera una curva suave en forma de campana, como se muestra. Para un diente anormal, se genera una curva que tiene varias formas, por ejemplo, perfil asimétrico o perfil de pico múltiple, como se muestra. Aunque los perfiles mostrados son en referencia al diente, los perfiles pueden generalizarse a cualquier otro objeto mencionado anteriormente, ya sea anatómico, industrial o físico.

Dado que la carga bucal es el tipo de tensión más peligroso encontrado, la capacidad de correlacionar los resultados de la prueba con la respuesta real cuando se implanta es otro aspecto de la presente invención. En general, el apriete obstructivo induce tensiones relativamente bajas, el movimiento de trabajo y/o no trabajo puede producir una carga lateral y puede provocar tensiones mucho más altas que pueden generar una concentración de tensión más alta en la superficie interna y debajo del margen de cemento-esmalte. Por lo tanto, el uso del sistema de la presente invención puede ayudar a seleccionar el mejor material o diseño de construcción en o para un implante o un diente natural. Esto también se puede aplicar a sistemas no anatómicos. Además, esta prueba de la estructura puede continuar durante toda la vida útil de la estructura sin ningún desmontaje o proceso destructivo para monitorear la integridad estructural del sitio a lo largo del tiempo.

Las pruebas de física no anatómica pueden llevarse a cabo de manera similar a las estructuras dentales, y por ejemplo, una prueba no destructiva de las uniones en laminados compuestos. La unión de estructuras compuestas mediante adhesivos proporciona muchas ventajas sobre otros procedimientos de unión. Estas ventajas incluyen la distribución de la carga sobre un área de unión grande, un peso reducido y la capacidad de unir materiales diferentes entre sí, mayor rigidez y tenacidad sobre el área de unión y, en muchos casos, menores costos de fabricación. Sin embargo, una de las limitaciones cuando se usan adhesivos es la incapacidad de determinar de manera no destructiva si la junta de unión ensamblada cumple con los requisitos estructurales utilizando otros procedimientos y generalmente conduce a un enfoque de diseño conservador y a la aplicación de sujetadores a través de la unión para garantizar la integridad de la unión. El dispositivo de la presente invención tiene la capacidad de detectar de forma no destructiva las uniones

adhesivas de "contacto leve", donde la resistencia al corte del adhesivo es baja debido a la contaminación en las superficies de unión o al manejo, mezclado o curado incorrectos del adhesivo, o incluso a partir de una preparación deficiente de las superficies moldeadas en las que pueden introducirse fluorocarbonos, siliconas, plastificantes, por ejemplo, desde el proceso de fabricación. Estos contaminantes tienden a disminuir el ángulo de contacto entre el adhesivo y la superficie de unión, causando una disminución en la resistencia al corte. Como resultado, la unión que se forma puede no ser capaz de transportar carga, ya que ambos sustratos en esencia estarán en "contacto leve". La presente invención proporciona pruebas no destructivas para detectar defectos en estructuras compuestas. Por ejemplo, la presente invención puede emplearse para comparar dos laminados compuestos en los que uno se adhirió siguiendo una técnica de preparación de superficie deficiente, mientras que el otro se adhirió de acuerdo con las prácticas estándar comunes. En un experimento real, dos laminados de matriz de epoxi/fibra de carbono previamente curados de 305 mm x 305 mm x 1,59 mm (12 pulgadas X 12 pulgadas X 0.0625 pulgadas) se unieron con un adhesivo de película epoxi compatible curado a 121°C (250°F). Una muestra tuvo un agente de liberación aplicado en un área de 152 mm x 152 mm (6 pulgadas X 6 pulgadas) en el centro del laminado, lo que simulaba una unión de "contacto leve" mientras que el otro laminado unido no tuvo aplicado ningún agente de liberación. Para garantizar que el agente de liberación creara una unión deficiente, se horneó sobre la superficie del laminado antes de la unión. Usando una herramienta de aplicación de energía 110, como una varilla de golpeo, los resultados mostrados en la figura 10a muestran que una muestra unida por contacto leve (débilmente unida) tiene una curva de respuesta diferente de una curva bien unida. En estructuras de unión, la presente invención también puede detectar la diferencia en el espesor del agente de unión. Dado que los agentes de unión son generalmente de un material viscoelástico, cuanto más gruesa sea la capa de agente, más amortiguamiento y, por lo tanto, una respuesta diferente.

Como se mencionó anteriormente, la presente invención proporciona la facilidad y la velocidad de la aplicación y puede emplearse para detectar y evaluar microfiltraciones, caries secundarias graves, poste suelto/acumulación, caries en el espacio del poste, si el diente no es recuperable, caries graves, cerca de la exposición a la pulpa, las grietas del esmalte y la dentina, la fractura interna de la aleación, o incluso cualquier desajuste de bioingeniería, cualquier defecto que genere movimiento dentro de la estructura, y así sucesivamente de una manera no destructiva. Esto también se aplica a las estructuras industriales o físicas mencionadas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (100) para determinar las características estructurales de un objeto, que comprende:
una carcasa (102) que tiene un extremo frontal abierto y un eje longitudinal;
una herramienta de aplicación de energía (110) montada dentro de dicha carcasa, dicha herramienta de aplicación de energía que tiene una configuración en reposo y una configuración activa;
un mecanismo accionador (140) soportado dentro de la carcasa (102), y acoplado a dicha herramienta de aplicación de energía (110), dicho mecanismo accionador (140) está adaptado para activar la herramienta de aplicación de energía (110) entre las configuraciones de descanso y activa para aplicar una cantidad establecida de energía cuando la herramienta de aplicación de energía (110) está en una orientación horizontal; y
un mecanismo de detección o medición (111) acoplado a dicha herramienta aplicación de energía (110) adaptado para detectar o medir una respuesta del objeto o la herramienta de aplicación de energía (110) después del impacto; y que se caracteriza además por comprender
un inclinómetro (145) en conexión con dicha herramienta aplicación de energía (110) adaptado para medir la inclinación del dispositivo (100) con respecto a la orientación horizontal
en donde dicho mecanismo accionador (140) varía la cantidad de energía aplicada para mover dicha herramienta de aplicación de energía (110) entre las configuraciones de descanso y activa con base en la inclinación para al menos aproximar dicha cantidad de energía establecida en inclinaciones distintas a dicha orientación horizontal.
2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el inclinómetro comprende un acelerómetro.
3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el mecanismo accionador comprende una bobina electromagnética.
4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el mecanismo accionador varía la cantidad de energía suministrada a la bobina electromagnética en respuesta a cambios en la inclinación, varía el tiempo de energización de la bobina electromagnética en respuesta a cambios en la inclinación, varía el número de energizaciones de la bobina electromagnética en respuesta a cambios en dicha inclinación o varía el retraso entre un número de energizaciones de dicha bobina electromagnética en respuesta a cambios en la inclinación, varía la polaridad de la bobina en respuesta a cambios en dicha inclinación o combinaciones de los mismos.
5. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, una porción de manguito (120) que se extiende desde el extremo frontal de la carcasa, la porción de manguito tiene una porción de contacto con el objeto en su extremo abierto libre y está adaptada para poner en contacto al menos una porción de dicho objeto con al menos una porción de la porción de contacto de objeto del extremo abierto.
6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una pestaña que se extiende desde dicha porción de manguito sustancialmente perpendicular a dicha superficie en contacto del objeto de dicha porción de manguito.
7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, que comprende además un sensor de fuerza adaptado para detectar una fuerza de contacto cuando dicha porción de contacto del objeto de dicha porción de manguito presiona sobre dicho objeto.
8. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos una fuente de luz colocada en dicha carcasa y al menos un tubo de luz que se extiende desde dicha carcasa a dicha porción de manguito para llevar la luz a partir de al menos dicha fuente de luz.
9. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la herramienta de aplicación de energía está hecha a partir de un material liviano, es capaz de moverse a una velocidad más lenta y combinaciones de las mismas para minimizar la energía del impacto sobre el objeto sometido a medición.
10. El dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1-9, en donde la inclinación con respecto a la orientación horizontal varía de cero a aproximadamente más/menos cuarenta y cinco grados.
11. Un sistema para la medición de las características estructurales de un objeto, que comprende:
un dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además:

una computadora acoplada a dicho dispositivo para controlar la herramienta de aplicación de energía y para analizar cualquier dato recopilado por el dispositivo.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el sistema mide, durante un intervalo de tiempo, una respuesta de percusión para generar una respuesta de percusión frente a un perfil de tiempo.
- 5 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde dicho mecanismo de detección separado del sensor de fuerza, el mecanismo de detección está adaptado para medir valores de energía de la herramienta de aplicación de energía.
14. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1,
10 en donde el mecanismo accionador varía la distancia de desplazamiento de la herramienta de aplicación de energía entre las configuraciones de descanso y activa mientras se mantiene una misma velocidad inicial al impacto de la aplicación de energía en dicho objeto.
15. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que además comprende
15 una porción de manguito (120) que se extiende desde dicho extremo frontal abierto de dicha carcasa (102) durante una distancia, dicha porción de manguito que tiene un interior hueco con un extremo frontal y un extremo trasero y una porción de contacto del objeto en el extremo frontal adaptada para entrar en contacto un objeto;
al menos un componente de transferencia de fuerza (130) adaptado para transferir una fuerza de contacto externa desde la porción de contacto a otro componente a lo largo del eje longitudinal y que no esté acoplado directamente a la herramienta de aplicación de energía; y
20 un sensor de fuerza (143) adaptado para medir dicha fuerza de contacto externa transferida a través de al menos un componente de transferencia de fuerza.

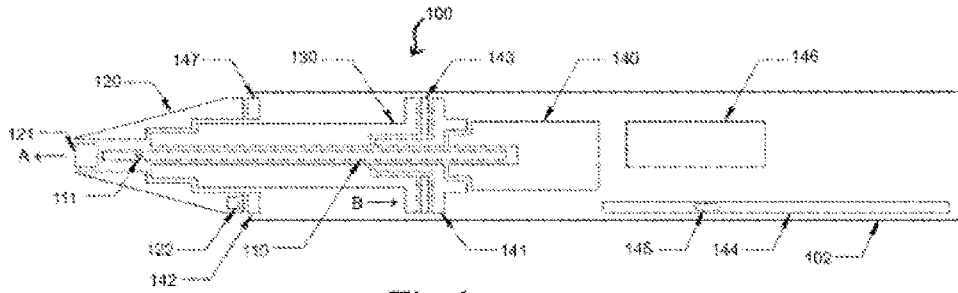


Fig. 1.

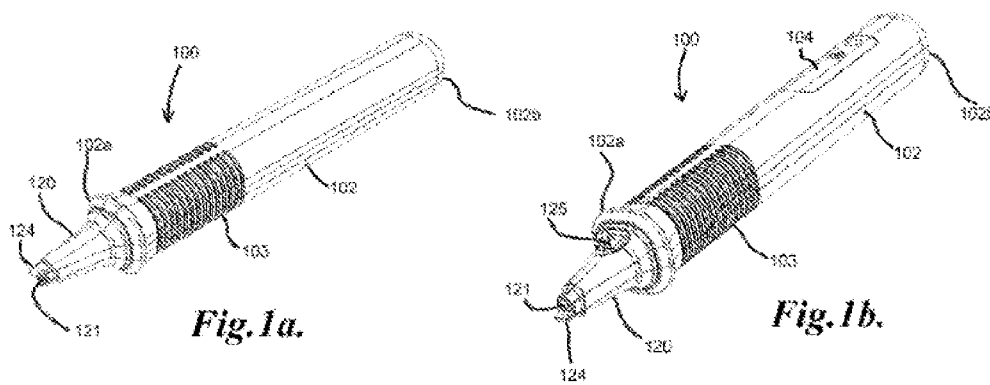


Fig. 1a.

Fig. 1b.

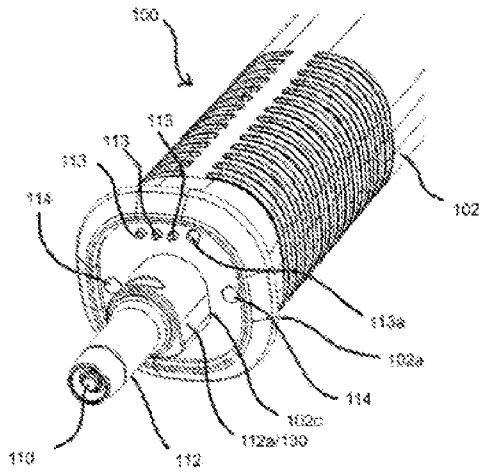


Fig. 1c.

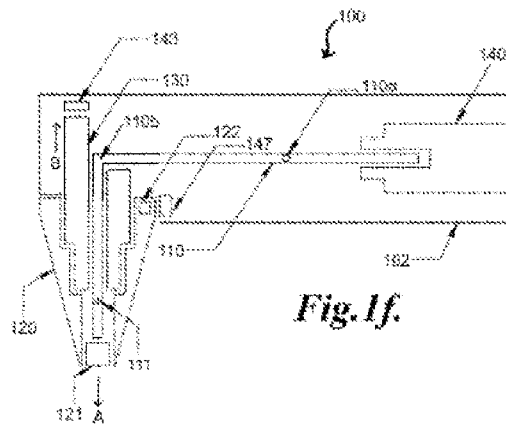


Fig. 1f.

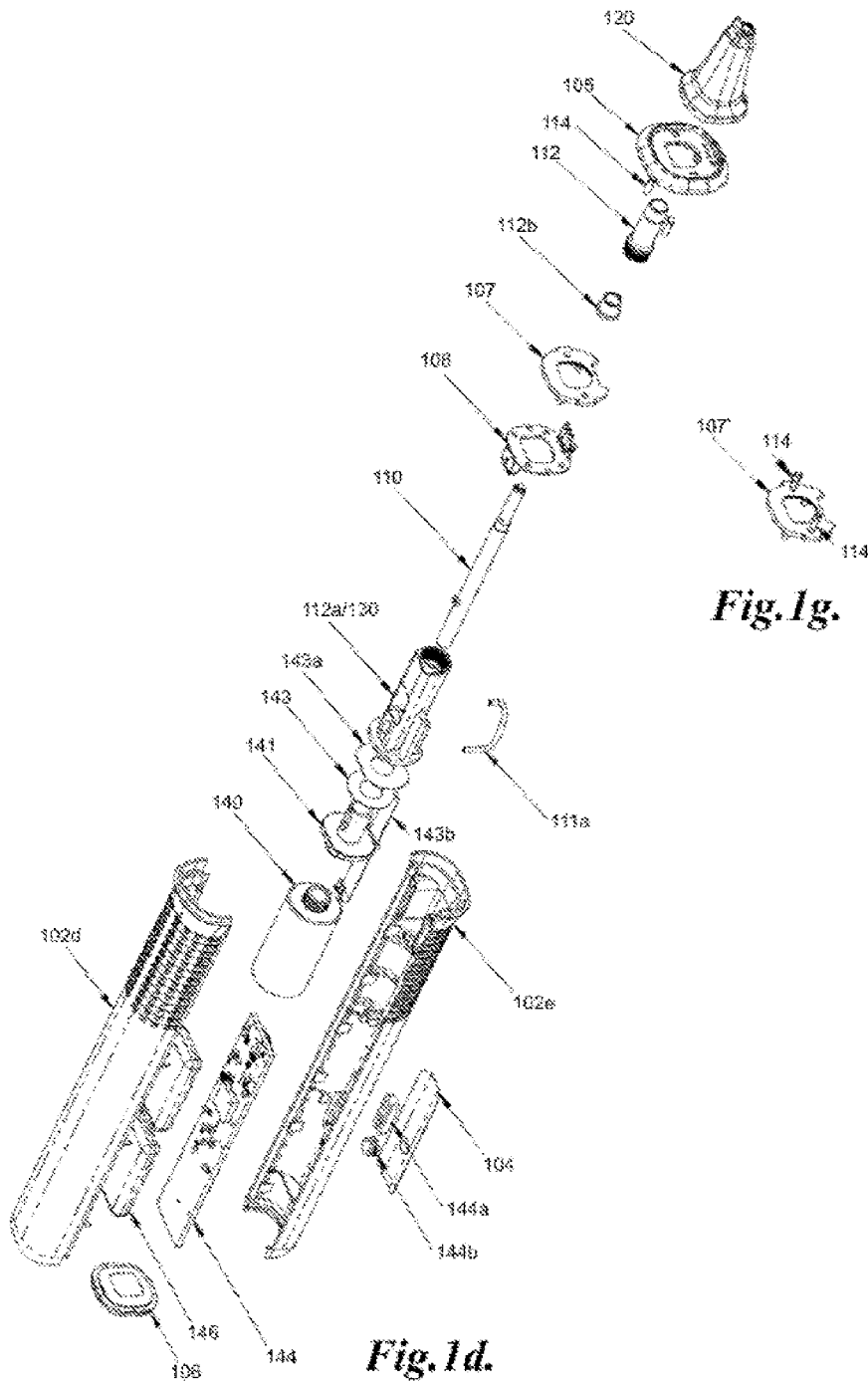


Fig. 1g.

Fig. 1d.

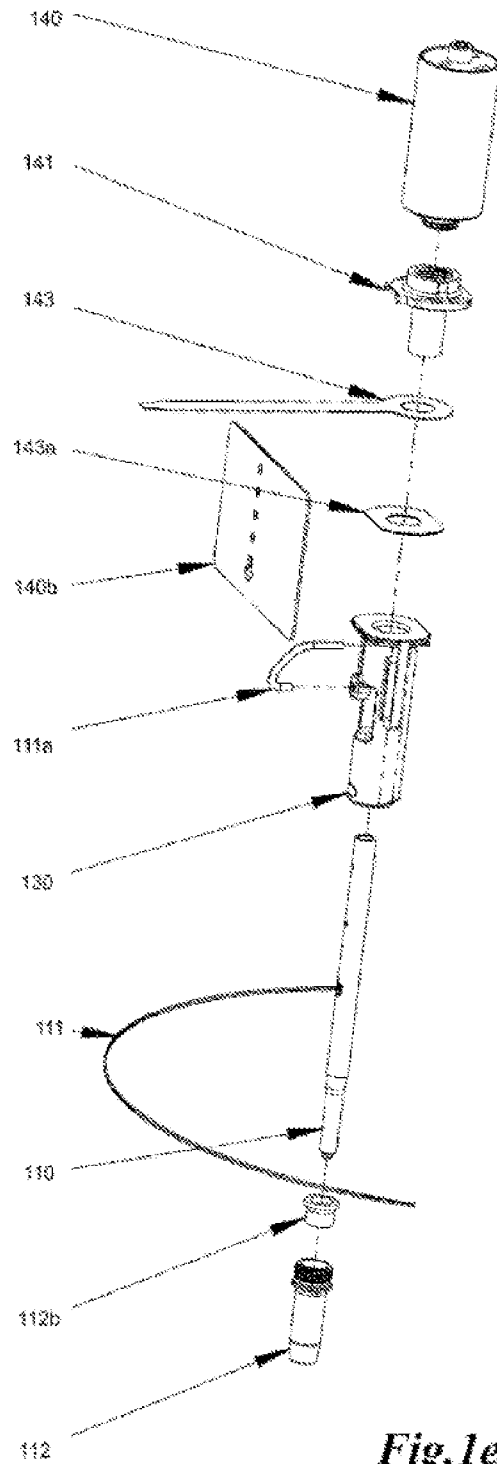


Fig. 1e.

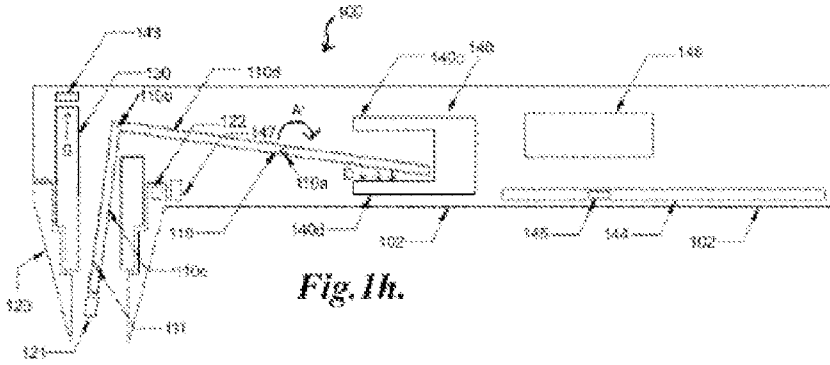


Fig. 1h.

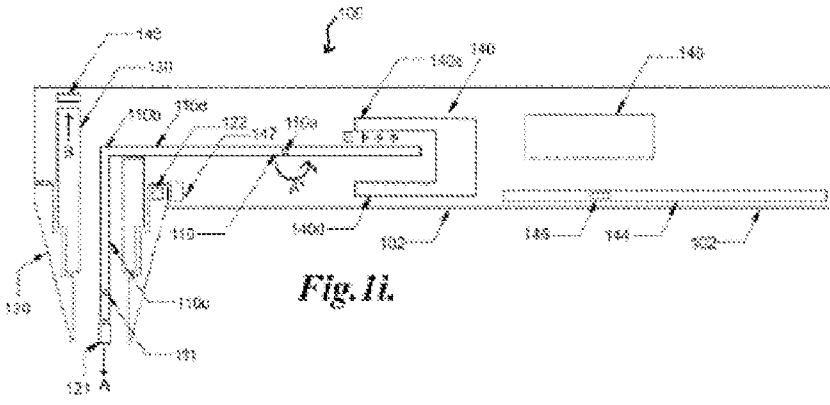


Fig. 1i.

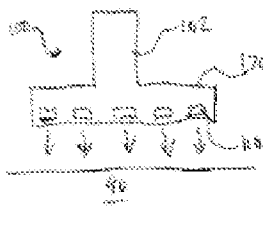


Fig. 1j.

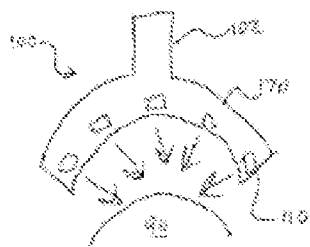


Fig. 1m.

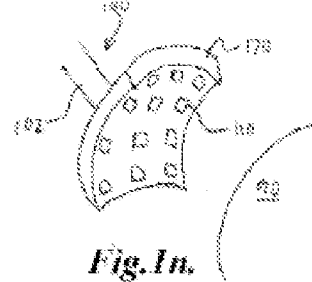
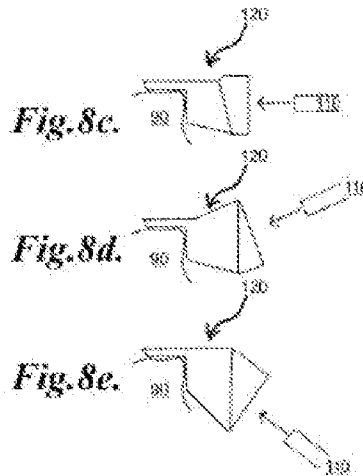
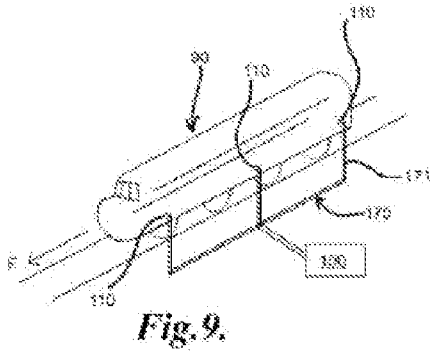
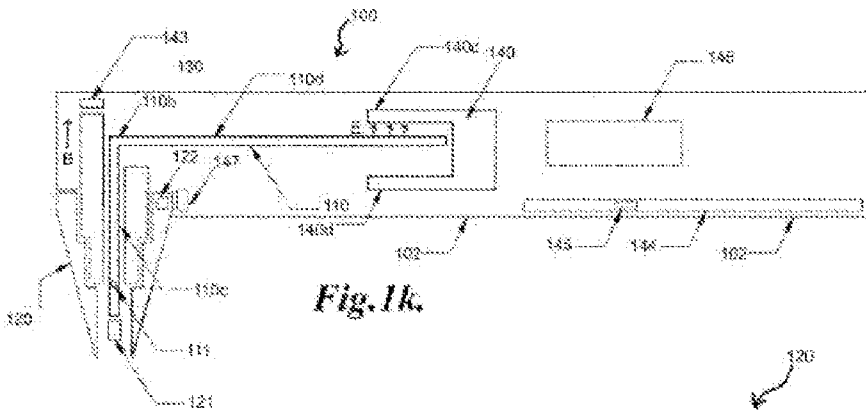
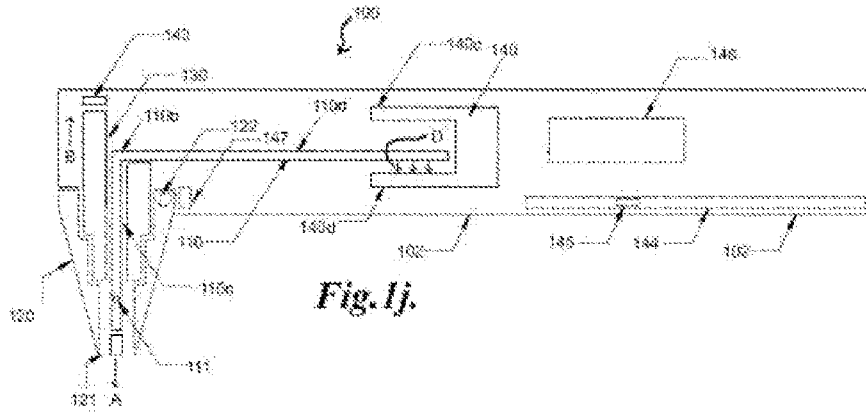
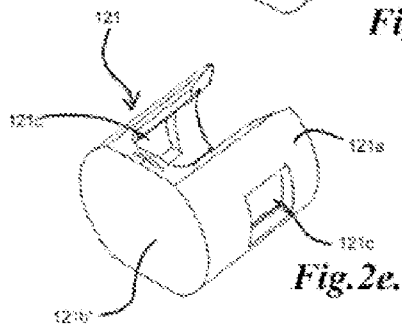
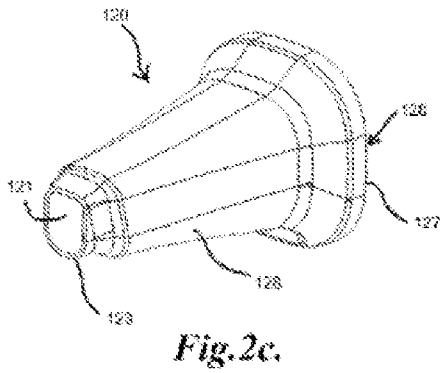
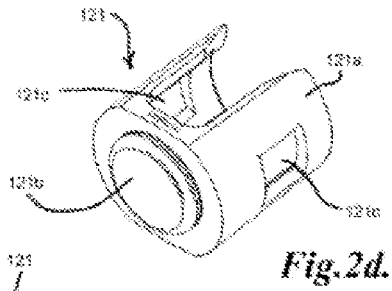
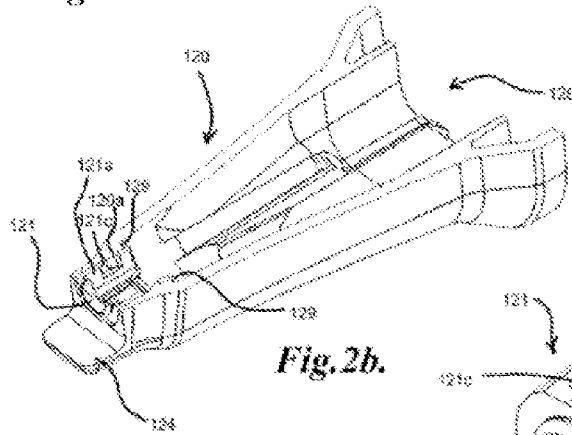
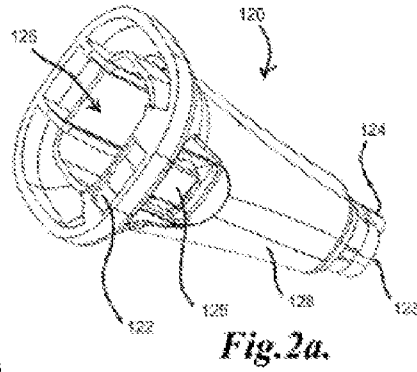
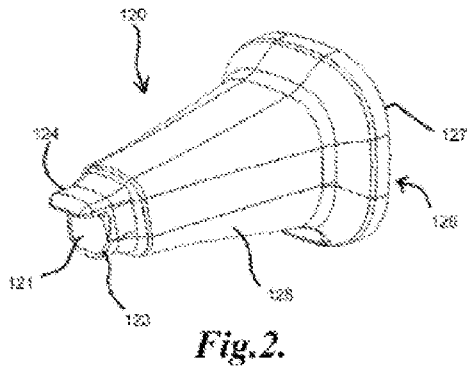


Fig. 1n.





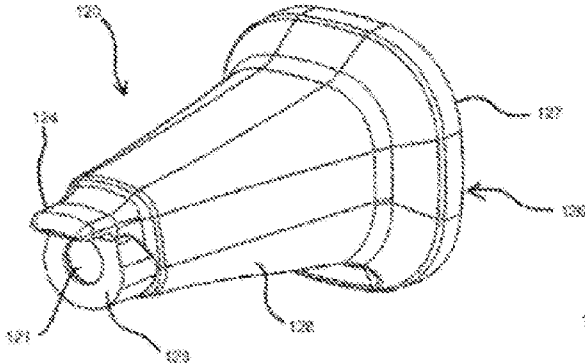


Fig. 2f.

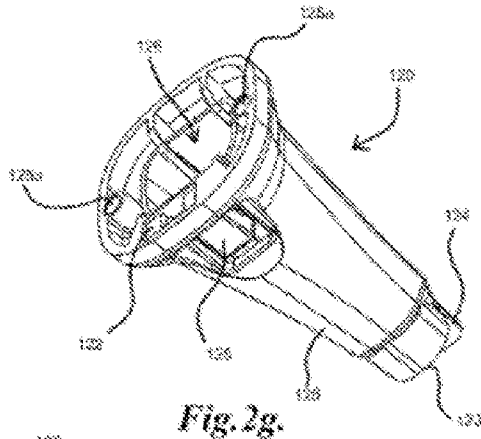


Fig. 2g.

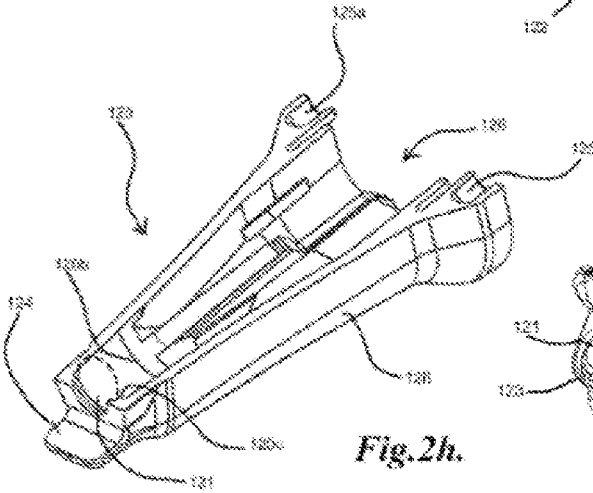


Fig. 2h.

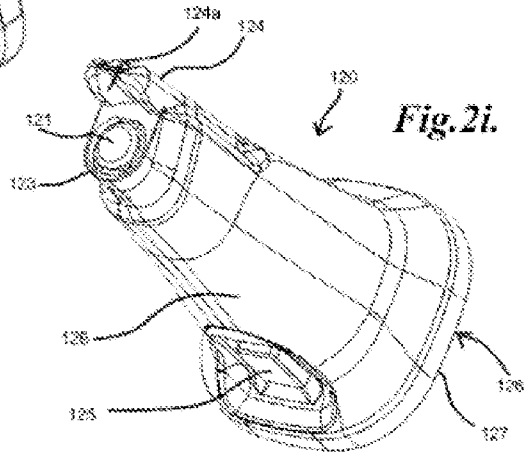


Fig. 2i.

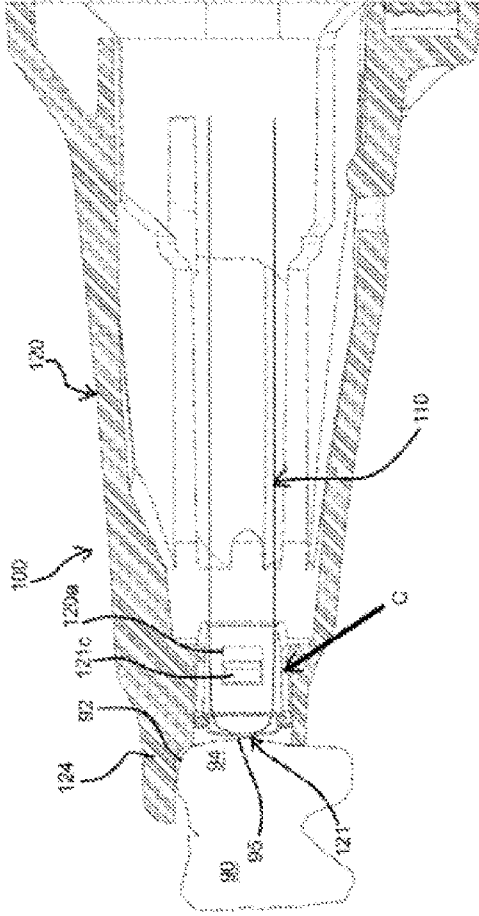


Fig. 3.

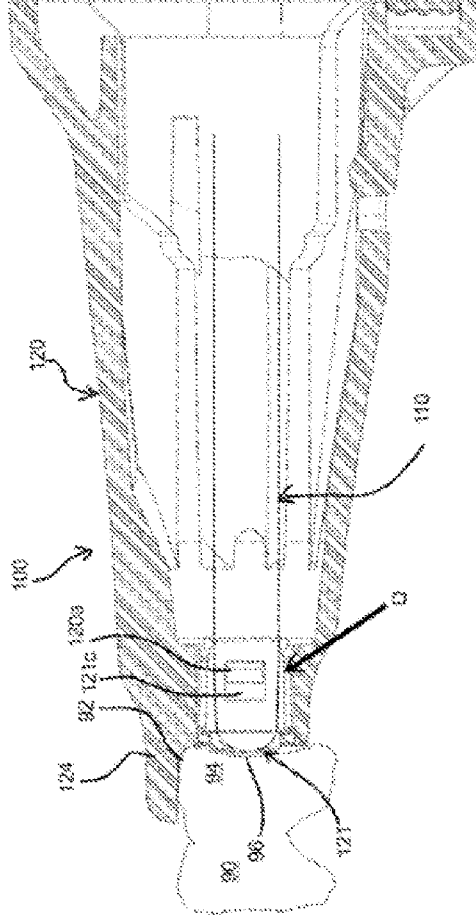


Fig. 3a.

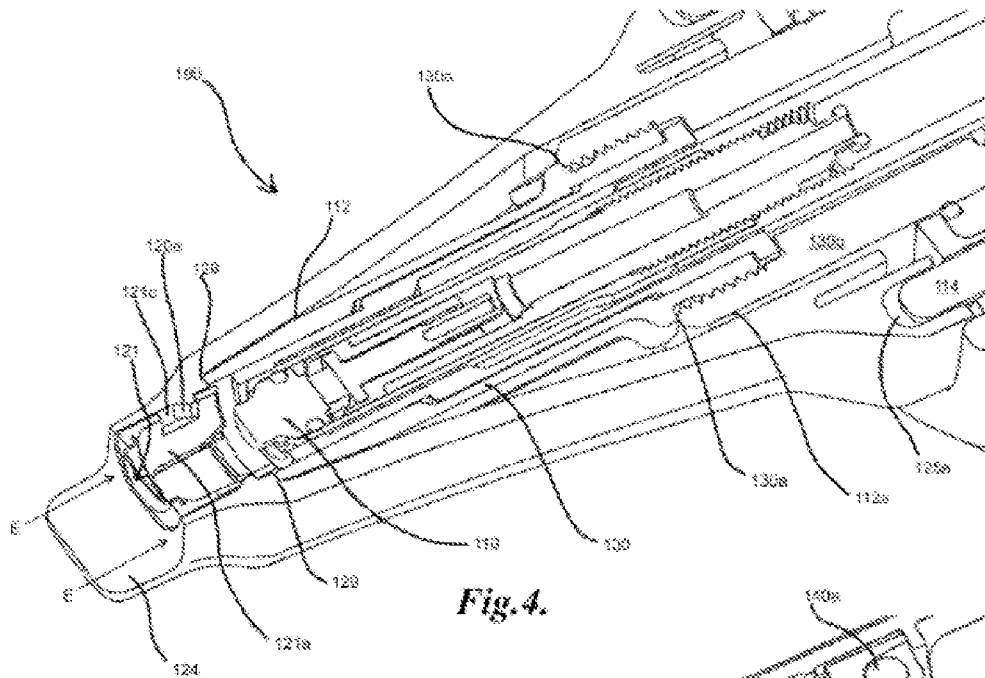


Fig. 4.

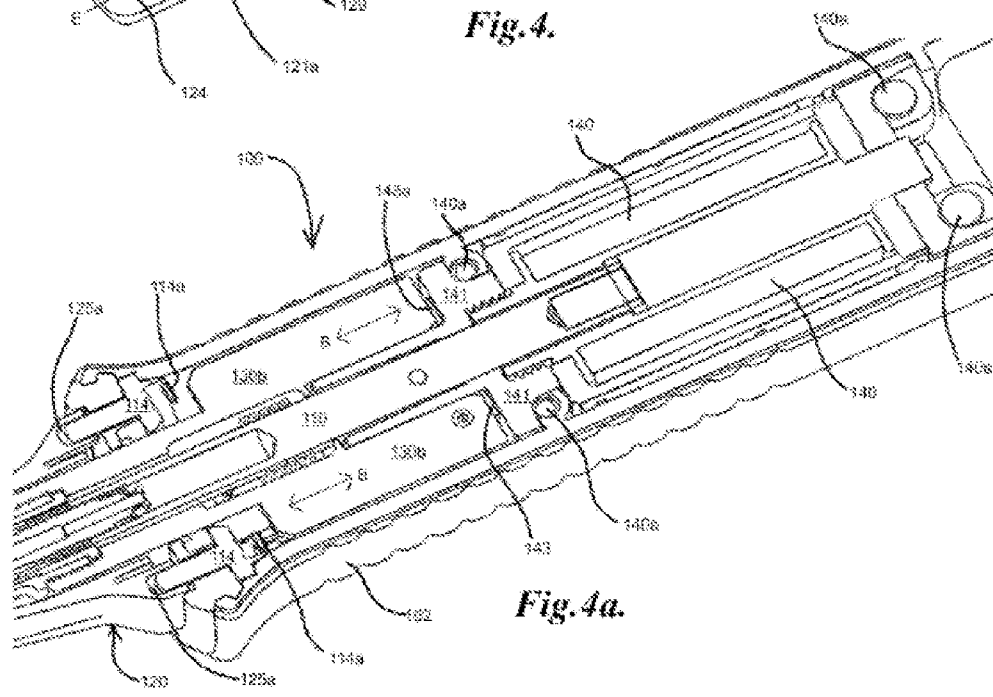


Fig. 4a.

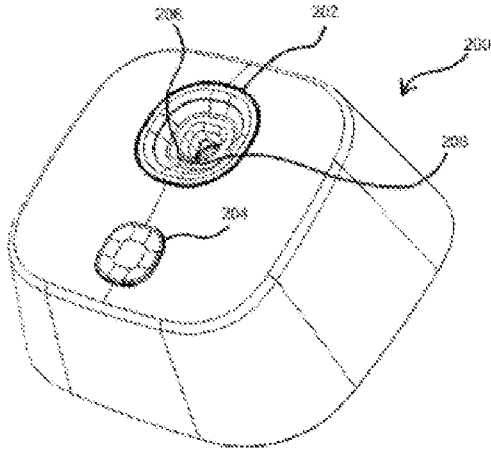


Fig. 5.

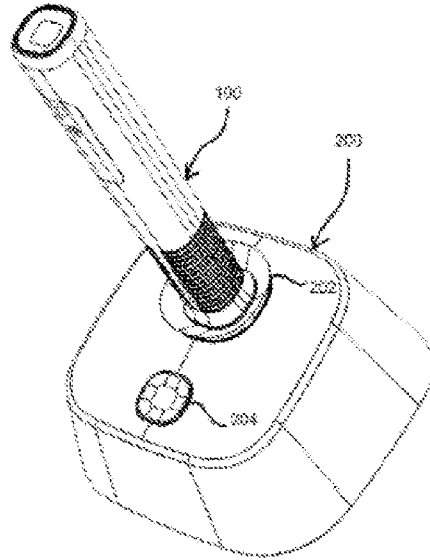


Fig. 5a.

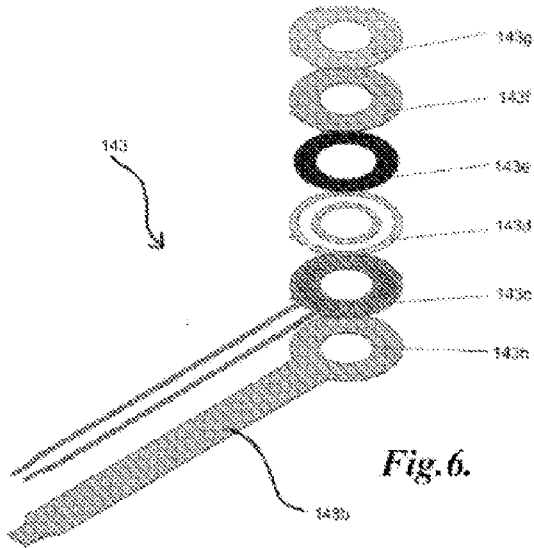


Fig. 6.



FIG. 7

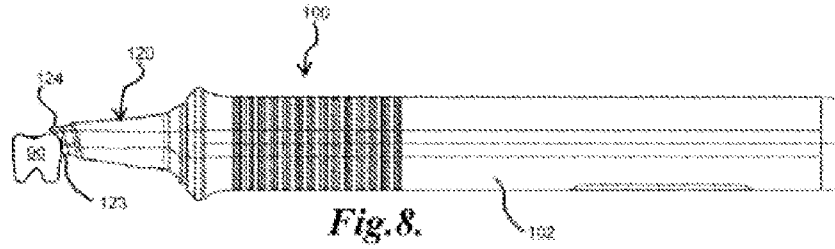


Fig. 8.

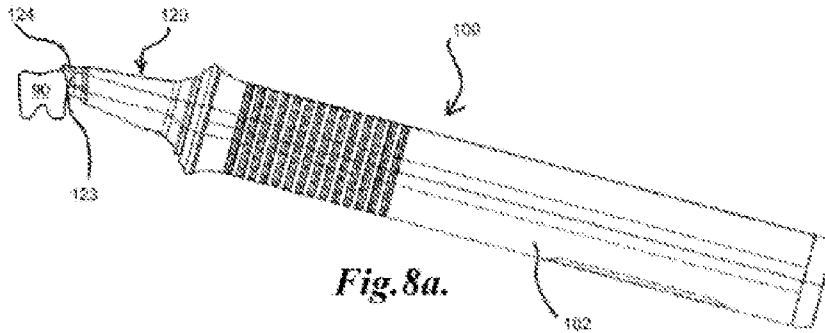


Fig. 8a.

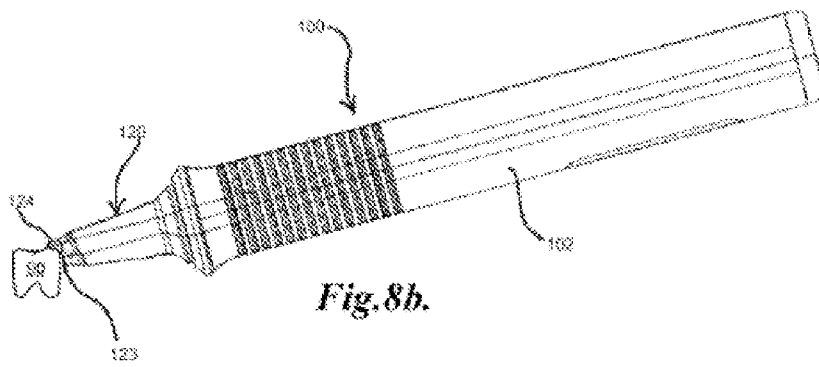


Fig. 8b.

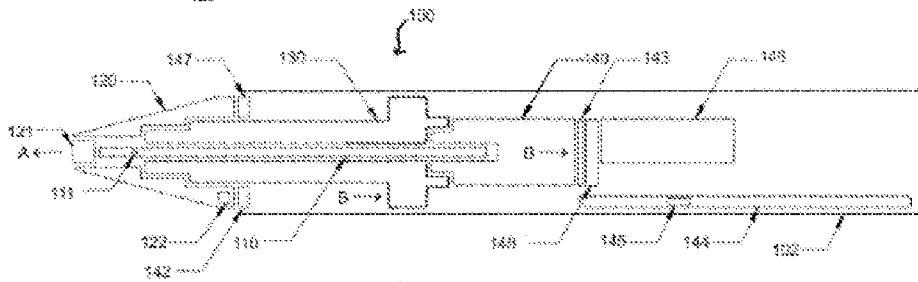


Fig. 11a.

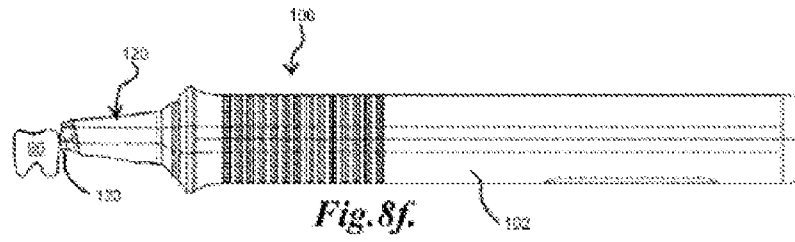


Fig. 8f.

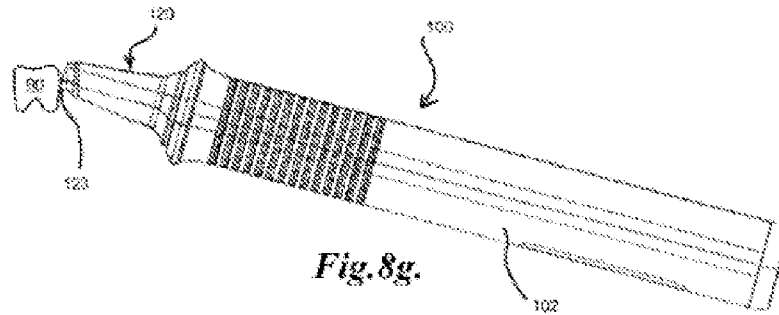


Fig. 8g.

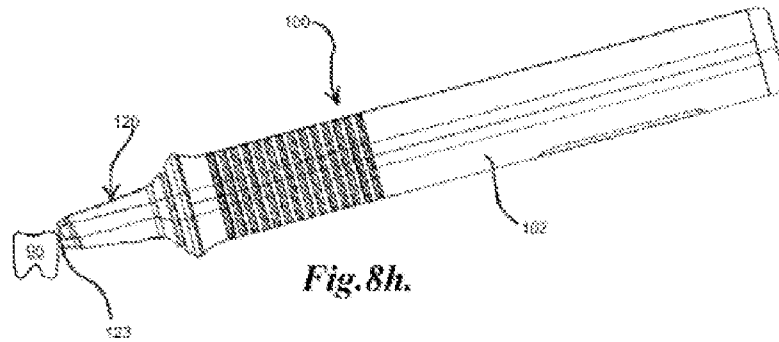


Fig. 8h.

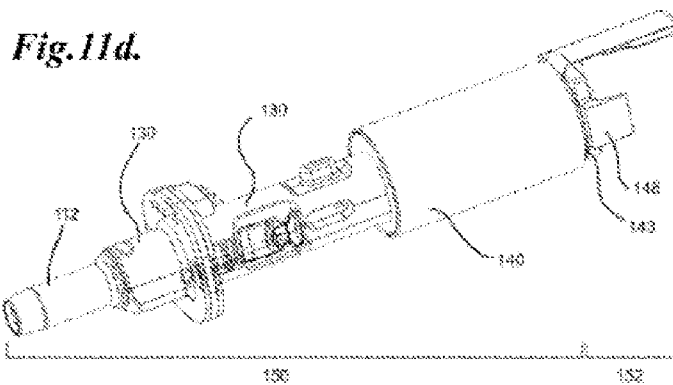


Fig. 11d.

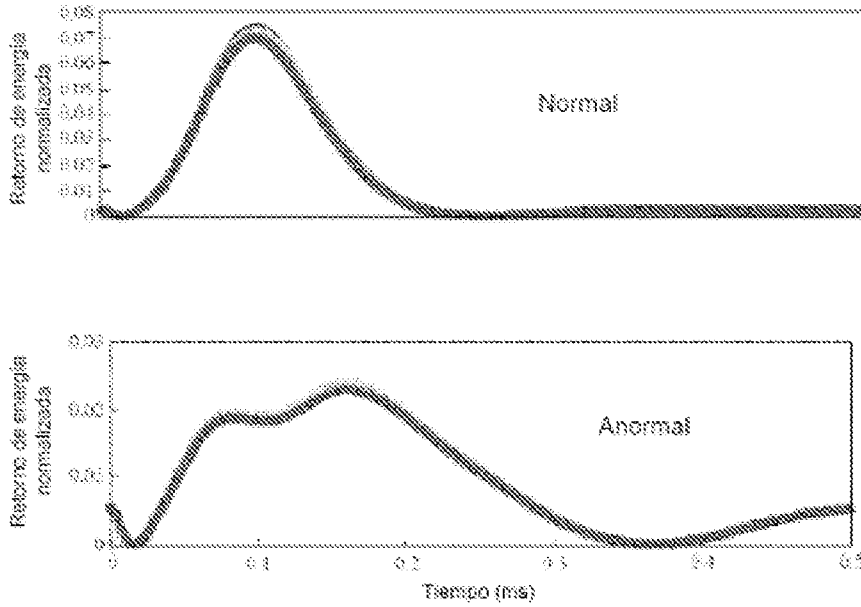


Fig.10.

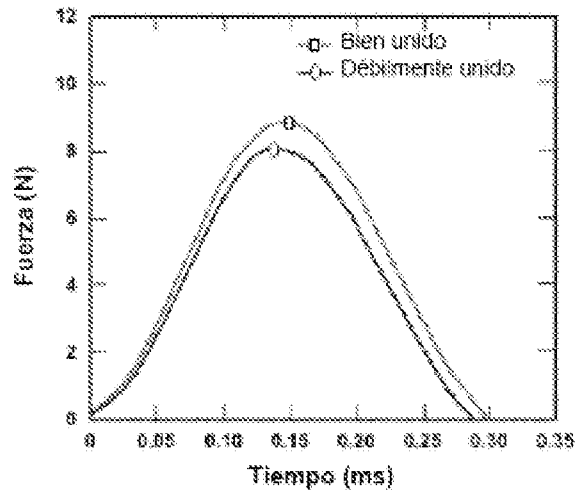


Fig.10a.

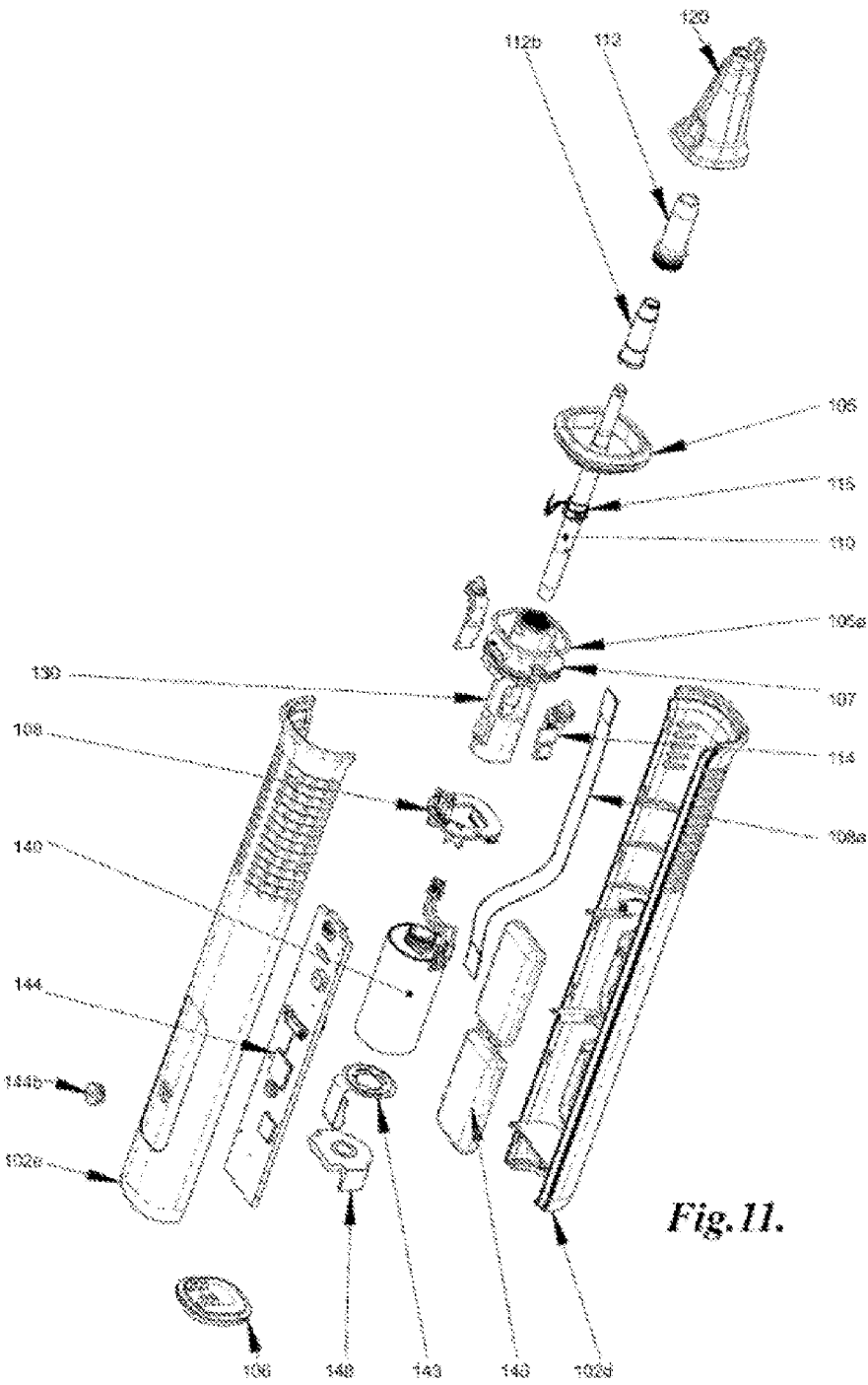


Fig.11.

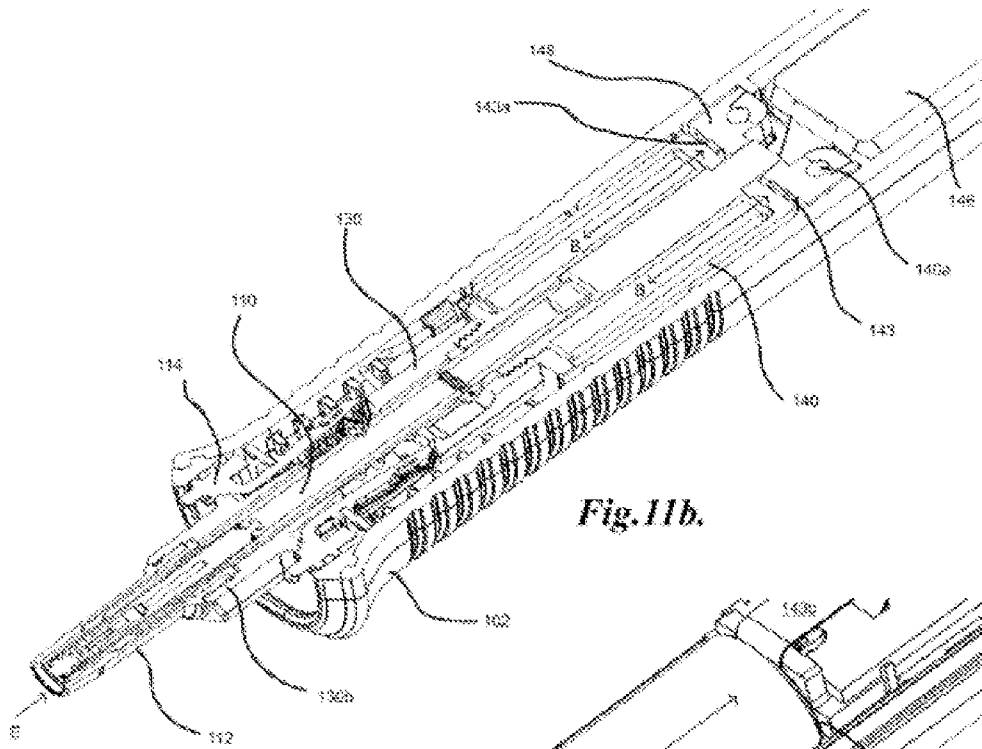


Fig. 11b.

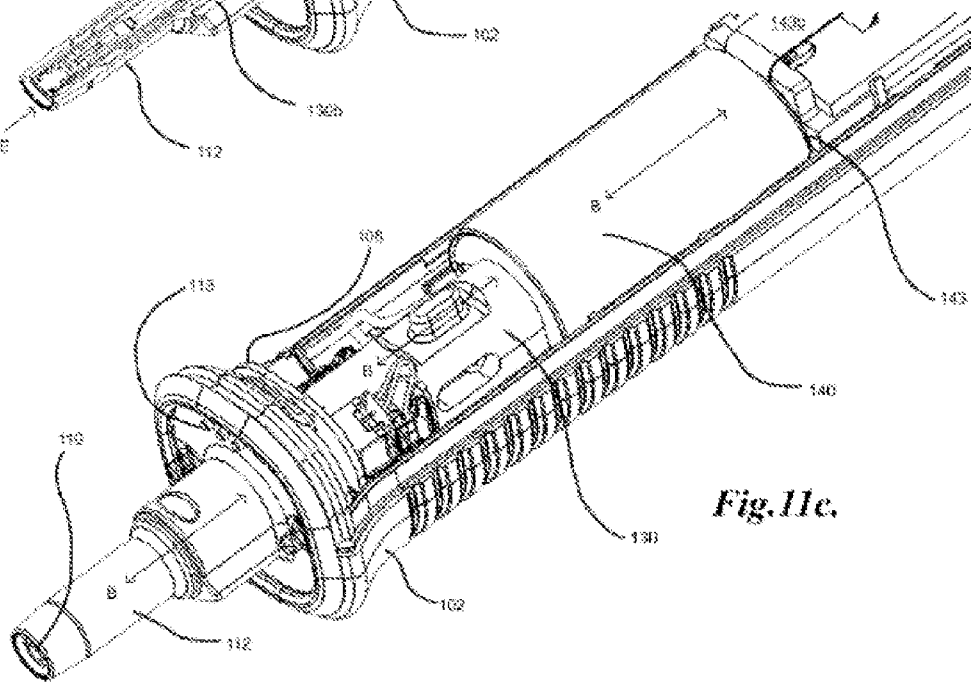


Fig. 11c.