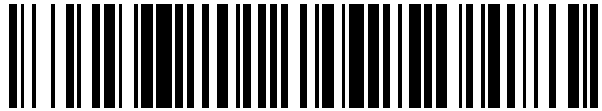


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 194**

51 Int. Cl.:

B01D 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2008 E 08829430 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2185267**

54 Título: **Método y aparato para limpiar filtros de partículas diesel**

30 Prioridad:

29.08.2007 US 966815 P
04.04.2008 US 80686

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2015

73 Titular/es:

WALDO, COLE L. (100.0%)
20411 84TH STREET NE
GRANITE FALLS, WA 98252, US

72 Inventor/es:

WALDO, COLE L.

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 530 194 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

Método y aparato para limpiar filtros de partículas diesel

5 Antecedentes

a. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere generalmente a métodos y aparatos para limpiar filtros de partículas, y, más particularmente, a un método y aparato para la limpieza efectiva de filtros de partículas diesel mediante la utilización de aire presurizado aplicado a los extremos del filtro en direcciones opuestas.

b. Técnica relacionada

15 Las leyes y regulaciones de aire limpio requieren cada vez más que los motores de diesel se equipen con filtros de partículas diesel (referidos de vez en cuando de aquí en adelante en la presente descripción por la abreviatura "DPF") para eliminar el material particulado de los gases de escape antes de que entren en la atmósfera. Aunque tal vez se conoce más con respecto a los motores de diesel encontrados en camiones y autobuses, tales regulaciones de manera creciente se aplican a las locomotoras ferroviarias, transbordadores y otras embarcaciones marinas, y otras piezas de
20 equipos, que, por tanto, igualmente deberán equiparse con filtros de partículas diesel.

La gran mayoría de los filtros de partículas diesel son filtros de tipo axial construidos de medios de cerámica. La Fig. 2 muestra el cuerpo de un DPF ejemplar, con la carcasa de metal retirada para mayor claridad. Como puede observarse, el cuerpo del filtro A es (en este ejemplo) en forma cilíndrica, con las primera y segunda caras extremos B, C y una
25 multiplicidad de agujeros o celdas D algo parecido a una estructura tipo panal de abeja (aunque normalmente con agujeros cuadrados en lugar de hexagonales), con los agujeros estando generalmente alineados con el eje del flujo de los gases de escape principal. Como puede observarse en la Fig. 3 los agujeros se abren alternativamente en un extremo y se bloquean en el otro, de modo que cada celda que tiene un extremo abierto en el lado "sucio" (C) del cuerpo del filtro y un extremo bloqueado en el lado "limpio" (B) se unen por las celdas que tienen extremos abiertos en el lado "limpio" y extremos bloqueados en el lado "sucio", y viceversa. Los gases de escape sin filtrar entran por lo tanto a esas celdas que tienen extremos abiertos en el lado "sucio" del filtro, como se indica por la flecha E y pasan después lateralmente a través del medio de filtro (flechas F) hacia las celdas que tienen extremos abiertos en el lado "limpio", desde las cuales se descarga después los gases de escape filtrados (flecha G).

35 Al hacer esto, se captura el material particulado H en los gases de escape (que puede transportarse en los hidrocarburos no quemados) en las paredes de las celdas que se abren hacia el lado "sucio" del filtro. Con el funcionamiento continuo del motor se acumula el material particulado capturado, aumentando típicamente de manera progresiva desde el extremo cerrado de los agujeros hacia los extremos abiertos en el lado "sucio" del filtro. Como resultado, el DPF eventualmente llega a obstruirse, lo que restringe la capacidad de que pase el flujo de los gases de escape a través de este y disminuye de esta manera la eficiencia del motor; por último, si no se revisa, la obstrucción del DPF puede provocar daños graves al motor.
40

El manual de funcionamiento proporcionado por los fabricantes de motores y otros especifican por lo tanto que el DPF debe retirarse y limpiarse a determinados intervalos, establecidos, por ejemplo, en términos de horas de funcionamiento o mediciones de contrapresión. Dado que los motores de diesel funcionan comúnmente durante largas horas o incluso de manera continua en un entorno comercial, los DPF por lo tanto deben retirarse y limpiarse con bastante frecuencia. Esto representa una tarea muy importante en el caso de los operadores de flotas, que pueden operar cientos o incluso miles de motores. Además, debido a que los intervalos de limpieza no siempre coinciden con la visita a una instalación central de mantenimiento, o el operador puede carecer de tal instalación, los filtros deben limpiarse frecuentemente en los garajes de servicio de parada de camiones o instalaciones similares, distribuidas geográficamente.
50

Hasta ahora, sin embargo, el equipo actual y los métodos usados para limpiar el DPF en tales instalaciones han sido en gran medida no satisfactorios, en términos de eficiencia o eficacia o ambos. Por ejemplo, en muchos casos la limpieza se lleva a cabo sobre una base estrictamente manual, con una persona que sopla aire comprimido desde una manguera contra el lado "limpio" del cuerpo del filtro; no sólo es esta práctica laboral excepcionalmente intensiva e ineficiente, sino que además de hecho no consigue eliminar gran parte del material particulado acumulado y deja una porción significativa de este en el filtro; como resultado, el DPF se queda obstruido parcialmente después de la limpieza, con lo cual no solamente se reduce el tiempo antes de que sea necesaria la siguiente limpieza sino que además tiende a acortar la vida útil total del filtro. Además, el manejo manual excesivo del DPF incrementa la oportunidad de dañar el cuerpo de cerámica relativamente frágil del filtro, cuyo remplazo cuesta típicamente de \$4,000 - \$5,000.
60

Además de la limpieza manual, se han desarrollado al menos varios sistemas parcialmente mecanizados/automatizados para limpiar los DPF o filtros similares. Por ejemplo, la patente de los Estados Unidos núm. 7,025,811 (Streichsbier y otros) muestra un aparato en el cual el DPF se sella a una base de manera que se aplica una succión al lado "sucio" del filtro, y una tobera de aire se dirige a través del lado "limpio" del filtro automáticamente, ya sea al mover solamente la
65

tobera o ambos al mover la tobera y al hacer rotar el filtro. Aunque es más eficiente y menos intensivo en mano de obra, este sistema es poco o no más efectivo en eliminar realmente el material particulado del DPF que el proceso manual descrito anteriormente.

5 El enfoque de aplicar presión ("soplar") al lado limpio del filtro y succión ("succionar") al otro lado se ha desarrollado casi universalmente en las máquinas anteriores para limpiar filtros axiales. Los enfoques de Streichsbier descritos en el párrafo anterior es un ejemplo de un tipo, otro es aplicar un flujo o pulsos de aire al lado "limpio" del filtro, mientras que se aplica simultáneamente succión al otro extremo mediante el uso de un accesorio similar. Estas máquinas virtualmente a su vez demuestran eficiencias de limpieza marginales o pobres; por ejemplo, se cree que un sistema "pulsado" del tipo descrito es capaz de eliminar en el mejor de los casos solamente aproximadamente 65-80% del material particulado acumulado: el solicitante plantea la hipótesis de que su pobre rendimiento se debe al menos en parte al aire presurizado que escapa a través de unas cuantas celdas una vez que se han limpiado y ofrece una trayectoria de baja resistencia, lo cual deja las partículas en las celdas restantes más o menos sin tocar.

10
15 Otro aparato de limpieza de filtro se muestra en la patente de los Estados Unidos núm. 4,808,234 (McKay y otros). En este dispositivo un filtro se sujeta entre dos platos extremos y se hace rotar en un eje horizontal, mientras que las toberas en un par de tubos alargados se mueven sobre las superficies interiores y exteriores del filtro. Este aparato es capaz de lograr buenos resultados de limpieza pero por su naturaleza se limita al uso con los filtros de núcleo hueco de tipo radial (usualmente papel), tales como los usados comúnmente en filtros de aire para instalaciones industriales, y es incapaz de funcionar con un filtro de partículas de diesel de tipo axial.

20 Otra deficiencia en general de las máquinas de filtros de limpieza anteriores es la incapacidad para evaluar o determinar el punto en el cual la limpieza de un filtro particular se completa sustancialmente. El enfoque típico ha sido simplemente establecer que la máquina continúe la limpieza por un período de tiempo particular, usualmente un promedio determinado sobre una base empírica. En la actualidad, sin embargo, los filtros individuales difieren enormemente en términos de la cantidad de la limpieza requerida, basada en las condiciones/cargas de operación del motor, tipos de combustibles, edad/condición del DPF, horas de funcionamiento desde la última limpieza, y otros factores. Consecuentemente, simplemente limpiar todos los filtros por una cantidad particular de tiempo, sin que se permita verificar la medida a la que el proceso en realidad se ha completado, puede resultar en menos de lo necesario para retirar la cantidad máxima en algunos casos y excesivos, ineficaces largos períodos de la limpieza en otros.

25 Aun otra deficiencia común del aparato de limpieza de filtro automatizado existente es la incapacidad para acomodar fácilmente los filtros de diferentes tamaños y formas. Aunque la mayoría de los DPF son actualmente en forma cilíndrica, algunos son cuadrados/cuboides, como en el caso de aquellos usados en algunas locomotoras, o tienen otras formas. Además, incluso los DPF cilíndricos varían en tamaño, en términos de diámetro y longitud, dependiendo del fabricante, modelo/tamaño del motor, y así sucesivamente. Consecuentemente, a menos que una instalación se dedique al servicio de un solo tipo de filtro, una incapacidad para acomodar los DPF de tamaños y formas diferentes de una manera rápida y eficiente representa un serio inconveniente.

35 Otro factor que tiende a reducir la eficiencia de las instalaciones de limpieza existentes de DPF es la incapacidad para identificar con rapidez y eficacia los filtros dañados/deteriorados (por ejemplo, filtros con celdas deterioradas o medios rotos) y quitarlos del proceso de limpieza.. La técnica convencional para inspeccionar filtros por daños implica el uso de un introspecto para examinar celdas individuales, que es un procedimiento laborioso y que consume tiempo, el cual debe realizarse por separado del propio proceso de limpieza. Inspeccionar los filtros antes de la limpieza ralentiza considerablemente el proceso en general, pero si se deja de hacer el proceso de limpieza puede desperdiciarse en los filtros dañados y además existe una posibilidad que los filtros dañados pueden no detectarse y volverse a usar.

40 En consecuencia, existe una necesidad de un aparato y método para limpiar filtros de partículas diesel de una manera rápida y eficiente con participación manual mínima. Además, existe una necesidad de un aparato y método tal que eficientemente remueva la gran mayoría del material particulado acumulado del DPF, de manera que se maximice el tiempo entre las limpiezas y se extienda la vida útil del filtro. Aun adicionalmente, existe una necesidad de un aparato y método tal que permita la evaluación del progreso del proceso de limpieza de manera que sea capaz de determinar el punto en que el proceso se completa sustancialmente. Aun adicionalmente, existe una necesidad de un aparato y método tal que pueda acomodar diferentes tamaños y formas de filtros de una manera rápida y conveniente. Aun adicionalmente, existe una necesidad de un aparato y método tal que reduzca la posibilidad de daño físico para los medios de cerámica de los filtros. Aun adicionalmente, existe una necesidad de un aparato y método tal que permita la identificación rápida del filtro que tiene medios dañados sin la necesidad de un proceso separado de examen que consuma tiempo.

60 Resumen de la invención

La presente invención ha solucionado los problemas citados anteriormente, y es un aparato para la limpieza neumática de filtros de partículas diesel que tienen una multiplicidad de celdas de filtro que se extienden generalmente de forma axial, dicho aparato que comprende: un primer miembro de tobera de aire comprimido que puede posicionarse en una primera cara extremo de dicho filtro de partículas diesel que dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de

- 5 filtro que se extienden de manera axial desde este; caracterizado porque el aparato comprende además un segundo miembro de tobera de aire comprimido que puede posicionarse en una segunda cara extremo opuesta de dicho filtro de partículas diesel que dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial desde este; y medios para mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido sobre sustancialmente la totalidad de dichas primera y segunda caras extremos de manera que el aire comprimido se dirige hacia sustancialmente la totalidad de dichas celdas de filtro desde direcciones opuestas de manera que desprendan y eliminen de manera eficaz el material particulado de estas.
- 10 Los medios para mover los primer y segundo miembros de tobera sobre las caras extremos del filtro de partículas diesel puede comprender medios para trasladar los miembros de tobera a través de las caras extremos del filtro de partículas diesel. Los medios para trasladar los miembros de tobera a través de las caras extremos del filtro de partículas diesel puede comprender los primer y segundo brazos sobre los cuales los miembros de tobera se soportan, y medios para extender y retraer los brazos. Los medios para extender y retraer los brazos pueden comprender los primer y segundo cilindros neumáticos que tienen los brazos montados a estos.
- 15 Los medios para mover los primer y segundo miembros de tobera sobre las caras extremos del filtro de partículas diesel pueden comprender además medios para hacer rotar el filtro de partículas diesel cuando los primer y segundo miembros de tobera dirigen los flujos de aire comprimido hacia las celdas de filtro que se extienden de manera axial en las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel. Los medios para hacer rotar el filtro de partículas diesel pueden comprender una plataforma giratoria que soporta y hace rotar el filtro de partículas diesel, la plataforma giratoria que tiene una orientación sustancialmente vertical y una abertura central a través de la cual uno de dichos miembros de tobera accede a una cara extremo del filtro de partículas diesel. Alternativamente, los medios para hacer rotar el filtro de partículas diesel pueden comprender los primer y segundo rodillos que soportan y hacen rotar el filtro de partículas diesel en una orientación sustancialmente horizontal.
- 20 Los medios para extender y retraer los brazos que tienen los miembros de tobera en estos pueden comprender además medios para regular de forma ajustable una longitud del recorrido de los brazos para que coincida con un diámetro predeterminado del filtro de partículas diesel. Los medios para regular de forma adecuada la longitud del trazo pueden comprender un interruptor de límite ajustable.
- 25 Los miembros de tobera pueden cada uno comprender al menos una tobera de diámetro pequeño que dirige el flujo de aire presurizado hacia las celdas de filtro en una dirección sustancialmente axial. Cada tobera de diámetro pequeño puede comprender un orificio de diámetro pequeño dimensionado de manera que cuando la tobera se posiciona a una distancia predeterminada de una de las caras extremos del filtro de partículas diesel, el flujo de aire comprimido desde esta impacte solamente en una pequeña porción de la cara extremo. La porción pequeña de la cara extremo puede abarcar solamente un número relativamente pequeño de las celdas de filtro.
- 30 Las toberas de diámetro pequeño pueden cada una comprender un miembro de tubo alargado que tiene un orificio de descarga montado en un extremo distal de este. Los primer y segundo miembros de tobera pueden cada uno comprender un solo miembro de tubo alargado, o los miembros de tobera pueden cada uno comprender una pluralidad de miembros de tubo alargado. Los miembros de tubo pueden extenderse sustancialmente perpendicular a las superficies de extremo del filtro de partículas diesel, o puede inclinarse hacia afuera hacia los bordes del filtro de partículas diesel de manera que se acceda a las porciones de dichas superficies de extremo que se localizan detrás de pestañas angulares de regeneración en los extremos del filtro de partículas diesel. Los miembros de tubo pueden formarse de un material flexible sustancialmente suave de manera se evita que se dañen las caras extremos del filtro de partículas diesel en el caso de contacto con estas.
- 35 La plataforma giratoria puede comprender medios para que la plataforma giratoria rote de forma reversible en direcciones opuestas. El accionador para la plataforma giratoria puede comprender una corona dentada de diámetro grande que tiene la abertura central formada en esta, y un engranaje de piñón y motor en acoplamiento operativo con la corona dentada.
- 40 La plataforma giratoria puede comprender además medios para soportar diferentes filtros de partículas diesel que tienen diámetros diferentes de manera que las caras extremos de los diferentes filtros se exponen en la abertura central de la plataforma giratoria. Los medios para soportar diferentes filtros de partículas diesel que tienen diámetros diferentes puede comprender una pluralidad de miembros de plato que pueden montarse de manera intercambiable bajo la plataforma giratoria, cada uno de los miembros de plato tiene una abertura central que se corresponde con uno de los diámetros diferentes de los filtros de partículas diesel. La pluralidad de miembros de plato puede montarse concéntricamente en la plataforma giratoria.
- 45 El aparato puede comprender además medios para elevar y bajar de manera selectiva uno de los primer y segundo miembros de tobera con relación a la plataforma giratoria, de manera que acomoda diferentes filtros de partículas diesel que tienen diferentes longitudes.
- 50 La presente invención además proporciona un método para limpiar un filtro de partículas diesel que tienen una
- 55
- 60
- 65

5 multiplicidad de celdas de filtro que se extienden generalmente de manera axial, dicho método que comprende las etapas de: posicionar un primer miembro de tobera de aire comprimido en una primera cara extremo de dicho filtro de partículas diesel de manera que se dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial desde este; caracterizado por posicionar un segundo miembro de tobera de aire comprimido en una segunda cara extremo opuesta de dicho filtro de partículas diesel de manera que se dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial desde este; y mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido sobre sustancialmente la totalidad de dichas primera y segunda caras extremos de dicho filtro de partículas diesel, de manera que el aire comprimido se dirige hacia sustancialmente la totalidad de dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial desde direcciones opuestas de manera que desprende y elimina el material particulado de estas.

15 El método puede comprender además la etapa de observar visualmente un flujo del material particulado desprendido y eliminado del filtro de partículas diesel de manera que se determine cuando la limpieza del filtro de partículas diesel se completa sustancialmente. La etapa de observar visualmente el flujo del material particulado desprendido y eliminado del filtro de partículas diesel puede comprender ver las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel a través de una ventana de una cámara que encierra el filtro de partículas diesel en esta. El método puede comprender además la etapa de observar visualmente los primer y segundo extremos del filtro de partículas diesel de manera que se determine el daño a las celdas de filtro, como se indica por una descarga contundente visible de material particulado desde, ambas, las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel.

20 La etapa de mover los primer y segundo miembros de tobera sobre las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel puede comprender hacer rotar el filtro de partículas diesel mientras se traslada simultáneamente los primer y segundo miembros de tobera sobre las caras extremos del filtro de partículas diesel.

25 Las etapas de posicionar los primer y segundo miembros de tobera en las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel de manera que se dirigen los flujos de aire comprimido hacia las celdas de filtro que se extienden de manera axial desde estos pueden cada una comprender posicionar un orificio de diámetro pequeño del miembro de tobera próximo a la cara extremo del filtro de partículas diesel de manera que el flujo de aire comprimido se dirige desde este contra solamente una pequeña porción de la cara extremo del filtro de partículas diesel. El método puede comprender además la etapa de aplicar un impacto al filtro de partículas diesel antes o durante la aplicación del flujo de aire comprimido a este. La etapa de aplicar un impacto al filtro de partículas diesel puede comprender someter el filtro de partículas diesel a una caída leve para impartir el impacto a este.

35 La presente invención además proporciona un método para identificar filtros dañados de partículas diesel que tienen una multiplicidad de celdas de filtro que se extienden generalmente de manera axial, el método que comprende las etapas de: (a) dirigir un flujo de aire comprimido desde un primer miembro de tobera hacia las celdas de filtro que se extienden de manera axial desde una primera cara extremo del filtro de partículas diesel, (b) simultáneamente dirigir un flujo de aire comprimido de un segundo miembro de tobera hacia las celdas de filtro que se extienden de manera axial desde una segunda cara extremo opuesta del filtro de partículas diesel, (c) mover los primer y segundo miembros de tobera sobre sustancialmente la totalidad de las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel, de manera que los flujos de aire comprimido se dirijan hacia sustancialmente la totalidad de las celdas de filtro desde direcciones opuestas de manera que se desprende y elimina el material particulado de estas, y (d) observar visualmente los flujos del material particulado desprendido y eliminado del filtro de partículas diesel para identificar el daño a las celdas de filtro de este, como se indica por una descarga contundente visible del material particulado simultáneamente de ambas, las primera y segunda caras extremos del filtro de partículas diesel.

50 La etapa de observar visualmente el filtro de partículas diesel puede comprender la colocación del filtro de partículas diesel en una cámara que tiene los miembros de tobera en esta, y observar el flujo del material particulado desprendido a través de al menos una ventana formada en la cámara.

Estas y otras características y ventajas de la presente invención se apreciarán y entenderán más completamente a partir de una lectura de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos acompañantes.

55 Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de aparato de limpieza de un DPF de acuerdo con la presente invención, que muestra un filtro ilustrativo colocado en el aparato para eliminar de este el material particulado acumulado.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva del cuerpo de cerámica de un filtro de partículas diesel ilustrativo, que muestra el cuerpo retirado de su carcasa de manera que proporciona una vista más clara de este;

60 La Fig. 3 es una vista en sección transversal, algo esquemática, de una porción del cuerpo de cerámica del filtro ilustrativo de la Fig. 2, con flechas de flujo que indican el paso de los gases de escape a través del cuerpo del filtro y la captura del material particulado en este;

La Fig. 4 es una vista en corte, en elevación, del aparato de limpieza de filtro de la Fig. 1, que muestra la posición del filtro de partículas diesel ilustrativo con relación a la plataforma giratoria y los tubos de aire cuando el filtro se coloca inicialmente en la máquina;

La Fig. 5 es una vista en corte en perspectiva del aparato de limpieza de las Figs. 1 y 4, que muestra el ensamble del tubo de aire y la plataforma giratoria en mayor detalle;

La Fig. 6 es una vista en corte, en elevación, del aparato de limpieza y el DPF ilustrativo, similar a la Fig. 4, que muestra la relación de los chorros de aire con las superficies de extremo del filtro durante el proceso de limpieza;

La Fig. 7 es una vista en corte, en elevación, de algún modo similar a la Fig. 4, de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la presente invención, en la cual el mecanismo de accionamiento giratorio es similar al de la modalidad descrita anteriormente, pero en el cual los tubos de aire de una sola salida en movimiento se reemplazan por cabezales estacionarios que tienen múltiples salidas desde los cuales el aire comprimido se dirige hacia los extremos del DPF;

Las Figs. 8A-8B son vistas en cortes frontales y laterales en elevación respectivamente de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la presente invención que usa tubos de aire de una sola salida similares a los mostrados en las Figs. 1-6, pero en la cual los tubos de aire son estacionarios y la plataforma se impulsa de adelante hacia atrás y de lado a lado de manera que mueve el DPF pasando las toberas en ambas direcciones X y Y;

Las Figs. 9A-9B son vistas en cortes frontales y laterales en elevación respectivamente de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la presente invención, que usa cabezales de aire estacionarios de múltiples salidas que abarcan todo el ancho del DPF, y en la cual la plataforma se impulsa en una única dirección de adelante hacia atrás para mover el DPF pasando linealmente las toberas;

Las Figs. 10A-10B son vistas frontales y laterales en elevación respectivamente de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la presente invención, el cual usa cabezales de aire estacionarios que tienen múltiples toberas dispuestas en línea, con las toberas orientadas en ángulos rectos entre si y la plataforma que tiene un mecanismo de accionamiento que mueve el DPF sobre esta en las direcciones X- y Y pasando las toberas;

Las Figs. 11A-11B son vistas frontales y laterales en elevación respectivamente de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la invención, en la cual el DPF se soporta horizontalmente sobre y se hacen rotar por un conjunto de rodillos, con los primer y segundo tubos de aire que se mueven a través de los extremos del DPF de manera cuando este último se hace rotar;

La Fig. 12 es una vista lateral en elevación de un aparato de limpieza de filtro de acuerdo con otra modalidad de la presente invención, que es similar a la modalidad de las Figs. 4-6 pero que incluye tubos de aire que tienen los extremos doblados/inclinados que alcanzan por detrás las pestañas de regeneración que sobresalen hacia dentro que son una característica de ciertos DPF, de manera de limpiar las áreas del filtro que de otra manera estarían bloqueadas o tapadas por las pestañas; y

La Fig. 13 es una vista en elevación algo esquemática de una instalación de limpieza DPF, que muestra la manera en que el aparato de limpieza, por ejemplo, de las Figs. 1 y 4-6, puede instalarse en conjunto con equipamiento adicional empleado en el proceso de limpieza;

Descripción detallada

La Fig. 1 muestra un aparato de limpieza de filtro de partículas diesel (DPF) 10 de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención. Como puede observarse, el aparato incluye un armario 12 que tiene una cámara de limpieza cerrada 14 que es accesible por una puerta 16 en la parte frontal del armario, y un panel de control 18 para controlar y monitorear el funcionamiento del aparato, como se describirá en mayor detalle a continuación. Un ensamble de plataforma giratoria horizontal se monta dentro de la cámara de limpieza, sobre un soporte 22, e incluye una corona dentada 24 y rodamientos (no se muestran) mediante los cuales la plataforma giratoria se hace rotar sobre un eje vertical. El DPF 26 se coloca encima de la plataforma giratoria, sobre un plato de adaptación en forma de anillo 28 que tiene una abertura central (no visible en la Fig. 1) a través de la cual se expone la superficie inferior del filtro. El aire presurizado (u otro gas/fluido adecuado) se dirige contra la superficie inferior del filtro por una primera tobera de aire comprimido 30 que se monta en un brazo extensible 32; similarmente, una segunda tobera 34 se monta en un brazo extensible 36 encima del DPF, para dirigir el aire comprimido en una dirección opuesta contra la superficie superior 38 del filtro.

Como se describirá en mayor detalle a continuación, las toberas aplican el aire comprimido más o menos axialmente en direcciones opuestas en los dos extremos del DPF (es decir, a ambos lados "limpio" y "sucio" del filtro), mientras que los brazos se extienden/retraen para trasladar las toberas y el filtro se hace rotar encima de la plataforma giratoria 20. De esta manera, ambos tubos pasan sobre las caras enteras de sus extremos respectivos de los filtros, de manera que el aire entra en las celdas de filtro en una dirección generalmente longitudinal y desprende el material particulado de estas. El material particulado liberado se contiene dentro de la cámara del armario 14, que se mantiene bajo una presión negativa para prevenir fugas/escapes, y cae, bajo una combinación de flujo de aire y gravedad, a través de una abertura de recolección 40 en la parte inferior de la cámara. La abertura de recolección está en comunicación con un conducto de escape (no se muestra en la Fig. 1) que se une a una abertura de escape 42 cerca de la parte inferior del armario y que transporta el material particulado a un colector de polvo u otro equipo desechable, como se describirá en mayor detalle a continuación.

Las pequeñas aberturas de admisión 44 en la parte superior del armario permiten que el aire exterior entre la cámara de limpieza 14, asegurando un flujo de aire dirigido hacia abajo consistente a través de esta. Las luces brillantes (no visibles en la Fig. 1) dentro del armario iluminan la cámara de limpieza 14, lo que permiten al operador ver y evaluar la

cantidad de material particulado suspendido en el aire mediante ventanas (por ejemplo, Lexan™ o Plexiglas) transparentes 46 en la puerta 16 y ajustar el funcionamiento de la máquina en consecuencia.

5 Se ha encontrado en la presente invención que dirigir los chorros de aire comprimido contra ambos lados del DPF (es decir, contra ambos el lado "limpio" y el lado "sucio" del filtro) se logra una limpieza de los filtros mucho más efectiva que en las técnicas convencionales en las cuales el aire se dirige contra solamente el lado "limpio" del filtro. Este resultado es de algún modo contrario al sentido común ya que las acumulaciones de partículas son casi exclusivamente en los lados "sucios" de las celdas y las razones son poco claras, pero se cree que la ráfaga contra el lado "sucio" inicialmente rompe y/o parcialmente desprende los depósitos de partículas, que se eliminan después por la ráfaga que
10 entra desde el lado "limpio". En todo caso, las pruebas comparativas han demostrado que el método de la presente invención puede eliminar un porcentaje significativamente mayor de la acumulación de partículas que lo que es posible con las técnicas anteriores, por lo tanto incrementa el tiempo entre las limpiezas y también mejora vida útil de los filtros.

15 Las Figs. 4-6 muestran los componentes de los aparatos de limpieza 10 y la forma en que interactúan con el DPF en mayor detalle.

20 Como puede observarse en la Fig. 4, los vástagos extensibles horizontales 32, 36 que soportan las toberas superiores e inferiores 30, 34 se extienden y se retraen por cilindros neumáticos 50, 52, de esta manera trasladan los tubos en una dirección horizontal a través de las bases del filtro; se entenderá que otros mecanismos adecuados pueden además usarse para mover las toberas, tal como cilindros hidráulicos, accionamientos por tornillo, y mecanismos de piñón y cremallera, por ejemplo, algunos de los cuales se describirán en mayor detalle a continuación.

25 Las toberas 30, 34 se montan verticalmente en los extremos de los vástagos 32, 36, por los soportes 54, 56, de manera que las toberas 30, 34 alinean el flujo de aire axialmente hacia los agujeros del DPF. El aire comprimido se suministra a las toberas a través de mangueras flexibles 58, 60 que se conectan a un tanque de presión (no mostrado) u otra fuente adecuada, y que permite a las toberas moverse hacia atrás y hacia adelante sin restricción, las mangueras se conectan a las toberas por conexiones roscadas 62, 64 u otros acoplamientos adecuados.

30 La Fig. 4 muestra el tubo de aire superior en una posición levantada, lo cual proporciona una holgura que permite al operador colocar el DPF 26 encima de la plataforma giratoria 20. Durante el proceso de limpieza, sin embargo, el tubo superior se desciende de manera que su extremo distal descansa adyacente o sobre la superficie superior 38 del filtro, como se muestra en la Fig. 5. Elevar o descender el ensamble de tubo superior se lleva a cabo mediante el funcionamiento de un cilindro neumático de eje vertical 66, que extiende/retrae una varilla vertical 68 que se une al ensamble ajustable superior por un primer soporte 70, el extremo inferior del cilindro vertical se sostiene de manera
35 estacionaria mediante un segundo soporte 72. Por lo tanto, retraer la varilla 68 desciende la tobera superior 34 a la superficie superior del filtro, como se muestra en la Fig. 6, mientras que la tobera inferior queda adyacente a la superficie inferior del filtro. La posición del ensamble del tubos móvil superior puede ajustarse por el operador mediante el uso del panel de control de la máquina, para acomodar filtros que tienen diferentes alturas. Al igual que con los cilindros neumáticos horizontales descritos anteriormente, se entenderá que pueden usarse otras formas de mecanismos para elevar/descender el ensamble de tubo con relación a la plataforma giratoria.

40 Las toberas 30, 34 se forman preferentemente de pajillas de vinilo relativamente blandas, para evitar que dañen el material de cerámica del DPF cuando hacen contacto con los extremos de este. Las pajillas preferentemente tienen un diámetro relativamente pequeño, adecuadamente de aproximadamente ¼ de pulgada, de manera que concentren el flujo de aire sobre solamente unas cuantas celdas a la vez. El aire se proporciona preferentemente a las toberas de forma sustancialmente continua durante el proceso de limpieza, adecuadamente a aproximadamente 90psi, que arroja resultados muy eficaces; se entenderá, sin embargo, que algunas modalidades pueden utilizar un flujo de aire pulsado.

45 Además, mientras que la modalidad ilustrada tiene solamente una tobera por cada extremo del filtro, se entenderá que algunas modalidades pueden presentar múltiples toberas en lugar de una sola tobera o ranuras continuas o aberturas similares en lugar de distintas aberturas de tobera pequeñas, pero que sin embargo concentran el flujo o flujos de aire contra las celdas individuales o grupos de celdas en lugar de distribuirlo a través de todo el extremo del filtro. Generalmente, sin embargo, las modalidades que utilizan tales tubos de aire o que operan de cualquier otra forma
50 solamente un par de pequeños orificios a la vez son adecuadas para la mayoría de las instalaciones, mientras que aquellas con toberas múltiples o de mayor tamaño son generalmente más adecuadas para las instalaciones que tienen compresores de gran volumen que son capaces de suministrar los grandes volúmenes de aire que monitorean las presiones necesarias.

55 Las toberas adecuadas de los tipos descritos anteriormente, algunas de las cuales pueden denominarse como "cuchillas de aire", están disponibles de numerosos suministradores en la industria de los neumáticos/aire comprimido.

60 Durante la operación de limpieza, el ensamble de plataforma giratoria 20 se hacer rotar por un motor y un engranaje de piñón (no se muestra) que se acopla con la corona dentada de gran diámetro 24 (de nuevo, se entenderá que puede usarse otro mecanismo de accionamiento adecuado). Simultáneamente, los cilindros neumáticos horizontales 50, 52 se extienden y retraen de manera cíclica de forma independiente, de manera que muevan las toberas de aire superior e
65

inferior de un lado a otro a través de las superficies superior e inferior del DPF cuando este último se hace rotar en la plataforma giratoria; dado que los brazos no están unidos entre sí y se extienden/retraen de manera independiente, las localizaciones de las toberas están desplazadas casi siempre a fin de evitar que las ráfagas de aire se contrarresten entre sí. El recorrido de los tubos se corresponde con el diámetro de las caras ovaladas, mediante el uso de relés o interruptores temporizados 80, 82 y los miembros de varilla asociados 84, 86 que se extienden/retraen simultáneamente con los vástagos de los cilindros neumáticos; los interruptores y relés de unidad adecuados (por ejemplo, "relés inteligentes") están disponibles de un número de fuentes comerciales, y se ajustan fácilmente por el operador (por ejemplo, mecánicamente o eléctricamente) de manera que el barrido de la tobera se corresponderá con el diámetro del filtro; además, el operador también puede ajustar el recorrido de manera que el diámetro efectivo se corresponde con el ancho de un DPF cuadrado, oval u otro no cilíndrico.

La combinación del movimiento de rotación y lineal, con los tubos de aire que funcionan de manera independiente, no solamente entre ellos, sino además de la rotación de la plataforma giratoria, garantiza que durante un período de funcionamiento cada tobera se moverá a través de y cubrirá toda la superficie de extremo del filtro en un patrón sustancialmente aleatorio, lo que evita de esta manera cualquiera punto faltante o "no cubierto". En la modalidad ilustrada, la plataforma giratoria se hace rotar adecuadamente a una velocidad de aproximadamente 5 rpm, mientras que los tubos de aire se hacen funcionar adecuadamente a una tasa de aproximadamente 15-20 ciclos por minuto. La velocidad de rotación de la plataforma giratoria es preferentemente además ligeramente variable, ya sea manual o automáticamente, para garantizar a fondo, una cobertura uniforme y ayudar a prevenir cualquier tendencia a desarrollar patrones de "espirógrafos" y puntos faltantes que podrían resultar de ciertas combinaciones de velocidades de rotación fija y recíproca.

Como se señaló anteriormente, la capacidad de ajuste vertical del ensamble de tubo de aire superior permite que el aparato acomode los filtros de diferentes longitudes/alturas. El ensamble de plataforma giratoria 20 a su vez permite que la máquina acomode filtros de diferentes diámetros. Como puede observarse mejor en la Fig. 5, el ensamble incluye un plato exterior 90 que tiene una abertura interior que es suficientemente grande para el DPF de diámetro más grande que va a limpiarse. El plato exterior 90 se atornilla o de otra manera se monta a la corona dentada 24 de la plataforma giratoria, con platos removibles adicionales que se fijan de manera anular dentro del anillo más exterior para acomodar filtros de diferentes tamaños, más pequeños; en el ejemplo que se ilustra en la Fig. 5, un primer plato anular 92 se fija dentro del anillo exterior, y entonces otro plato anular 28 se fija dentro de este para soportar el DPF 26, el anillo más interior tiene un diámetro interior que se corresponde con el del filtro. Cada uno de los anillos removibles incluye un reborde o borde dependiente (que no se muestra) que se ajusta dentro de y se acopla a la abertura del siguiente plato más grande para mantener la alineación entre las piezas. De esta manera, puede proporcionarse una serie de platos anulares que permitirán que el aparato acomode una amplia variedad de los DPF que tienen diferentes diámetros, por ejemplo 12", 14", 18", etc.

En funcionamiento, se ha encontrado ventajoso hacer rotar la plataforma giratoria primero en una dirección y después en la dirección opuesta (contraria), mientras que se hace funcionar simultáneamente los tubos de aire en la manera descrita anteriormente; la razón por la que invertir la dirección de la plataforma giratoria produce un efecto de limpieza mejorada no se entiende completamente, pero se cree que la ráfaga de aire tiende a entrar en las celdas e impacte en las paredes de estas en un ángulo o dirección ligeramente diferente dependiendo de la dirección de rotación, lo que resulta en un desprendimiento más completo del material particulado. Además, como se señaló anteriormente, se prefiere generalmente también variar la velocidad de rotación.

La primera fase de la limpieza se lleva a cabo con el lado "sucio" del DPF orientado hacia abajo, de manera que el volumen del material particulado desprendido caerá más o menos recto en la abertura de recolección 40. Se invierte entonces el filtro durante una segunda fase más corta, durante la cual el lado limpio del DPF se dirige hacia abajo. Aunque se prefiere la secuencia anterior en términos de velocidad y eficiencia, se ha encontrado que el aparato es capaz de limpiar eficazmente los DPF incluso si se deja inverso (invertido) con respecto a su orientación ideal, el proceso simplemente se disminuye a un grado; esto es una ventaja significativa sobre los sistemas de limpieza anteriores, y evita el problema del error del operador cuando orienta los filtros (con respecto a esto, debe notarse que muchos de los DPF carecen de flechas u otras indicaciones de los lados "sucio" y "limpio", que a veces hace difícil al operador distinguir entre los dos).

Además, la presente invención permite al operador evaluar de forma rápida y con precisión los progresos del proceso de limpieza, al observar la cantidad de partículas de polvo en la cámara de limpieza. Como se señaló anteriormente, ambos extremos (superior e inferior) son visibles al operador durante el proceso de limpieza, las luces preferentemente se posicionan ligeramente encima o al lado de la puerta y dirigidas hacia el polvo desprendido de manera que la luz reflejada de este será visible a través de las ventanas 46. El aparato de limpieza de DPF anterior generalmente no permite cualquier evaluación visual del proceso; por ejemplo, muchos dispositivos anteriores, que operan sobre el principio de soplar-succionar, emplean accesorios de tipo sombrero que se unen a o sobre los extremos de los filtros, de manera que el flujo de aire/polvo no es visible de ninguna manera, estos sistemas en su mayoría se operan sobre la base de un tiempo establecido como se describió anteriormente. Mediante la colocación del DPF en una cámara de succión independiente que tiene una ventana o ventanas que permiten al operador observar el flujo de aire/polvo de ambos extremos del filtro, la presente invención permite que el operador determine efectivamente el punto en que el

proceso de limpieza se completa sustancialmente y por lo tanto puede terminarse. Además, esta evaluación se logra sin la necesidad de sensores de polvo electrónicos problemáticos, aunque tales sensores o dispositivos similares pueden incorporarse si se desea. Se ha encontrado que el aparato, operado de la manera anterior, es capaz de limpiar la mayoría de los DPF de camiones/autobuses en un período de aproximadamente de 20-30 minutos, sin intervención del operador excepto para la configuración inicial y una mirada ocasional a través de las ventanas en la puerta.

Como parte del método de limpieza, además se ha encontrado ventajoso someter el DPF a un ligero impacto o "golpeo" antes o durante el proceso de limpieza neumático. Este puede llevarse a cabo manualmente, por ejemplo por el operador que deja caer el filtro unas cuantas pulgadas sobre una mesa de trabajo de madera, o puede llevarse a cabo mediante el mismo aparato. Por ejemplo, el aparato puede incluir uno o más gatos neumáticos (no se muestran) que elevan el soporte y la plataforma giratoria una corta distancia, junto con el DPF que descansa sobre estos, y entonces deja caer el ensamble contra un tope o topes para aplicar un impacto, ya sea antes o durante el curso de las fases de limpieza neumática.

La capacidad de ver ambos extremos del filtro además hace posible identificar de forma rápida y eficiente los filtros dañados (por ejemplo, filtros que tienen celdas deterioradas, medios agrietados, etc), que como se señaló anteriormente ha sido una problemática en sistemas anteriores. Como el aire presurizado se dirige contra ambos extremos del filtro, el daño al medio de filtro se indica por la aparición de una "horma" o nube pronunciada de polvo en el lado "limpio" del filtro; dado que una nube de polvo normalmente existirá en el lado "sucio" del filtro en cualquier caso, un filtro dañado se indica cuando nubes de polvo pronunciadas aparecen en ambos extremos del filtro, por lo tanto el operador no necesita diferenciar los extremos "limpio" y "sucio" para hacer el diagnóstico. Debe notarse que una leve "niebla" de polvo aparecerá habitualmente en el lado "limpio" de un filtro no dañado cuando se somete al proceso de limpieza, debido al flujo de aire que se dirige contra el lado "sucio" opuesto, pero que en el caso de un filtro dañado la nube de polvo que se infla desde el lado "limpio" es mucho más pronunciada y turbulenta y por lo tanto se identifica muy fácilmente por el operador, incluso con una mirada rápida. Por lo tanto, como una etapa inicial en el proceso de la presente invención, el operador puede diagnosticar rápidamente filtros dañados y retirarlos para reparar o eliminar, sin tener que examinar los filtros mediante el uso de un introscoPIO u otra pieza separada del equipo.

La modalidad ilustrada en las Figs. 1 y 4-6 utilizan una combinación básica de plataforma giratoria y una sola salida, alternando los tubos de aire superior e inferior, cuya configuración tiene ventajas particulares en términos de eficiencia, fácil de operar y uso de aire de bajo volumen que lo hace muy adecuado para su uso en muchas instalaciones. Las Figs. 7-12, a su vez, ilustran modalidades adicionales que tienen mecanismos de accionamiento, ensambles de toberas de aire y otras características que además pueden ser ventajosas para ciertas instalaciones y/o tipos de filtros.

Por ejemplo, la Fig. 7 muestra un aparato de limpieza de DPF 100 en el cual el armario 102 y la plataforma giratoria 104 y los componentes asociados son sustancialmente similares a sus contrapartes descritas anteriormente. Los filtros 106 por lo tanto rotan en la manera previamente descrita, como se indica por la flecha 108. En lugar de los tubos de aire de una sola salida que atraviesan los extremos del filtro, sin embargo, la modalidad mostrada en la Fig. 7 utiliza múltiples salidas con cabezales 110a, 110b, cada uno de los cuales incluye una pluralidad de toberas de tipo pajilla 112 que tienen extremos distales que se dirigen hacia las caras extremos del DPF, y un recinto 114 mediante el cual el aire presurizado se distribuye a las toberas individuales. El aire se suministra al recinto, a su vez, mediante líneas 116, 118, que se unen a los cabezales de toberas 110a, 110b mediante acoplamientos 120.

En lugar de atravesar hacia delante y hacia atrás a través de las superficies de extremo del DPF, los cabezales de toberas de múltiples salidas 110a, 110b permanecen estacionarios mientras que el filtro rota, las dos unidades de cabezales están desplazadas entre sí de manera que ninguna de las toberas 112 se alinean en oposición directa. El cabezal de tobera superior 110a se monta en un cilindro neumático 122, mediante un brazo 124 y el soporte 126 que se unen a la varilla extensible 128 del cilindro, de manera que la unidad de cabezal superior puede selectivamente elevarse/descenderse cuando los DPF se colocan en o se retiran del aparato, y además para acomodar también los filtros de diferentes longitudes, la línea de aire superior 116 que tiene un montaje de segmento flexible que le permite moverse hacia arriba y hacia abajo con la unidad de cabezal.

Como se señaló anteriormente, los cabezales de tobera superior e inferior 110a, 110b están desplazados a fin de evitar que las toberas sean dirigidas una contra la otra. Además, los ensambles de toberas tienen suficientes tramos (es decir, la distancia entre las toberas en los extremos de los cabezales) para extenderse al menos desde el borde exterior del DPF (o pasado) hasta el centro axial del filtro, de manera que todas las superficies de extremo del filtro se barrerán por las toberas cuando el filtro se hace rotar en la plataforma giratoria 104. Para acomodar los DPF de diámetros más largos/pequeños, el aparato puede proporcionarse con varias unidades de toberas que tienen diferentes (es decir, largos/cortos) tramos, que están montados de manera intercambiable a los acoplamientos 120; por ejemplo, la Fig. 7 muestra un tercer cabezal de tobera 110c que tiene un accesorio 132 de manera que es capaz de unirse a los acoplamientos 120 en la misma manera que los otros, como se indica por las flechas, 134a, 134b (la unidad de cabezal particular 110c en la Fig. 7 se muestra con el mismo tamaño que la otra unidad 110a, 110b, sin embargo, se entenderá que pueden proporcionarse otros tamaños adecuados).

La separación entre las toberas individuales en cada una de los cabezales de toberas se selecciona para evitar

espacios en la cobertura, basada en el área sobre la cual el aire se esparce desde la tobera a la superficie del filtro y otros factores. El tamaño óptimo y la presión del flujo descargado desde cada una de las toberas individuales 112 de los cabezales de múltiples toberas es sustancialmente el mismo que para los tubos de una sola tobera descritos anteriormente. Por lo tanto, dado que múltiples toberas se alimentan simultáneamente, los requerimientos de volumen generalmente serán mucho mayor que con la modalidad descrita anteriormente y el suministro de aire comprimido debe dimensionarse en consecuencia.

Las Figs. 8A-8B, a su vez, muestra un aparato de limpieza de DPF 140 en el cual hay toberas de aire de una sola salida 142a, 142b que se mantienen estacionarias, que se montan en longitudes fijas de las varillas 144a, 144b por los soportes 146a, 146b (aunque no se muestra, la varilla superior puede conectarse a un cilindro neumático u otro mecanismo para la elevar/descender del tubo de aire superior 142a, de una manera similar a la que se muestra en las Figs. 7A-7B, con el aire comprimido que se suministra a los tubos mediante las líneas de aire superiores e inferiores 148a, 148b.

La posición fija de los tubos de aire superior e inferior 142a, 142b está desplazada de entre sí en una dirección vertical, de manera que evita que los chorros de aire estén en oposición directa, de nuevo similar a la modalidad descrita anteriormente. Sin embargo, en lugar de que se rote, la plataforma 150 que soporta el DPF 152 se impulsa en las primera y segunda direcciones "X" y "Y" dentro del plano horizontal, como se indica por las flechas 154, 156. En la modalidad ilustrada, la traslación horizontal de la plataforma se logra por medio de los primer y segundo motores 158, 160 los cuales accionan los engranajes de piñón 162, 164 que están en acoplamiento con las cremalleras que se extienden desde la parte frontal a la trasera y de lado a lado 166, 168 montadas en la parte inferior de la plataforma. Uno o el otro de los motores se operan adecuadamente de una manera escalonada, moviendo el filtro en una dirección fila por fila, mientras que el otro motor se opera para barrer los tubos de aire hacia atrás y hacia adelante a lo largo de las filas, cubriendo así la totalidad de ambas caras extremos del filtro.

La modalidad de las Figs. 8A-8B, proporciona un movimiento lineal del filtro en las direcciones "X" y "Y" en lugar de rotarlo y se adecua particularmente para usar en la limpieza de filtros cuboides que tienen cara extremos cuadradas o rectangulares, aunque también pueden usarse con los filtros de forma cilíndrica más comunes. Se entenderá además que otros mecanismos de accionamiento pueden usarse para desarrollar el movimiento X-Y, en lugar de o junto con el arreglo de engranaje y cremallera mostrado en las Figs. 4-6, tal como una plataforma accionada por brazos o pistones horizontales, por ejemplo.

Las Figs. 9A-9B muestran un aparato de limpieza 170 de acuerdo con otra modalidad en la cual el filtro se mueve linealmente, pero en este caso en una dirección solamente en lugar de dos. En lugar de los tubos de aire de una sola salida de la modalidad mostrada en las Figs. 8A-8B, el aparato de limpieza 170 utiliza dos cabezales de toberas de múltiples salidas 172a, 172b similares a las mostradas en la Fig. 7, cada una teniendo un recinto 174 y múltiples salidas de tobera 176, el aire comprimido que se suministra al recinto mediante las líneas de aire superiores e inferiores 178a, 178b. Similar a las modalidades descritas anteriormente, el cabezal de tobera superior 172a es ajustable verticalmente, como se indica por las flechas 179, en este caso que se soporta en una varilla 180 que se monta a un panel verticalmente deslizante 182, que a su vez se monta al vástago 184 de un cilindro neumático 186 por un soporte 188.

Como puede observarse en las Figs. 9A-9B, los cabezales de tobera superior e inferior 172a, 172b se montan sustancialmente paralelos entre sí, de manera que las dos filas de toberas 176 se encuentran en planos generalmente paralelos, pero de nuevo están desplazadas a fin de evitar la oposición directa. Los chorros de aire de los cabezales de tobera superior e inferior 172a, 172b en consecuencia impactan las filas desplazadas de celdas en los extremos superior e inferior del DPF 190, ya que este último se soporta sobre la plataforma 192, las series de toberas 176 tienen suficiente amplitud para abarcar todo el ancho/diámetro del filtro. La plataforma y el filtro se impulsan entonces en una sola dirección reversible perpendicular a las filas de toberas 176, como se indica por la flecha 194 en la Fig. 9B, por medio de un engranaje de piñón y motor en acoplamiento con una cremallera 199 montada en la parte inferior de la mesa. Por lo tanto las filas de toberas barren la totalidad de ambas superficies de extremo del filtro 190, cuando este último se mueve hacia delante y hacia atrás por debajo/encima de las toberas.

Además de ser particularmente adecuada para su uso con filtros cuadrados o rectangulares, la modalidad mostrada en las Figs. 9A-9B tiene la ventaja añadida de tiempos de limpieza potencialmente más rápidos. Una desventaja potencial, cuando se compara con las otras modalidades, es la posibilidad de una limpieza menos a fondo o uniforme, debido al movimiento estrictamente lineal y la ausencia de cualquier aspecto "aleatorio" de las trayectorias seguidas por las toberas. Además, como con la otra modalidad de múltiples toberas descrita anteriormente, los requerimientos de volumen de aire son significativamente mayores que con las modalidades de una sola tobera.

Las Figs. 10A-10B muestran un aparato de limpieza 200 de acuerdo con otra modalidad que emplea cabezales de múltiples toberas, con las unidades de cabezales superior e inferior 202a, 202b que se alinean en ángulos rectos entre sí (es decir, en una configuración "+" cuando se observa en la vista en planta). Como antes, los cabezales incluyen cada uno un recinto 204 y múltiples toberas 206, con aire comprimido que alimenta al recinto a través de las líneas de aire superiores e inferiores 208a, 208b.

- 5 En esta modalidad, el DPF se impulsa más allá de las filas de toberas en las primera y segunda direcciones X-Y, como se indica por las flechas 212, 214; similar al arreglo en las Figs. 8A-8B, el movimiento se lleva a cabo por los motores 216, 218 que accionan los engranajes de piñón 220, 222 en acoplamiento con las cremalleras 224, 226 en la parte inferior de la plataforma de soporta del filtro 228. De nuevo, estos movimientos, que pueden llevarse a cabo adecuadamente de manera escalonada, continúan barriendo eficazmente las toberas sobre la totalidad de ambos extremos del filtro.
- 10 Las modalidades que se han descrito hasta este punto tienen mecanismos característicos que soportan el DPF en una orientación vertical (es decir, de manera que las celdas en el medio corren verticalmente), lo que proporciona ventajas significativas, por ejemplo, ya que la gravedad ayuda a transportar el material particulado desprendido hacia abajo fuera de las celdas durante el proceso de limpieza. Las Figs. 11A-11B, a su vez, muestran un aparato de limpieza que se soporta y se hace rotar en una orientación horizontal, que puede ser ventajosa para algunas aplicaciones.
- 15 Como puede observarse, el aparato de limpieza de filtro 230 incluye un par de rodillos separados 232, 234, que se extienden sustancialmente paralelos entre sí, generalmente en un plano horizontal común, el rodillo 232 se acciona a partir de un motor 236 mediante una correa 238, como se indica por la flecha 240, y el rodillo 234 que es un rodillo loco (para mejor entendimiento, ciertos soportes y rodamientos no se muestran en las Figs. 11A-11B, pero su localización y naturaleza resultarán evidentes para los expertos en la técnica pertinente). Los rodillos separados 232, 234 soportan el DPF 242 en una orientación horizontal cuando este último se coloca en los rodillos, como se muestra en las Figs. 11A-11B. Cada uno de los rodillos se recubre preferentemente con una cubierta o capa de caucho o material elástico similar, para proteger el filtro y además para ayudar al rodillo de accionamiento 232 a establecer la tracción contra el exterior del filtro.
- 20 Los primer y segundo tubos de aire 244a, 244b son similares a los tubos de aire en las Figs. 4-6, excepto que se alinean en una dirección horizontal. Los tubos en consecuencia se montan a las varillas extensibles/retráctiles 246a, 246b de los cilindros neumáticos verticalmente alineados 248a, 248b, en los soportes 250a, 250b. Las varillas 246a, 246b alternan en las direcciones indicadas por las flechas 252a, 252b para barrer los tubos 244a, 244b a través de los extremos 254a, 254b del DPF ya que este último se hace rotar en los rodillos en la dirección indicada por la flecha 256, con el movimiento vertical de los tubos que se acomoda por las líneas de suministro de aire flexibles 258a, 258b. Los tubos de aire cubren por lo tanto la totalidad de ambos extremos del filtro de manera similar a la descrita con referencia a las Figs. 4-6. Como se mencionó también anteriormente, el motor de accionamiento puede invertirse y/o hacerse funcionar a velocidades variables para ayudar a garantizar la cobertura a fondo.
- 25 La cámara (no se muestra) que comprende el mecanismo de limpieza 230 mostrado en las Figs. 11A-11B es de manera general adecuadamente similar a la mostrada en la Fig. 1, redispuesta ligeramente para acomodar la orientación horizontal del filtro y los flujos asociados de aire y polvo.
- 30 La Fig. 12 muestra un aparato de limpieza de DPF 260 que es generalmente similar a los mostrados en las Figs. 1 y 4-6, excepto por la configuración particular de los tubos de aire superior e inferior. El aparato en consecuencia incluye una carcasa 262, una plataforma giratoria 264, los cilindros neumáticos superiores e inferiores 266a, 266b con brazos extensible/retráctiles 268a, 268b, varillas de guía asociadas 270a, 270b, y soportes de extremos 280a, 280b que soportan los tubos de aire 282a, 282b y las líneas de suministro de aire comprimido asociadas 284a, 284b.
- 35 A diferencia de las modalidades descritas anteriormente, en lugar de ser rectas las porciones de extremo 288a, 288b de los tubos 282a, 282b se curvan/doblan hacia afuera, de manera que los extremos de los tubos están desplazados hacia un borde del filtro desde los ejes verticales principales de los tubos, los extremos distales 290a, 290b de los tubos a su vez se cortan o de otra manera se conforman de manera que el flujo de aire desde estos se dirija generalmente de manera vertical contra las superficies de extremo 292a, 292b del filtro y hacia las celdas del medio de filtro 294.
- 40 Los extremos curvados, desplazados de los tubos de aire 282a, 282b les permiten llegar a las pestañas inclinadas hacia dentro por detrás/por debajo 296a, 296b que se montan en los extremos del filtro 298, de manera que llegan a los extremos de las celdas en las zonas anulares de las pestañas 296a, 296b que no se pueden acceder con los tubos de aire rectos perpendiculares. Cuando la plataforma giratoria 264 se rota, los tubos de aire curvados superior e inferior 282a, 282b alternan hacia atrás y hacia adelante por los cilindros neumáticos 266a, 266b, junto con las varillas y guías asociadas, desde los bordes del cuerpo del filtro 294 (como se indica por las líneas discontinuas 300a, 300b) hacia o más allá del eje central 302 del filtro (como se indica por las flechas 304a, 304b), barriendo de esta manera los tubos a través de todas las superficies de extremo del cuerpo del filtro, lo que incluye las áreas bajo las pestañas anulares 26a, 26b.
- 45 A modo de antecedente, el propósito de las pestañas 296a, 296b es crear las "zonas de regeneración" 306a, 306b en los extremos del filtro, y son una característica de ciertas marcas y tipos de DPF que emplean lo que se denomina a veces como "regeneración activa". Estos filtros han sido hasta ahora muy difíciles de limpiar en absoluto, y mucho menos de manera eficiente, con el área bajo las pestañas que es virtualmente inaccesible para el equipo anterior. La

presente invención por lo tanto ha resuelto este problema muy importante, además de proporcionar los otros beneficios señalados anteriormente.

5 La Fig. 13 muestra una instalación de limpieza de DPF ilustrativa 310 que incluye el aparato de limpieza neumático 10 descrito anteriormente. La instalación incluye limpiadores térmicos de DPF 312 para el pretratamiento de los filtros que además se obstruyen con el exceso de hidrocarburos (petróleo, combustible no quemado, etc.); los limpiadores térmicos son hornos eficazmente sellados, en los que se lleva a cabo una quema controlada de los hidrocarburos, que deja solamente el material particulado para su posterior eliminación. También se incluye un banco de pruebas 314, que incluye los accesorios y medidores de flujo adecuados, para la verificación del completamiento de la limpieza y también para identificar los daños físicos u otros problemas, por ejemplo, grietas o agujeros en el material cerámico de los filtros. 10 Un sistema de recogida de polvo y humo 316 incluye una campana 318 para recoger el humo que emana de los limpiadores térmicos y otros equipos, así como también un conducto de escape 320 que extrae el aire y el material particulado suspendido desde la abertura de escape 42 del aparato de limpieza neumático. El flujo de los gases de escape pasa del sistema de recolección 316 a través de un colector de polvo 322 y/o otros equipos de filtrado antes de que se descarguen a la atmósfera. 15

La presente invención por lo tanto proporciona un método altamente eficaz y un aparato mediante los cuales los filtros de partículas diesel pueden limpiarse eficazmente y con intervención manual mínima. El aparato es capaz de acomodar diferentes tamaños y formas de filtros de una manera rápida y conveniente, y es susceptible de instalarse en una 20 instalación que es muy adecuada tanto para estaciones de limpieza centralizadas de la flota o instalaciones de servicio geográficamente distribuidas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para la limpieza neumática de filtros de partículas diesel (26) que tiene una multiplicidad de celdas de filtro que se extienden generalmente de manera axial (D), dicho aparato (10) que comprende:
 - 5 un primer miembro de tobera de aire comprimido (30) que puede posicionarse en una primera cara extremo de dicho filtro de partículas diesel (26) que dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) desde este; **caracterizado porque** el aparato comprende además
 - 10 un segundo miembro de tobera de aire comprimido (34) que puede posicionarse en una segunda cara extremo opuesta de dicho filtro de partículas diesel (26) que dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) desde este; y
 - 15 medios para mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) sobre sustancialmente la totalidad de dichas primera y segunda caras extremos de manera que el aire comprimido se dirige hacia sustancialmente la totalidad de dichas celdas de filtro (D) desde direcciones opuestas de manera que se desprende y elimina de manera eficaz el material particulado de estas.

2. El aparato (10) de la reivindicación 1, en donde dichos medios para mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) sobre dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) comprenden:
 - 20 medios para trasladar dichos miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) a través de dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26).

3. El aparato (10) de la reivindicación 2, en donde dichos medios para trasladar dichos miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) a través de dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) comprenden:
 - 25 los primer y segundo brazos (32, 36) en los cuales se soportan dichos miembros de tobera de aire comprimido (30, 34); y
 - 30 los medios (50, 52) para extender y retraer dichos brazos (32, 36).

4. El aparato (10) de la reivindicación 1, en donde dichos medios para mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) sobre dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) comprende:
 - 35 medios para hacer rotar dicho filtro de partículas diesel (26) ya que dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) dirigen dichos flujos de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) en dichas primera y segunda caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26).

5. El aparato (10) de la reivindicación 4, en donde dichos medios para hacer rotar dicho filtro de partículas diesel (26) comprenden:
 - 45 una plataforma giratoria (20) que soporta y hace rotar dicho filtro de partículas diesel (26), dicha plataforma giratoria (20) que tiene una orientación sustancialmente vertical y una abertura central a través de la cual uno de dichos miembros de tobera de aire comprimido (30) accede a una cara extremo de dicho filtro de partículas diesel (26).

6. El aparato (10) de la reivindicación 4, que comprende además:
 - 50 medios para trasladar dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) a través de dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) cuando se hace rotar dicho filtro (26).

7. El aparato (10) de la reivindicación 6, en donde dichos medios para trasladar dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) a través de dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) comprenden:
 - 55 los primer y segundo brazos (32, 36) en los cuales se soportan dichos miembros de tobera de aire comprimido (30, 34); y
 - 60 medios para extender y retraer de manera cíclica dichos brazos (32, 36) cuando se hace rotar dicho filtro de partículas diesel (26).

8. El aparato (10) de la reivindicación 1, en donde cada uno de dichos miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) comprende:
- 5 al menos una tobera de diámetro pequeño que dirige dicho flujo de aire presurizado hacia dichas celdas de filtro (D) en una dirección sustancialmente axial.
9. El aparato (10) de la reivindicación 6, en donde cada dicha tobera de diámetro pequeño comprende:
- 10 un orificio de diámetro pequeño dimensionado de manera que cuando dicha tobera se posiciona a una distancia predeterminada de una de dichas caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26) dicho flujo de aire comprimido desde esta impacte solamente una pequeña porción de dicha cara extremo que abarca un número relativamente pequeño de dichas celdas de filtro (D).
10. El aparato (10) de la reivindicación 8, en donde dichas toberas de diámetro pequeño pueden cada una comprender:
- 15 un miembro de tubo alargado que tiene un orificio de descarga formado en un extremo distal de este.
11. El aparato (10) de la reivindicación 5, en donde dicha plataforma giratoria (20) comprende:
- 20 un corona dentada de diámetro grande (24) que tiene dicha abertura central formada en esta;
y
un engranaje de piñón y motor en acoplamiento operativo con dicha corona dentada (24).
12. El aparato (10) de la reivindicación 5, en donde dicha plataforma giratoria (20) comprende:
- 25 medios para soportar diferentes filtros de partículas diesel (26) que tienen diámetros diferentes de manera que las caras extremos de dichos diferentes filtros (26) se exponen en dicha abertura central de dicha plataforma giratoria (20).
13. El aparato (10) de la reivindicación 12, en donde los medios para soportar diferentes filtros de partículas diesel (26) que tienen diámetros diferentes comprenden:
- 30 una pluralidad de miembros de plato (28) que pueden montarse de manera intercambiable en la plataforma giratoria (20), cada uno de dichos miembros de plato (28) que tiene una abertura central que se corresponde con uno de dichos diámetros diferentes de dichos filtros de partículas diesel (26).
14. El aparato (10) de la reivindicación 5, que comprende además:
- 40 medios para elevar y descender de manera selectiva uno de dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) con relación a dicha plataforma giratoria (20), de manera que acomoda los diferentes filtros de partículas diesel (26) que tienen diferentes longitudes.
15. Un método para limpiar un filtro de partículas diesel (26) que tiene una multiplicidad de celdas de filtro que se extienden generalmente de manera axial (D), dicho método que comprende las etapas de:
- 45 posicionar un primer miembro de tobera de aire comprimido (30) en una primera cara extremo de dicho filtro de partículas diesel (26) de manera que se dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) desde este; **caracterizado por**
- 50 posicionar un segundo miembro de tobera de aire comprimido(34) en una segunda cara extremo opuesta de dicho filtro de partículas diesel (26) de manera que se dirige un flujo de aire comprimido hacia dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) desde este; y
- 55 mover dichos primer y segundo miembros de tobera de aire comprimido (30, 34) sobre sustancialmente la totalidad de dichas primera y segunda caras extremos de dicho filtro de partículas diesel (26), de manera que el aire comprimido se dirige hacia sustancialmente la totalidad de dichas celdas de filtro que se extienden de manera axial (D) desde direcciones opuestas de manera que se desprende y elimina el material particulado de estas.

FIG. 1

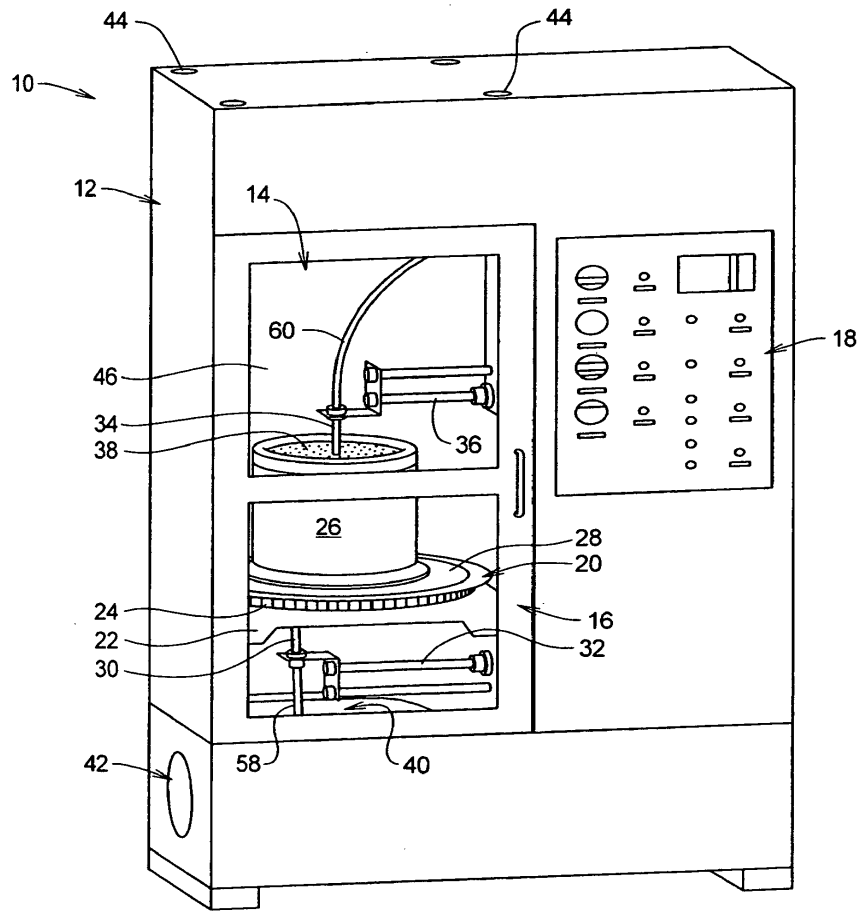


FIG. 2

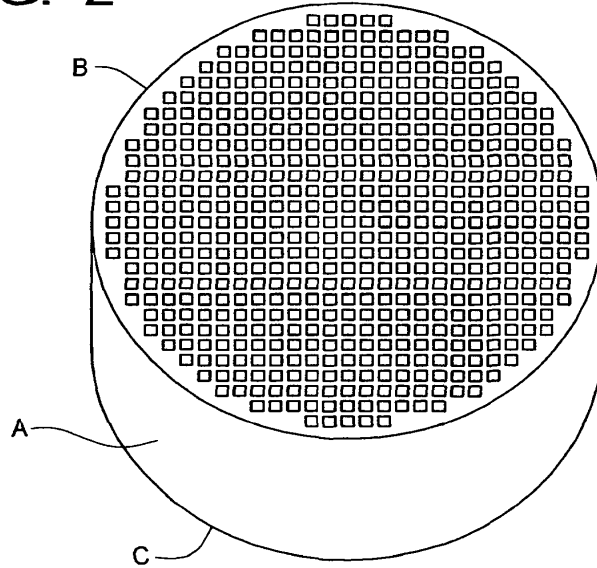


FIG. 3

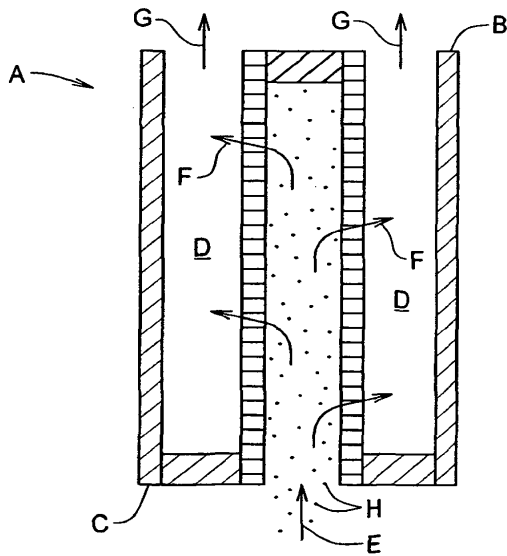


FIG. 4

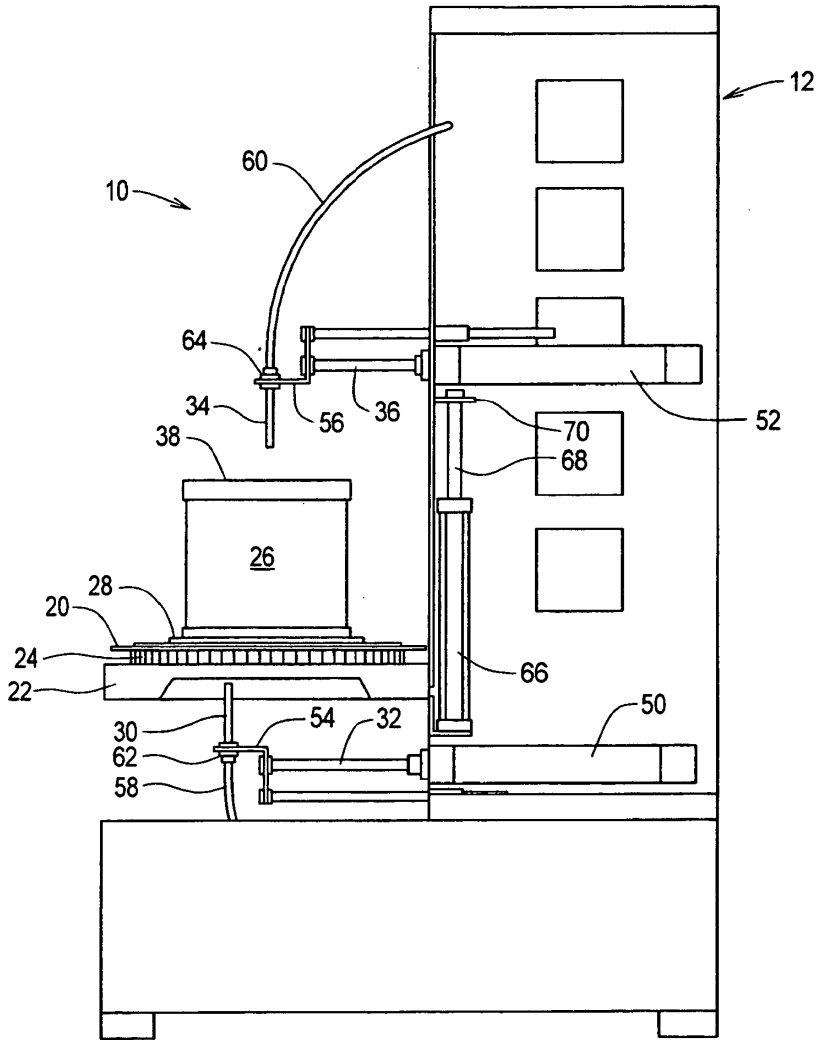


FIG. 5

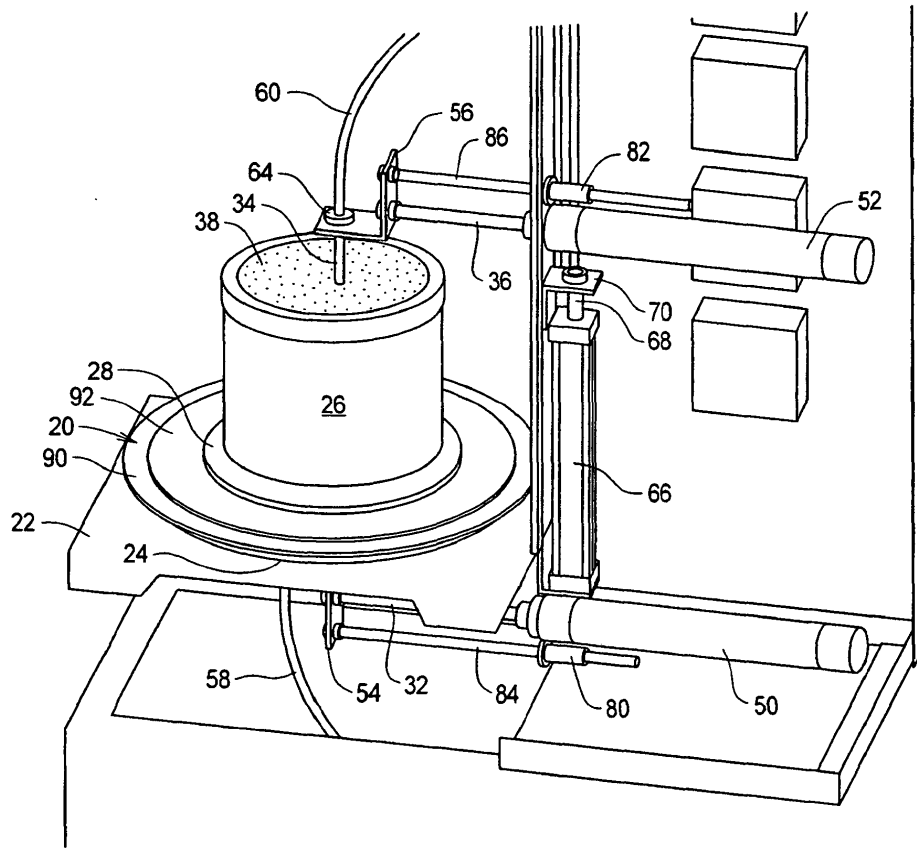


FIG. 6

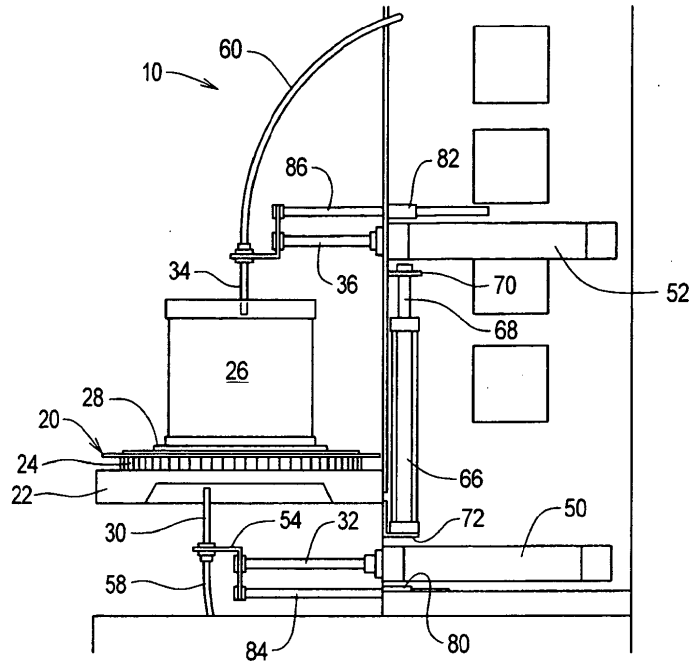


FIG. 7

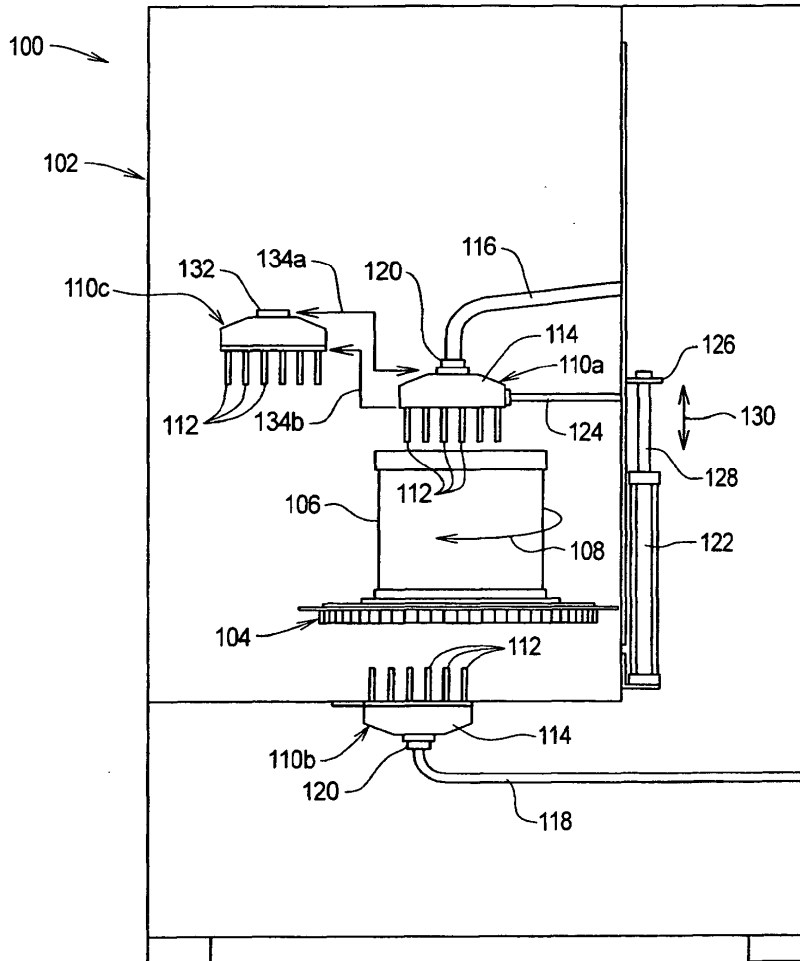


FIG. 8A

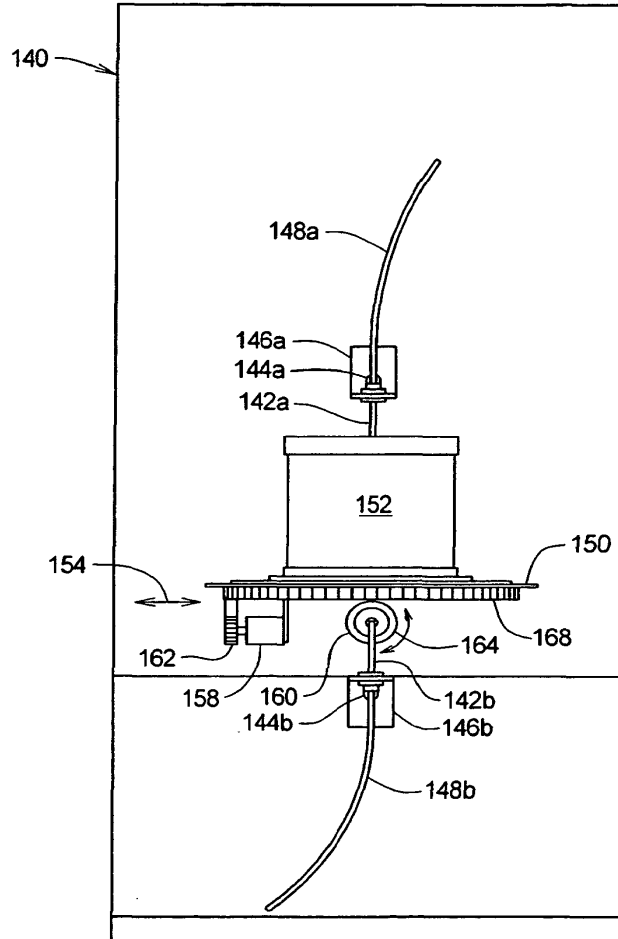


FIG. 8B

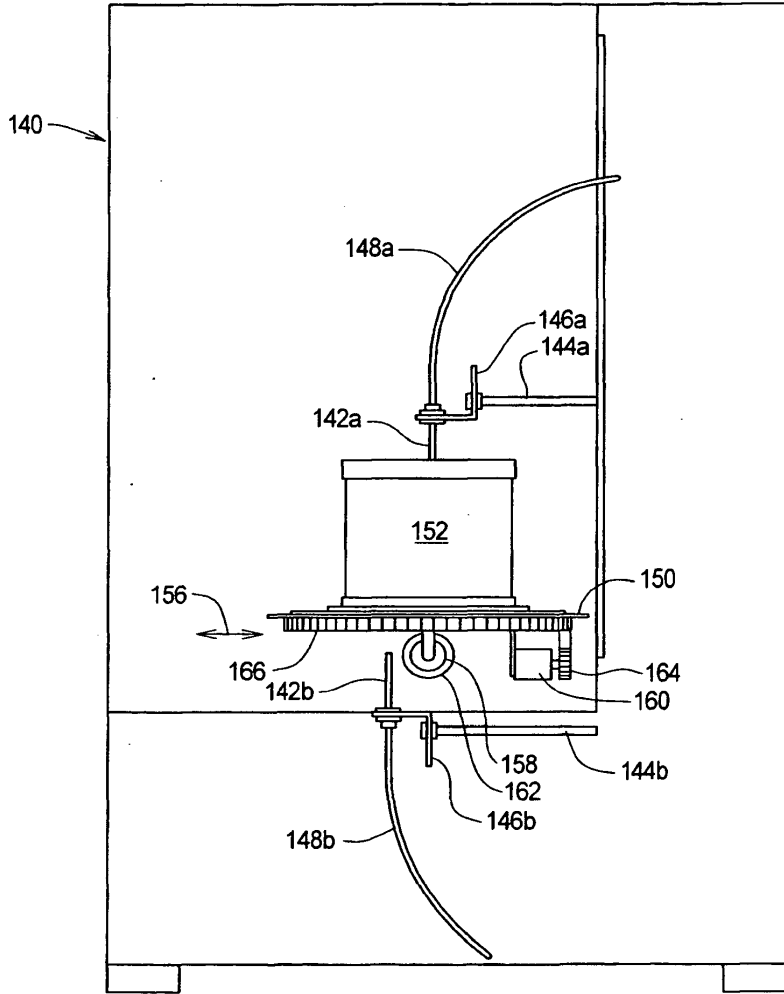


FIG. 9A

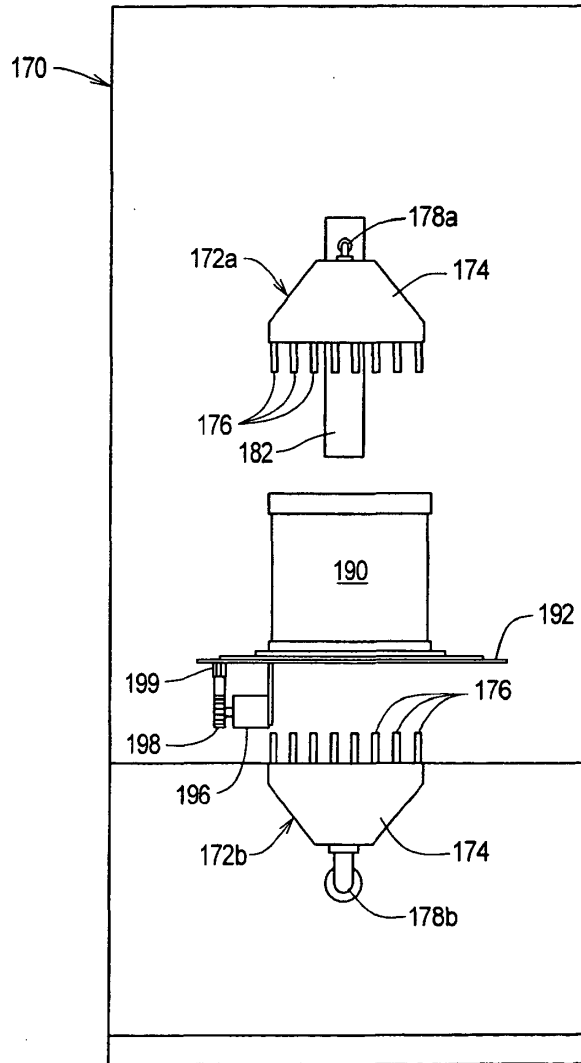


FIG. 9B

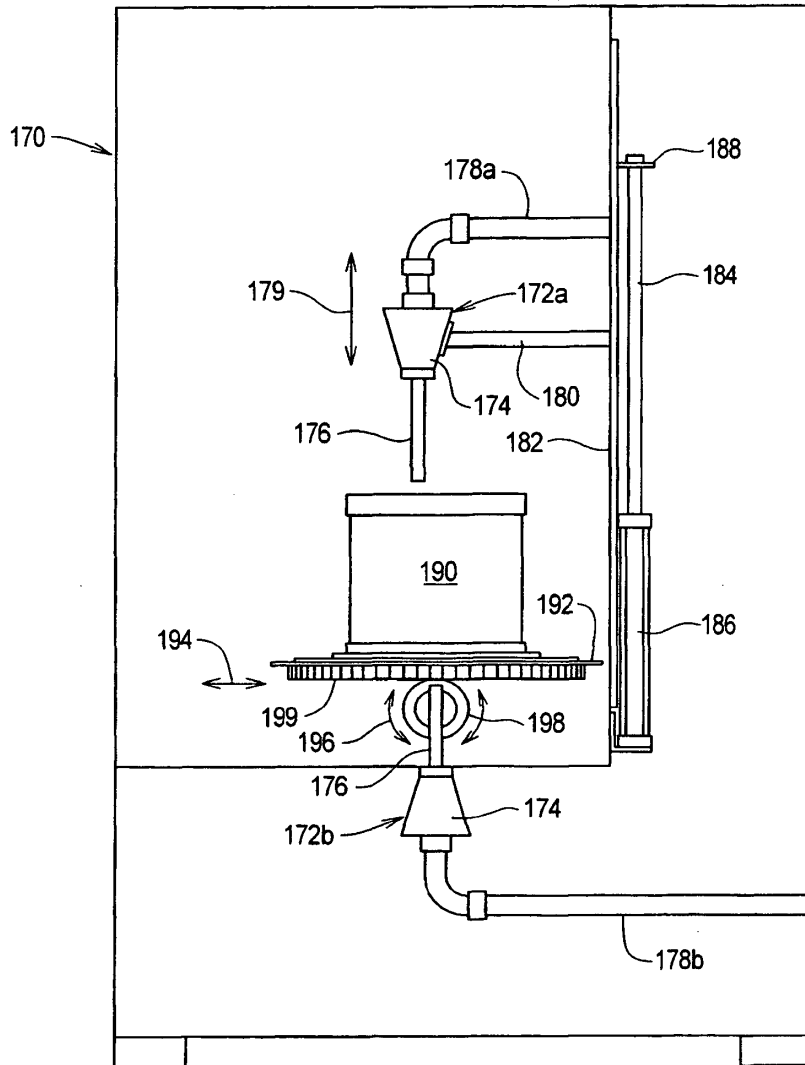


FIG. 10A

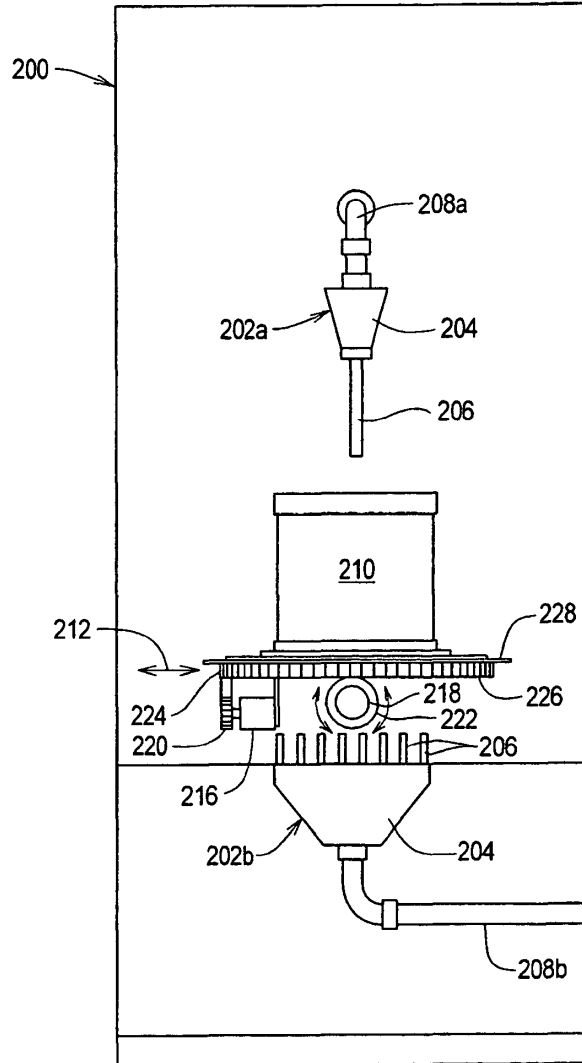


FIG. 10B

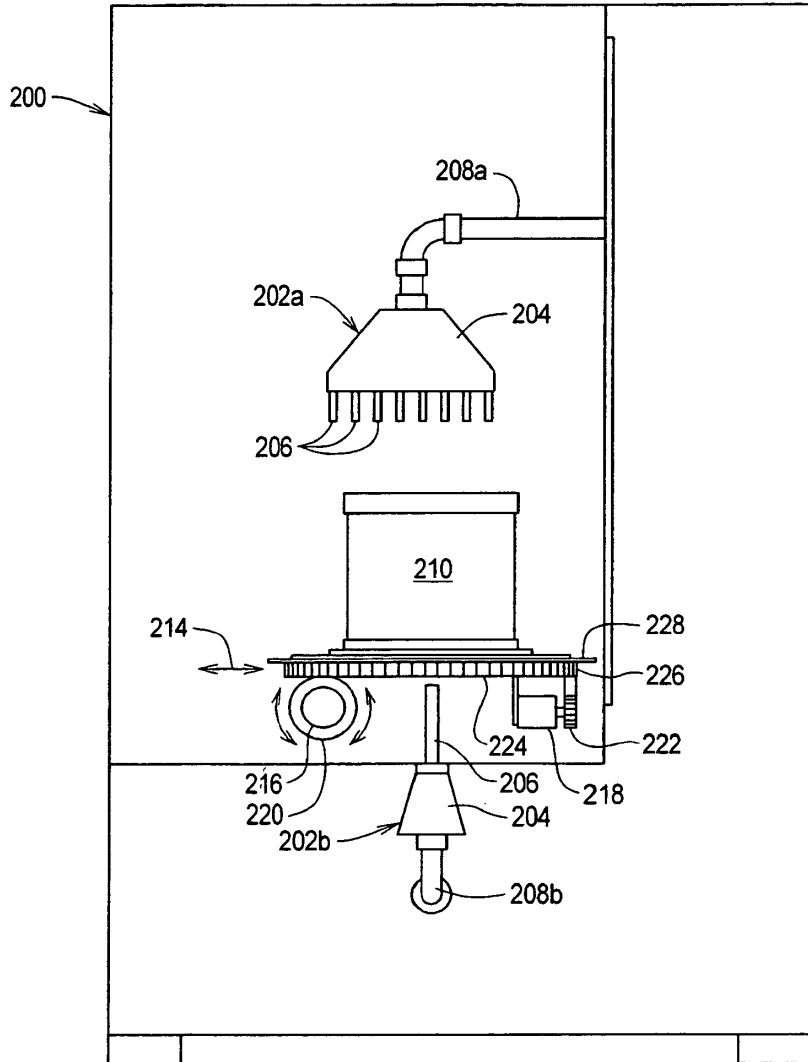


FIG. 11A

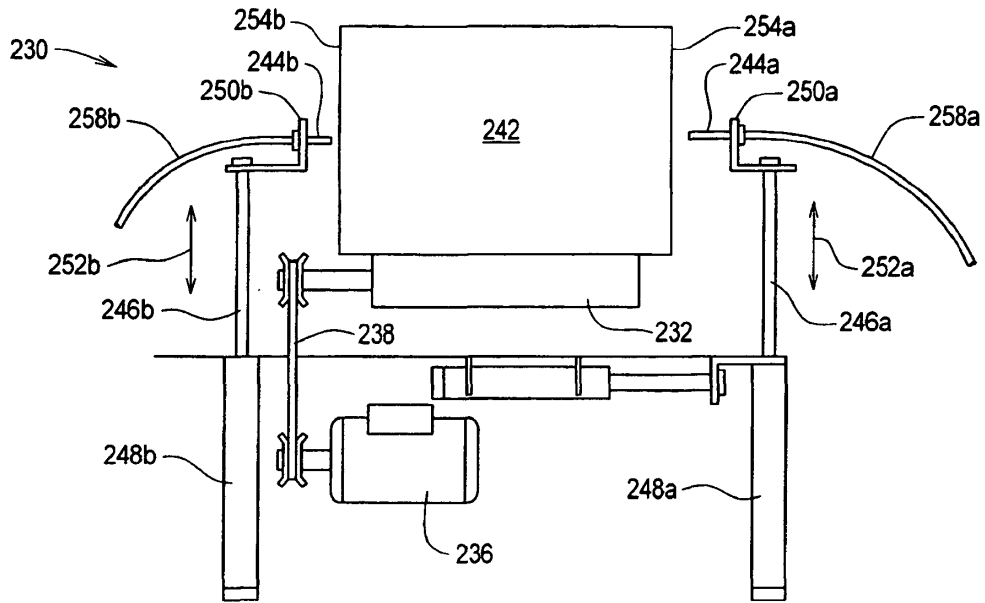


FIG. 11B

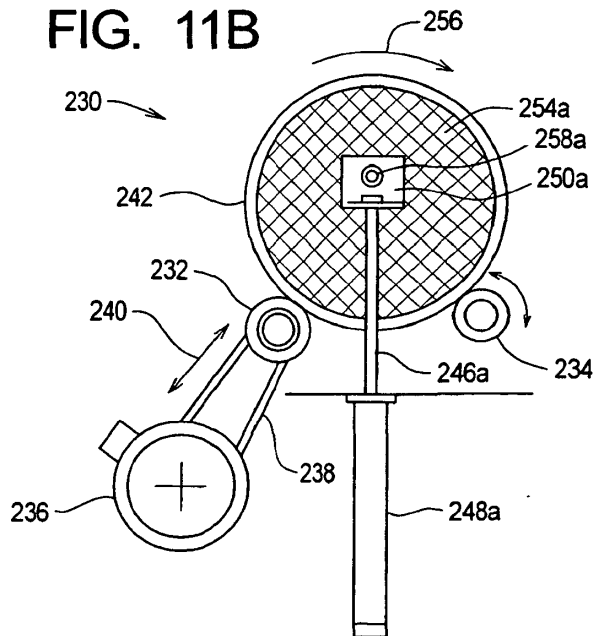


FIG. 12

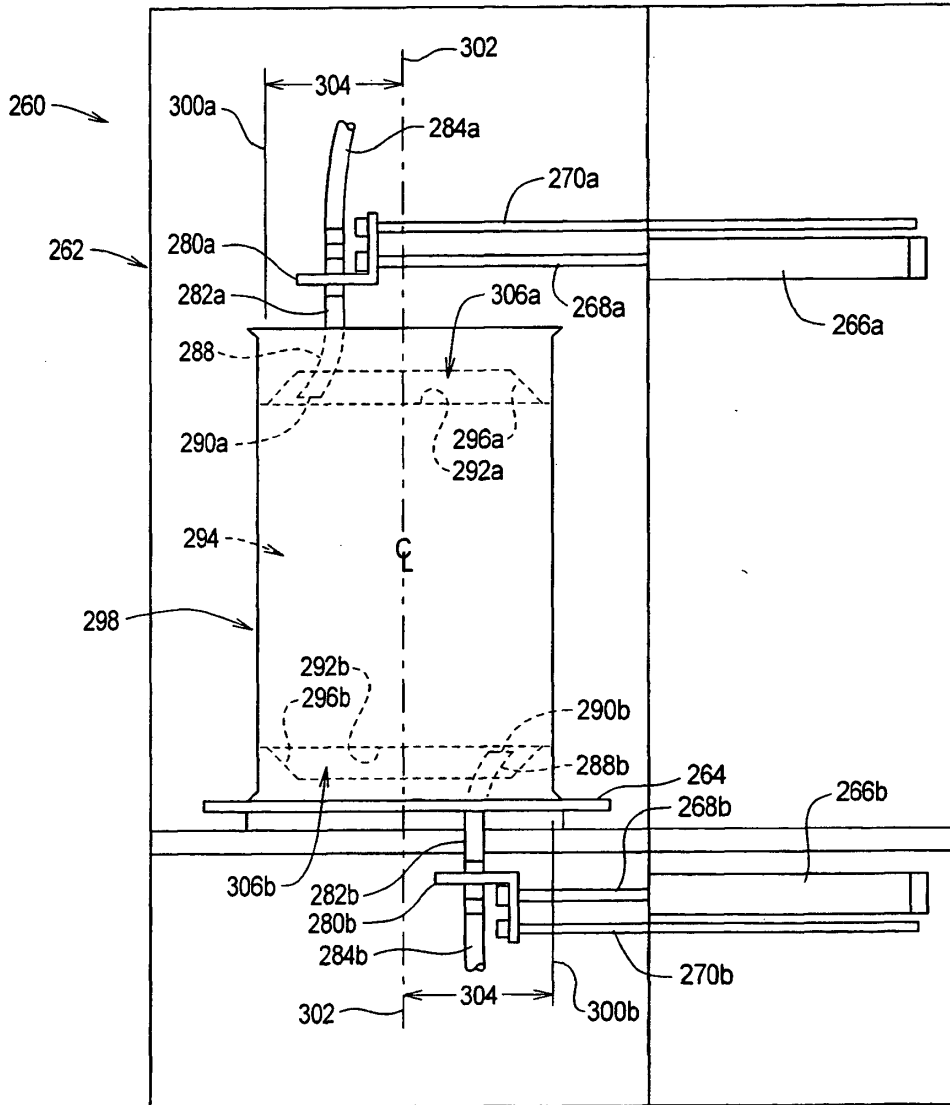


FIG. 13

