

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 263**

51 Int. Cl.:

F16D 65/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2021** **PCT/GB2021/050218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2021** **WO21152331**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2021** **E 21703542 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2024** **EP 4093987**

54 Título: **Dispositivo colector de partículas**

30 Prioridad:

29.01.2020 GB 202001254

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

25.02.2025

73 Titular/es:

THE TYRE COLLECTIVE LTD (100.00%)
Royal Institution 21 Albemarle Street
London W1S 4BS, GB

72 Inventor/es:

CHENG, CHING PING HANSON;
RICHARDSON, HUGO;
ANDERSON, SIOBHAN LOUISE y
MALLYA, MANJESHWAR DEEPAK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 999 263 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo colector de partículas

Campo técnico

- 5 Esta invención se refiere a un dispositivo de recogida de partículas para capturar o recoger partículas, en particular, pero no exclusivamente, que se liberan de un neumático o rueda de un vehículo por desgaste sobre o contra una superficie de conducción sobre la que se conduce el vehículo, para evitar o reducir su liberación al medio ambiente y la contaminación asociada.

Antecedentes de la invención

- 10 Los neumáticos modernos de vehículos están compuestos de caucho y compuestos a base de plástico/basados en productos petroquímicos que se desgastan contra la superficie de la carretera a medida que se conduce el vehículo, produciendo pequeñas partículas de neumático a menudo denominadas "polvo de neumático". La mayor parte del polvo del neumático se acumula sobre o a los lados de las carreteras donde puede lavarse en drenajes o vías fluviales, pero algunas de las partículas del neumático son lo suficientemente pequeñas como para resultar transportadas por el aire, ser inhaladas y contribuir a la contaminación del aire.

- 15 Hoy en día, hay medio millón de toneladas de partículas de neumático producidas en Europa anualmente por desgaste y desgarras contra la superficie de la carretera. De hecho, el polvo de los neumáticos es el segundo contaminante microplástico más grande en nuestro entorno. Son de particular preocupación para la salud humana y animal los niveles de PM_{2,5} en el aire, partículas de menos de 2,5 µm de diámetro que permanecen durante más tiempo en el aire que partículas más grandes y tienen un mayor riesgo de inhalación, que se ha relacionado con enfermedades del corazón y del pulmón. El polvo de los neumáticos contribuye casi al 10% en masa de los niveles de PM_{2,5} en el Reino Unido. A esto se añade el negro de humo, que representa hasta el 30% de las composiciones modernas de neumáticos, y es un conocido cancerígeno.

- 20 Los vehículos ferroviarios tales como trenes y tranvías también producen pequeñas emisiones de partículas metálicas procedentes del desgaste por fricción de las ruedas de ferrocarril contra las vías metálicas que contribuyen (aunque en menor medida) a la contaminación, particularmente a la contaminación del aire en entornos subterráneos.

- 25 Aunque en los últimos años se han realizado esfuerzos significativos para reducir las emisiones de escape de vehículos tales como automóviles y trenes a través del desarrollo de tecnologías de motores más limpias, las emisiones procedentes de fuentes que no sean de escape tales como materiales particulados de neumáticos y ruedas no se han abordado y continuará aumentando con el número de vehículos en circulación, particularmente con vehículos nuevos que incluyen cada vez más tecnología y que resultan más pesados que los que sustituyen. Actualmente no hay políticas locales para controlar estas emisiones.

- 30 La contaminación procedente de las partículas de neumáticos y ruedas es, por lo tanto, una preocupación creciente tanto para la salud pública como para el medio ambiente, y existe la necesidad de encontrar formas innovadoras para reducir estas emisiones.

- 35 Los aspectos y realizaciones de la presente invención se han ideado teniendo en cuenta lo anterior.

La técnica anterior relacionada incluye los documentos US10286882B2, US2008/029357A1, US2017/210354A1, US2014/262633A1, EP0757923A1, y KR101511663B1.

- 40 El documento US2008/029357A1 describe un sistema y un método para capturar contaminantes procedentes de mecanismos de frenado. El sistema incluye un alojamiento que rodea parcialmente al menos una parte de un conjunto de freno de vehículo y dispuesta para recibir polvo de freno procedente del conjunto de freno y un colector dispuesto para capturar el polvo de freno recibido en dicho alojamiento. El método incluye proporcionar un alojamiento que rodea parcialmente al menos una parte de un conjunto de freno de vehículo y dispuesto para recibir polvo de freno procedente del conjunto de freno y un colector dispuesto para capturar el polvo de freno recibido en dicho alojamiento, crear un primer flujo de aire usando el movimiento hacia delante del vehículo para mover los contaminantes desde dicho alojamiento a dicho colector, y capturar el polvo de freno en dicho colector.

- 45 El documento US2017/210354A1 describe un vehículo automóvil que comprende al menos una estructura conductora de aire dispuesta aguas abajo de una rueda de vehículo en el sentido de la marcha, para conducir al menos una parte del aire en una estela de la rueda de vehículo a un colector de polvo. Para el ajuste automático está prevista una unidad de control, en función de la velocidad de marcha del vehículo y/o de la distancia entre un borde inferior de la estructura conductora de aire y una superficie de calzada que es recorrida por el vehículo.

- 50 El documento US2014/262633A1 describe un sistema de frenado para recoger de manera segura el polvo de freno producido por el funcionamiento de un mecanismo de frenado. El sistema de frenado comprende un aparato colector acoplado con un mecanismo de frenado. El aparato colector puede incluir una cubierta que rodea el mecanismo de frenado y un elemento de retención acoplado con la cubierta para recoger el polvo de freno que sale de la cubierta.

Como resultado, cuando se acopla con el mecanismo de frenado, el aparato colector puede garantizar que la mayor parte o todo el polvo de freno, tal como cobre u otras partículas procedentes del mecanismo de frenado que se rompen del mecanismo de frenado durante el funcionamiento del mecanismo de frenado, se eliminan del mecanismo de frenado y se recogen por el filtro/retén del mecanismo colector.

5 El documento EP0757923A1 describe un sistema de precipitación electrostática que utiliza flujo laminar de un gas cargado de partículas con el fin de mejorar la eliminación de partículas de tamaño submicrométrico. El gas, que puede ser un gas de combustión, entra en un precipitador de flujo laminar a través de un puerto de entrada para su paso a través de una sección de carga. El gas de combustión y las partículas cargadas fluyen entonces a una sección de recogida. Las partículas recogidas se recogen posteriormente en una tolva o se vuelven a arrastrar en la corriente de
10 gas como aglomerados para su posterior eliminación mediante un filtro secundario.

El documento KR101511663B1 describe un colector de polvo para un neumático de un vehículo, que comprende: un tubo de recogida de polvo instalado en una carrocería de un vehículo y separado de una rueda de un vehículo, que cubre al menos una porción de la circunferencia exterior de la rueda, que tiene una trayectoria de flujo de aire en el interior, y que tiene una entrada que inhala polvo y aire generados desde un lado trasero de la rueda durante la
15 conducción de un vehículo en la trayectoria de flujo de aire; y una unidad de recogida de polvo instalada en el tubo de recogida de polvo y que recoge el polvo inhalado dentro del tubo de recogida de polvo. El polvo generado por la abrasión de un neumático y una carretera durante la conducción de un vehículo se recoge para evitar la contaminación del aire y para proteger el medio ambiente.

Compendio de la invención

20 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de recogida de partículas, como se define en la reivindicación 1. Las características preferidas y/u opcionales se exponen en las reivindicaciones dependientes.

El desgaste del neumático o de la rueda se produce en el punto de contacto entre el neumático T o la rueda W y la superficie S de conducción. El dispositivo recoge o captura ventajosamente las emisiones de partículas en su fuente para evitar que entren en el entorno. Una vez recogidas, estas partículas pueden desecharse de manera controlada o
25 reciclarse.

El vehículo puede ser un vehículo con ruedas. El vehículo puede ser un vehículo equipado con neumáticos, donde las ruedas están equipadas con neumáticos, o un vehículo no equipado con neumáticos donde las ruedas no están equipadas con neumáticos. Los ejemplos no limitantes de un vehículo equipado con neumáticos incluyen un coche, camión, autobús, vehículo pesado (HGV), motocicleta, scooter, bicicleta o aeronave. Los ejemplos no limitantes de un
30 vehículo no equipado con neumáticos incluyen vehículos ferroviarios, tales como un tren o tranvía. Cuando el vehículo es un vehículo equipado con neumáticos, las partículas son partículas de neumático liberadas del neumático de la rueda por desgaste sobre o contra la superficie de conducción. Las partículas de neumático pueden ser o comprender caucho, plásticos y/o partículas de base petroquímica o un caucho, plásticos y/o compuesto de base petroquímica. Cuando el vehículo es un vehículo no equipado con neumáticos, las partículas pueden comprender partículas
35 metálicas.

La unidad de filtro puede ser o comprender una etapa de recogida para recoger partículas cargadas. La etapa de recogida comprende el electrodo o electrodos de colector. En una realización, la unidad de filtro no incluye una etapa de carga para cargar partículas. Las partículas producidas como consecuencia del desgaste del neumático y/o de la
40 rueda sobre o contra la superficie de conducción pueden ser cargadas, por ejemplo, a través de la fricción en el punto de contacto. La ausencia de una etapa de carga significa que el dispositivo puede consumir/requerir menos energía eléctrica cuando funciona/para funcionar y puede ser de tamaño más compacto con respecto a la rueda del vehículo que las unidades de filtro electrostático que comprenden una etapa de carga y recogida.

La posición operativa puede ser tal que la unidad de filtro esté colocada en estrecha proximidad a una superficie radialmente exterior del neumático o rueda, y/o al punto de contacto (o área de contacto) entre el neumático o rueda
45 y la superficie de accionamiento. Esto puede aumentar o maximizar la proporción, cantidad y/o flujo de partículas que pueden entrar en la unidad de filtro y ser recogidas.

La posición operativa de la unidad de filtro puede incluir una distancia mínima desde la superficie S de conducción (por ejemplo, una superficie de conducción o espacio libre con respecto al suelo), y una distancia mínima desde una superficie exterior radial del neumático o rueda (por ejemplo, un espacio libre con respecto al neumático o rueda). Esto
50 puede evitar el contacto entre la unidad de filtro y la superficie S de conducción y el neumático o rueda en uso. La distancia mínima desde la superficie S de conducción puede estar en el intervalo de sustancialmente 10-500 mm, o 10-200 mm, o 10-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 300-350, 350-400, 400-450, o 450-500 cm, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos. La distancia mínima desde la superficie exterior radial del neumático o rueda puede estar en el intervalo de sustancialmente 10 - 200 mm, o 10 - 20, 20 - 30, 40 - 50, 50 - 60,
55 60 - 70, 70 - 80, 80 - 90, 90 - 100, 100 - 110, 110 - 120, 120 - 130, 130 - 140, 140 - 150, 160 - 170, 170 - 180, 180 - 190, o 190 - 200 mm, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos.

La posición operativa puede estar detrás de la rueda (con respecto a la dirección de movimiento hacia delante del vehículo). Esto puede permitir que el dispositivo recoja partículas que se emiten o proyectan desde el punto de contacto en la dirección hacia atrás, por ejemplo producidas durante la aceleración del vehículo.

5 Alternativamente, la posición operativa puede estar delante de la rueda (con respecto a la dirección de movimiento hacia delante del vehículo). Esto puede permitir que el dispositivo recoja partículas que se emiten o proyectan en la dirección hacia delante, por ejemplo producidas durante el frenado del vehículo.

10 Cuando la posición operativa está detrás de la rueda, la unidad de filtro puede montarse en una posición operativa, o disponerse, para recibir un flujo de aire alrededor del neumático o rueda que contiene dichas partículas arrastradas en el mismo. Esto puede permitir que la unidad de filtro reciba una mayor cantidad de partículas de menor tamaño en comparación con las posiciones operativas que no utilizan flujos de aire alrededor del neumático o rueda.

15 La unidad de filtro puede montarse en una posición operativa, o disponerse, para recibir un flujo de aire dirigido sustancialmente hacia arriba alrededor del neumático o rueda, producido a partir del efecto Magnus del neumático o rueda giratoria/rotatoria (en uso, cuando el vehículo se está moviendo sobre la superficie de conducción). Este flujo de aire puede ser dirigido alrededor de la parte trasera del neumático o rueda desde el punto de contacto, por ejemplo, en la dirección de rotación de la rueda o neumático. Este flujo de aire puede transportar, dirigir y/o extraer la mayoría de las partículas desde el punto de contacto alrededor de al menos una porción del neumático o rueda hacia la unidad de filtro. Esto puede permitir que la unidad de filtro se coloque más lejos de la superficie de conducción (y opcionalmente el neumático o rueda) mientras aún recibe una mayor cantidad de partículas de menor tamaño que las posiciones operativas que no utilizan flujos de aire alrededor del neumático o rueda. La utilización de este flujo de aire
20 también puede permitir que la unidad de filtro sea compacta de tamaño con respecto a la rueda.

25 El dispositivo puede comprender una parte de fijación configurada para fijar el dispositivo al vehículo (directa o indirectamente) y montar la unidad de filtro en la posición operativa. La parte de fijación puede estar configurada para fijar el dispositivo al vehículo en un punto de montaje. El punto de montaje puede ser tal que la posición operativa de la unidad de filtro esté sustancialmente fija axial y radialmente con respecto a la rueda o eje de rotación de la rueda. Esto puede permitir que la unidad de filtro se mueva con la rueda del vehículo mientras mantiene la posición operativa (por ejemplo, cuando la rueda se mueve hacia arriba, hacia abajo y/o gira). Es decir, la unidad de filtro está fijada axialmente y en el plano de la rueda y en una posición angular fija, permitiendo que la rueda gire con respecto al vehículo cuando rueda y gira.

30 La parte de fijación puede estar configurada para fijar el dispositivo al vehículo en un punto de montaje en el conjunto de rueda del vehículo de tal manera que la unidad de filtro pueda moverse con la rueda mientras se mantiene la posición operativa. Opcional o preferiblemente, cuando el conjunto de rueda es o comprende un conjunto de suspensión y/o dirección, la parte de fijación puede configurarse para fijar el dispositivo al vehículo en un punto de montaje en el conjunto de rueda de manera que la unidad de filtro pueda moverse con la suspensión del vehículo y/o cuando la rueda está girando mientras se mantiene la posición operativa. El punto de montaje puede ser un muñón o
35 muñón de dirección de un sistema de suspensión de vehículo o conjunto de rueda.

40 Alternativamente, la parte de fijación puede estar configurada para fijar el dispositivo al vehículo en un punto de montaje de manera que la posición operativa de la unidad de filtro no esté sustancialmente fija con respecto a la rueda. Es decir, la unidad de filtro no está fijada axialmente y/o en el plano de la rueda, sino que está sustancialmente fijada con respecto al vehículo de modo que la rueda puede girar o moverse hacia arriba/hacia abajo independientemente de la unidad de filtro. En este caso, el punto de montaje puede estar sobre y/o en un arco de rueda del vehículo, y/o en la parte inferior del vehículo o carrocería de vehículo, y/o en o sobre un accesorio tal como una aleta/protector o moldura de protección que está unida al vehículo o carrocería de vehículo.

45 La parte de fijación puede ser sustancialmente flexible y/o comprender una o más partes o juntas flexibles para adaptarse al desplazamiento temporal de la unidad de filtro desde la posición operativa. Opcional o preferiblemente, la parte de fijación puede estar configurada para solicitar la unidad de filtro hacia/hacia la posición operativa. Esto puede mantener la unidad de filtro en la posición operativa y devolverla a la posición operativa después de un desplazamiento desde la posición operativa. La o cada junta flexible puede ser o comprender una junta cargada por resorte y/o comprender un miembro elásticamente flexible o cualquier otro medio de sollicitación conocido en la técnica para impartir una fuerza de retorno a la unidad de filtro cuando la unidad de filtro se desplaza desde la posición operativa. La una o más partes o juntas flexibles pueden incluir suspensión, un elemento neumático o un motor reductor. La parte de unión puede comprender una o más partes elásticamente flexibles formadas de o que comprenden un material elásticamente flexible, tal como un material a base de caucho o plástico.

55 La unidad de filtro puede comprender una cavidad de filtro para alojar el uno o más electrodos de colector. La cavidad de filtro puede comprender una abertura de entrada para recibir el flujo de partículas o flujo de aire que contiene las partículas arrastradas en el mismo. La abertura de entrada puede estar configurada para estar orientada, al menos en parte, hacia el neumático o rueda cuando está en la posición operativa. La abertura de entrada puede extenderse sustancialmente a través de la anchura del neumático o rueda. Esto puede aumentar la cantidad de partículas que recibe la unidad de filtro. La abertura de entrada puede extenderse sustancialmente a través de al menos 60, 70, 80, 90 o 95 % de la anchura del neumático o rueda. La abertura de entrada puede extenderse a lo largo de toda la anchura

o de la mayor parte de la anchura del neumático o rueda. La abertura de entrada puede extenderse más allá de la anchura del neumático o rueda. La abertura de entrada puede comprender una porción circunferencial que se extiende en una dirección sustancialmente circunferencial y/o una porción radial que se extiende en una dirección sustancialmente radial (con respecto a la rueda). Esto puede aumentar el flujo o flujo de aire o sección transversal del flujo/flujo de aire que entra en la unidad de filtro.

La abertura de entrada puede comprender o estar conectada a una boquilla o parte de boquilla. La parte de boquilla puede tener una abertura con una anchura estrechada en la dirección del flujo de aire hacia el dispositivo. La abertura cónica puede reducir su anchura en la dirección del flujo de aire hacia el dispositivo. La parte de boquilla puede aumentar la velocidad del flujo de aire hacia el dispositivo, creando una región de baja presión dentro del dispositivo que puede aumentar de ese modo el arrastre y la cantidad de partículas de neumático que entran en el dispositivo.

Alternativamente, el dispositivo puede comprender una boquilla. La boquilla puede estar configurada para recibir un flujo de partículas procedente de un punto de contacto (o área de contacto) entre el neumático o rueda y la superficie de conducción y dirigir el flujo de aire hacia la abertura de entrada de la unidad de filtro. La boquilla puede tener una abertura con una anchura estrechada en la dirección del flujo de aire hacia el dispositivo, para aumentar la velocidad del flujo de aire hacia la abertura de entrada de la unidad de filtro. La parte de fijación puede estar configurada para fijar la unidad de filtro al vehículo (directa o indirectamente) en la posición operativa. La boquilla también puede comprender una parte de fijación configurada para fijar la boquilla al vehículo en un punto de montaje. La parte de fijación de la unidad de filtro puede estar configurada para fijar el filtro a un punto de montaje fijo en el vehículo, tal como la parte inferior del vehículo. La parte de fijación de la boquilla puede estar configurada para fijar la boquilla a un muñón de dirección de una rueda, de manera que la boquilla pueda moverse y girar libremente con la rueda. La parte de fijación de la boquilla puede ser o comprender una junta de caucho flexible. La boquilla puede estar físicamente separada de la abertura de entrada, o conectada a través de un conducto flexible.

La abertura cónica de la boquilla o parte de boquilla puede tener un perfil lineal, polinómico o exponencial. La abertura cónica de la boquilla o parte de boquilla puede comprender un patrón o dimensión fractal.

El dispositivo puede comprender una malla de filtro colocada a través de la abertura de entrada (aguas abajo de la boquilla, cuando está presente) o entre la abertura de entrada y los electrodos de colector para inhibir la entrada de partículas mayores que un tamaño umbral. La malla puede ser parte de la unidad de filtro. La malla puede comprender una pluralidad de aberturas con un tamaño predefinido. Las aberturas pueden tener un tamaño configurado para permitir que las partículas de neumático con un tamaño menor que el tamaño umbral entren en el dispositivo e inhibir que las partículas más grandes entren en el dispositivo. La malla puede actuar como una barrera para evitar que grandes contaminantes, tales como alquitrán y grava, entren en el dispositivo. La malla también puede actuar como barrera para reducir la cantidad de agua que entra en el dispositivo. El tamaño de abertura puede ser además mayor que un tamaño umbral para no estrangular o restringir el flujo de aire al dispositivo.

La boquilla puede estar situada de manera que el aire fluya a través de la boquilla antes de fluir a través de la malla y de los electrodos de colector. La boquilla puede configurarse con un factor de contracción que aumenta la velocidad del flujo de aire por esta tasa de factor de contracción, reduciendo también la presión en esa región, con el objetivo de arrastrar más aire cargado de partículas al dispositivo.

La presencia de una malla de filtro después de la boquilla puede generar turbulencia inmediatamente detrás de la malla. La boquilla/parte de boquilla y/o malla de filtro pueden generar/crear una región de baja presión dentro del dispositivo alrededor de los electrodos de colector. La cavidad de baja presión puede aumentar la cantidad de partículas de neumático que entran en el dispositivo.

El dispositivo comprende un circuito de carga conectado al o a cada electrodo de colector para cargar electrostáticamente el uno o más electrodos de colector. El circuito de carga puede ser conectable a una fuente de alimentación del dispositivo y/o del vehículo. El circuito de carga puede funcionar para emitir y/o aplicar una tensión de carga positiva o negativa o una tensión de referencia (por ejemplo, tierra) a uno o más de los electrodos de colector. La tensión de carga puede estar en el intervalo de sustancialmente ($\pm$) 5 - 15 kV, o 5 - 7, 7 - 9, 9 - 11, 11 - 13, 13 - 15 kV, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos. El circuito de carga puede comprender una fuente de alimentación del dispositivo. La fuente de alimentación del dispositivo puede ser o comprender un generador dinamo configurado para generar energía eléctrica en respuesta al movimiento del vehículo con respecto a la superficie de conducción. El generador dinamo puede estar configurado para generar energía eléctrica en respuesta al movimiento rotativo del neumático o rueda. El generador dinamo puede comprender un elemento de accionamiento rotativo configurado para aplicarse por rozamiento al neumático o rueda (por ejemplo, en una llanta de la rueda) con el fin de girar con él. El circuito de carga puede comprender uno o más componentes eléctricos conocidos en la técnica para convertir la salida de energía de la fuente o fuentes de alimentación en la tensión de carga, incluyendo, pero sin limitarse a, un circuito rectificador y un amplificador de tensión de CC. El circuito de carga puede incluir un rectificador de puente completo o medio para convertir una tensión de CA (tal como la de una dinamo) en una tensión de CC. El circuito de carga puede comprender un convertidor de tensión para aumentar la tensión de CC a un intervalo adecuado para cargar los electrodos de colector.

- El dispositivo comprende un módulo de control conectable al circuito de carga. El módulo de control está configurado para activar y/o desactivar selectivamente la carga del uno o más electrodos de colector en respuesta a una o más condiciones de conducción detectadas. La una o más condiciones de conducción pueden incluir, pero no se limitan a, una o más de aceleración, frenado, viraje y/o un estado de la superficie de conducción tal como humedad. Dado que las partículas se producen principalmente durante la aceleración, frenado, viraje, el módulo de control permite que la unidad de filtro se active solo cuando sea necesario, reduciendo el consumo de energía del dispositivo sin comprometer la recogida de partículas.
- El módulo de control puede ser conectable a una unidad de control electrónico (ECU) del vehículo para recibir datos de conducción indicativos de una o más condiciones de conducción detectadas. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo puede comprender uno o más sensores conectados a, o en comunicación con, el módulo de control para detectar la una o más condiciones de conducción detectadas y proporcionar datos de conducción al módulo de control. El módulo de control puede comprender uno o más procesadores y/o una memoria para procesar los datos de conducción y determinar si activar o desactivar la carga del uno o más electrodos de recogida.
- El uno o más sensores pueden incluir, pero no se limitan a, una unidad de medición inercial, un acelerómetro y/o uno o más sensores ambientales. El uno o más sensores ambientales pueden incluir un sensor de humedad, temperatura y/o humedad para detectar un estado de superficie de conducción. El uno o más sensores pueden incluir un sensor de proximidad para detectar la proximidad del dispositivo a un objeto tal como un bordillo. El módulo de control puede estar configurado para enviar una señal a la ECU del vehículo para alertar al conductor de una proximidad detectada del dispositivo a un objeto. Esto puede ayudar a evitar daños al dispositivo a través de impactos con un objeto, tal como un bordillo.
- El dispositivo puede comprender además un medio para mover la posición del dispositivo o electrodos de colector con respecto al vehículo. Por ejemplo, el dispositivo o electrodos de colector pueden ser móviles (por ejemplo, giratorios, pivotantes o móviles de otro modo en una o más direcciones) entre una posición retraída o no operativa y una posición desplegada u operativa a través de un activador mecánico. El módulo de control puede estar configurado para operar el activador para mover el dispositivo o electrodos de colector entre las posiciones operativa y no operativa. El módulo de control puede configurarse para operar el activador para mover el dispositivo desde una posición operativa a la posición retraída en respuesta a que el sensor de proximidad continúe detectando la proximidad de un objeto, tal como un bordillo, después de enviar la señal a la ECU del vehículo. La unidad de control puede estar configurada para alterar la geometría del dispositivo moviendo los electrodos de colector.
- El módulo de control puede estar en comunicación con uno o más sensores o dispositivos externos del vehículo, por ejemplo, a través de la ECU. El uno o más sensores o dispositivos externos pueden incluir un sistema GPS. El módulo de control puede configurarse para recibir información o datos, tales como datos de conducción y/o datos meteorológicos, desde uno o más sensores o dispositivos externos del vehículo.
- El uno o más sensores pueden incluir uno o más sensores de recogida para monitorizar el volumen, la masa o la cantidad de partículas recogidas, o un nivel de llenado de la unidad de almacenamiento. El sensor o sensores de recogida puede comprender un sensor infrarrojo (por ejemplo, profundidad) para detectar un nivel de llenado de la unidad de almacenamiento, y/o un sensor para monitorizar el peso de la unidad de almacenamiento.
- El uno o más sensores pueden comprender uno o más sensores de partículas. El sensor de partículas puede ser o comprender un contador de partículas, un analizador de partículas y/o un espectrómetro. El uno o más sensores de partículas pueden configurarse para medir el número o cantidad de partículas recolectadas y emitir datos de medición al módulo de control. El uno o más sensores de partículas pueden ser sensores ópticos que usan infrarrojos u otras longitudes de onda electromagnéticas para medir la cantidad/número de partículas recogidas.
- El módulo de control puede configurarse para determinar y monitorizar una eficiencia de recogida de partículas basándose en una o más señales de los sensores de recogida y/o de partículas. El módulo de control puede monitorizar el cambio de peso de los electrodos de colector por distancia dada. El módulo de control puede monitorizar la eficiencia de recogida en miligramos por kilómetro. La unidad de control puede usar información enviada desde un sistema GPS para calcular la distancia recorrida por el vehículo con el fin de calcular la eficiencia de captura. La unidad de control puede comparar la eficiencia de recogida medida con una eficiencia predefinida/objetivo o intervalo de eficiencia. El módulo de control puede configurarse para controlar el circuito de carga para ajustar la tensión de carga aplicada a los electrodos de colector en respuesta a la determinación de que la eficiencia de recogida esté por encima y/o por debajo de un valor predeterminado.
- El uno o más sensores pueden ser o comprender un dispositivo de formación de imágenes o cámara. La cámara o cámaras pueden disponerse o configurarse para formar imágenes del neumático y/o electrodos. El módulo de control puede estar configurado para monitorizar/determinar el desgaste de la banda de rodadura del neumático y/o la saturación de los electrodos de colector basándose en la salida de la cámara o cámaras.
- La unidad de filtro puede comprender un medio de limpieza para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes del uno o más electrodos de colector. Los medios de limpieza pueden funcionar de manera continua, periódica o selectiva cuando los electrodos de colector no están cargados. Esto puede evitar que la eficiencia de recogida de la unidad de filtro caiga sustancialmente con el tiempo a medida que se acumulan partículas en los electrodos de recogida.

El dispositivo puede comprender un receptáculo para almacenar partículas recogidas que se eliminan o limpian de los electrodos de colector mediante los medios de limpieza. El receptáculo puede montarse en una posición para recibir las partículas recogidas eliminadas/dirigidas por los medios de limpieza. El receptáculo puede estar en comunicación fluida con la cavidad de filtro. El receptáculo puede ser extraíble del dispositivo. Esto puede evitar que las partículas recogidas que se extraen de los electrodos de colector se liberen al entorno y permitan que sean desechadas de manera controlada y/o recicladas. El receptáculo puede estar configurado para contener un volumen de 10-500 cm³ o 10-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 350-400, 450-500 cm³ o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos.

Los medios de limpieza pueden ser mecánicos y/o no mecánicos. Un medio de limpieza mecánica puede ser o comprender uno o más vibradores mecánicos configurados para transferir una vibración mecánica (por ejemplo, resonante o no resonante) al o a cada electrodo de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes del uno o más electrodos de colector. El vibrador o vibradores mecánicos pueden ser o comprender un vibrador ultrasónico. Alternativa o adicionalmente, un medio de limpieza mecánica puede ser o comprender uno o más miembros de limpieza móviles (por ejemplo, escobillas de limpieza, cepillos, esponjas, etc.) configurados para moverse sobre o a través de una superficie del o de cada electrodo del colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas de la superficie. El miembro o miembros de limpieza móviles y/o el vibrador o vibradores mecánicos pueden ser accionados por uno o más motores o activadores (lineales o giratorios). El circuito de carga puede comprender o estar conectado a uno o más motores o actuar para hacerlos funcionar. El módulo de control puede controlar uno o más motores. Un medio de limpieza no mecánico puede utilizar un flujo de aire, preferiblemente un flujo de aire limpio, para soplar las partículas recogidas del electrodo o electrodos de colector. En un ejemplo de un medio de limpieza basado en flujo de aire, la unidad de filtro puede comprender un conducto de entrada en comunicación fluida con la cavidad de filtro para recibir un flujo de aire sustancialmente limpio y dirigir el flujo de aire limpio sobre y/o más allá del uno o más electrodos de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes de los mismos. Opcional o preferiblemente, se puede prever una válvula de entrada en o en comunicación con el conducto de entrada para controlar la admisión del flujo de aire limpio. Los medios de limpieza mecánicos y no mecánicos pueden implementarse por separado o en combinación. La válvula de entrada puede ser controlada por el módulo de control.

Alternativa o adicionalmente, los medios de limpieza no mecánicos pueden ser o comprender o utilizar un chorro ionizante. El chorro ionizante puede comprender partículas cargadas o iones. Las partículas cargadas o iones pueden interactuar con las partículas de neumático cargadas capturadas para eliminar cualquier carga residual de las partículas de neumático. El chorro ionizante puede comprender una nube de iones de alta energía, que comprende un gran número de iones positivos y negativos. La nube de iones neutraliza cualquier superficie cargada estáticamente de polaridad positiva o negativa (tal como los electrodos de colector) en proximidad a la nube de iones. El dispositivo puede comprender un medio para generar el chorro ionizante o la nube de iones. El chorro ionizante se puede formar usando cualquier medio conocido, tal como un dispositivo de descarga en corona, ionizador de aire, generador de iones o ionizador de descarga electrostática. El chorro ionizante puede estar configurado para eliminar cualquier carga residual de las partículas capturadas, haciéndolas neutras. Las partículas neutras no experimentarán ninguna fuerza electrostática atractiva procedente del uno o más electrodos de colector. El chorro ionizante se puede usar periódicamente para limpiar el uno o más electrodos de colector.

Alternativa o adicionalmente, los medios de limpieza no mecánicos pueden ser o comprender o utilizar un flujo de agua. El agua puede entrar en el dispositivo en ciertos escenarios de tiempo húmedo. El dispositivo puede comprender medios para capturar y/o dirigir el agua que entra en el dispositivo sobre los electrodos de colector. Esto puede eliminar los contaminantes acumulados en el dispositivo durante el funcionamiento. El agua capturada puede usarse para limpiar la entrada, el uno o más electrodos de captura y/o cualquier otro espacio interno en el dispositivo. Cuando se usa agua capturada para eliminar los contaminantes, el dispositivo o módulo de control puede configurarse para cerrar/sellar la unidad/receptáculo de almacenamiento para almacenar las partículas recogidas, para evitar que las partículas capturadas sean eliminadas por lavado, por ejemplo, en respuesta a un sensor ambiental que detecta agua o humedad.

El uno o más electrodos de colector pueden comprender una matriz de dos o más electrodos de colector dispuestos sustancialmente perpendiculares al flujo o flujo de aire de manera que el flujo o flujo de aire pase entre un par de electrodos adyacentes en su paso a través de la matriz. El circuito de carga puede configurarse para aplicar una tensión de carga a electrodos de colector alternativos en la matriz y aplicar una tensión de referencia al resto de las placas colectoras en la matriz, o viceversa. El circuito de carga puede configurarse para aplicar una tensión de carga positiva a electrodos de colector alternativos en la matriz y aplicar una tensión de carga negativa al resto de las placas colectoras en la matriz, o viceversa. Esto proporciona un campo eléctrico en una dirección sustancialmente transversal al flujo de partículas entrante para forzar las partículas cargadas a los electrodos de colector cargados. El uso de una matriz alterna de placas colectoras cargadas positiva y negativamente también puede proporcionar un campo eléctrico sustancialmente uniforme, de manera que las partículas experimenten una mayor fuerza electrostática resultante hacia una de las placas colectoras, lo que puede aumentar la eficiencia de recogida.

La composición del neumático dicta si las partículas son aislantes o conductoras. Bajo fricción, las aislantes resultan cargadas positivamente, y las conductoras resultan cargadas negativamente. Como tal, además, el uso de una matriz alternante de placas colectoras cargadas positiva y negativamente puede garantizar que el dispositivo capture partículas cargadas positiva y negativamente y, por lo tanto, que se capturen partículas liberadas procedentes de neumáticos de todos los tipos de composición.

- La tensión de carga aplicada a las placas colectoras puede ser positiva, negativa o neutra para cargar positivamente, negativamente o de forma neutra las placas colectoras respectivas. El circuito de carga puede configurarse para cambiar o invertir la polaridad de la tensión de carga aplicada a cada electrodo de colector, por ejemplo, periódicamente. La inversión de la polaridad de la tensión de carga puede expulsar activamente las partículas capturadas para ayudar a limpiar los electrodos. El circuito de carga puede configurarse para aplicar una tensión de carga neutra, o ninguna tensión de carga, a la matriz de electrodos de colector, de manera que tengan una carga neta neutra o cero. El circuito de carga puede configurarse para descargar los electrodos de colector de manera que tengan una carga neta neutra o cero. Cuando los electrodos están cargados de manera neutra, las partículas pueden pasar a través de los mismos sin experimentar ninguna fuerza electrostática.
- El circuito de carga puede configurarse para funcionar en uno o más modos de carga diferentes para diferentes configuraciones de carga de los electrodos de colector. El modo de carga puede ser activado y/o controlado por el módulo de control.
- Los modos de carga pueden incluir un primer modo en donde los electrodos de colector se cargan alternativamente con una tensión de carga positiva y negativa constante, o una tensión positiva/negativa y una tensión neutra. Los modos de carga pueden comprender un segundo modo en donde los electrodos de colector son todos cargados y/o alimentados de manera neutra. Los modos de carga pueden incluir un tercer modo en donde la polaridad de la tensión de carga en cada placa colector se invierte periódicamente.
- El módulo de control puede configurarse para cambiar el modo de carga en respuesta a la recepción de señales del uno o más sensores. El módulo de control puede estar configurado para activar el segundo modo de carga en respuesta a la detección de condiciones meteorológicas húmedas cuando se activan/operan los medios de limpieza. El módulo de control puede configurarse para activar el tercer modo de carga en respuesta a la detección de una reducción de la eficiencia de recogida, por ejemplo, que puede indicar una acumulación de partículas atraídas.
- El o cada electrodo de colector puede estar formado por, o comprender, o estar recubierto con, un material conductor. El material conductor puede ser o comprender uno o más de: cobre, latón, acero, aluminio, una aleación metálica, un polímero conductor, micro o nanopartículas conductoras, y/o un material a base de carbono tal como grafito, grafeno y/o nanotubos/partículas de carbono. Uno o más de los electrodos de colector pueden ser sustancialmente flexibles. Un colector flexible puede ayudar a la limpieza/eliminación de partículas recogidas por los medios de limpieza. Los electrodos de colector pueden ser desmontables o reemplazables. Los electrodos de colector pueden comprender además un recubrimiento exterior no adherente, tal como politetrafluoroetileno (PTFE o teflón™) u otros materiales poliméricos adecuados (que pueden ser conductores o no conductores). Esto puede ayudar a la eliminación de las partículas recogidas procedentes de los electrodos de colector por los medios de limpieza.
- El o cada electrodo de colector puede tener un recubrimiento superficial exterior. El recubrimiento superficial puede configurarse para aumentar el área superficial del electrodo de colector. Esto puede aumentar la eficiencia de captura de partículas del neumático. El recubrimiento superficial puede configurarse para mejorar la durabilidad del electrodo o de cada electrodo. El recubrimiento superficial puede configurarse para proteger el electrodo o cada electrodo del entorno, por ejemplo, daños químicos, tales como óxido. El recubrimiento superficial puede configurarse para proteger el electrodo o cada electrodo del daño por impacto.
- El recubrimiento superficial puede ser o comprender un recubrimiento eléctricamente aislante. El recubrimiento aislante puede permitir que ciertas partículas de neumáticos conductoras, retengan su carga cuando estén en contacto con los electrodos de colector. El mantenimiento de la carga de las partículas de neumático puede garantizar que las partículas continúen experimentando una fuerza electrostática atractiva cuando están en contacto con los electrodos de colector y permanezcan adheridas a los electrodos.
- El recubrimiento superficial puede ser o comprender un recubrimiento superficial hidrófobo. El uso de un recubrimiento superficial hidrófobo puede repeler el agua y evitar que se acumule agua en el electrodo o en cada electrodo. La prevención de la acumulación de agua puede a su vez aumentar la eficiencia de captura. Un recubrimiento hidrófobo también puede evitar la acumulación de agua que puede eliminar por lavado las partículas de neumático de los electrodos de colector.
- Los electrodos de colector en la agrupación pueden estar separados por una distancia de aproximadamente 1-5 cm, o 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 cm, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos.
- El o cada electrodo de colector puede ser o comprender un elemento sustancialmente plano o en forma de placa. Cuando los electrodos de colector son planos, estos pueden disponerse sustancialmente paralelos al flujo y entre sí cuando la unidad de filtro está en la posición operativa. Opcionalmente, los electrodos planos pueden estar dispuestos sustancialmente paralelos a la vertical. Esto puede proporcionar una baja resistencia al flujo o al flujo de aire en la cavidad de filtro.
- El o cada electrodo de colector puede tener una longitud en la dirección del flujo o flujo de aire hacia/a través de la unidad de filtro. La longitud puede corresponder a la de un arco hecho desde un ángulo de aproximadamente 5-40 grados, o 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 grados, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos. De esta manera, el electrodo o electrodos de colector se extiende sobre al menos una parte de la superficie

radialmente externa del neumático o rueda. El o cada electrodo de colector puede tener una profundidad en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo o flujo de aire hacia/a través de la unidad de filtro. La profundidad puede estar en el intervalo de sustancialmente 10-200 mm, o 10-50, 50-100, 100-150, 150-200 cm, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos. Esto puede proporcionar una región de campo eléctrico extendida alrededor del neumático o rueda para una eficiencia mejorada de recogida de partículas.

Alternativamente, el o cada electrodo de colector puede ser o comprender un elemento sustancialmente curvado o no plano. El o cada electrodo de colector puede tener una forma sustancialmente cilíndrica o similar a una varilla, o una forma helicoidal. Los electrodos cilíndricos o en forma de varilla pueden estar dispuestos en una agrupación lineal, cuadrada, rectangular, triangular o hexagonal. Alternativamente, la agrupación de electrodos de colector puede comprender una combinación de elementos planos y no planos o curvados. Uno de los electrodos de colector puede ser o comprender un electrodo fijo y otro de los electrodos de colector puede ser o comprender un electrodo giratorio para recoger partículas cargadas en su superficie a medida que gira. El electrodo de colector fijo puede ser o comprender un elemento sustancialmente plano. El electrodo de colector giratorio puede ser o comprender un elemento de forma cilíndrica que gira alrededor de su eje central.

El o cada electrodo de colector puede ser o comprender una placa, celosía, matriz, rejilla, tambores de rodadura, una placa de rejilla de alambre o placas de rejilla de alambre tejido.

Uno o más de los electrodos de colector pueden estar configurados, por ejemplo, con una geometría específica, para atraer/atrapar partículas cargadas y/o hacer que las partículas cargadas se acumulen en regiones específicas del electrodo respectivo. Uno o más de los electrodos de colector pueden configurarse (por ejemplo, con una o más esquinas y/o dobleces afilados) para generar un campo eléctrico no uniforme, por ejemplo, con una carga mayor o mejorada y un campo eléctrico generado en regiones específicas del electrodo respectivo. Esto puede aumentar la fuerza electrostática ejercida sobre las partículas cargadas en esas regiones específicas.

El dispositivo puede estar configurado para separar las partículas cargadas procedentes del flujo de aire entrante. El dispositivo puede configurarse para separar partículas cargadas de diferente tamaño cargando diferentes electrodos de colector a diferentes tensiones de carga. Por ejemplo, se pueden usar electrodos de colector con tensiones de carga más altas para capturar partículas más grandes y se pueden usar electrodos de colector con tensiones de carga más bajas para capturar partículas más pequeñas. La unidad de filtro puede comprender una pluralidad de regiones de recogida a lo largo de la trayectoria de flujo, en donde cada región de recogida comprende electrodos de colector con una tensión de carga diferente. De esta manera, pueden capturarse partículas de diferentes tamaños en diferentes regiones dentro de la unidad de filtro.

Uno o más electrodos de colector pueden estar dispuestos y/o configurados con una geometría específica para crear un campo eléctrico para influir en la trayectoria de las partículas cargadas de una manera predeterminada. Uno o más electrodos de colector pueden tener una geometría específica para crear un campo eléctrico que separa las partículas cargadas procedentes del flujo de aire entrante. El dispositivo puede estar configurado para dirigir las partículas de neumático cargadas a regiones específicas dentro del dispositivo, es decir, a una unidad de almacenamiento.

El dispositivo puede comprender una trayectoria de flujo primaria definida entre una entrada para recibir un flujo de aire que contiene una concentración de partículas procedentes de un punto de contacto (o área de contacto) entre el neumático o rueda y la superficie de conducción y una salida para emitir un flujo de aire con una concentración sustancialmente reducida de partículas. Una o más de las placas colectoras pueden estar dispuestas y/o configuradas para aplicar una fuerza electrostática (por ejemplo, sustancialmente transversal a la trayectoria de flujo) para dirigir partículas cargadas fuera de la trayectoria de flujo primaria para su recogida, por ejemplo, a la unidad de filtro electrostático y/o a una unidad de almacenamiento.

La eficiencia de recogida promedio de un dispositivo montado en la parte trasera puede estar en el intervalo del 55-80%, o 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, 75-80% o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos.

El circuito de carga puede configurarse para almacenar energía o carga descargada desde los electrodos de colector, por ejemplo, para su uso posterior. La carga o energía descargada desde las placas colectoras puede almacenarse en un condensador o supercondensador. Las placas colectoras pueden descargarse cuando se invierte la polaridad de la tensión de carga (por ejemplo, el tercer modo de carga) o se descarga o aplica una tensión de carga neutra a las placas colectoras (por ejemplo, el segundo modo de carga). La carga o energía puede descargarse adicionalmente cuando las placas colectoras se limpian y las partículas se eliminan de los electrodos. El circuito de carga puede configurarse para usar la carga almacenada para cargar al menos parcialmente las placas colectoras.

La unidad de filtro puede comprender una etapa de carga para cargar partículas. La etapa de carga puede estar situada aguas arriba de la etapa de recogida o del electrodo o electrodos de colector. La etapa de carga puede comprender una rejilla conductora que se puede cargar electrostáticamente. La rejilla puede comprender una malla conductora o una pluralidad de alambres conductores. La etapa de carga puede ser o comprender un dispositivo de descarga en corona. La etapa de carga puede ser o comprender un generador de iones. La rejilla conductora que se puede cargar electrostáticamente puede estar situada y/o extenderse a través de la abertura de entrada de la cavidad de filtro. La rejilla conductora que se puede cargar electrostáticamente está conectada al circuito de carga para recibir una tensión de carga.

La tensión de carga puede ser una tensión negativa que es mayor que la tensión de carga aplicada a los electrodos de colector para ionizar el aire que rodea la rejilla conductora y transferir una carga negativa a las partículas a medida que pasan a través de la rejilla conductora. Alternativamente, la tensión de carga puede ser una tensión positiva para ionizar el aire que rodea la rejilla conductora y transferir una carga positiva a las partículas a medida que pasan a través de la rejilla conductora. La tensión de carga para la rejilla conductora puede estar en el intervalo de sustancialmente ($\pm$) 10-20 kV, o 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20 kV, o cualquier combinación o sub-combinación de estos intervalos. La tensión de carga para la rejilla conductora puede ser al menos el doble de la tensión de carga aplicada al electrodo o electrodos de colector. La etapa de carga puede permitir que el dispositivo recoja o capture partículas que están insuficientemente cargadas o no son cargadas como consecuencia del desgaste en la superficie de conducción. La etapa de carga puede estar configurada para transferir carga a las partículas para amplificar/aumentar la carga ya sobre las partículas a un nivel uniforme para aumentar la eficiencia de captura, y/o cargar cualquier partícula de neumático no cargada.

La rejilla conductora que se puede cargar electrostáticamente puede ser o comprender la malla de filtro. El uso de la malla de filtro como la rejilla conductora de la etapa de carga puede reducir el tamaño del dispositivo, ya que puede no requerirse una etapa de carga separada.

El dispositivo o unidad de filtro puede comprender una salida. La salida puede permitir que el aire que entra en el dispositivo a través de la abertura de entrada salga del dispositivo. La salida puede permitir que el aire pase a través del dispositivo para volver a la corriente libre, es decir, al flujo de aire alrededor del dispositivo. La salida puede permitir que el aire laminar/suave que atraviesa el dispositivo vuelva a la estela turbulenta detrás de la rueda. Esto puede reducir la turbulencia y, por lo tanto, reducir la fuerza de arrastre ejercida sobre el vehículo.

El dispositivo puede tener una geometría específica configurada para separar las partículas restantes del flujo de aire aguas abajo de los electrodos de colector y, por lo tanto, devolver aire limpio a la atmósfera. Las partículas restantes pueden ser partículas de neumático que no fueron capturadas por los electrodos de colector. El dispositivo puede comprender uno o más filtros para separar las partículas restantes del flujo de aire, tales como filtros HEPA. Alternativa o adicionalmente, las partículas restantes pueden separarse del flujo de aire usando separación ciclónica o centrífuga.

El dispositivo puede comprender un dispositivo de separación ciclónica o centrífuga, como se conoce en la técnica. El dispositivo de separación ciclónica o centrífuga puede configurarse (por ejemplo, con un conducto cilíndrico o cónico) para recibir un flujo de aire de salida y generar un flujo de aire helicoidal giratorio que dirige las partículas restantes fuera del flujo de aire de salida, por ejemplo, a una unidad de almacenamiento para su recogida.

La separación ciclónica o centrífuga puede usarse para separar y categorizar las partículas según el tamaño. El dispositivo de separación puede configurarse para emitir datos que representan una distribución de tamaño de partículas al módulo de control.

El dispositivo puede configurarse con un factor de forma (tamaño y forma) que influya positivamente en la aerodinámica del vehículo. Por ejemplo, el posicionamiento del dispositivo detrás de la rueda puede influir positivamente en la aerodinámica del vehículo. El factor de posición y/o forma del dispositivo puede configurarse para reducir la turbulencia y aumentar la fuerza descendente ejercida sobre el vehículo, lo que puede ayudar al rendimiento y manejo del vehículo. La resistencia aerodinámica del vehículo también puede reducirse, aumentando la eficiencia del combustible. Por ejemplo, el posicionamiento del dispositivo detrás de las ruedas puede reducir la turbulencia detrás de cada rueda. El dispositivo puede aumentar la fuerza descendente disminuyendo la distancia entre la parte inferior del vehículo y el suelo. El factor de forma del dispositivo puede configurarse para hacer que el dispositivo actúe como un perfil aerodinámico que genera una elevación negativa, aumentando así la fuerza descendente. El factor de forma del dispositivo puede configurarse para producir una fuerza descendente aumentada en respuesta a un flujo de aire de alta velocidad.

El dispositivo puede tener diferentes factores de forma dependiendo de si el dispositivo se ha de montar en las ruedas delanteras o traseras. Los diferentes factores de forma pueden hacer que el dispositivo sea más efectivo en respuesta a diferentes características del flujo de aire que viene en dirección contraria.

El dispositivo puede ser más efectivo cuando se posiciona en regiones de baja presión y alta velocidad, ya que recibiría un mayor número de partículas de neumático y también proporcionaría mayor fuerza descendente. El flujo de aire hacia la cara interior de la rueda (más cerca de la línea central del vehículo) encuentra flujo de aire a mayor velocidad y menor presión. El dispositivo puede estar diseñado de tal manera que capture un mayor número de partículas en esta región.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para recoger o capturar partículas que se liberan de un neumático o una rueda de un vehículo a través del desgaste sobre o contra una superficie de conducción cuando el vehículo se está moviendo usando el dispositivo de recogida de partículas del primer aspecto, como se define en la reivindicación 12. Opcional o preferiblemente, cuando las partículas se cargan, el método puede comprender recoger o capturar las partículas en el flujo por atracción electrostática sin precargar las partículas.

La etapa de recibir un flujo de partículas procedentes del punto de contacto puede comprender recibir, en la unidad de filtro electrostático montada en la posición operativa, un flujo de aire alrededor del neumático o rueda que contiene dichas partículas arrastradas en el mismo.

El método puede comprender además: limpiar o eliminar las partículas recogidas o capturadas procedentes de uno o más electrodos de colector usando un medio de limpieza del dispositivo; y almacenar, en un receptáculo del dispositivo, las partículas recogidas eliminadas de uno o más electrodos de colector por el medio de limpieza. Opcional o preferiblemente, el receptáculo es extraíble, y el método comprende además extraer el receptáculo del dispositivo para procesar las partículas recogidas almacenadas.

Los medios de limpieza pueden ser mecánicos o no mecánicos (véase el primer aspecto). Los medios de limpieza pueden ser o comprender un mecanismo de vibración mecánica, uno o más miembros de limpieza móviles (por ejemplo, escobillas de limpieza, cepillos, esponjas, etc.), un flujo de aire, un flujo de agua, un chorro ionizante. Adicional o alternativamente, la polaridad de la tensión de carga aplicada a los electrodos de colector puede invertirse para repeler las partículas capturadas cuando se limpian.

El método puede comprender cargar el al menos uno del uno o más electrodos de colector en respuesta a una o más condiciones de conducción detectadas o determinadas. Opcional o preferiblemente, en donde la una o más condiciones de conducción incluyen una o más de aceleración, frenado, viraje y/o un estado de superficie de conducción. El método comprende además recibir datos de conducción indicativos de una o más condiciones de conducción. El método puede comprender además procesar los datos de conducción recibidos para determinar una o más condiciones de conducción.

Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un vehículo que comprende un dispositivo de recogida de partículas según el primer aspecto, como se define en la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

Para que la invención pueda entenderse bien, se analizarán ahora realizaciones a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de recogida de partículas según una realización de la invención;

La Figura 2 muestra una ilustración de un dispositivo de recogida de partículas según una realización de la invención;

La Figura 3 muestra el dispositivo de la Figura 2 posicionado para recibir un flujo de aire alrededor de la rueda;

La Figura 4 muestra un ejemplo de un dispositivo de recogida de partículas fijado a una rueda trasera de un vehículo;

La Figura 5 muestra un vehículo con dispositivos de recogida de partículas en las ruedas delantera y trasera;

Las Figuras 6(a) y 6(b) muestran, respectivamente, una vista en planta esquemática y una vista en perspectiva de una disposición de electrodo colector ejemplar para un dispositivo colector de partículas;

La Figura 7 muestra la disposición de colectores del dispositivo de las figuras 2 y 3;

La Figura 8 muestra el dispositivo de las Figuras 2, 3 y 7 con más detalle;

La Figura 9 muestra un diagrama esquemático de la cavidad filtrante del dispositivo de la Figura 8;

La Figura 10 muestra el dispositivo de la Figura 8 montado en una posición operativa con respecto a la rueda de un vehículo;

La Figura 11 ilustra un flujo de aire a través del dispositivo de la Figura 8 para limpiar los electrodos de colector;

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de un sistema de control para operar un dispositivo de recogida de partículas;

Las Figuras 13(a) y 13(b) - muestran el funcionamiento de una etapa de carga de un dispositivo de recogida de partículas;

La Figura 14 muestra una disposición alternativa de electrodo de colector para un dispositivo colector de partículas;

Las Figuras 15(a) y 15(b) muestran otra disposición alternativa de electrodos de colector para un dispositivo colector de partículas;

Las Figuras 16(a) y 16(b) muestran otra disposición alternativa de electrodos de colector en un dispositivo colector de partículas;

Las Figuras 17(a) y 17(b) muestran un medio de limpieza mecánica para un electrodo de colector.

Las Figuras 18(a) y 18(b) muestran ejemplos de una malla;

La Figura 19 muestra una malla que actúa también como una etapa de carga;

La Figura 20 muestra cómo una entrada y una malla del dispositivo crean una región de baja presión.

La Figura 21 muestra cómo se puede usar un chorro ionizante para limpiar los electrodos de colector según algunas realizaciones;

5 La Figura 22 muestra un cuerpo ciclónico cónico para la separación de partículas residuales;

Las Figuras 23a a 23d muestra simulaciones de presión y velocidad del aire alrededor de un vehículo en movimiento;

La Figura 24 muestra un dispositivo de recogida de partículas de neumático según una realización; y

La Figura 25 muestra otro sistema de control para operar un dispositivo de recogida de partículas.

10 Se debe observar que las figuras son esquemáticas y no están dibujadas a escala. Las dimensiones y proporciones relativas de las partes de estas figuras pueden haberse mostrado exageradas o reducidas en tamaño, en aras de la claridad y conveniencia en los dibujos. Los mismos signos de referencia se usan generalmente para referirse a características correspondientes o similares en realizaciones modificadas y/o diferentes.

Descripción detallada

15 La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo 100 de recogida de partículas según una realización de la invención. El dispositivo 100 se puede unir a un vehículo (no mostrado) en las proximidades de una rueda W del vehículo para recoger o capturar partículas que se liberan desde la rueda W o un neumático montado en la rueda W (no mostrado) a través del desgaste sobre o contra una superficie S de conducción, tal como una superficie de suelo o carretera, cuando el vehículo está en movimiento. La dirección de movimiento y rotación de la rueda W se indica mediante las flechas M y R, respectivamente. El dispositivo 100 comprende una unidad 110 de filtro electrostático para recoger o capturar las partículas y una porción 120 de fijación para unir la unidad 110 de filtro al vehículo, descrita con más detalle a continuación.

20 El desgaste del neumático o de la rueda se produce en el punto de contacto CP (o área de contacto) entre el neumático T o la rueda W y la superficie S de conducción. Las partículas del neumático o de la rueda W se proyectan predominantemente en una dirección hacia atrás cuando el vehículo se está moviendo hacia delante en la dirección M y particularmente cuando el vehículo está acelerando, pero algunas partículas pueden (al menos inicialmente) proyectarse en una dirección hacia delante cuando el vehículo está frenando debido a la inercia. Los flujos ejemplares de partículas hacia atrás y hacia delante desde el punto de contacto CP se indican, respectivamente, mediante las flechas F1 y F2. El dispositivo 100 puede estar fijado en una posición detrás y/o delante de la rueda W (no mostrada) (con respecto a la dirección de movimiento hacia delante del vehículo) para recoger estas partículas. En ambos casos, 25 la unidad 110 de filtro está montada en una posición operativa en estrecha proximidad al neumático T o la rueda W para recibir un flujo F1, F2 de partículas desde el punto de contacto CP. De esta manera, el dispositivo 100 está configurado para recoger o capturar emisiones de partículas en su fuente para evitar que entren en el entorno. Una vez recogidas, estas partículas pueden desecharse de manera controlada o reciclarse.

30 El dispositivo 100 puede usarse generalmente con cualquier vehículo con ruedas, incluyendo vehículos equipados con neumáticos tales como coches, camiones, autobuses, vehículos pesados (HGV), motocicletas, escúteres, bicicletas o aeronaves, y vehículos no equipados con neumáticos tales como vehículos ferroviarios que circulan por vías, por ejemplo trenes, tranvías. Cuando el vehículo es un vehículo equipado con neumáticos, las partículas son partículas de neumático liberadas del neumático de la rueda por desgaste sobre o contra la superficie S de conducción. Cuando el vehículo es un vehículo no equipado con neumáticos, las partículas son típicamente partículas metálicas producidas a partir del desgaste de ruedas metálicas de ferrocarril en vías metálicas. El dispositivo 100 puede estar unido al vehículo durante el montaje o adaptado a un vehículo existente. Las realizaciones del dispositivo 100 se describen a continuación principalmente en el contexto de vehículos equipados con neumáticos, pero las características y principios descritos se aplican igualmente a la recogida de partículas procedentes de ruedas de vehículos no equipados con neumáticos.

35 La unidad 110 de filtro está configurada para recoger o capturar las partículas en el flujo F1, F2 por atracción electrostática. La unidad 110 de filtro electrostático comprende uno o más electrodos 114 de colector que se pueden cargar electrostáticamente para atraer las partículas en el flujo F1, F2 al o a cada electrodo 114 de colector cuando se carga, descrito más adelante con referencia a las Figuras 6(a) y 6(b). Para cargar electrostáticamente un electrodo 114 de colector, se aplica una tensión de carga de varios kV (sustancialmente ($\pm$) 5-15 kV) a través de un circuito 140 de carga (descrito a continuación) para crear un potencial eléctrico de carga positiva o negativa. Las partículas cargadas positivamente serían atraídas a un electrodo 114 de colector cargado negativamente y las partículas cargadas negativamente serían atraídas a un electrodo 114 de colector cargado positivamente.

40 La unidad 110 de filtro funciona esencialmente como un precipitador electrostático. Los precipitadores electrostáticos conocidos utilizados en aplicaciones de limpieza de aire comprenden una etapa de carga para cargar las partículas que se han de recoger y una etapa de recogida para capturarlas. Mediante experimentos, los inventores han

descubierto que las partículas generadas a través del desgaste del neumático o de la rueda W se cargan generalmente a través de la interacción (fricción) entre el neumático o la rueda W y la superficie S de conducción. Específicamente, el carbono en las partículas del neumático se carga positivamente. Por lo tanto, a diferencia de los precipitadores electrostáticos de dos etapas conocidos, no es necesario que el dispositivo 100 de la presente invención comprenda una etapa de carga para precargar las partículas antes de recogerlas en los electrodos 114 de colector. Sin embargo, el dispositivo 100 puede incluir una etapa de carga para precargar partículas, por ejemplo, si una fracción de las partículas no se carga o no se carga suficientemente a través del proceso de desgaste, como se describe con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 13(a) y 13(b).

Una métrica importante de la unidad 110 de filtro electrostático es la eficiencia de recogida, que se define como la relación de la cantidad (en peso/masa) de partículas recogidas por la unidad 110 de filtro a la cantidad (en peso/masa) de partículas que entran en la unidad de filtro pero no se recogen. Los factores que influyen en la eficiencia de recogida son principalmente la posición de la unidad 110 de filtro que influye en la cantidad de material en partículas que entra en la unidad 110 de filtro y la geometría de los electrodos 114 de colector que influye en la cantidad de partículas recogidas.

Como tal, la ubicación o posición operativa de la unidad 110 de filtro es una consideración importante para maximizar la recogida de partículas. La posición operativa de la unidad 110 de filtro está en proximidad cercana de la fuente de las partículas, es decir, el punto de contacto CP, para recoger o capturar la mayor parte de las partículas que se originan a partir del mismo. En este contexto, "proximidad cercana" significa tan cerca como sea posible prácticamente sin contactar con la superficie S de conducción o neumático o rueda W para no efectuar el uso o movimiento normal del vehículo. Por consiguiente, la posición operativa de la unidad 110 de filtro incluye una distancia mínima desde la superficie S de conducción, Δy (una superficie de conducción o espacio libre con respecto al suelo), y una distancia mínima desde una superficie exterior radial del neumático o rueda W, Δr (un espacio libre con respecto al neumático o rueda), para evitar el contacto entre la unidad 110 de filtro y la superficie S de conducción y el neumático o rueda W en uso (véase la Figura 1).

En una realización, Δy e Δr están en el intervalo de sustancialmente 10-200 mm. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a estos intervalos. En la práctica, el espacio libre entre el suelo y el neumático/rueda dependerá de diversos factores que incluyen, pero no se limitan a, el tipo de vehículo, el uso normal del vehículo, las dimensiones del neumático T/rueda W, y las características de la superficie S de conducción tales como cualesquiera objetos u obstáculos encontrados comúnmente, por ejemplo, bordillos, reductores de velocidad, ondulaciones o baches.

La Figura 2 muestra una realización de un dispositivo 100 para un vehículo equipado con neumáticos. El neumático T se monta alrededor de la rueda W de la manera habitual. El neumático T está compuesto por un compuesto a base de caucho y puede ser macizo o inflable. En este caso, las partículas que se han de recoger son partículas de neumático. El dispositivo 100 puede estar delante o detrás de la rueda W, con respecto a la dirección de movimiento hacia delante del vehículo.

Las partículas producidas a través del desgaste de neumático/rueda tienen una distribución de tamaños. Las partículas más grandes pueden permanecer en la superficie S de conducción o proyectarse lejos del punto de contacto CP, mientras que las partículas más pequeñas, por ejemplo, menos de 200 μm (que son de mayor relevancia para la contaminación) pueden ser arrastradas (al menos durante un período de tiempo) en flujos de aire alrededor del neumático T, particularmente aquellas proyectadas en una dirección hacia atrás (por ejemplo, durante la aceleración y el viraje). La Figura 3 ilustra varios flujos de aire típicos alrededor del neumático T o rueda W cuando el vehículo se está moviendo a través de la superficie S en la dirección M. Hay un flujo de aire aerodinámico AF5 sobre el neumático T o rueda W, un flujo de chorro AF4 en la proximidad del punto de contacto CP, una región de flujo de aire turbulento AF3 detrás del neumático T o rueda W (con respecto a la dirección de movimiento M), y un flujo de aire de cavidad AF1 dirigido sustancialmente hacia arriba alrededor de la parte trasera del neumático T o rueda W en la dirección R de rotación producido a partir del efecto Magnus del neumático T o rueda W giratorio.

En una realización, la unidad 110 de filtro está montada en una posición operativa detrás de la rueda W del vehículo para recibir el flujo de aire AF1 dirigido hacia arriba alrededor del neumático T que contiene las partículas arrastradas en el mismo, como se muestra en la Figura 3. El flujo de aire AF1 procedente del efecto Magnus extrae y/o dirige la mayoría de las partículas desde el punto de contacto CP alrededor del (al menos de una parte de) neumático T o rueda W hacia la unidad 110 de filtro. El aprovechamiento del flujo de aire AF1 alrededor de la rueda W aumenta la cantidad de partículas recibidas y, por lo tanto, recogidas en la unidad 110 de filtro mientras se mantiene la unidad 110 de filtro relativamente compacta en tamaño. Sin embargo, el uso de flujos de aire no es esencial, por ejemplo, los flujos de aire pueden no desempeñar un papel importante en realizaciones en donde la unidad 110 de filtro está montada delante de la rueda W para recoger partículas proyectadas hacia delante (no mostradas).

La Figura 4 muestra un ejemplo de un dispositivo 100 montado hacia atrás fijado a un vehículo V equipado con neumáticos, en este caso un coche, en la proximidad de una rueda trasera W. La Figura 5 muestra un ejemplo de un vehículo V equipado con neumáticos con dispositivos 100 fijados en la proximidad de las ruedas delantera y trasera W. Se apreciará que el dispositivo 100 puede equiparse con cualquier número de ruedas W del vehículo.

Las Figuras 6(a) y 6(b) muestran una disposición ejemplar de electrodo de colector que comprende una agrupación de electrodos 114 de colector dispuestos sustancialmente perpendiculares (o transversales) al flujo F1, F2 o al flujo de aire AF1 de manera que las partículas pasan entre dos electrodos 114 de colector adyacentes en su paso a través de la agrupación. Los electrodos 114 de colector son elementos sustancialmente planos o en forma de placa y están dispuestos sustancialmente paralelos al flujo de aire AF1, entre sí y a la vertical, como se muestra. Los electrodos 114 de colector planos están separados por una distancia de 1-3 cm. Esta disposición plana puede presentar la menor resistencia al flujo de aire AF1 a través de los electrodos 114 de colector. Sin embargo, una disposición plana no es esencial, y en su lugar se pueden usar elementos no planos alternativos, descritos más adelante con referencia a las Figuras 14, 15(a), 15(b), 16(a) y 16(b).

Cada electrodo 114 de colector se extiende en una longitud L en la dirección del flujo F1, F2 o del flujo de aire AF1 a través de la unidad 110 de filtro, de manera que se extienden sobre al menos una porción de la superficie radialmente externa del neumático T o rueda W. Cada electrodo 114 de colector también tiene una profundidad D en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo F1, F2 o del flujo de aire AF1. En principio, cuanto más larga es la longitud L de los electrodos 114 de colector, más largas son las partículas que pasan en el campo eléctrico entre los electrodos 114 de colector adyacentes y mayor es la probabilidad de ser recogidas o capturadas por los electrodos 114 de colector. Además, cuanto más profundo sea el electrodo 114 de colector, mayor será la región de campo eléctrico, aumentando el número de partículas que pueden capturarse. (Ambos de los cuales aumentan la eficiencia de recogida). En la práctica, la longitud L y la profundidad D son un compromiso entre la eficiencia de recogida y el espacio/compacidad de la unidad 110 de filtro, y dependerán del tipo de vehículo y de las dimensiones de las ruedas.

Los electrodos 114 de colector en la agrupación se cargan alternativamente con un potencial positivo y negativo para formar una serie alterna de electrodos de colector cargados positivamente 114a y cargados negativamente 114b, como se muestra. Esto crea un fuerte campo eléctrico en la región entre electrodos de colector adyacentes que ejerce una fuerza electrostática (una fuerza de Lorentz) sobre partículas cargadas en el flujo F1, F2 o en el flujo de aire AF1 que pasa entre los electrodos 114a, 114b de colector que los dirige hacia los electrodos 114g de colector cargados positiva o negativamente, donde se capturan y acumulan con el tiempo. En el ejemplo mostrado, las partículas están cargadas positivamente y son atraídas a los electrodos 114b de colector, cargados negativamente. En otra realización, dependiendo de la carga de las partículas, uno de los electrodos de colector cargados positivamente 114a o negativamente 114b puede estar puesto a tierra en su lugar. Esto puede reducir la complejidad del circuito 140 de carga.

La Figura 7 muestra una disposición de electrodos de colector planos para el dispositivo 100 de las Figuras 2 y 3. La longitud L corresponde a la de un arco hecho desde un ángulo de aproximadamente 10-20 grados. La profundidad D está en el intervalo de sustancialmente 10-200 mm. El borde o lado del electrodo 114 de colector orientado hacia la superficie radialmente externa del neumático T o rueda W puede estar curvado como se muestra para mantener una estrecha proximidad a la superficie radialmente externa en su longitud.

Los electrodos 114 de colector están formados de, comprenden y/o están recubiertos con, un material conductor. Los ejemplos de materiales conductores adecuados incluyen cobre, latón, acero, aluminio, una aleación metálica, un polímero conductor, micro o nanopartículas conductoras y/o materiales a base de carbono tales como grafito, grafeno y/o nanotubos de carbono. Los electrodos 114 de colector pueden comprender además un recubrimiento antiadherente tal como politetrafluoroetileno (PTFE) para facilitar la eliminación de partículas recogidas procedentes de los electrodos 114 de colector, descritos a continuación. En una realización, los electrodos 114 de colector comprenden una matriz de placas de cobre paralelas separadas o separadas por una distancia de aproximadamente 1-5 cm.

Los electrodos 114 de colector pueden comprender un recubrimiento eléctricamente aislante para evitar el contacto eléctrico directo con el material conductor utilizado para formar los electrodos de colector. El recubrimiento aislante evita la descarga y mantiene la fuerza electrostática atractiva entre las partículas y los electrodos 114 de colector.

Adicional, o alternativamente, el recubrimiento puede ser hidrófobo para promover el escurrimiento de agua desde la superficie de los electrodos 114 de colector. Una acumulación de agua en los electrodos 114 de colector puede reducir la intensidad del campo eléctrico entre los electrodos 114 de colector, ya que el agua puede actuar como dieléctrico. Si se reduce la intensidad del campo eléctrico alrededor de los electrodos de colector, las partículas cargadas experimentan una fuerza electrostática más débil y, por lo tanto, se reducirá la eficiencia de captura.

La durabilidad de los electrodos 114 de colector también puede mejorarse usando un recubrimiento superficial. Por ejemplo, el recubrimiento puede evitar la formación de óxido en los electrodos 114 de colector y evitar que residuos, tales como grava, socaven la superficie de los electrodos 114 de colector.

La Figura 8 muestra el dispositivo 100 de la Figura 7 con mayor detalle. La unidad 110 de filtro comprende una cavidad 112 de filtro que aloja los electrodos 114 de colector y tiene una abertura 112a de entrada a través de la cual el flujo F1, F2 o el flujo de aire AF1 puede entrar en la cavidad 112 de filtro e interactuar con los electrodos 114 de recogida. La abertura 112a de entrada está configurada para orientarse, al menos en parte, hacia el neumático T o rueda W cuando la unidad 110 de filtro está montada en la posición operativa para recibir el flujo F1, F2 o flujo de aire AF1. La abertura 112a de entrada se extiende al menos parcialmente a través de la anchura del neumático T, y preferiblemente a través de la mayor parte de la anchura del neumático T. La abertura 112a de entrada puede comprender una porción circunferencial 112a_c que se extiende en una dirección sustancialmente circunferencial, y una porción radial 112a_r que

se extiende en una dirección sustancialmente radial (con respecto a la rueda W) para aumentar el flujo F1, F2, o flujo de aire AF1 que entra en la unidad 110 de filtro, como se ilustra en la Figura 9. En otras realizaciones, la abertura 112a de entrada comprende una boquilla o parte 194 de boquilla, y el dispositivo 100 comprende una salida 199 para devolver aire sustancialmente "limpio" a la corriente libre, como se describe a continuación con referencia a las Figuras 20 y 24.

5 La Figura 10 muestra un ejemplo del dispositivo 100 montado en la posición operativa. La abertura 112a de entrada se extiende a través de al menos el 80% de la anchura del neumático T y la holgura del neumático es de aproximadamente 10-50 mm. La abertura 112a de entrada comprende una porción circunferencial 12a_c y una porción radial 112a_r. En la realización ilustrada, la unidad 110 de filtro también comprende una porción 112b de ventana al menos parcialmente transparente de modo que los electrodos 114 de colector sean visibles desde el exterior (aunque esto no es esencial). En un ejemplo alternativo (no mostrado), la porción circunferencial 112a_c y la porción radial 112a_r pueden ser dos aberturas separadas (pero adyacentes) a la cavidad 112 de filtro, por ejemplo, la separada por una pared de la cavidad 112 de filtro. Los electrodos 114 de colector planos o en forma de placa están dispuestos esencialmente paralelos entre sí y verticales con una separación de aproximadamente 2 cm.

10 En un ejemplo en donde la unidad 110 de filtro comprendía tres electrodos 114 de placa de cobre paralelos, cargados y conectados a tierra alternativamente con una tensión de carga de aproximadamente 7 kV, y colocados detrás de la rueda W en estrecha proximidad al neumático T, la eficiencia de recogida promedio del dispositivo 100 montado en la parte trasera estaba en el intervalo del 55-70%.

Con referencia de nuevo a la Figura 8, la parte 120 de fijación está configurada para fijar el dispositivo 110 al vehículo en un punto de montaje en el conjunto de rueda del vehículo (no mostrado) de manera que la posición operativa de la unidad 110 de filtro se fija sustancialmente de manera axial y radial con respecto a la rueda W. De esta manera, la unidad 110 de filtro puede moverse con la rueda W del vehículo mientras mantiene la posición operativa (en este contexto, el movimiento de la rueda incluye movimientos hacia arriba, hacia abajo y de viraje). Por ejemplo, cuando el conjunto de rueda es o comprende un conjunto de suspensión y/o dirección, la unidad 110 de filtro es capaz de moverse con la suspensión del vehículo y/o cuando la rueda W está girando. En una realización, el dispositivo 100 se puede unir al muñón o muñón de dirección de un sistema de suspensión de vehículo.

En una realización alternativa (no mostrada), la parte 120 de fijación está configurada para fijarse a la carrocería del vehículo, a la parte inferior, al arco de rueda o a un accesorio tal como un guardabarros. En este caso, la posición operativa de la unidad 110 de filtro no es sustancialmente fija con respecto a la rueda W. Esto puede ser apropiado, por ejemplo, cuando el vehículo no comprende suspensión, y/o para ruedas que no giran para virar (por ejemplo, una rueda trasera). Sin embargo, esta realización no se limita a estos casos.

La parte 120 de fijación puede comprender una junta flexible 125 para acomodar el desplazamiento temporal de la unidad 110 de filtro desde la posición operativa, por ejemplo, en el caso de un impacto con un objeto o la superficie S de conducción. La junta 125 puede configurarse para solicitar la unidad 110 de filtro hacia la posición operativa, para mantener la unidad 110 de filtro en la posición operativa y devolverla a la posición operativa después de un desplazamiento desde la posición operativa. Por ejemplo, la junta 125 puede estar cargada por resorte, o comprender cualquier otro medio de sollicitación conocido en la técnica.

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de un sistema 1000 de control ejemplar para operar el dispositivo 100. Partes del sistema 1000 pueden estar ubicadas en o sobre el dispositivo 100 y otras partes pueden estar ubicadas en o sobre el vehículo V. El dispositivo 100 comprende un circuito 140 de carga para cargar los electrodos 114 de colector. El circuito 140 de carga está conectado a los electrodos 114 de colector y puede funcionar para emitir o aplicar una tensión de carga positiva o negativa o una tensión de referencia (por ejemplo, tierra) a uno o más de los electrodos 114 de colector. La tensión de carga puede estar en el intervalo de sustancialmente 5 - 15 kV, preferiblemente, sustancialmente 6 - 10 kV. El circuito 140 de carga se puede conectar a una o más fuentes 150 de alimentación que pueden incluir una fuente de alimentación del dispositivo 150d y/o una fuente de alimentación del vehículo 150v (por ejemplo, el sistema de alimentación del vehículo), dependiendo del grado de integración con el vehículo y permitiendo que el dispositivo 100 se actualice tecnológicamente.

En una realización en donde el dispositivo 100 es actualizable tecnológicamente al vehículo, el dispositivo 100 comprende un generador dinamo 150d configurado para generar energía eléctrica en respuesta al movimiento giratorio del neumático T o rueda W del vehículo V, como se conoce en la técnica. El generador dinamo 150d tiene un elemento de accionamiento rotativo configurado para aplicarse por fricción al neumático T o a la rueda W (por ejemplo, la llanta de la rueda) de manera que gire con él. De esta manera, el circuito 140 de carga y la carga pueden responder al movimiento del vehículo. También se puede prever una batería para almacenar (al menos temporalmente) la energía generada por la dinamo 150d (no mostrada).

La salida de tensión procedente de una fuente de alimentación del vehículo, tal como una batería de coche o una dinamo, puede ser de aproximadamente 12 V. El circuito 140 de carga puede comprender cualquier componente eléctrico conocido en la técnica para convertir la salida de potencia de la fuente o fuentes 150 de alimentación en la tensión de carga requerida. En una realización, se usa un convertidor o amplificador de tensión de CC a CC para aumentar la tensión al intervalo de kV adecuado para cargar los electrodos de colector, mientras se reduce la corriente

a menos de 2 mA. Opcionalmente, se puede usar un rectificador en puente de onda completa para convertir la salida de tensión de CA de la dinamo 150d en una tensión de CC antes de la elevación.

En una realización, el circuito 140 de carga aplica una tensión positiva a los electrodos 114 de colector, alternativos y una tensión negativa a los electrodos 114 de colector restantes, o viceversa. Una polaridad de carga alterna proporciona un campo eléctrico uniforme entre los electrodos 114 de colector. El circuito 140 de carga puede funcionar en múltiples modos. En un ejemplo, los modos de carga incluyen un primer modo en donde los electrodos 114 de colector se cargan alternativamente con una tensión de carga positiva y negativa constante, o una tensión positiva/negativa y una neutra, un segundo modo en donde los electrodos de colector están todos cargados de manera neutra, y un tercer modo en donde la polaridad de la tensión de carga en cada electrodo 114 de colector se invierte periódicamente. La inversión de la polaridad de la carga en el tercer modo repele las partículas cargadas previamente recogidas en los electrodos 114 para ayudar a limpiar o reducir la acumulación de partículas cargadas en los electrodos, lo que de otro modo puede reducir la eficiencia de recogida.

En algunas realizaciones, el circuito 140 de carga comprende uno o más condensadores o supercondensadores configurados para almacenar carga descargada por los electrodos 114 de colector. La carga almacenada puede reutilizarse entonces para recargar los electrodos 114 de colector con el fin de reducir el consumo de energía.

El dispositivo 100 puede comprender un módulo 160 de control conectable al circuito 140 de carga para activar y desactivar selectivamente la unidad 110 de filtro, es decir, cargar los electrodos 114 de colector. Por ejemplo, el circuito 140 de carga puede comprender uno o más conmutadores de control (por ejemplo, relés, transistores de alta potencia o similares) para controlar la salida del circuito 140 de carga (por ejemplo, conectar y desconectar los electrodos 114 de colector del circuito 140 de carga), y el módulo 160 de control controla el uno o más conmutadores (no mostrados).

Las partículas se generan principalmente cuando el vehículo V está acelerando, frenando y virando. Como tal, en una realización, el módulo 160 de control está configurado para activar selectivamente la unidad 110 de filtro en respuesta a una o más condiciones de conducción detectadas que incluyen aceleración, frenado y/o viraje del vehículo. Además, como el dispositivo 100 puede ser menos efectivo en condiciones húmedas, el módulo 160 de control puede configurarse para desactivar la unidad 110 de filtro en respuesta a las condiciones detectadas de la superficie de conducción húmeda.

Los vehículos más modernos, particularmente vehículos motorizados tales como automóviles y aviones, tienen sofisticados sistemas de control electrónico a bordo (por ejemplo, una unidad de control electrónico o ECU) que controlan y monitorizan diversas funciones y parámetros del vehículo, e incluyen numerosos sensores que detectan condiciones de conducción tales como aceleración, frenado, viraje, temperatura, lluvia, humedad, etc. En una realización, el módulo 160 de control puede conectarse a la ECU del vehículo para recibir datos de conducción indicativos de una o más condiciones de conducción detectadas, y controlar el circuito 140 de carga en respuesta a los datos de conducción recibidos.

Alternativa o adicionalmente, el dispositivo 100 puede comprender uno o más sensores 170 para detectar una o más condiciones de conducción y proporcionar dichos datos de conducción al módulo 160 de control. Los sensores 170 pueden incluir una o más de una unidad de medición inercial (IMU), un acelerómetro y uno o más sensores ambientales para detectar la temperatura, higrometría, humedad, niveles de ozono (ya que el ozono puede producirse en las proximidades de los electrodos 114 de colector a través de la ionización del aire). También se puede prever un sensor de proximidad para monitorizar la distancia del dispositivo 100 desde el neumático T o rueda W o superficie S de conducción. También se puede usar un sensor de proximidad para determinar el desgaste del neumático T o rueda W. También se puede proporcionar un medio para medir el peso de la unidad 110 de filtro, por ejemplo, una celda de carga, para monitorizar la recogida de partículas en los electrodos 114 o en el receptáculo 140.

El módulo 160 de control puede hacer que el circuito 140 de carga cambie entre diferentes modos de carga. Por ejemplo, cuando el módulo 160 de control recibe señales procedentes de los sensores 170 para indicar que el vehículo se está moviendo a una velocidad constante (lo que significa que se están produciendo menos partículas de neumático), el módulo 160 de control puede hacer que el circuito 170 de carga opere en el segundo modo de carga para reducir el consumo de energía. Además, los sensores 170 pueden enviar señales que indican que el vehículo está acelerando o frenando al módulo 160 de control y el módulo 160 de control puede, en respuesta, hacer que el circuito 140 de carga funcione en un primer modo de carga para aumentar la eficiencia de captura de partículas.

A medida que las partículas recogidas se acumulan en los electrodos 114 de colector con el tiempo, la eficiencia de recogida puede disminuir. En una realización, la unidad 110 de filtro comprende un medio para limpiar y/o eliminar las partículas recogidas procedentes de los electrodos 114 de colector y un receptáculo 130 para almacenar las partículas recogidas que se eliminan o limpian de los electrodos 114 de colector. El receptáculo 130 está montado en una posición para recibir las partículas recogidas eliminadas/dirigidas por los medios de limpieza. Los medios de limpieza pueden ser mecánicos, tales como uno o más vibradores mecánicos que transfieren una vibración mecánica a los electrodos 114 de colector (no mostrados). Alternativa o adicionalmente, los medios mecánicos pueden comprender uno o más miembros 118 de limpieza móviles (por ejemplo, limpiaparabrisas o cepillos) que se mueven sobre o a través de una superficie del o de cada electrodo 114 de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes de los electrodos 114 de colector como se muestra en las Figuras 17(a) y 17(b) donde el miembro 118

de limpieza se mueve desde una primera posición (contorno continuo) a una segunda posición (contorno discontinuo) en la dirección de la flecha. El elemento o elementos de limpieza móvil y/o el vibrador o vibradores mecánicos pueden ser accionados por uno o más activadores o motores (no mostrados) alimentados por el circuito 140 de carga y opcionalmente controlados por el módulo 160 de control. Por ejemplo, los medios de limpieza pueden activarse cuando los electrodos 114 de colector no están activados. Alternativamente, la unidad 110 de filtro puede configurarse para recibir y usar un flujo de aire limpio para soplar las partículas recogidas fuera de los electrodos 114 de colector hacia el receptáculo 130. Los diferentes medios de limpieza pueden usarse por separado o en combinación.

El módulo 160 de control puede hacer que el circuito 140 de carga funcione en un tercer modo de carga para ayudar a limpiar los electrodos 114 de colector, por ejemplo, en respuesta a señales recibidas procedentes de uno o más sensores 170 que indican la acumulación de partículas en los electrodos 114 de colector.

La Figura 11 muestra una realización del dispositivo 100 con un medio de limpieza de aire. La unidad 110 de filtro comprende un conducto 116 de entrada en comunicación fluida con la cavidad 112 de filtro para recibir un flujo de aire sustancialmente limpio AF2 procedente de alrededor del neumático T o rueda W y dirigir el flujo de aire limpio AF2 sobre y/o más allá de los electrodos 114 de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes de los electrodos 114 de colector (véase también la Figura 8). Un receptáculo extraíble 130 está en comunicación fluida con (y situado aguas abajo de) la cavidad 112 de filtro para almacenar las partículas recogidas extraídas de los electrodos 114 de colector por el flujo de aire limpio AF2, como se muestra. La limpieza de aire puede ser efectiva cuando los electrodos 114 de colector no están cargados. El flujo de aire limpio AF2 puede recibirse continuamente cuando el vehículo está en movimiento. Alternativamente, la unidad 110 de filtro puede comprender una válvula de entrada (no mostrada) en o junto al conducto 116 de entrada para inhibir selectivamente que el flujo de aire limpio AF2 entre en la cavidad 112 de filtro, por ejemplo, cuando los electrodos 114 de colector están cargados. La válvula de entrada puede controlarse mediante el módulo 160 de control.

A modo de ejemplo, el coche promedio del Reino Unido circula 12.411 km por año, produciendo aproximadamente 130 mg de partículas de neumático por km, y una masa total de aproximadamente 1,613 kg por año. Tomando una densidad aproximada de partículas de neumático no compactadas de 410 kg/m^3 - esto se traduce en un volumen total de aproximadamente 3900 cm^3 . Con una eficiencia de recogida del 60%, un receptáculo 130 que puede contener un volumen de $213,5 \text{ cm}^3$ (es decir, con dimensiones de aproximadamente $6 \times 6 \times 6 \text{ cm}$) requeriría cambiar o vaciar aproximadamente una vez al mes.

Las Figuras 13(a) y 13(b) ilustran un dispositivo 100 de recogida de partículas de dos etapas que incluye una etapa de carga y una etapa de recogida. La etapa de recogida es la misma que la unidad 110 de filtro descrita anteriormente. La etapa de carga puede tomar la forma de una rejilla 180 de descarga en corona situada aguas arriba de los electrodos 114 de colector, por ejemplo, a través de la abertura 112a de entrada de la cavidad 112 de filtro. La rejilla 180 puede comprender una malla conductora o una pluralidad de alambres conductores. La rejilla 180 de descarga en corona está conectada al circuito 140 de carga y cargada con una tensión negativa o positiva grande (típicamente al menos dos veces la de los electrodos 114 de recogida) para ionizar el aire que rodea la rejilla 180 y transferir una carga negativa o positiva a las partículas a medida que pasan a través de la rejilla 180, como se ilustra.

Las Figuras 14, 15(a), 15(b), 16(a) y 16(b) muestran disposiciones alternativas de electrodos de colector que comprenden uno o más electrodos 114 de colector curvados o no planos que tienen como objetivo maximizar la relación de área superficial a volumen de los electrodos para la recogida de partículas. La Figura 14 muestra dos electrodos 114a, 114b en forma de espiral que están dispuestos sustancialmente paralelos al flujo de aire AF1 y con una separación sustancialmente constante. Un método de limpieza adecuado está basado en el flujo de aire como se ha descrito anteriormente. Las Figuras 15(a) y 15(b) muestran una disposición que comprende un electrodo 114a de colector giratorio y un electrodo 114b de colector fijo. En este caso, el electrodo giratorio 114 está cargado negativamente para recoger partículas cargadas positivamente en su superficie a medida que gira. Un método de limpieza adecuado es a base de flujo de aire o mecánico (véase anteriormente). Las Figuras 16(a) y 16(b) muestran una disposición que comprende una agrupación de electrodos de colector 114a, 114b en forma de varilla que se cargan alternativamente y se conectan a tierra o se cargan alternativamente con una carga positiva y negativa. Esta agrupación se muestra como una agrupación cuadrada, pero se apreciará que la agrupación puede adoptar cualquier forma geométrica, tal como una agrupación rectangular, una agrupación triangular, una agrupación hexagonal, etc. Un método de limpieza adecuado se basa en flujo de aire o mecánico (véase anteriormente). Los electrodos 114 de colector pueden ser sustancialmente flexibles para ayudar a la limpieza/eliminación de partículas recogidas por medios mecánicos. Alternativa o adicionalmente, toda la agrupación puede ser extraíble o sustituida.

Las Figuras 18(a) y 18(b) muestran ejemplos de mallas 180a, 180b de filtro que pueden incluirse dentro de un dispositivo 100 de recogida de partículas. La malla 180a, 180b de filtro evita que residuos tales como grava entren en la unidad 110 de filtro electrostático. La malla 180a, 180b de filtro está situada aguas arriba de los electrodos 114 de colector, por ejemplo, en la abertura de entrada o entre la abertura de entrada y la etapa de recogida. Las mallas 180a, 180b de filtro pueden ser o comprender la rejilla 180 de las figuras 13(a) y 13(b).

Las mallas 180a, 180b de filtro comprenden una pluralidad de aberturas 186. Las aberturas 186 son más grandes que una partícula 182 de neumático promedio, pero son más pequeñas que una partícula 184 de desechos promedio, tal como grava, granalla, suciedad, etc. Por ejemplo, las aberturas 186 pueden tener un tamaño/anchura en el intervalo

de sustancialmente entre 1 y 10 mm. Esto permite que las partículas 182 de neumático pasen a través de la malla 180a pero evita que las partículas de desechos más grandes pasen a través de la malla 180a, 180b y hacia la etapa de recogida. En el ejemplo de la Figura 18(a), las aberturas 186 pueden formarse en una lámina base 188. En la Figura 18(b), la malla 180b comprende una malla de alambre.

- 5 En la Figura 19, la malla 180b de alambre de la Figura 18b está conectada al circuito 140 de carga para recibir una tensión de carga de CC. En esta realización, la malla 180b puede ser cargada y actúa además como una etapa de carga para cargar las partículas 182 de neumático.

La Figura 20 muestra un dispositivo 100 situado detrás de una rueda 192 de un vehículo. En la figura, la rueda 192 se está moviendo de derecha a izquierda. El dispositivo 100 comprende una entrada 194 y una malla 180. Otros componentes del dispositivo 100 se omiten por claridad.

La entrada 194 comprende una parte de boquilla con una anchura de abertura estrechada configurada para redirigir el aire que proviene de la rueda 192 a una región más pequeña. Redirigir el aire (como se indica por las flechas) crea una región de baja presión y alta velocidad dentro del dispositivo 100. La malla 180 ayuda a crear una región de presión incluso más baja inmediatamente dentro del dispositivo 100. La creación de una región de baja presión ayuda a arrastrar más partículas en el flujo de aire de entrada, y por lo tanto permite que el dispositivo 100 capture más partículas de neumático. En otras realizaciones, la entrada 194 puede ser mayor que el resto del dispositivo 100. Tener una entrada 194 más grande permite redirigir más aire procedente de la rueda 192 al dispositivo 100.

En una realización, el dispositivo 100 comprende un generador 196 de iones para producir un chorro ionizante en la proximidad de los electrodos 114 de colector para eliminar las partículas de neumático cargadas 182 de los electrodos 114 de colector, como se muestra esquemáticamente en la Figura 21. El chorro ionizante comprende un gran número de iones cargados 195 (tanto positivos como negativos) que neutralizan las partículas cargadas 182 en los electrodos 114 de colector y, de este modo, eliminan cualquier fuerza de atracción que las mantenga a los electrodos 114.

La Figura 22 muestra un cuerpo 200 de ciclón cónico que puede usarse como parte del dispositivo 100 según algunas realizaciones. El cuerpo 200 de ciclón está situado aguas abajo de los electrodos 114 de recogida y está configurado para eliminar cualquier partícula residual (partículas de neumático cargadas o de otro modo) en el flujo de aire antes de devolver el flujo de aire al entorno. El cuerpo 200 comprende una entrada 197 para recibir un flujo de aire que contiene partículas residuales 182 y una salida 199 para emitir un flujo de aire sustancialmente "limpio" que contiene una concentración reducida de partículas residuales. El cuerpo 200 de ciclón cónico está configurado para separar las partículas residuales 182 del flujo de aire usando separación ciclónica. Las partículas 182 se separan del flujo de aire y salen del cuerpo 200 de ciclón a través de una salida 198 de residuos, por ejemplo, a una unidad de almacenamiento. El flujo de aire "limpio" restante vuelve a la corriente libre a través de una salida 199. Permitir que el aire filtrado vuelva a la corriente libre reduce la turbulencia y, por lo tanto, reduce la fuerza de arrastre ejercida sobre el vehículo.

Para determinar la posición óptima del dispositivo, se realizaron estudios aerodinámicos usando un modelo computacional equipado con un suelo móvil y ruedas giratorias. Dentro de estas simulaciones, el dispositivo 100 puede situarse hacia la parte trasera del revestimiento de rueda, trabajando como una extensión del revestimiento actual, para capturar partículas cargadas. Los resultados de estas simulaciones se muestran en las Figuras 23a-23d. Las Figuras 23a y 23d muestran la distribución de los valores de presión total en los revestimientos de rueda delantera y trasera, proporcionando evidencia de alta velocidad y flujo de baja presión que transporta las partículas de neumático. Las Figuras 23b y 23c muestran la magnitud de la velocidad del flujo de aire alrededor de un coche. La Figura 23b muestra la magnitud de la velocidad del flujo de aire en la superficie interior del neumático (más cercana a la línea central del vehículo). La Figura 23c muestra la magnitud de la velocidad del flujo de aire a lo largo de la línea central del neumático.

Las regiones marcadas 201 y 202 están en la parte posterior de los arcos de rueda, como se describió anteriormente. Los resultados de la simulación muestran que los valores más altos de presión superficial y velocidad del flujo de aire dentro del arco de rueda se encuentran en estas regiones 201, 202, lo que es deseable para la recogida de partículas de neumático.

En la Figura 23b, las regiones destacadas en la cara interior son de mayor velocidad que el punto medio de la rueda. Esto demuestra un gradiente de velocidad positivo hacia la cara interior del neumático. En la Figura 23c, hay una región de alta velocidad colocada detrás del neumático delantero. El flujo de aire hacia la cara interior de las ruedas (más cerca de la línea central del vehículo) encuentra flujo de aire a mayor velocidad y menor presión. El dispositivo puede estar diseñado de tal manera que capture un mayor número de partículas en esta región.

La Figura 24 muestra un dispositivo 100 de partículas de neumático según una realización. Los componentes descritos en relación con esta realización pueden ser los componentes descritos anteriormente en la descripción. El dispositivo 100 comprende una entrada 194 en forma de una boquilla con una anchura de abertura estrechada configurada para recibir un flujo de aire que comprende partículas 182 de neumático, una unidad 110 de filtro electrostático para recoger partículas de neumático cargadas, y una salida 199 para devolver aire sustancialmente "limpio" a la corriente libre. Se prevé una malla 180 de filtro entre la entrada 184 y la unidad 110 de filtro para evitar que entren residuos tales como grava y suciedad en el dispositivo 100. La malla 180 de filtro puede estar formada adicionalmente por o comprender un material conductor y funcionar como una malla de precarga configurada para cargar las partículas 182 de neumático

entrantes. En este caso, la malla 180 de filtro está conectada al circuito 140 de carga para recibir una tensión de carga. En otras realizaciones, se pueden usar dos mallas separadas en lugar de una sola malla 180.

El dispositivo 100 comprende además una unidad 204 de almacenamiento extraíble configurada para recibir partículas 182 de neumático capturadas procedentes de la unidad 110 de filtro electrostático. La unidad 204 de almacenamiento extraíble puede retirarse del dispositivo 100 para eliminar, o reciclar, las partículas 182 de neumático capturadas. El dispositivo 100 comprende además un dispositivo 196 generador de iones configurado para proporcionar un chorro de iones, como se describió anteriormente. En este ejemplo, las partículas 182 de neumático caen en la unidad 204 de almacenamiento extraíble después de ser retiradas de los electrodos 114 de colector por el chorro de iones. El dispositivo 100 también comprende un módulo 160 de control y sensores 170 en comunicación con el módulo 160 de control, como se describió anteriormente. El dispositivo 100 también comprende un mecanismo de limpieza mecánica tal como un vibrador ultrasónico, y un dispositivo 200 de filtro de aire residual colocado entre la unidad 110 de filtro y la salida 199 tal como un filtro de aire o un cuerpo ciclónico descritos anteriormente.

La Figura 25 muestra un diagrama esquemático de otro sistema 2000 de control ejemplar para hacer funcionar el dispositivo 100. Partes del sistema 2000 pueden estar ubicadas en o sobre el dispositivo 100 y otras partes pueden estar ubicadas en o sobre el vehículo V. El dispositivo 100 comprende electrodos 114 de colector, un circuito 140 de carga para cargar los electrodos 114 de colector, un módulo 160 de control, un generador 196 de iones, una malla 180-2 de precarga, un regulador 142 de tensión para alimentar la malla 180-2 de precarga y una pluralidad de sensores 170 en comunicación con el módulo 160 de control.

Los sensores 170 incluyen un sensor 170a de humedad, un acelerómetro 170d y un sensor 170b de proximidad. El sensor 170b de proximidad está configurado para detectar la proximidad del dispositivo 100 a un objeto externo, tal como un bordillo. El módulo 160 de control recibe señales del sensor de proximidad y envía señales a la ECU del vehículo para alertar al conductor de la proximidad del dispositivo 100 al objeto externo y evitar colisiones entre el dispositivo y los objetos externos.

Los sensores 170 también incluyen uno o más sensores 170c de partículas, configurados para medir el número o cantidad de partículas recogidas y emitir datos de medición al módulo de control. Los sensores 170c de partículas pueden ser o comprender un contador de partículas, un analizador de partículas y/o un espectrómetro que proporcione mediciones ópticas de las propiedades de las partículas usando luz infrarroja, como se conoce en la técnica. En este ejemplo, el módulo 160 de control está configurado para determinar y monitorizar una eficiencia de recogida de partículas basándose en una o más señales de los sensores 170c de partículas y controlar el circuito 140 de carga para ajustar la tensión de carga aplicada a los electrodos 114 de colector en respuesta a la detección de una eficiencia de recogida por debajo de un valor predeterminado.

A partir de la lectura de la presente descripción, otras variaciones y modificaciones serán evidentes para el experto. Tales variaciones y modificaciones pueden implicar características equivalentes y otras que ya se conocen en la técnica, y que pueden usarse en lugar de, o además de, las características ya descritas en la presente memoria.

Aunque las reivindicaciones adjuntas se refieren a combinaciones particulares de características, debe entenderse que el alcance de la descripción de la presente invención también incluye cualquier característica novedosa o cualquier combinación novedosa de características descritas en la presente memoria explícita o implícitamente o cualquier generalización de las mismas, se refiera o no a la misma invención tal como se reivindica actualmente en cualquier reivindicación y mitigue o no cualquiera o todos los mismos problemas técnicos como hace la presente invención.

Las características que se describen en el contexto de realizaciones separadas también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Por el contrario, diversas características que, por brevedad, se describen en el contexto de una única realización, también se pueden proporcionar por separado o en cualquier sub-combinación adecuada.

En aras de la exhaustividad, también se establece que el término "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, el término "un", "una", o "uno" no excluye una pluralidad, y ningún signo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitante del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (100) de recogida de partículas que puede fijarse a un vehículo para recoger y capturar partículas que se liberan procedentes de un neumático o una rueda (W) del vehículo por desgaste sobre o contra una superficie (S) de conducción cuando el vehículo se conduce sobre la superficie de conducción, que comprende:
 - 5 una unidad (110) de filtro electrostático para recoger o capturar partículas en un flujo por atracción electrostática, la unidad de filtro electrostático se puede montar en una posición operativa en estrecha proximidad al neumático del vehículo para recibir un flujo de partículas procedentes de un punto de contacto entre el neumático o rueda y la superficie de conducción, la unidad de filtro comprende uno o más electrodos (114) de colector que se pueden cargar electrostáticamente para atraer partículas cargadas en el flujo cuando se cargan el uno o más electrodos de colector, para recoger o capturar las partículas;
 - 10 un circuito (140) de carga conectado al uno o más electrodos de colector para cargar electrostáticamente el uno o más electrodos de colector; y
 - un módulo (160) de control conectable al circuito de carga para activar y desactivar selectivamente la carga del uno o más electrodos de colector en respuesta a una o más condiciones de conducción detectadas.
- 15 2. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde la posición operativa es:
 - tal que la unidad (110) de filtro está colocada en estrecha proximidad a una superficie radialmente exterior del neumático o rueda, y/o a un punto de contacto o área de contacto entre el neumático o rueda y la superficie de conducción; y/o
 - 20 tal que la unidad (110) de filtro recibe un flujo de aire alrededor del neumático o rueda que contiene dichas partículas arrastradas en el mismo, opcional o preferiblemente un flujo de aire dirigido sustancialmente hacia arriba alrededor del neumático o rueda producido a partir del efecto Magnus del neumático o rueda en rotación; y/o
 - detrás de la rueda del vehículo; o
 - en donde la posición operativa está delante de la rueda del vehículo.
- 25 3. El dispositivo de la reivindicación 1 o 2, que comprende una parte (120) de fijación configurada para fijar el dispositivo al vehículo y montar la unidad (110) de filtro en la posición operativa, y
en donde la parte (120) de fijación está configurada para fijar el dispositivo al vehículo en un punto de montaje de manera que:
 - 30 la posición operativa de la unidad (120) de filtro está sustancialmente fijada axial y radialmente con respecto a la rueda de manera que la unidad de filtro es capaz de moverse con la rueda del vehículo mientras se mantiene la posición operativa; y, opcional o preferiblemente, en donde el punto de montaje está en un conjunto de rueda del vehículo, y además opcionalmente en donde el conjunto de rueda es o comprende un conjunto de suspensión y/o dirección, y el punto de montaje está en el conjunto de suspensión y/o dirección de manera que la unidad de filtro es capaz de moverse con la suspensión del vehículo y/o cuando la rueda del vehículo está girando mientras se mantiene la posición operativa; o
 - 35 la posición operativa de la unidad (110) de filtro no está sustancialmente fija con respecto a la rueda; y, opcional o preferiblemente, en donde el punto de montaje está sobre o en el arco de rueda y/o en la parte inferior del vehículo.
- 40 4. El dispositivo de la reivindicación 3, en donde la parte (120) de fijación es sustancialmente flexible y/o comprende una o más partes o juntas flexibles, y está configurada opcional o preferiblemente para solicitar la unidad (110) de filtro hacia la posición operativa, para acomodar el desplazamiento temporal de la unidad de filtro desde la posición operativa.
5. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde la unidad (110) de filtro comprende un medio de limpieza para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes de uno o más electrodos (114) de colector, y en donde el
45 medio de limpieza comprende uno o más de:
 - un conducto (116) de entrada en comunicación fluida con una cavidad (112) de filtro que aloja el uno o más electrodos (114) de colector, estando el conducto de entrada configurado para recibir un flujo de aire sustancialmente limpio y dirigir el flujo de aire limpio sobre y/o más allá del uno o más electrodos de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes del uno o más electrodos de colector;
 - 50 uno o más vibradores mecánicos configurados para transferir una vibración mecánica al o a cada electrodo de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes de uno o más electrodos de colector; y

uno o más elementos de limpieza móviles configurados para moverse sobre o a través de una superficie del o de cada electrodo de colector para eliminar o limpiar las partículas recogidas procedentes del uno o más electrodos de colector.

- 5 6. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el uno o más electrodos (114) de colector comprenden una agrupación de electrodos de colector dispuestos sustancialmente perpendiculares o paralelos al flujo; y/o en donde el o cada electrodo (114) de colector comprende uno o más de:

un elemento en forma de placa dispuesto sustancialmente de manera vertical cuando está en la posición operativa;

un recubrimiento superficial configurado para mejorar la durabilidad;

- 10 un recubrimiento superficial aislante delgado configurado para evitar el contacto eléctrico entre las partículas del neumático del respectivo electrodo de colector; y

un recubrimiento superficial hidrófobo.

7. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo comprende una agrupación de electrodos de colector y, en donde el circuito (140) de carga está configurado para hacer uno o más de:

- 15 aplicar una tensión de carga a electrodos de colector alternativos en la agrupación y aplicar una tensión de referencia al resto de los electrodos de colector en la agrupación, o viceversa;

aplicar una tensión de carga a electrodos de colector alternativos en la agrupación y aplicar una tensión de carga opuesta al resto de los electrodos de colector en la agrupación, o viceversa; e

- 20 invertir periódicamente la polaridad de la tensión de carga en cada electrodo de colector; y, opcional o preferiblemente,

en donde el circuito (140) de carga puede conectarse a una fuente (150) de alimentación, y la fuente de alimentación es una fuente de alimentación del vehículo; y/o en donde el circuito de carga comprende una fuente de alimentación, y además opcional o preferiblemente, en donde la fuente de alimentación es un generador dinamo con un elemento de accionamiento giratorio configurado para aplicarse por fricción al neumático o rueda para girar con el mismo.

25

8. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en donde:

la una o más condiciones de conducción incluyen una o más de: aceleración, frenado, viraje y un estado de superficie de conducción;

- 30 el módulo (160) de control es conectable a una unidad de control electrónico (ECU) del vehículo para recibir datos de conducción indicativos de una o más condiciones de conducción detectadas; y/o

en donde el dispositivo comprende uno o más sensores (170) para detectar la una o más condiciones de conducción y proporcionar datos de conducción al módulo de control; y, opcional o preferiblemente, en donde el uno o más sensores (170) incluyen uno o más de: una unidad de medición inercial, un acelerómetro y/o uno o más sensores ambientales para detectar una o más condiciones de conducción; y, además opcional o preferiblemente, en donde el uno o más sensores ambientales incluyen un sensor higrométrico, de temperatura y/o de humedad para detectar un estado de superficie de conducción.

35

9. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo comprende una malla (180) configurada para impedir que entren partículas mayores que un tamaño umbral en el dispositivo, y en donde:

- 40 la malla (180) está configurada para crear una cavidad de baja presión dentro del dispositivo alrededor de los electrodos (114) de colector; y/o

la malla (180) está formada por o comprende un material conductor, y el circuito (140) de carga está configurado para aplicar una tensión de carga de CC a la malla para actuar como una etapa de carga para cargar partículas de neumático.

- 45 10. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en donde el dispositivo está configurado para separar las partículas de neumático cargadas del flujo de aire entrante y dirigir las partículas de neumático cargadas a regiones específicas dentro del dispositivo; y opcional o preferiblemente

en donde el dispositivo comprende además una salida (199) configurada para permitir que un flujo de aire que atraviesa la unidad (110) de filtro salga del dispositivo, y un medio (200) de separación de partículas posicionado entre la unidad de filtro y la salida, estando configurado el medio (200) de separación para

separar las partículas restantes procedentes del flujo de aire usando separación ciclónica o separación centrífuga.

5 11. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo comprende una abertura (112a) de entrada para recibir el flujo de partículas, en donde la abertura de entrada comprende una parte (194) de boquilla con una anchura estrechada opcional o preferiblemente, en donde la parte (194) de boquilla está configurada para aumentar la velocidad y reducir la presión del flujo de aire.

12. Un método para recoger o capturar partículas que se liberan desde un neumático o una rueda de un vehículo por desgaste sobre o contra una superficie de conducción cuando el vehículo se está moviendo, usando un dispositivo (100) de recogida de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende:

10 recibir, en la unidad (110) de filtro electrostático montada en la posición operativa, un flujo de aire alrededor del neumático o rueda que contiene dichas partículas procedentes de un punto de contacto entre el neumático o rueda y la superficie de conducción arrastrada en el mismo;

recibir datos de conducción indicativos de una o más condiciones de conducción detectadas; y

15 recoger o capturar las partículas en el flujo por atracción electrostática cargando al menos uno del uno o más electrodos (114) de colector de la unidad de filtro electrostático, en respuesta a la una o más condiciones de conducción detectadas, para atraer las partículas en el flujo al al menos un electrodo de colector; y, opcional o preferiblemente, sin precargar las partículas.

13. El método de la reivindicación 12, que comprende además:

20 limpiar o eliminar las partículas recogidas o capturadas de uno o más electrodos de colector usando un medio de limpieza del dispositivo; y

almacenar, en un receptáculo del dispositivo, partículas recogidas eliminadas de los electrodos de colector por los medios de limpieza; y, opcional o preferiblemente, en donde limpiar el dispositivo comprende uno o más de: invertir la polaridad de los electrodos de colector, y usar un chorro iónico para neutralizar las partículas capturadas.

25 14. El método de la reivindicación 12 o 13, en donde la una o más condiciones de conducción incluyen una o más de aceleración, frenado, viraje y/o un estado de la superficie de conducción.

30 15. Un vehículo (V) que comprende un dispositivo (100) de recogida de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 fijado al vehículo en estrecha proximidad a un neumático o rueda (W) del vehículo para capturar partículas que se liberan desde el neumático o rueda a través del desgaste sobre o contra una superficie de conducción cuando el vehículo es conducido sobre la superficie de conducción; y, opcional o preferiblemente, en donde el vehículo es un vehículo equipado con neumáticos y las partículas son partículas de neumático liberadas desde el neumático de la rueda a través del desgaste sobre o contra la superficie de conducción.

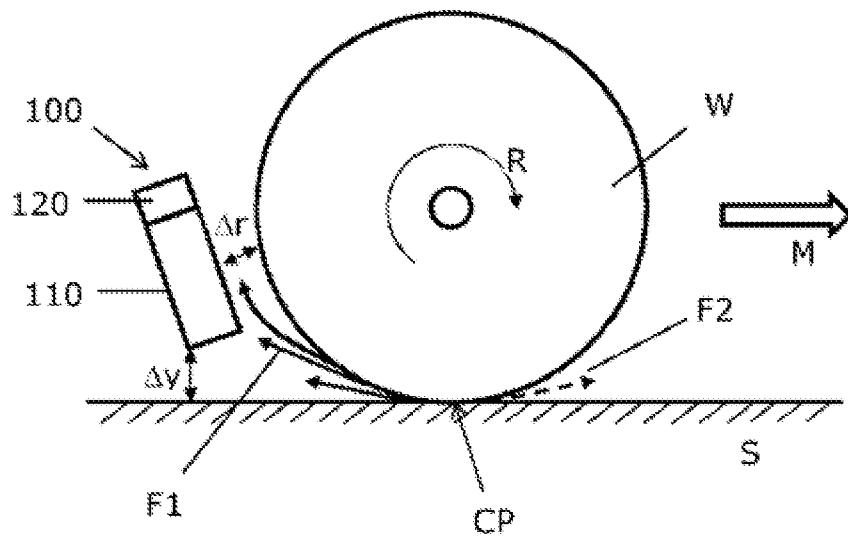


Figura 1

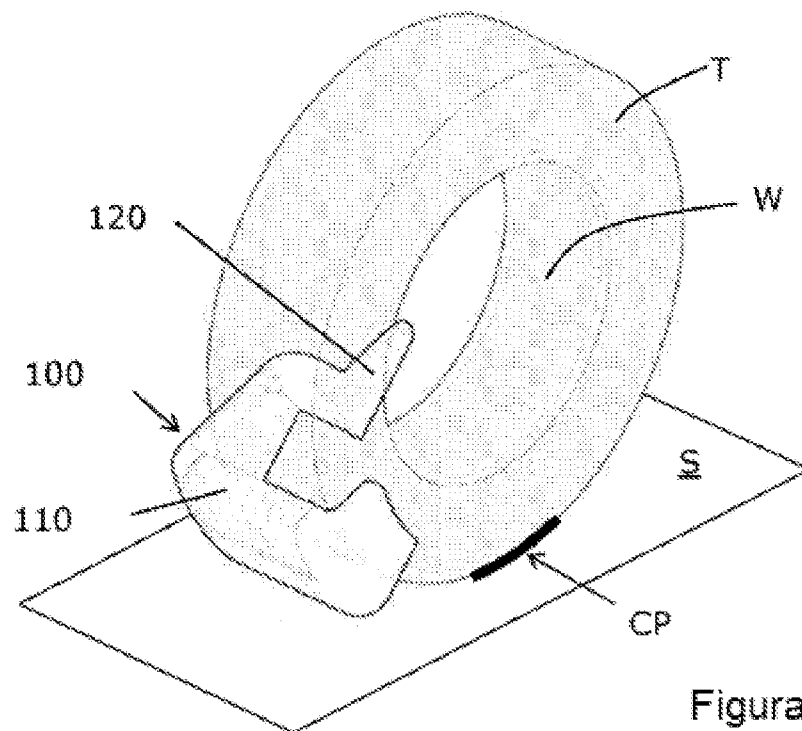


Figura 2

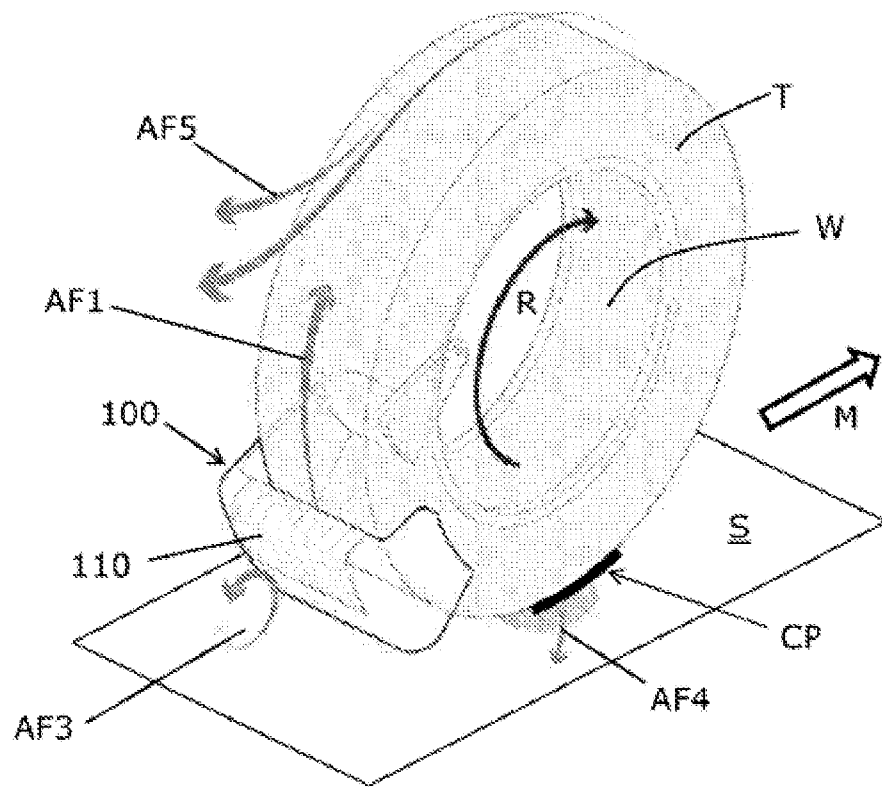


Figura 3

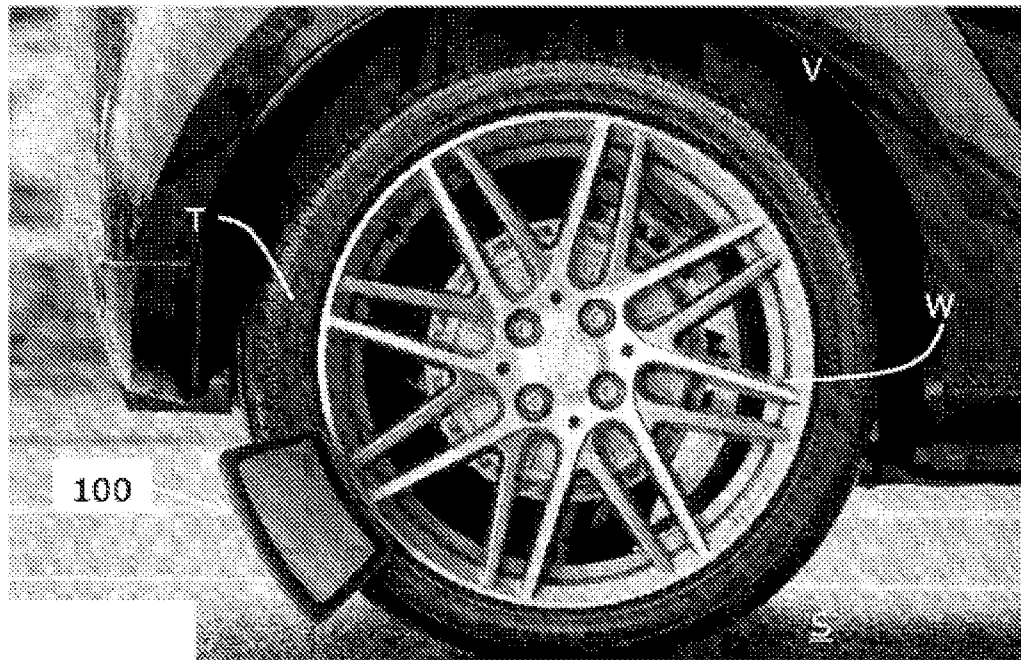


Figura 4

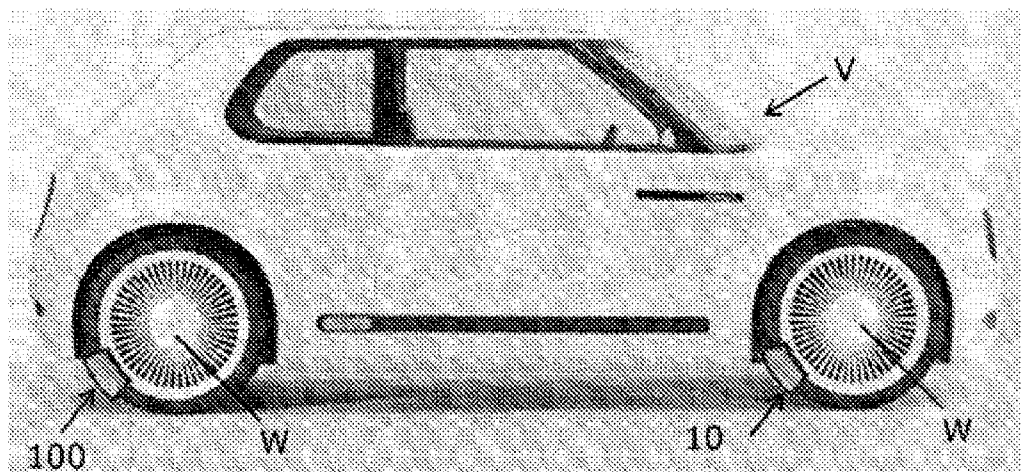


Figura 5

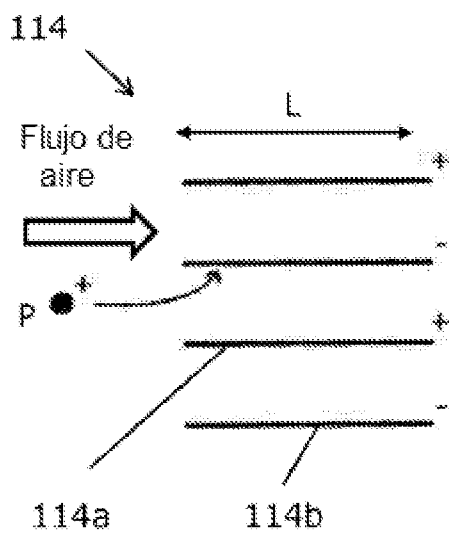


Figura 6(a)

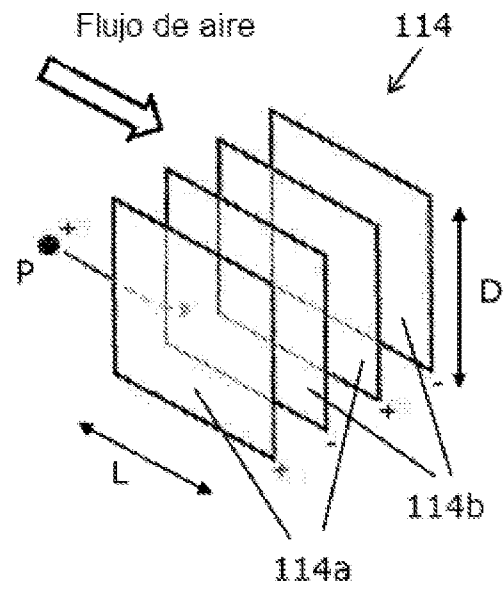


Figura 6(b)

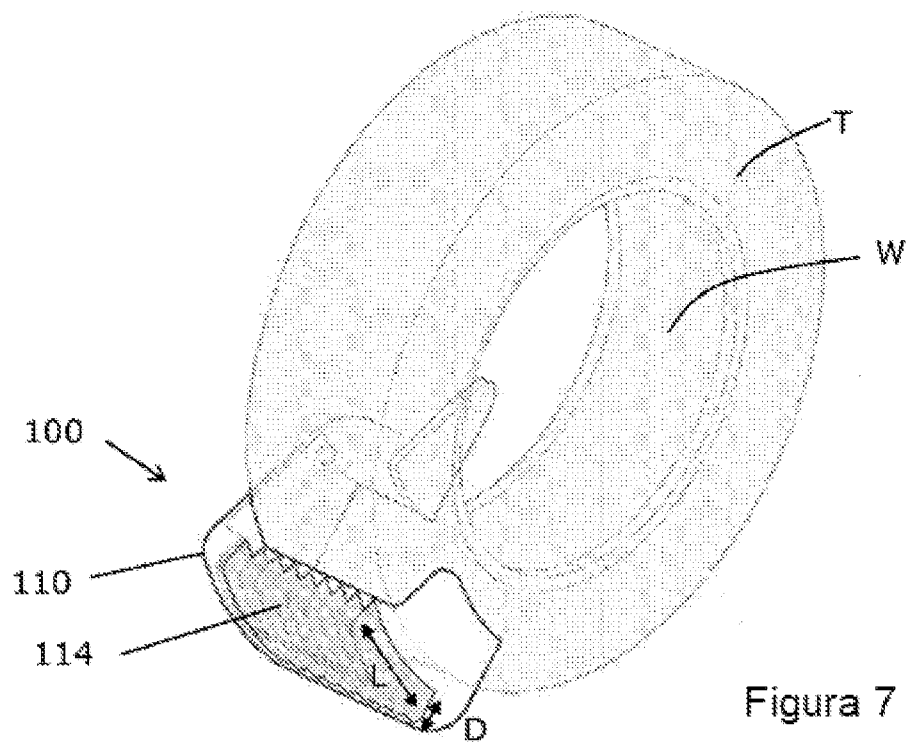


Figura 7

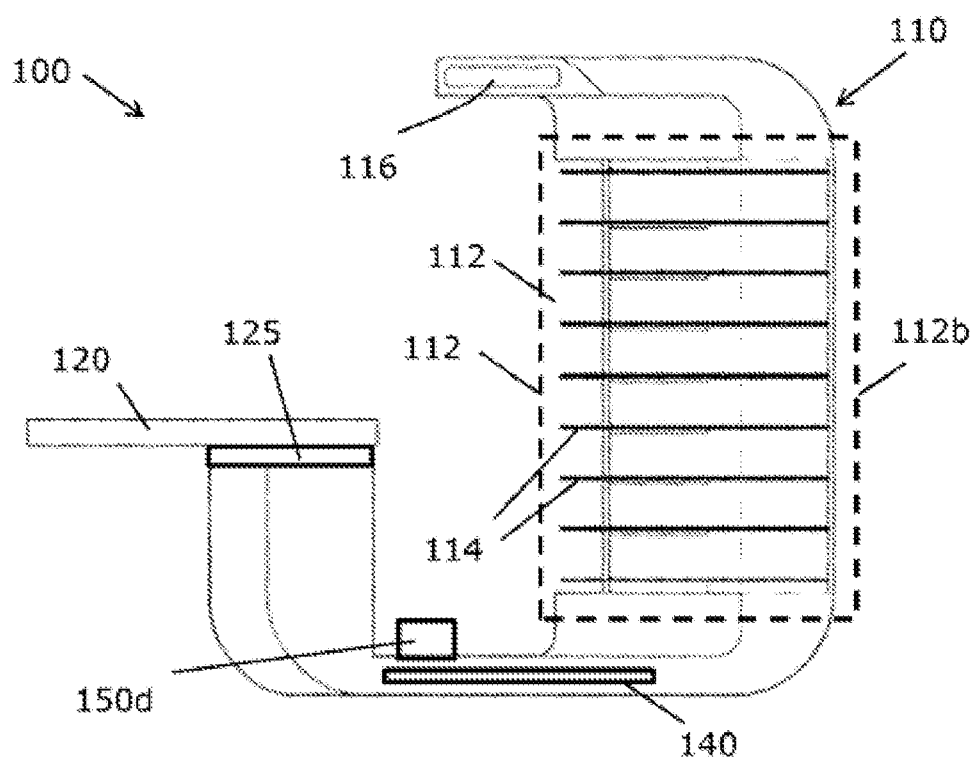


Figura 8

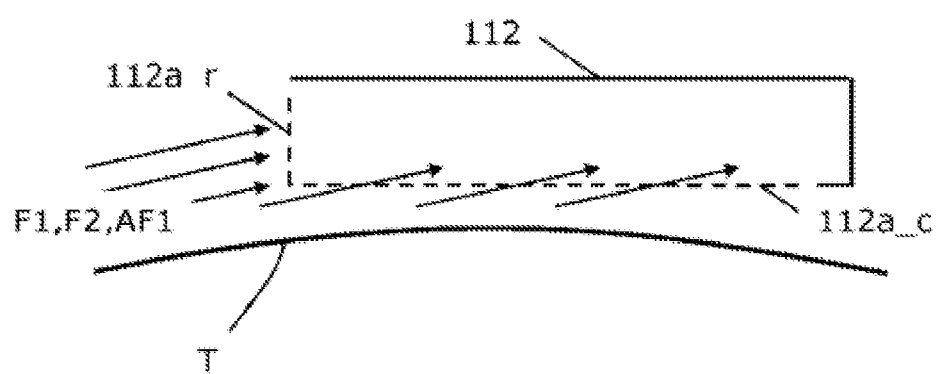
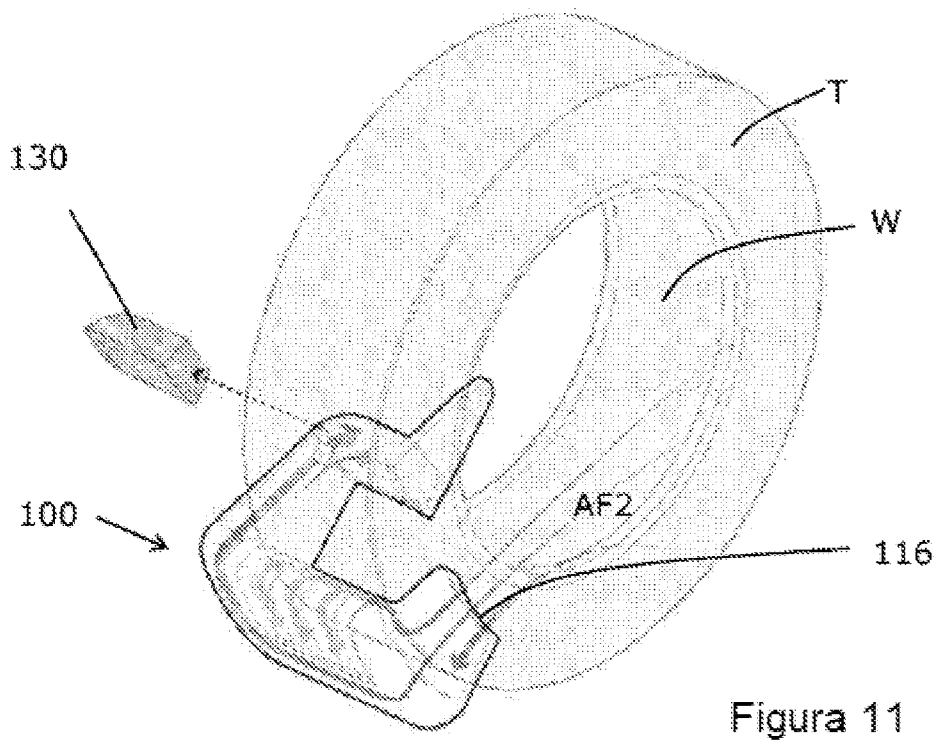
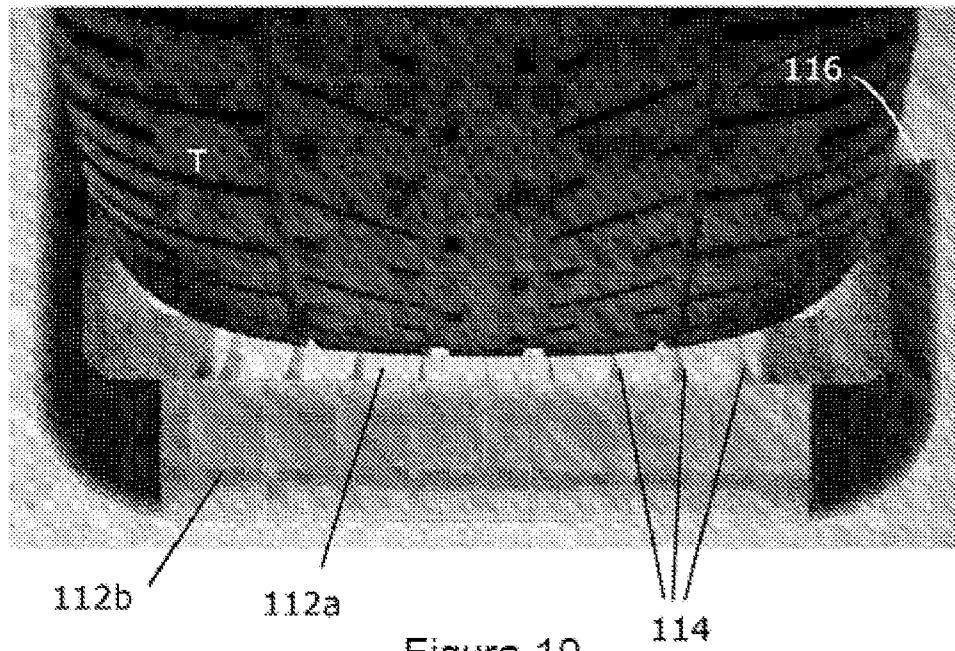


Figura 9



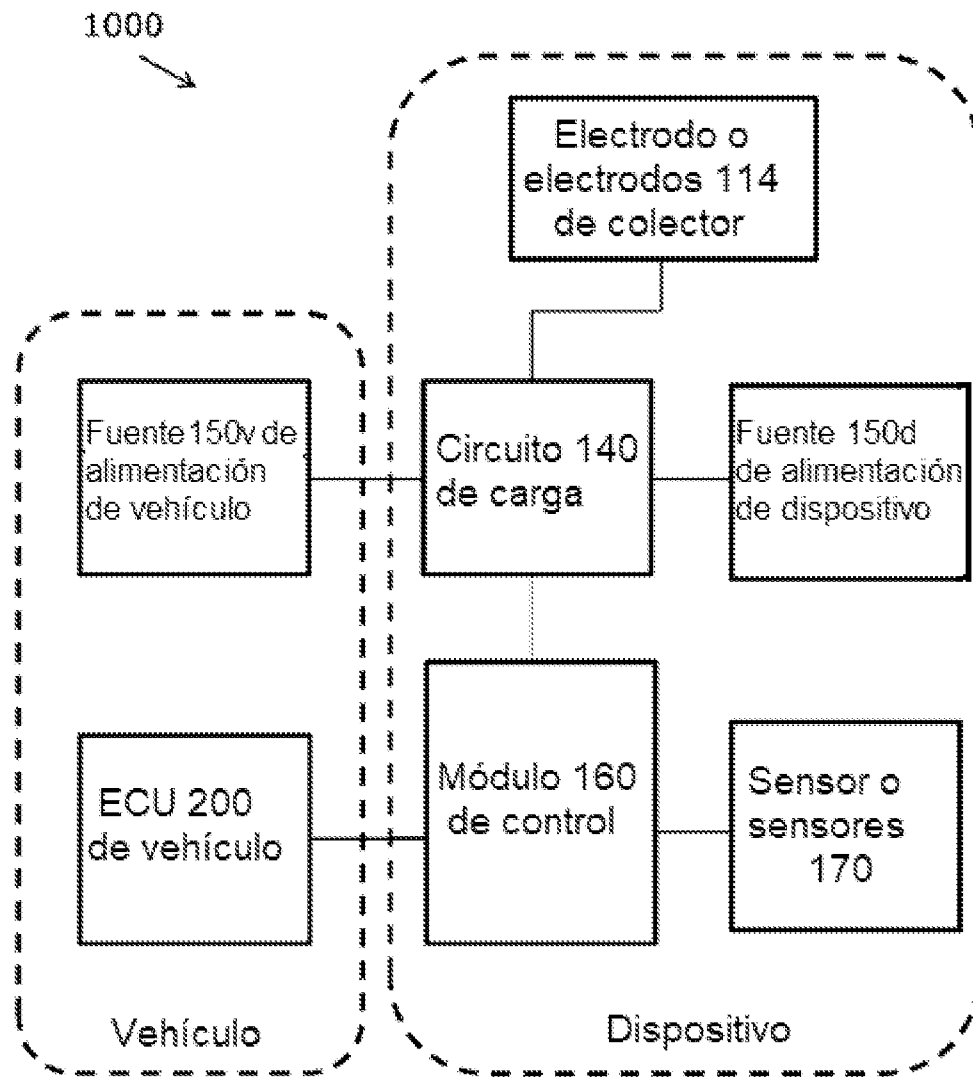


Figura 12

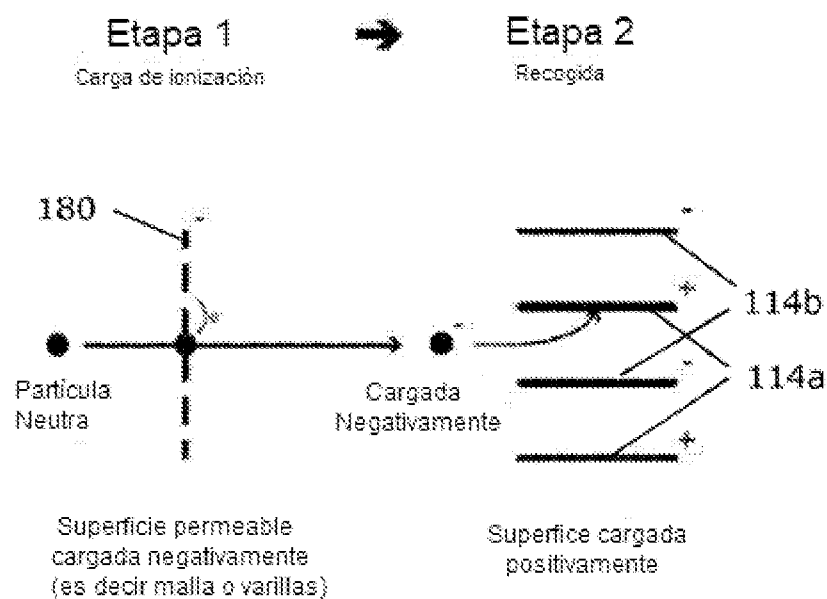


Figura 13(a)

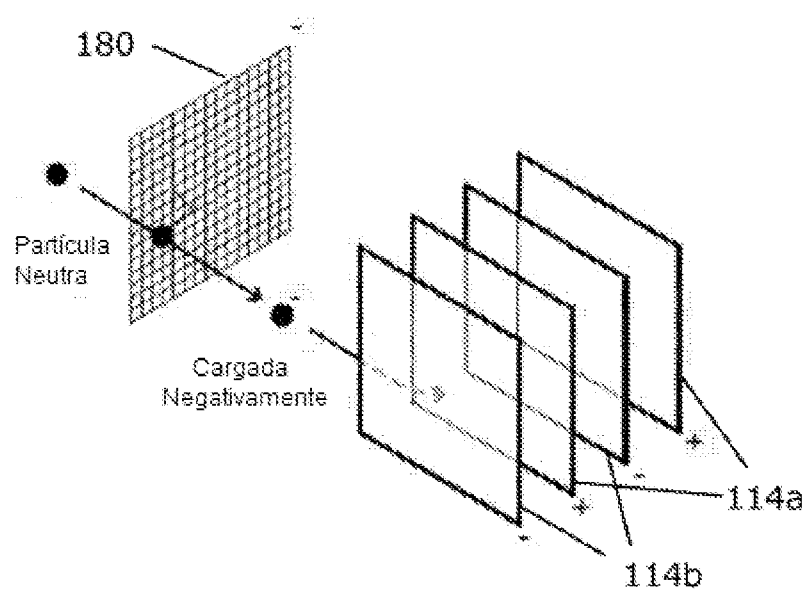


Figura 13(b)

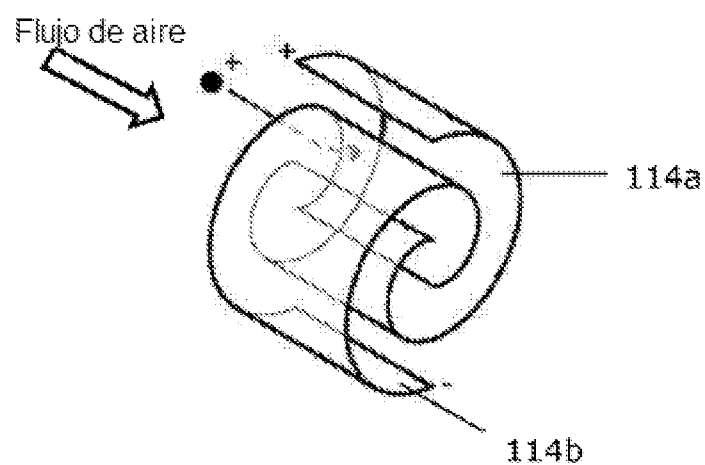


Figura 14

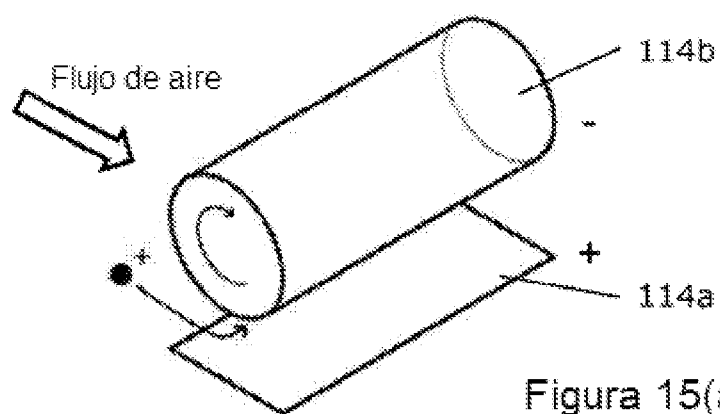


Figura 15(a)

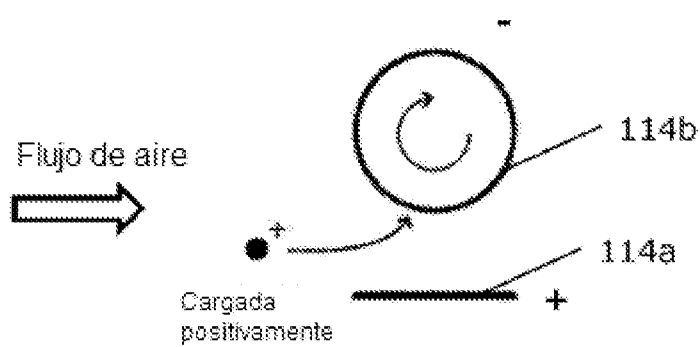


Figura 15(b)

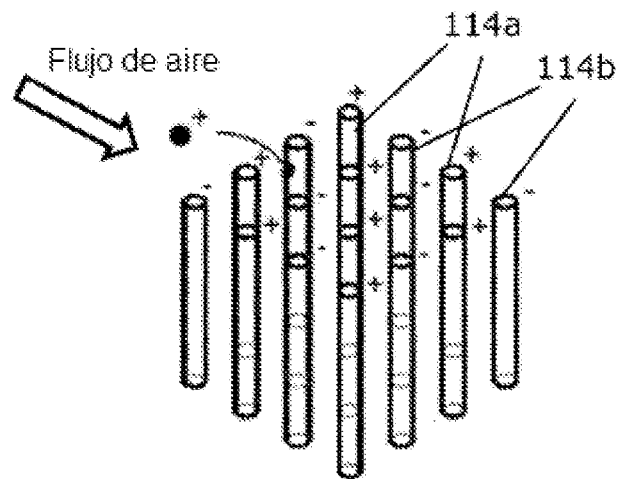


Figura 16(a)

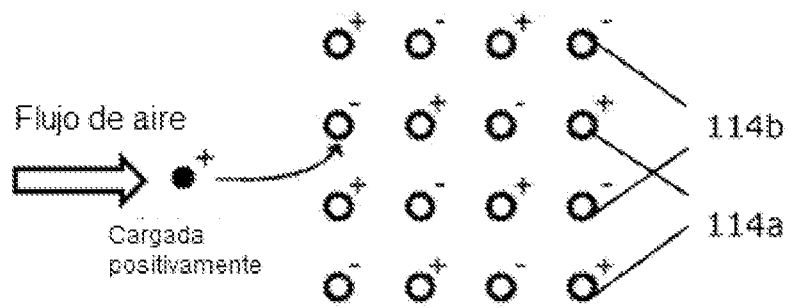


Figura 16(b)

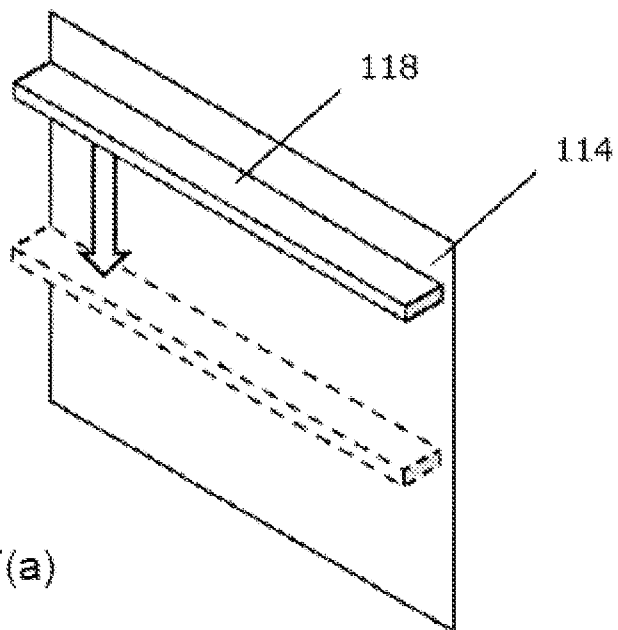


Figura 17(a)

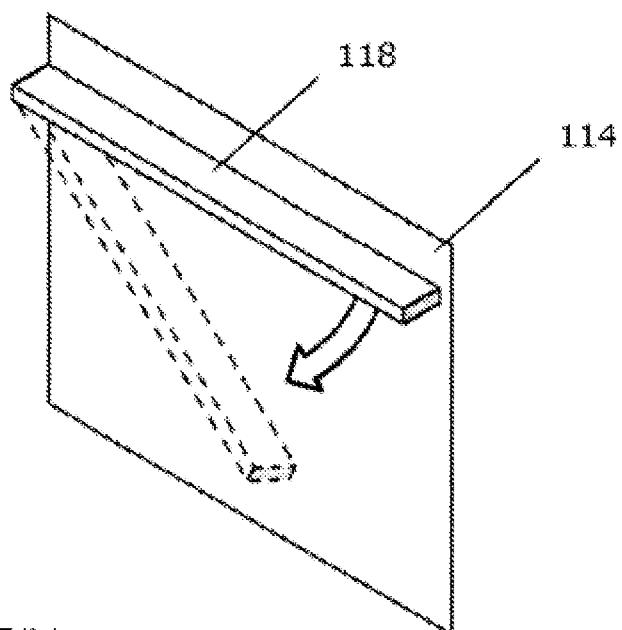


Figura 17(b)

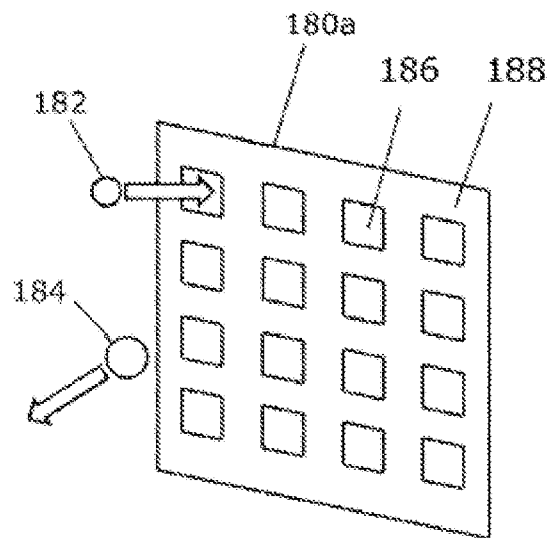


Figura 18(a)

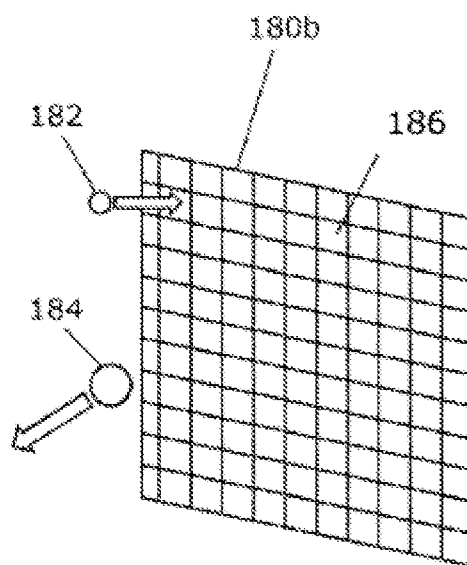


Figura 18(b)

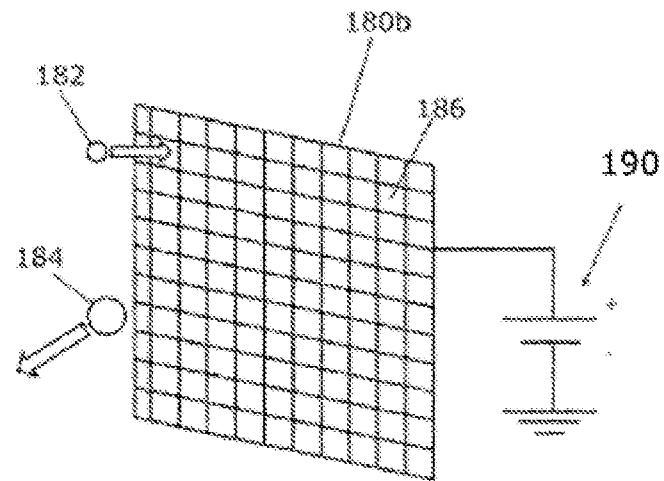


Figura 19

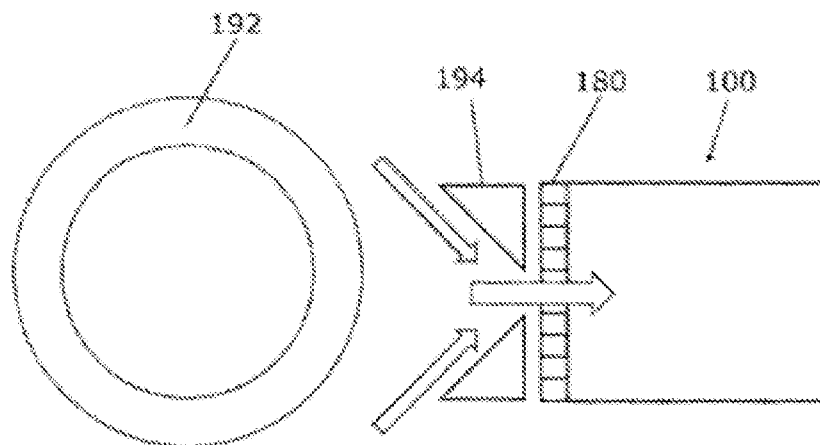


Figura 20

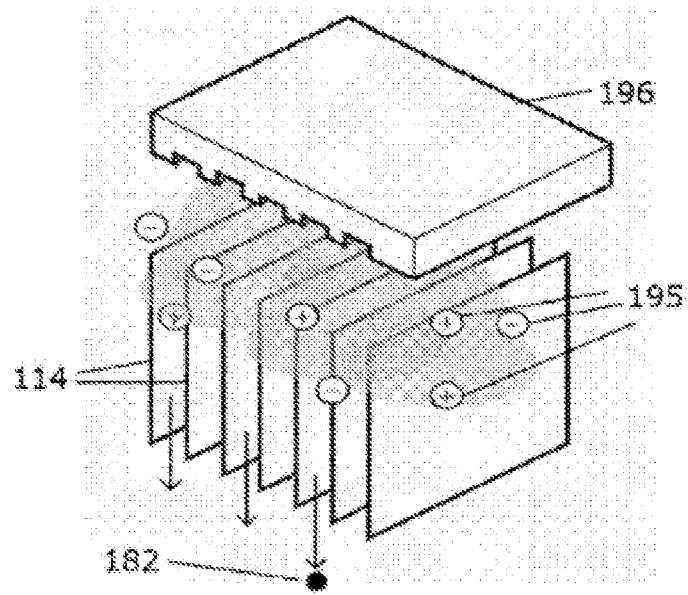


Figura 21

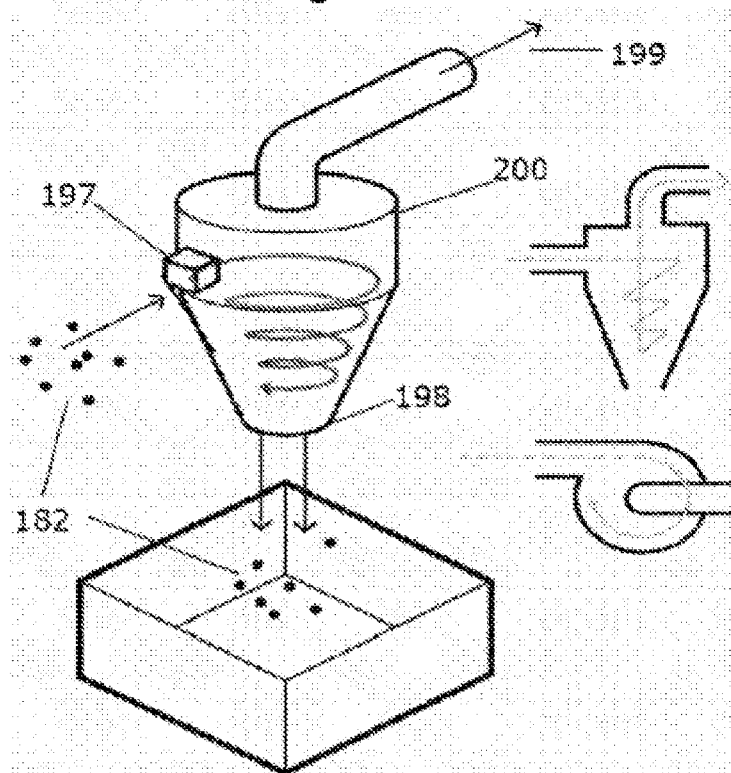


Figura 22

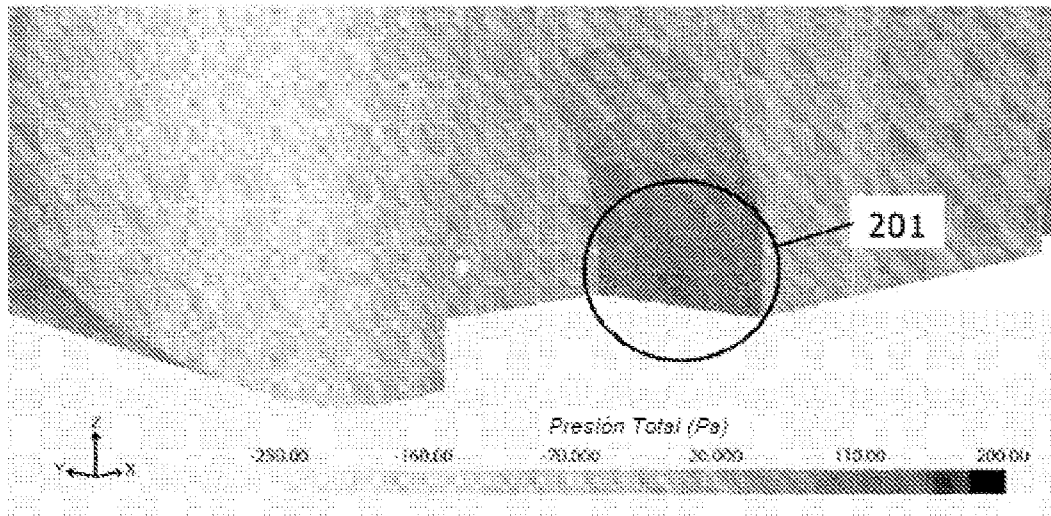


Figura 23a

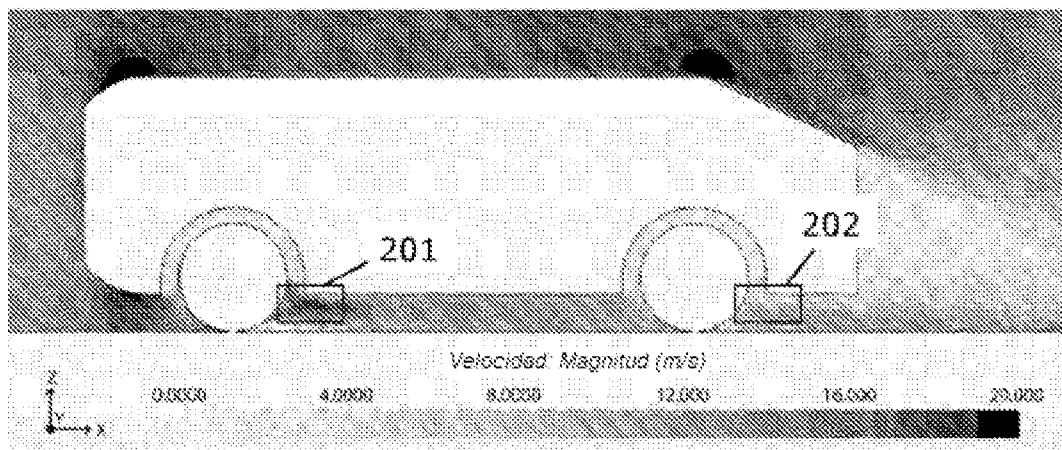


Figura 23b

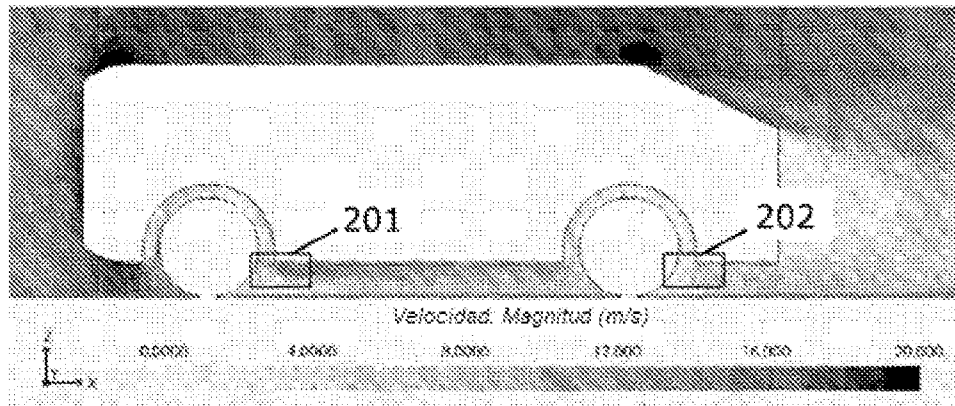


Figura 23c

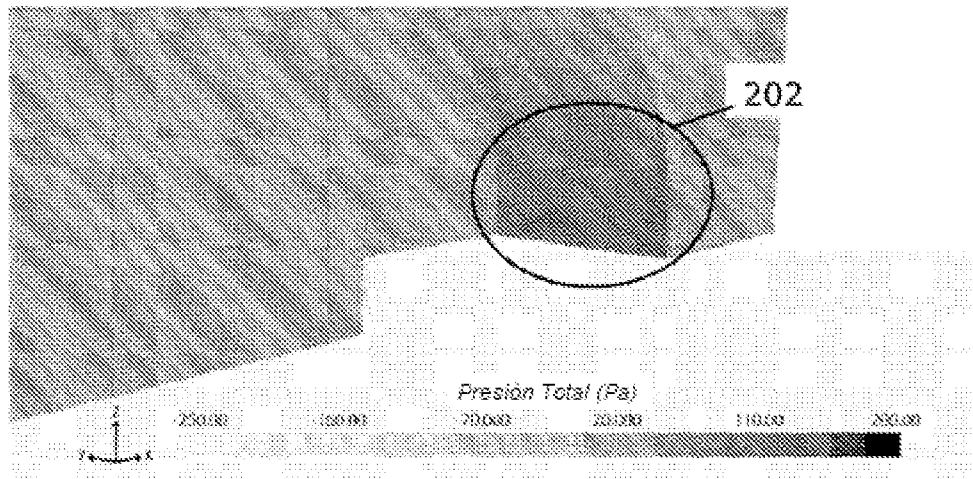


Figura 23d

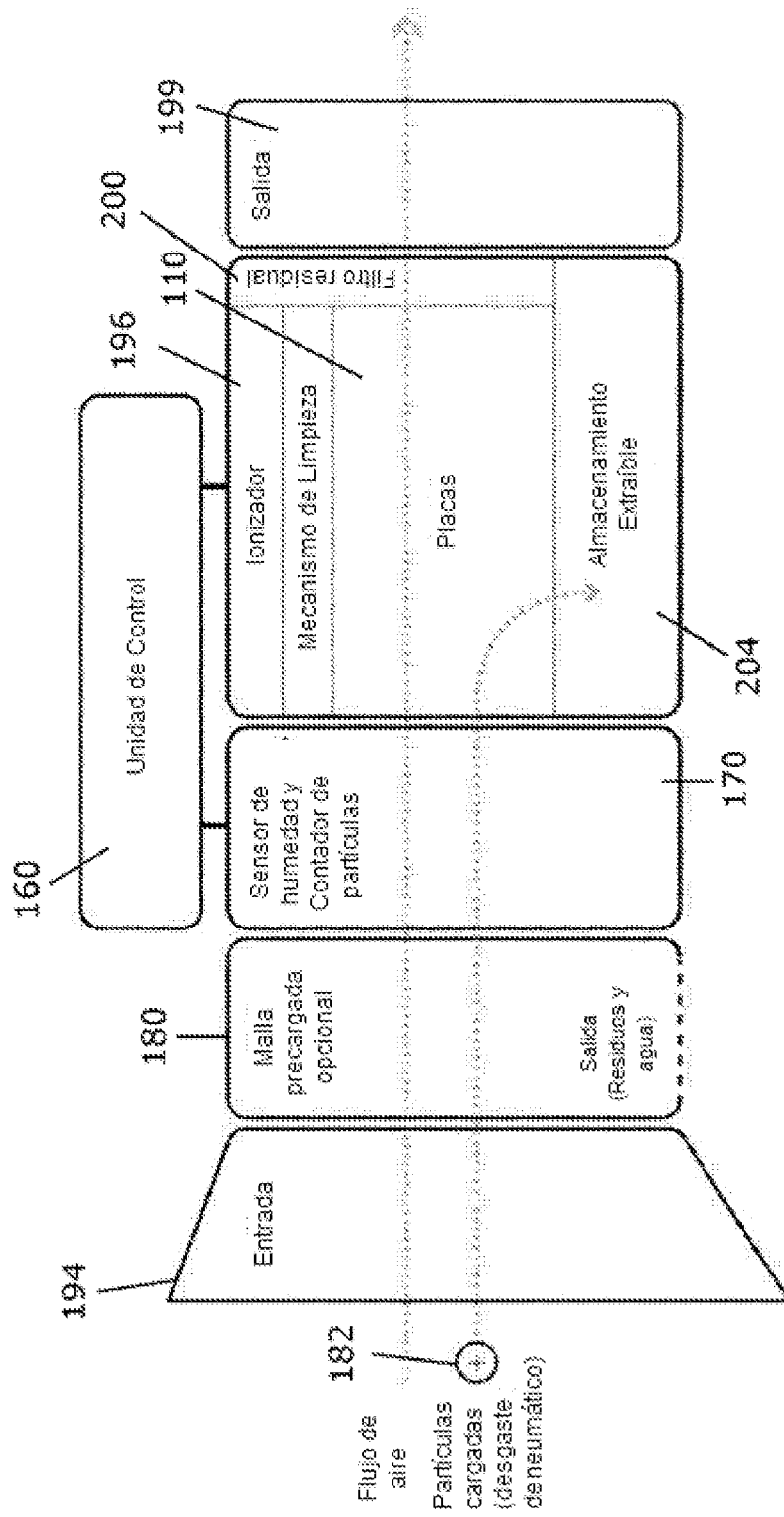


Figura 24

