

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 921**

51 Int. Cl.:

A01M 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2020 PCT/EP2020/077621**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2021 WO21069316**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2020 E 20785972 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023 EP 4040954**

54 Título: **Un vehículo aéreo**

30 Prioridad:

10.10.2019 EP 19202441

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

16.02.2024

73 Titular/es:

**BAYER AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Allee 1
51373 Leverkusen, DE**

72 Inventor/es:

**FAERS, MALCOLM y
CHAPPLE, ANDREW CHARLES**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 958 921 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

Un vehículo aéreo

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un vehículo aéreo.

5 Antecedentes de la invención

La deriva de la pulverización causada por el viento y las ráfagas de viento es un problema importante en la producción agrícola. Las gotas de pulverización se desplazan sobre superficies no objetivo, tales como dentro de áreas sensibles, sobre transeúntes, sobre cuerpos de agua, y sobre campos vecinos. La velocidad y la dirección del viento no son constantes, sino que varían en el tiempo (de segundos a horas) y espacialmente en las tres dimensiones, debido, por ejemplo, a obstáculos en el suelo, a la fricción superficial del suelo o de los cultivos y a las variaciones térmicas de la temperatura del suelo y del aire. Un obstáculo con una altura de 1 m puede producir remolinos que se extienden hasta 10 m o más a sotavento y pueden alcanzar una altura de 2 m (dependiendo de otros factores, por ejemplo, la velocidad del viento), y en el caso de obstáculos más grandes, tales como árboles y edificios, dichos remolinos se pueden extender considerablemente más lejos y más alto. Dado que los vehículos aéreos tales como los drones suelen volar y aplicar el producto desde una altura de 1 a 2 m o superior, incluso pequeños obstáculos o cambios en la estructura del paisaje pueden tener efectos significativos en la estructura del viento en la trayectoria de vuelo del vehículo aéreo, en particular cuando los efectos contra el viento se combinan con cambios en el área objetivo (un paisaje ondulado, siembra irregular de cultivos, alojamiento, etc.). Por ello, un vehículo aéreo se puede desviar de una trayectoria de vuelo óptima y el aerosol se puede desviar de su objetivo de deposición previsto.

El Documento WO2018/157393A1 se desvela un procedimiento de dispensación aérea. El procedimiento puede comprender la obtención de una velocidad del viento, el viento que causa una deriva a una sustancia dispensada desde un vehículo aéreo no tripulado (UAV), y el control de uno o más componentes del UAV basado en la velocidad del viento obtenida para causar al menos la mitigación de la deriva. La velocidad del viento se determina a partir de las mediciones y los datos de un anemómetro (229).

Es necesario abordar este problema.

Sumario de la invención

Sería ventajoso tener una manera de mitigar los efectos de la deriva de pulverización.

El objeto de la presente invención se resuelve con el asunto de la reivindicación independiente 1, en la que se incorporan otras realizaciones en las reivindicaciones dependientes 2 a 15.

De acuerdo con la invención, se proporciona un vehículo aéreo, que comprende:

- un depósito de producto químico líquido;
- al menos una unidad de pulverización de líquido;
- al menos un actuador;
- 35 - una pluralidad de sensores; y
- una unidad de procesamiento.

El depósito de producto químico líquido está configurado para contener un producto químico líquido. La al menos una unidad de pulverización de líquido está configurada para pulverizar el producto químico líquido. El al menos un actuador está configurado para operar la al menos una unidad de pulverización de líquido. Al menos un sensor de la pluralidad de sensores está configurado para medir una velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo. Al menos un sensor de la pluralidad de sensores es un sensor de detección y alcance de luz (LIDAR) configurado para medir la dirección, la distancia y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto a un eje frontal-posterior del vehículo aéreo. La unidad de procesamiento está configurada para recibir y analizar los datos del sensor de la pluralidad de sensores para determinar una dirección de movimiento del aire y una distancia en relación con una proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y determinar una velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo. La determinación comprende el uso de la velocidad del vehículo aéreo, la dirección y la distancia de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto al eje frontal-posterior del vehículo aéreo y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo. La unidad de procesamiento está configurada para controlar al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y/o controlar el al menos un actuador. La determinación de al menos una instrucción para el control de la al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y/o la determinación de al menos una instrucción para el control del al menos un actuador comprende el uso de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

En otras palabras, un sensor de detección y alcance de luz (LIDAR) alojado dentro de/adjunto al vehículo aéreo detecta la dirección, la distancia y la velocidad de partículas en suspensión en el aire, por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 1 a 100 metros y mayor alrededor del vehículo con respecto al marco de referencia del vehículo aéreo que puede estar en movimiento, y especialmente incluyendo la región en la trayectoria de vuelo inmediata del vehículo aéreo. Los datos del sensor LIDAR permiten a una unidad de procesamiento determinar la velocidad del movimiento del aire (viento) y la dirección del movimiento del aire (viento) y la distancia del movimiento del aire (viento) en base al movimiento de las partículas en suspensión en el aire a lo largo del tiempo (junto con la información determinada de la velocidad del movimiento del aire y la dirección del vehículo aéreo con respecto al suelo). Esta información se usa después para controlar la forma en que el vehículo aéreo, que puede estar en movimiento, rocía un líquido químico.

De este modo, el efecto de deriva de un líquido pulverizado causado por el viento se puede mitigar a través del control del vehículo aéreo y/o el control de las propias unidades de pulverización de líquido, teniendo en cuenta esta mitigación la velocidad y dirección reales del viento. En comparación con otros sensores de viento, el LIDAR permite manejar el vehículo fumigador con una estrategia más orientada a la previsión y, por tanto, con mayor precisión. Por lo tanto, un vehículo aéreo puede pulverizar más cerca del borde de los campos y/o más cerca de los senderos, o de las áreas que no se van a pulverizar, y/o la pulverización se puede llevar a cabo a velocidades más altas del vehículo aéreo y a velocidades del viento más altas que las que se pueden alcanzar actualmente, a la vez que permanece dentro de los límites legalmente requeridos para esa operación de aplicación de pulverización. De este modo, también se puede evitar que determinadas áreas se rocíen dos veces mientras que otras partes del campo no se rocían en absoluto.

Por lo tanto, la deriva de pulverización se puede mitigar teniendo en cuenta la dirección, la distancia y la velocidad del viento, y combinando los diversos aspectos de la mitigación de la deriva (por ejemplo, altura de pulverización, densidad del follaje de cultivo, interceptación del follaje fuera del cultivo, distribución del tamaño de las gotas).

La referencia anterior a un depósito de producto químico líquido y a un producto químico líquido no excluye que haya dos depósitos que contengan líquidos diferentes o un líquido y un sólido, tal como un polvo, en los que el contenido de esos dos depósitos se mezcle y se pulverice como un producto químico líquido. Por lo tanto, en un nivel, el depósito de producto químico líquido puede ser el tubo conectado a la unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido contenido en ese tubo, incluso si dos fluidos diferentes, o un fluido y un sólido, se mezclan previamente y posteriormente se proporcionan al tubo de conexión como el producto químico líquido que posteriormente se pulveriza.

Asimismo, una unidad de pulverización de líquido se refiere a un dispositivo de pulverización, tal como una boquilla de pulverización y/o un atomizador de disco giratorio, de cualquier descripción o tipo. En una realización preferente, la unidad de pulverización de líquido se refiere a una unidad de pulverización de líquido de disco giratorio (atomizador).

En un ejemplo, el término "líquido(s) químico(s)" se refiere a líquido(s) que comprende(n) ingredientes activos agrícolas de base química y/o biológica tales como, por ejemplo, herbicidas, insecticidas, fungicidas, agentes nutricionales para cultivos, bioestimulantes, reguladores del crecimiento vegetal, etc.

En una realización, el control de la al menos una operación de vuelo comprende variar la altura del vehículo aéreo sobre el suelo o variar la posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo o cultivo (y se extiende en una dirección perpendicular al eje vertical y paralela al suelo o cultivo).

Por lo tanto, de esta manera, como la velocidad y/o la dirección del viento conducirían a una mayor deriva de pulverización, por ejemplo, en una dirección lateral perpendicular a una dirección de movimiento del vehículo aéreo, el vehículo aéreo puede volar más bajo si se espera que la deriva de pulverización aumente, como una consecuencia del aumento de la velocidad y/o la dirección del viento moviéndose en una dirección más perpendicular a la dirección de movimiento del vehículo aéreo, lo cual puede llegar a ser importante cuando un vehículo aéreo está pulverizando en el límite de un campo y está volando en paralelo a ese límite.

En otras palabras, si la velocidad y la dirección del viento son tales que se podría producir una deriva no deseada de pulverización, la pulverización se puede llevar a cabo a una altura reducida por encima del suelo o por encima del cultivo, lo que conduce a una menor deriva, dado que la pulverización tiene menos tiempo para desplazarse desde una unidad de pulverización de líquido hasta el suelo o el cultivo y, por lo tanto, existe menos deriva de pulverización. Alternativamente, o en combinación con esta medida de mitigación de la deriva, la posición horizontal del vehículo aéreo se puede cambiar, por ejemplo, más hacia una dirección contra el viento si la velocidad del viento está aumentando. Las distancias de los movimientos del aire en relación con el vehículo aéreo también se tienen en cuenta para mitigar, por ejemplo, las turbulencias del aire que descienden hacia la trayectoria de vuelo.

En una realización, al menos un sensor de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una altura del vehículo aéreo por encima del suelo o una altura por encima del cultivo. La unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima

del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

De este modo, la(s) unidad(es) de pulverización de líquido se puede(n) posicionar en la posición ideal para mitigar la deriva de pulverización, teniendo en cuenta la velocidad del viento.

5 En una realización, al menos un sensor de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo por encima del suelo o cultivo (y paralela al suelo o cultivo). La unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o el cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

10 De este modo, la(s) unidad(es) de pulverización de líquido se puede(n) posicionar en la posición ideal para mitigar la deriva de pulverización a áreas no deseadas, teniendo en cuenta la velocidad del viento.

15 En una realización, la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o del cultivo y/o hacer volar el vehículo aéreo a una posición horizontal sobre el suelo o el cultivo que depende de una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo.

De este modo, la(s) unidad(es) de pulverización de líquido se puede(n) posicionar en la posición ideal para mitigar la deriva de pulverización y/o para evitar la deriva de pulverización a áreas no deseadas, teniendo en cuenta la dirección del viento.

20 En una realización, la altura por encima del suelo o el cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se calcula en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

En otras palabras, el efecto de los vientos cruzados o de un componente del viento que sea perpendicular a la dirección de movimiento hacia adelante del vehículo aéreo de la deriva de pulverización se puede mitigar a través de un control adecuado de la altura del vehículo aéreo.

25 En una realización, la posición horizontal por encima del suelo o el cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se determina al menos en parte en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

30 En otras palabras, el efecto de los vientos cruzados o de un componente del viento que sea perpendicular a la dirección de movimiento hacia adelante del vehículo aéreo de la deriva de pulverización a áreas no deseadas se puede mitigar a través de un control adecuado de la posición horizontal del vehículo aéreo con respecto al suelo.

En una realización, el al menos un actuador comprende al menos un actuador de activación configurado para poner en marcha la al menos una unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido y configurado para detener la al menos una unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido.

35 Por lo tanto, el al menos un actuador que está configurado para operar la al menos una unidad de pulverización de líquido comprende el al menos un actuador de activación que está configurado para detener la pulverización de la al menos una unidad de pulverización de líquido y, en efecto, para comenzar a pulverizar de nuevo.

40 En una realización, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de activación para detener un número equivalente de unidades de pulverización de líquido de la pulverización de producto químico líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

45 De este modo, cuando la velocidad del viento, en combinación con su dirección, provoque una situación en la que la pulverización de una o más unidades de pulverización de líquido pueda causar una deriva de pulverización problemática, esas unidades se pueden apagar. Por lo tanto, por ejemplo, un vehículo aéreo puede operar en los márgenes de un campo y las ráfagas de viento que harían que la pulverización a partir de las unidades de pulverización de líquido cruce el borde del campo se puedan mitigar apagando esas unidades de pulverización de líquido.

50 En una realización, el al menos un actuador comprende al menos un actuador de ajuste de pulverización configurado para controlar un tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por la al menos una unidad de pulverización de líquido.

Por lo tanto, el al menos un actuador que está configurado para operar la al menos una unidad de pulverización de líquido comprende el al menos un actuador de ajuste de pulverización que está configurado para controlar el tamaño de gota pulverizada por la al menos una unidad de pulverización de líquido.

5 En una realización, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

En una realización, la unidad de procesamiento está configurada para aumentar el tamaño de la gota en base a un aumento en la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

10 De este modo, como la velocidad y/o dirección del viento conducirían a una deriva de pulverización problemática, el tamaño de gota pulverizada se puede aumentar a fin de mitigar la deriva de pulverización, dado que las gotas pulverizadas más grandes sufren menos deriva en comparación con las gotas pulverizadas más pequeñas.

15 En una realización, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base al menos en parte a una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo. El ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

En una realización, el tamaño de gota se determina, al menos en parte, sobre la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

20 En una realización, el vehículo aéreo además comprende al menos un sensor configurado para adquirir al menos una imagen por encima del suelo o del cultivo.

25 De este modo, los datos LIDAR se pueden complementar con una o más imágenes adquiridas del entorno por encima del suelo o del cultivo. La unidad de procesamiento puede fusionar los datos LIDAR y los datos de imagen. Esto es ventajoso en el límite entre el dosel del cultivo y el aire, en el que el dosel del cultivo puede interferir con la detección LIDAR.

30 En lo anterior, donde se describe que la unidad de procesamiento está configurada para controlar un actuador, y/o una operación de vuelo del vehículo aéreo, esto se refiere a que la unidad de procesamiento determina instrucciones para ese control. Por ejemplo, la unidad de procesamiento puede determinar instrucciones en forma de señales que se usan para operar un actuador. Por ejemplo, la unidad de procesamiento puede determinar instrucciones para hacer volar el vehículo aéreo de una manera determinada. Esto puede ser en forma de señales que se usan directamente para hacer volar el vehículo aéreo, o en forma de señales que se proporcionan a una unidad de control de vuelo dedicada que posteriormente hace volar el vehículo aéreo de acuerdo con lo necesario.

Los aspectos y ejemplos anteriores se harán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas en adelante en la presente memoria.

35 Descripción de los dibujos

Las realizaciones ejemplares se describirán a continuación con referencia a los siguientes dibujos:

40 La Fig. 1 muestra una configuración esquemática de un ejemplo de un vehículo aéreo; y
La Fig. 2 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de un vehículo aéreo;
La Fig. 3 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de un vehículo aéreo y un mapa 3D de velocidad y dirección del movimiento del aire.

La Fig. 4 muestra un ejemplo esquemático de un disco giratorio como parte de un vehículo aéreo y la influencia de la altura del disco giratorio en la deriva de la pulverización.

45 La Fig. 5 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de las rutas de vuelo de un vehículo aéreo con y sin correcciones de la trayectoria de vuelo a partir de un mapa 3D de dirección y velocidad del movimiento del aire.

La Fig. 6 muestra un ejemplo esquemático de un disco giratorio como parte de un vehículo aéreo y la influencia del cambio de velocidad de rotación del disco giratorio en el tamaño de las gotas del líquido pulverizado.

La Fig. 7 muestra un ejemplo esquemático de la influencia del tamaño de gota del líquido pulverizado en la deriva de la pulverización.

50 La Fig. 8 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de una ruta de vuelo de un vehículo aéreo y el ajuste de la velocidad de rotación del disco giratorio y el tamaño de gota del líquido pulverizado durante el vuelo.

La Fig. 9 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de las rutas de vuelo de un vehículo aéreo y de las hileras de deposición del producto de pulverización con y sin correcciones 3D de la dirección del movimiento del aire y del mapa de velocidad del movimiento del aire.

55 Descripción detallada de las realizaciones

La Figura 1 muestra un ejemplo de un vehículo aéreo 10. El vehículo aéreo comprende un depósito de producto químico líquido 20, al menos una unidad de pulverización de líquido 30, al menos un actuador 40, una pluralidad de sensores 50, y una unidad de procesamiento 60. El depósito de producto químico líquido está configurado para contener un producto químico líquido. La al menos una unidad de pulverización de líquido está configurada para pulverizar el producto químico líquido. El al menos un actuador está configurado para operar la al menos una unidad de pulverización de líquido. Al menos un sensor 51 de la pluralidad de sensores está configurado para medir una velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo. Al menos un sensor 52 de la pluralidad de sensores es un sensor de detección y alcance de luz (LIDAR) configurado para medir la dirección, la distancia y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto a un eje frontal-posterior del vehículo aéreo. La unidad de procesamiento está configurada para determinar una dirección de movimiento del aire y una distancia en relación con una proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y determinar una velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo. La determinación comprende el uso de la velocidad del vehículo aéreo, la dirección y la distancia de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto al eje frontal-posterior del vehículo aéreo y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo. La unidad de procesamiento está configurada para controlar al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y/o controlar el al menos un actuador. La determinación de al menos una instrucción para el control de la al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y/o la determinación de al menos una instrucción para el control del al menos un actuador comprende el uso de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

En un ejemplo, el al menos un sensor 51 configurado para medir una velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo comprende un sistema GPS.

En un ejemplo, el al menos un sensor 51 configurado para medir una velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo comprende un sistema basado en la reflectancia láser.

En un ejemplo, el al menos un sensor 52 es un sensor LIDAR. Un sensor LIDAR está configurado para medir la velocidad y dirección del viento (movimiento del aire) en un intervalo de distancias. El LIDAR se basa en el principio de detección y alcance de la luz. Una aplicación de esta técnica usa el desplazamiento Doppler (cambio en la longitud de onda) para determinar la diferencia de velocidad de la luz retrodispersada de las partículas en suspensión en el aire y se conoce como LIDAR Doppler. La distancia se determina a partir del tiempo de retardo de un pulso de luz procedente de un láser (técnica del láser pulsado), calculado a partir de la velocidad de la luz en el aire. La velocidad relativa al vehículo aéreo se determina a partir del desplazamiento de frecuencia del pulso láser reflejado. Por medio del escaneado del pulso a través del espacio objetivo y la combinación de toda la información, se puede obtener un mapa 3D de dirección, distancia y velocidad del viento (movimiento del aire) y, el escaneado continuo del espacio objetivo, el mapa 3D de dirección, distancia y velocidad del viento se puede actualizar continuamente para obtener un mapa casi en tiempo real de cómo se mueve el viento alrededor y, especialmente, por delante del vehículo aéreo.

En un ejemplo, el al menos un sensor 52 es un sensor LIDAR Doppler.

En un ejemplo, el sensor LIDAR está configurado para medir la dirección, distancia y velocidad de partículas en suspensión en el aire relativas al vehículo aéreo con respecto a un eje frontal-posterior del vehículo aéreo en forma de un cono de visión tridimensional (3D) (un volumen 3D) que se extiende hacia la dirección de vuelo del vehículo aéreo.

En un ejemplo, el sensor LIDAR usa un láser de trabajo continuo (CW) y una matriz de sensores de cámara 2D de acuerdo con el principio Scheimpflug. En este sistema, la matriz de sensores está inclinada con respecto al rayo láser, lo que permite enfocar al mismo tiempo una amplia gama de distancias. Se denomina comúnmente Scheimpflug LIDAR o SLIDAR. La ventaja es que es mucho más pequeño, puede usar láseres más sencillos y es más fácil de montar en un vehículo aéreo.

Los sensores pueden usar detección heterodina de matriz sintética (SAHD) que supera la necesidad de detectores de matriz.

En un ejemplo, la longitud de onda de la luz usada en el LIDAR puede oscilar, por ejemplo, entre 200 nm y 2500 nm o más. Se prefieren longitudes de onda entre 600 nm y 2000 nm, más especialmente fuera de la región visual entre 900 nm y 2000 nm, en el que se mejora la seguridad ocular.

En un ejemplo, la señal LIDAR es generada por un matriz en fase. Una de las ventajas de la matriz en fase de estado sólido es su pequeño tamaño, su larga vida útil y sus bajos requisitos energéticos, lo que los hace ideales para su montaje en un vehículo aéreo.

En un ejemplo, el intervalo de detección de la señal LIDAR va desde distancias inferiores a 1 m hasta distancias superiores a 1 km. El intervalo preferente de detección de distancia de partículas en el aire y de distancia de movimiento del aire para esta invención es de 1 metro hasta 500 metros, más preferentemente de 1 metro hasta 100 metros.

En un ejemplo, las partículas en suspensión en el aire incluyen una o más de aerosoles, partículas de suciedad, partículas de vegetación, partículas de basura y objetos pequeños.

En un ejemplo, la al menos una unidad de pulverización de líquido es una unidad de pulverización de líquido de disco giratorio.

- 5 De acuerdo con un ejemplo, el control de la al menos una operación de vuelo comprende variar una altura del vehículo aéreo sobre el suelo o el cultivo o la posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo o el cultivo (y paralela al suelo o al cultivo).

10 En un ejemplo, el control de al menos dos operaciones de vuelo comprende la variación de la altura del vehículo aéreo sobre el suelo o cultivo y (preferentemente de forma concurrente) la variación de la posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo o cultivo (y paralela al suelo o cultivo).

15 De acuerdo con un ejemplo, al menos un sensor 53 de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una altura del vehículo aéreo por encima del suelo o del cultivo. La unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

En un ejemplo, el sensor usado para determinar la altura es un sensor de radar.

En un ejemplo, el sensor usado para determinar la altura es un sensor láser de tiempo de vuelo.

20 De acuerdo con un ejemplo, al menos un sensor 54 de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje longitudinal del vehículo aéreo por encima del suelo o del cultivo. La unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o el cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

En un ejemplo, el sensor usado para determinar la posición horizontal comprende un sistema GPS.

25 En un ejemplo, el al menos un sensor 55 está configurado para determinar la altura de una unidad de pulverización de líquido por encima del suelo o del cultivo. Por ejemplo, la unidad de pulverización de líquido podría ser móvil con respecto al cuerpo del vehículo aéreo, por ejemplo, estando montada en una extensión telescópica por debajo del vehículo aéreo.

30 De acuerdo con un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o del cultivo y/o hacer volar el vehículo aéreo a una posición horizontal sobre el suelo o el cultivo que depende de una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo.

De acuerdo con un ejemplo, la altura por encima del suelo o del cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se calcula en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

35 De acuerdo con un ejemplo, la posición horizontal por encima del suelo o del cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se determina al menos en parte en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

40 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura sobre el suelo o cultivo y/o hacer volar el vehículo aéreo a una posición horizontal sobre el suelo o cultivo que depende de la dirección del movimiento del aire determinada y la distancia relativa a la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la velocidad del movimiento del aire determinada relativa al suelo.

En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo en una dirección descendente cuando la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo excede uno o más valores de umbral.

45 De esta manera, la pulverización puede continuar de una manera establecida hasta que la velocidad del viento exceda una magnitud establecida, y posteriormente se puedan emprender acciones correctivas para esta situación cuando la deriva de pulverización se pueda volver problemática. Esto ahorra energía, y también mitiga la posibilidad de búsqueda, en el que el sistema podría estar continuamente buscando un ajuste óptimo.

50 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo en una dirección descendente cuando la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo excede uno o más valores de umbral.

En un ejemplo, los uno o más valores de umbral dependen de una magnitud de un ángulo de dirección del aire. El

ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

5 En un ejemplo, los uno o más valores de umbral son una pluralidad de valores de umbral. Un valor de umbral de la pluralidad de valores de umbral se calcula en base a una velocidad de movimiento del aire establecida multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

10 En un ejemplo, la al menos una unidad de pulverización de líquido está fijada de forma móvil al vehículo aéreo. Al menos un sensor 56 de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar un ángulo de la al menos una unidad de pulverización de líquido con respecto a un eje vertical. El al menos un actuador 40 comprende al menos un primer actuador 43 rotador configurado para rotar la al menos una unidad de pulverización de líquido por medio de al menos un ángulo de rotación con respecto al eje vertical. La unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un primer actuador rotador para rotar una o más de las al menos una unidad de pulverización de líquido.

15 En un ejemplo, un eje horizontal se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo y se extiende en una dirección perpendicular al eje vertical. Al menos un sensor 57 de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar un ángulo de la al menos una unidad de pulverización de líquido con respecto al eje horizontal. El al menos un actuador 40 comprende al menos un segundo actuador rotador 44 configurado para rotar la al menos una unidad de pulverización de líquido por medio de al menos un ángulo de rotación con respecto al eje horizontal. La unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un segundo actuador rotador para rotar una o más de las al menos una unidad de pulverización de líquido.

20 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un primer actuador rotador para rotar la al menos una unidad de pulverización de líquido al unísono por medio de un mismo ángulo de rotación con respecto al eje vertical.

25 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un segundo actuador rotador para rotar la al menos una unidad de pulverización de líquido al unísono por medio de un mismo ángulo de rotación con respecto al eje horizontal.

En un ejemplo, el control del al menos un actuador por la unidad de procesamiento comprende el uso de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

30 En un ejemplo, el control del al menos un actuador por la unidad de procesamiento comprende el uso de una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo. El ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

35 En un ejemplo, el al menos un ángulo de rotación con respecto al eje vertical se basa al menos en parte en la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

En un ejemplo, el control del al menos un actuador por la unidad de procesamiento comprende el uso de la dirección y distancia del movimiento del aire determinadas en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la velocidad del movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

40 De acuerdo con un ejemplo, el al menos un actuador comprende al menos un actuador de activación 41 configurado para poner en marcha la al menos una unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido y configurado para detener la al menos una unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido.

45 De acuerdo con un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de activación para detener un número equivalente de unidades de pulverización de líquido de la pulverización del producto químico líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

50 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de activación para detener un número equivalente de unidades de pulverización de líquido de la pulverización del producto químico líquido en base al menos en parte a una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo. El ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

55 En un ejemplo, la determinación de detener la pulverización de una unidad de pulverización de líquido es en base al menos en parte, a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo

de dirección del aire.

5 En un ejemplo, la determinación de detener la pulverización de una unidad de pulverización de líquido por parte de la unidad de procesamiento comprende el uso de la dirección y distancia del movimiento del aire determinadas en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la velocidad del movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

10 De acuerdo con un ejemplo, el al menos un actuador comprende al menos un actuador de ajuste de pulverización 42 configurado para controlar un tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por la al menos una unidad de pulverización de líquido. En un ejemplo, el al menos un actuador de ajuste de pulverización está configurado para controlar el tamaño de la gota por medio del cambio de la velocidad de rotación o las revoluciones por minuto (RPM) de la al menos una unidad de pulverización de líquido cuando la al menos una unidad de pulverización de líquido es una unidad de pulverización de líquido de disco giratorio (atomizador).

En un ejemplo, el al menos un actuador de ajuste de pulverización está configurado para controlar el tamaño de gota por medio de la variación de la presión del líquido de la al menos una unidad de pulverización de líquido cuando la al menos una unidad de pulverización de líquido comprende una boquilla de pulverización.

15 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del líquido pulverizado en base al menos en parte a la dirección del movimiento del aire determinada y la distancia relativa a la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la velocidad del movimiento del aire determinada relativa al suelo.

20 De acuerdo con un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

25 De acuerdo con un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de ajuste de pulverización para aumentar el tamaño de gota en base a un aumento en la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

30 De acuerdo con un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base al menos en parte a una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo. El ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

35 De acuerdo con un ejemplo, el tamaño de gota se determina, al menos en parte, sobre la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

40 En un ejemplo, la al menos una unidad de pulverización de líquido está fijada de forma móvil al vehículo aéreo. La al menos una unidad de pulverización de líquido está configurada para ser movida lejos y hacia un cuerpo del vehículo aéreo. El al menos un actuador comprende al menos un actuador de extensión 45 configurado para mover la al menos una unidad de pulverización de líquido lejos y hacia el cuerpo del vehículo aéreo. El control del al menos un actuador comprende el control del al menos un actuador de extensión para variar una altura de la al menos una unidad de pulverización de líquido por encima del suelo o del cultivo.

45 En un ejemplo, la(s) unidad(es) de pulverización de líquido está(n) montada(s) en un soporte telescópico extensible y retráctil debajo del vehículo aéreo, lo que permite variar la distancia entre la(s) unidad(es) de pulverización de líquido y el cuerpo del vehículo aéreo. Por lo tanto, el vehículo aéreo puede volar a una altura constante por encima del suelo o del cultivo y, al mismo tiempo, la altura de la unidad de pulverización de líquido por encima del suelo o del cultivo puede variar. De este modo, a medida que aumenta la posibilidad de deriva de pulverización, una forma de mitigarla es pulverizar desde una altura inferior, por medio de la variación de la altura de la unidad de pulverización de líquido pero manteniendo el vehículo aéreo a una altura de vuelo óptima. El líquido pulverizado está entonces en el aire durante un tiempo reducido y, en consecuencia, tiene menos tiempo para derivar lateralmente, para de ese modo mitigar la deriva de pulverización.

50 En un ejemplo, un sensor mide una distancia de la unidad de pulverización de líquido por debajo del cuerpo del vehículo aéreo y, por lo tanto, conociendo la altura del cuerpo del vehículo aéreo por encima del suelo o del cultivo a través del uso de un sensor adecuado, se puede determinar la altura de la unidad de pulverización de líquido por encima del suelo o del cultivo.

55 De acuerdo con un ejemplo, al menos un sensor 58 de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una altura de la al menos una unidad de pulverización de líquido

por encima del suelo o del cultivo. La unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un actuador de extensión para posicionar la al menos una unidad de pulverización de líquido a una altura por encima del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo o el cultivo.

- 5 En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un actuador de extensión en base al menos en parte a la dirección y distancia del movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la velocidad del movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

En un ejemplo, el sensor 58 usado para determinar la altura es un sensor de radar.

- 10 En un ejemplo, el sensor 58 usado para determinar la altura es un sensor láser de tiempo de vuelo.

En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un actuador de extensión para posicionar la al menos una unidad de pulverización de líquido a una altura por encima del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo.

- 15 En un ejemplo, la altura por encima del suelo o del cultivo a la cual se posiciona la unidad de pulverización de líquido se calcula en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

En un ejemplo, la unidad de procesamiento está configurada para controlar el al menos un actuador de extensión para mover la al menos una unidad de pulverización de líquido en dirección descendente cuando la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo excede uno o más valores de umbral.

- 20 En un ejemplo, los uno o más valores de umbral dependen de una magnitud de un ángulo de dirección del aire. El ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.

- 25 De acuerdo con un ejemplo, los uno o más valores de umbral son una pluralidad de valores de umbral. Un valor de umbral de la pluralidad de valores de umbral se calcula en base a una velocidad de movimiento del aire establecida multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

De acuerdo con un ejemplo, el vehículo aéreo además comprende al menos un sensor 59 configurado para adquirir al menos una imagen por encima del suelo o del cultivo.

- 30 En un ejemplo, el sensor 59 es una cámara. La unidad de procesamiento puede fusionar/suplementar los datos del sensor LIDAR y los datos de la imagen de la cámara para generar continuamente un mapa actualizado de velocidad, distancia y dirección del viento (movimiento del aire) en las proximidades locales del vehículo aéreo. Esto es ventajoso en el límite entre el dosel del cultivo y el aire, en el que el dosel del cultivo puede interferir con la detección LIDAR.

- 35 Otra realización de la invención se refiere a un sistema que comprende el vehículo aéreo de la invención y una estación de base. La estación de base puede incluir una interfaz inalámbrica o por cable con otros componentes tales como, por ejemplo, una estación meteorológica y/o un sensor LIDAR situado, por ejemplo, en el borde del campo. Esto tiene la ventaja de poder planificar las acciones necesarias con bastante antelación al vehículo aéreo, sobre todo cuando las características del paisaje (por ejemplo, setos altos, campos ondulados) interferirían con la línea de visión necesaria para el LIDAR. También permite elaborar un mapa de alta resolución de las condiciones meteorológicas en todo el campo en ausencia del vehículo aéreo, lo que facilita la planificación futura.

- 40 La Fig. 2 muestra una vista en planta de un vehículo aéreo 10 ejemplar que sobrevuela y pulveriza un cultivo en un campo. El vehículo aéreo se hace volar cerca a, y paralelo a, un límite del campo, y el viento sopla con un componente hacia el límite. El vehículo se hace volar con una velocidad V_s y el viento sopla en una dirección particular y con una velocidad V_{AG} . El vehículo aéreo dispone de un sensor LIDAR para determinar la dirección, la distancia y la velocidad del viento con respecto al vehículo aéreo (en base a la detección del movimiento de las partículas en suspensión en el aire a lo largo del tiempo), es decir, en la referencia del vehículo aéreo. Debido al movimiento del vehículo aéreo, la dirección y la velocidad del viento medidas se han distorsionado de sus valores reales basados en tierra, como se muestra. Por lo tanto, la velocidad del viento medida en el vehículo aéreo se ha distorsionado a V_{AV} . Sin embargo, se puede usar un análisis basado en vectores para determinar la dirección y la
- 45 velocidad reales del viento basados en tierra. De este modo, se puede determinar el componente de la velocidad del viento hacia el límite del campo, en términos del suelo. Posteriormente, la unidad de procesamiento del vehículo aéreo puede posicionar sus unidades de pulverización de líquido más cerca del suelo o del cultivo si el viento es demasiado fuerte y su dirección conduciría a una deriva lateral, y/o la unidad de procesamiento puede controlar las propias unidades de pulverización de líquido, para pulverizar gotas más grandes que sean menos susceptibles a la
- 50 deriva o ángulo de las unidades de pulverización de líquido en el viento. El vehículo aéreo también se puede mover horizontalmente hacia la dirección del viento para evitar la deriva hacia áreas no deseadas. Se ha encontrado que la
- 55

velocidad absoluta del vehículo con respecto al líquido pulverizado no es particularmente importante. Esto se debe a que el líquido pulverizado inicialmente pulverizado tiene una velocidad de avance igual a la del vehículo aéreo, pero la pulverización se ralentiza muy rápidamente y posteriormente cae bajo la gravedad a una velocidad gobernada por la resistencia del aire y es llevada globalmente por el aire en movimiento - el viento. Sin embargo, el líquido pulverizado también puede ser arrastrado por una corriente descendente de aire procedente de las palas del rotor del vehículo aéreo.

Por lo tanto, se pueden aplicar las siguientes situaciones, y cuando el vehículo aéreo adopte las medidas adecuadas para mitigar los efectos de la deriva de pulverización. Por lo tanto, el viento tiene una velocidad de viento que tiene un componente que sopla perpendicular a la dirección hacia adelante del vehículo. Esta componente de la velocidad del viento es V_{AG1} . La unidad de procesamiento ha hecho volar el vehículo aéreo ligeramente hacia abajo. Se ha determinado que esta medición es óptima, dado que se ha determinado que la deriva de pulverización no es problemática y no soplará sobre el límite. Sin embargo, el viento tiene ráfagas en términos de una velocidad del viento, y ahora el componente de la velocidad del viento perpendicular a la dirección hacia adelante ha aumentado hasta un valor V_{AG2} . En este ejemplo, la unidad de procesamiento mitiga el efecto de la deriva hacia áreas no deseadas, que de otro modo se produciría, dirigiendo el vehículo aéreo más hacia una posición contra el viento, en la que se ha determinado que habrá menos deriva hacia áreas no deseadas. A medida que el viento sopla más hacia un componente transversal que tiene una velocidad V_{AG3} , la unidad de procesamiento determina que el vehículo aéreo no se puede mover más cerca del suelo o más hacia una posición contra el viento y, por lo tanto, controla las unidades de pulverización de líquido para pulverizar gotas de mayor tamaño. Estas gotas más masivas tienen una masa aumentada con respecto a su área de sección transversal, y caen más rápido por gravedad que las gotas más pequeñas, por lo tanto, no se llevan tan lejos lateralmente con el viento antes de llegar al suelo o al cultivo, para de ese modo mitigar la deriva de pulverización.

La Fig. 3 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de un vehículo aéreo y un mapa 3D de velocidad y dirección del movimiento del aire. El vehículo aéreo 10, representado ejemplarmente por un cuadricóptero, se hace volar en la dirección de la flecha, como se representa a la izquierda debajo del vehículo aéreo. El sensor LIDAR 52 del vehículo aéreo detecta información sobre la velocidad, dirección y distancia de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto a un eje frontal-posterior del vehículo aéreo (y a lo largo del tiempo). Junto con la información de la velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo, la unidad de procesamiento determina una velocidad de movimiento del aire en 3D y un mapa de dirección y distancia del movimiento del aire en las tres dimensiones por delante del vehículo. En la Fig. 3 sólo se muestran dos dimensiones a la derecha (flechas que se extienden en la dirección de los ejes x e y). La longitud de una flecha se correlaciona con la velocidad de movimiento del viento (movimiento del aire) y la dirección de una flecha se correlaciona con la dirección de movimiento del viento (movimiento del aire) en una determinada posición espacial. La posición de las flechas dentro del cono de visión de los datos del sensor LIDAR se correlaciona con la distancia del viento (movimiento del aire). El mapa tridimensional de la velocidad del movimiento del aire y de la dirección y distancia del movimiento del aire, que se actualiza continuamente, se usa para las operaciones de vuelo del vehículo aéreo y/o para controlar la unidad de pulverización de líquido.

La Fig. 4 muestra un ejemplo esquemático de un disco giratorio como ejemplo de una unidad de pulverización de líquido 30 como parte de un vehículo aéreo y la influencia de la altura del disco giratorio 30 en la deriva de la pulverización. El disco giratorio está situado debajo de una hélice del vehículo aéreo y las líneas de puntos indican una conexión con otras partes del vehículo aéreo (no mostradas). En el ejemplo (a), la deriva de la pulverización se produce cuando el vehículo aéreo se hace volar demasiado alto sobre el suelo o el cultivo en relación con la velocidad, dirección y distancia del viento indicadas. En el ejemplo (b), la deriva de la pulverización se reduce a medida que el vehículo aéreo se hace volar a una altura reducida sobre el suelo o el cultivo en relación con la velocidad, dirección y distancia del viento indicadas. En este ejemplo, el tamaño de gota del líquido pulverizado del ejemplo (a) y del ejemplo (b) es el mismo.

La Fig. 5 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de las rutas de vuelo de un vehículo aéreo con y sin correcciones de la trayectoria de vuelo a partir de un mapa 3D de dirección del movimiento del aire, distancia y velocidad del movimiento del aire. El vehículo aéreo 10, representado ejemplarmente por un cuadricóptero, se hace volar en la dirección de la flecha, como se representa a la izquierda. En el ejemplo (a) se muestra una ruta de vuelo sin ninguna corrección de la ruta de vuelo debido a la dirección del movimiento del aire local, la distancia y la velocidad del movimiento del aire. La deposición de la hilera de pulverización en el campo de cultivo de esta ruta de vuelo se representa en (c). En el ejemplo (b) se muestra una ruta de vuelo con corrección de la ruta de vuelo (por ejemplo, correcciones en la posición horizontal del vehículo aéreo) debido a la dirección del movimiento del aire local, la distancia y la velocidad del movimiento del aire. La deposición de la hilera de pulverización en el campo de cultivo de esta ruta de vuelo se representa en (d). Es más precisa que la deposición por pulverización en hilera, como se muestra en (c).

La Fig. 6 muestra un ejemplo esquemático de un disco giratorio como ejemplo de una unidad de pulverización de líquido 30 como parte de un vehículo aéreo y la influencia del cambio de velocidad de rotación del disco giratorio en el tamaño de gota del líquido pulverizado. El disco giratorio está situado debajo de una hélice del vehículo aéreo y las líneas de puntos indican una conexión con otras partes del vehículo aéreo (no mostradas). A la izquierda, la velocidad de rotación del disco giratorio 30 es alta (v_r , alto) y se pulverizan gotas finas. A la derecha, la velocidad de

rotación del disco giratorio 30 es baja (v_r bajo) y se pulverizan gotas gruesas.

5 La Fig. 7 muestra un ejemplo esquemático de la influencia del tamaño de gota del líquido pulverizado en la deriva de la pulverización. El disco giratorio, como un ejemplo de una unidad de pulverización de líquido 30, está situado debajo de una hélice de un vehículo aéreo y las líneas de puntos indican una conexión con otras partes del vehículo aéreo (no mostradas). Con las gotas gruesas producidas por el disco giratorio 30 hay menos deriva en comparación con las gotas finas producidas por el mismo disco giratorio 30 (con una mayor velocidad de rotación del disco giratorio) en condiciones de viento similares.

10 La Fig. 8 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de una ruta de vuelo de un vehículo aéreo y el ajuste de la velocidad de rotación del disco giratorio y el tamaño de gota del líquido pulverizado durante el vuelo. El vehículo aéreo 10, representado ejemplarmente por un cuadricóptero, se hace volar en la dirección de la flecha, como se representa a la izquierda. En (a) se muestra cómo se corrige la velocidad del disco giratorio durante la ruta de vuelo. En las posiciones espaciales en las que la dirección y la velocidad del movimiento del aire son mayores, la velocidad del disco giratorio disminuye, lo que da lugar a gotas de pulverización de líquido más gruesas, como se muestra en (b).

15 La Fig. 9 muestra un ejemplo esquemático de una vista en planta de las rutas de vuelo de un vehículo aéreo y las hileras de deposición del producto de pulverización con y sin correcciones 3D de la dirección del movimiento del aire, la distancia y el mapa de velocidad del movimiento del aire. En el ejemplo (a) el vehículo aéreo 10, representado ejemplarmente por un cuadricóptero, se hace volar en la dirección de las flechas como se representa sin ninguna corrección de la ruta de vuelo basada en el mapa 3D de dirección, distancia y velocidad del movimiento del aire. Como resultado se obtienen muchas áreas de deposiciones de caldo de pulverización que no presentan ninguna deposición (indicadas en la figura con el símbolo "-") o dos deposiciones de caldo de pulverización (indicadas en la figura con el símbolo "+"). En el ejemplo (b), el vehículo aéreo 10 se hace volar en la dirección de las flechas de acuerdo con lo representado con correcciones de la ruta de vuelo basadas en el mapa 3D de dirección, distancia y velocidad del movimiento del aire. Como resultado, casi no se producen áreas de deposición del caldo de pulverización que no tengan deposición o tengan demasiada deposición.

20 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y descripción se deben considerar ilustrativas o ejemplares y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones desveladas. Los expertos en la técnica pueden comprender y llevar a cabo otras variaciones de las realizaciones desveladas al poner en práctica una invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación, y las reivindicaciones dependientes.

30 En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de diversos elementos citados nuevamente en las reivindicaciones. El simple hecho de que determinadas medidas se citen de nuevo en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda usar de forma ventajosa. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se debe interpretar como una limitación del ámbito.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo aéreo (10), que comprende:
 - un depósito de producto químico líquido (20);
 - al menos una unidad de pulverización de líquido (30);
 - 5 - al menos un actuador (40);
 - una pluralidad de sensores (50); y
 - una unidad de procesamiento (60);
 en el que, el depósito de producto químico líquido está configurado para contener un producto químico líquido;

 10 en el que, la al menos una unidad de pulverización de líquido está configurada para pulverizar el producto químico líquido;

 en el que, el al menos un actuador está configurado para operar la al menos una unidad de pulverización de líquido;

 15 en el que, al menos un sensor (51) de la pluralidad de sensores está configurado para medir una velocidad del vehículo aéreo en relación con el suelo;

 en el que, al menos un sensor (52) de la pluralidad de sensores es un sensor de detección y alcance de luz (LIDAR) configurado para medir la distancia, la dirección y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto a un eje frontal-posterior del vehículo aéreo;

 20 en el que la unidad de procesamiento está configurada para recibir y analizar los datos del sensor procedentes de la pluralidad de sensores para determinar una dirección y distancia del movimiento del aire con respecto a una proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y para determinar una velocidad del movimiento del aire con respecto al suelo, la determinación comprende el uso de la velocidad del vehículo aéreo, la dirección y distancia de las partículas en suspensión en el aire en relación con el vehículo aéreo con respecto al eje frontal-posterior del vehículo aéreo y la velocidad de las partículas en suspensión en el aire

 25 con respecto al vehículo aéreo; y

 en el que la unidad de procesamiento está configurada para controlar al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y, opcionalmente, para controlar el al menos un actuador, en el que la determinación de al menos una instrucción para el control de la al menos una operación de vuelo del vehículo aéreo y, opcionalmente, la determinación de al menos una instrucción para el control del al menos un actuador

 30 comprende el uso de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo y la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.

2. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el control de la al menos una operación de vuelo comprende variar una altura del vehículo aéreo sobre el suelo o el cultivo o la posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo o el cultivo.

- 35 3. Vehículo aéreo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un sensor (53) de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una altura del vehículo aéreo sobre el suelo o el cultivo, y en el que la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura sobre el suelo o el cultivo que depende de una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada con respecto al suelo.

- 40 4. Vehículo aéreo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un sensor (54) de la pluralidad de sensores está configurado para proporcionar datos a partir de los cuales se puede determinar una posición horizontal que se extiende en una dirección perpendicular al eje frontal-posterior del vehículo aéreo por encima del suelo o del cultivo, y en el que la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo hasta la posición horizontal por encima del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de la

 45 velocidad del movimiento del aire determinada con respecto al suelo.

5. Vehículo aéreo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en el que la unidad de procesamiento está configurada para hacer volar el vehículo aéreo a una altura por encima del suelo o del cultivo y/o para hacer volar el vehículo aéreo a una posición horizontal por encima del suelo o del cultivo que depende de una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la

 50 proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo.

6. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la altura por encima del suelo o del cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se calcula en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

7. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la posición horizontal por encima del suelo o del

 55 cultivo a la cual se hace volar el vehículo aéreo se determina al menos en parte en base a la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.

8. Vehículo aéreo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el al menos un actuador comprende al menos un actuador de activación (41) configurado para poner en marcha la al menos una unidad

de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido y configurado para detener la al menos una unidad de pulverización de líquido que pulveriza el producto químico líquido.

- 5 9. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más de los al menos un actuador de activación para detener un número equivalente de unidades de pulverización de líquido de la pulverización del producto químico líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.
10. Vehículo aéreo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el al menos un actuador comprende al menos un actuador de ajuste de pulverización (42) configurado para controlar un tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por la al menos una unidad de pulverización de líquido.
- 10 11. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más del al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base al menos en parte a una magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.
- 15 12. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la unidad de procesamiento está configurada para aumentar el tamaño de gota en base a un aumento en la magnitud de la velocidad de movimiento del aire determinada en relación con el suelo.
- 20 13. Vehículo aéreo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la unidad de procesamiento está configurada para controlar uno o más del al menos un actuador de ajuste de pulverización para controlar el tamaño de gota del producto químico líquido pulverizado por medio de un número equivalente de unidades de pulverización de líquido en base, al menos en parte, a una magnitud de un ángulo de dirección del aire de la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior sobre el suelo, y en el que el ángulo de dirección del aire es el ángulo entre la dirección de movimiento del aire determinada en relación con la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo y la proyección del eje frontal-posterior del vehículo aéreo sobre el suelo.
- 25 14. Vehículo aéreo de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el tamaño de gota se determina, al menos en parte, sobre la velocidad de movimiento del aire en relación con el suelo multiplicada por el coseno del ángulo de dirección del aire.
- 30 15. Vehículo aéreo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vehículo aéreo además comprende al menos un sensor (55) configurado para adquirir al menos una imagen por encima del suelo o del cultivo.

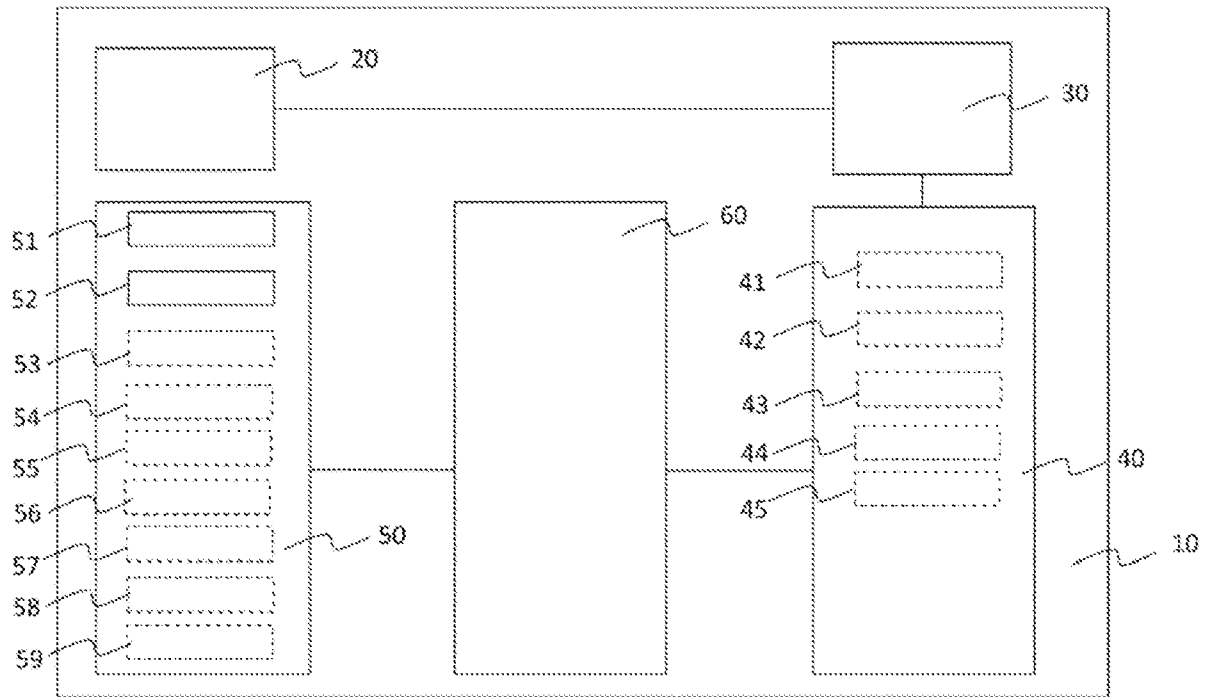


Fig 1

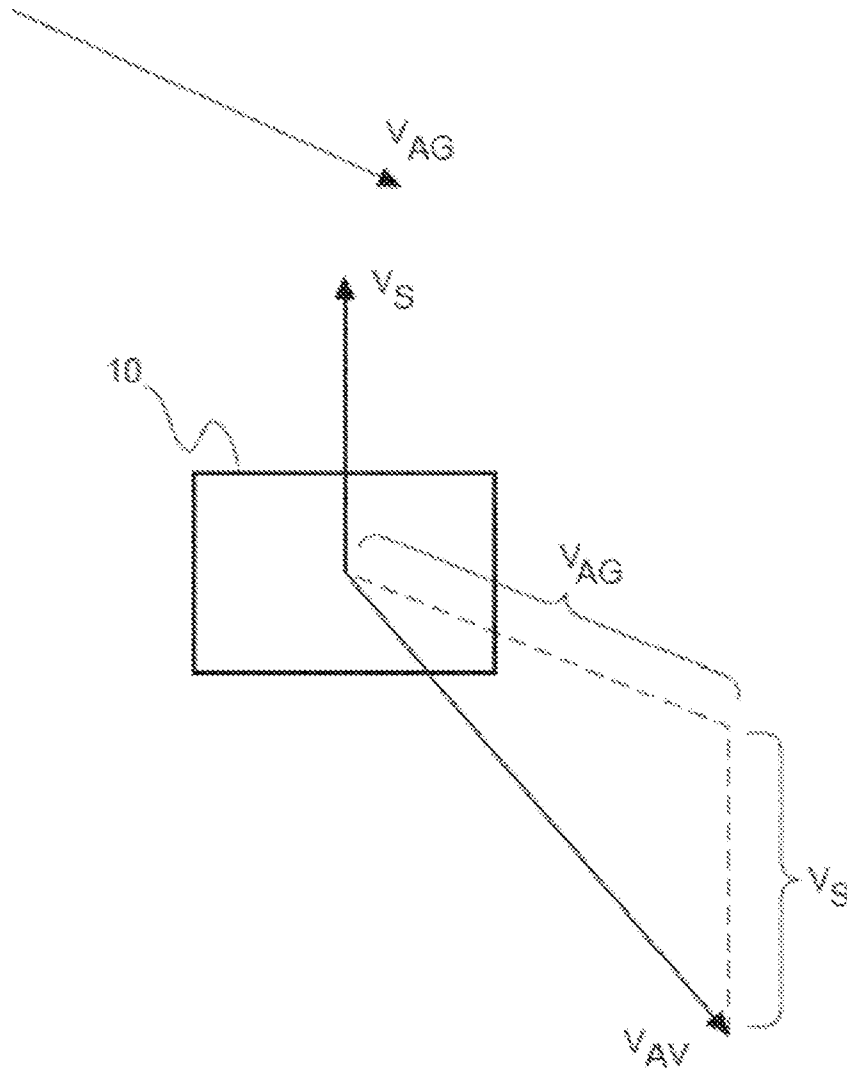


Fig.2

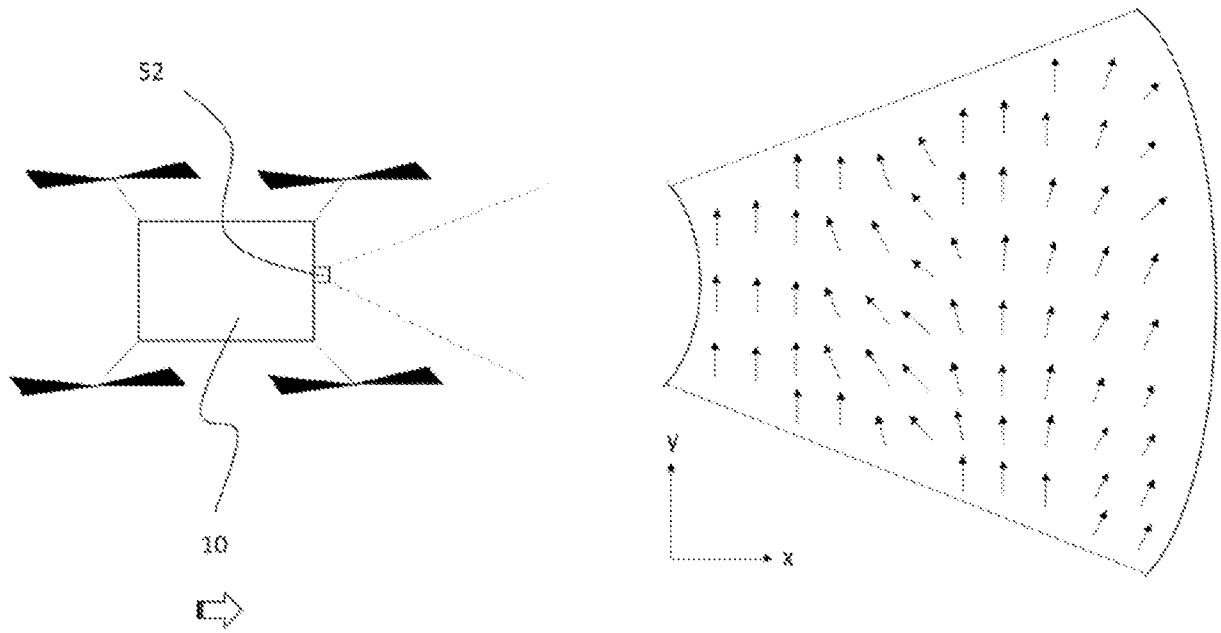


Fig. 3

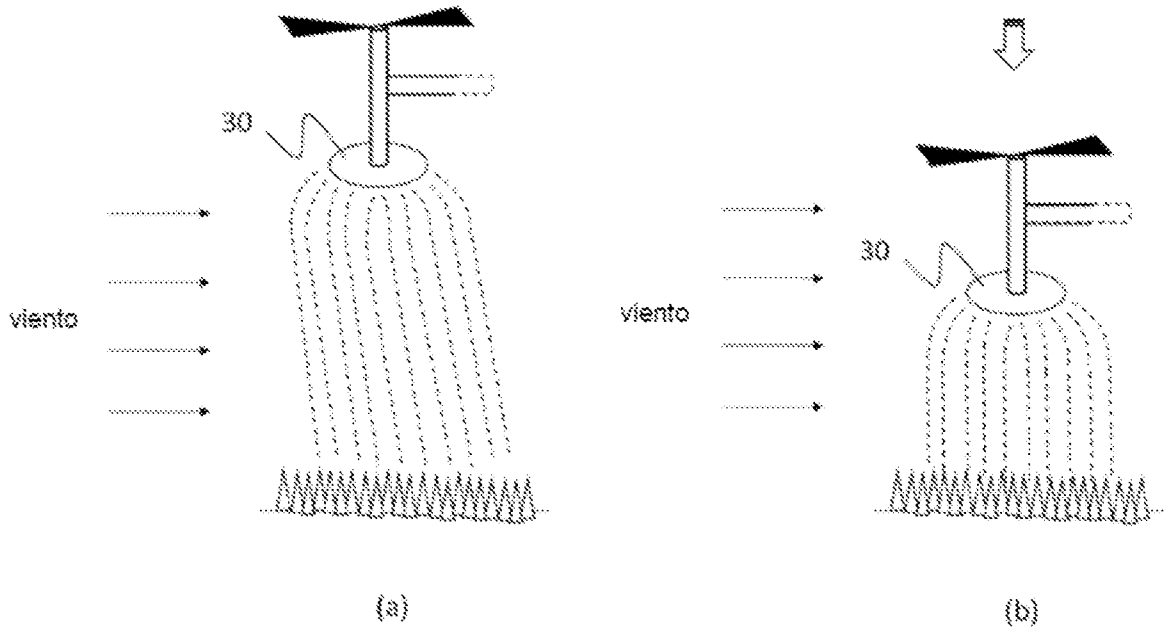


Fig. 4

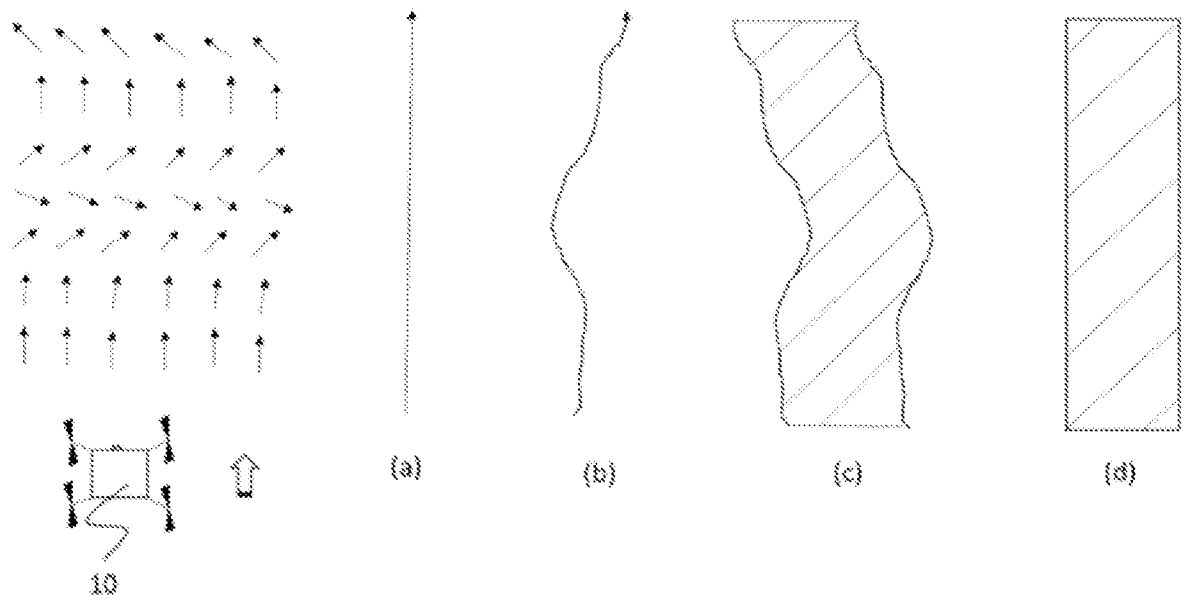


Fig. 5

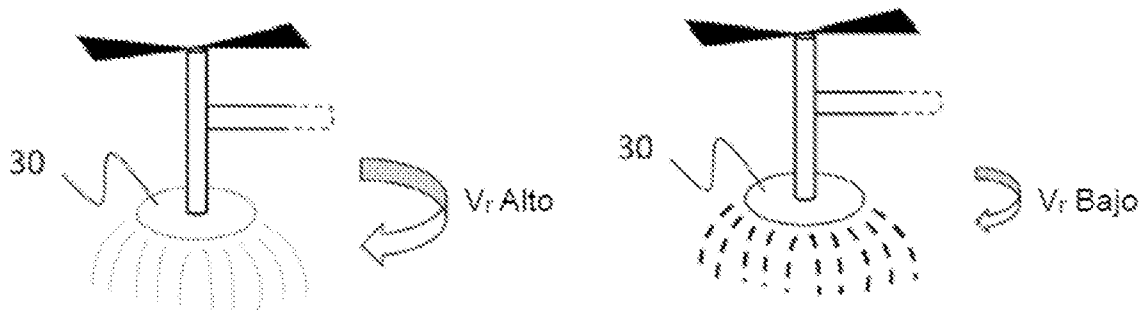


Fig. 6

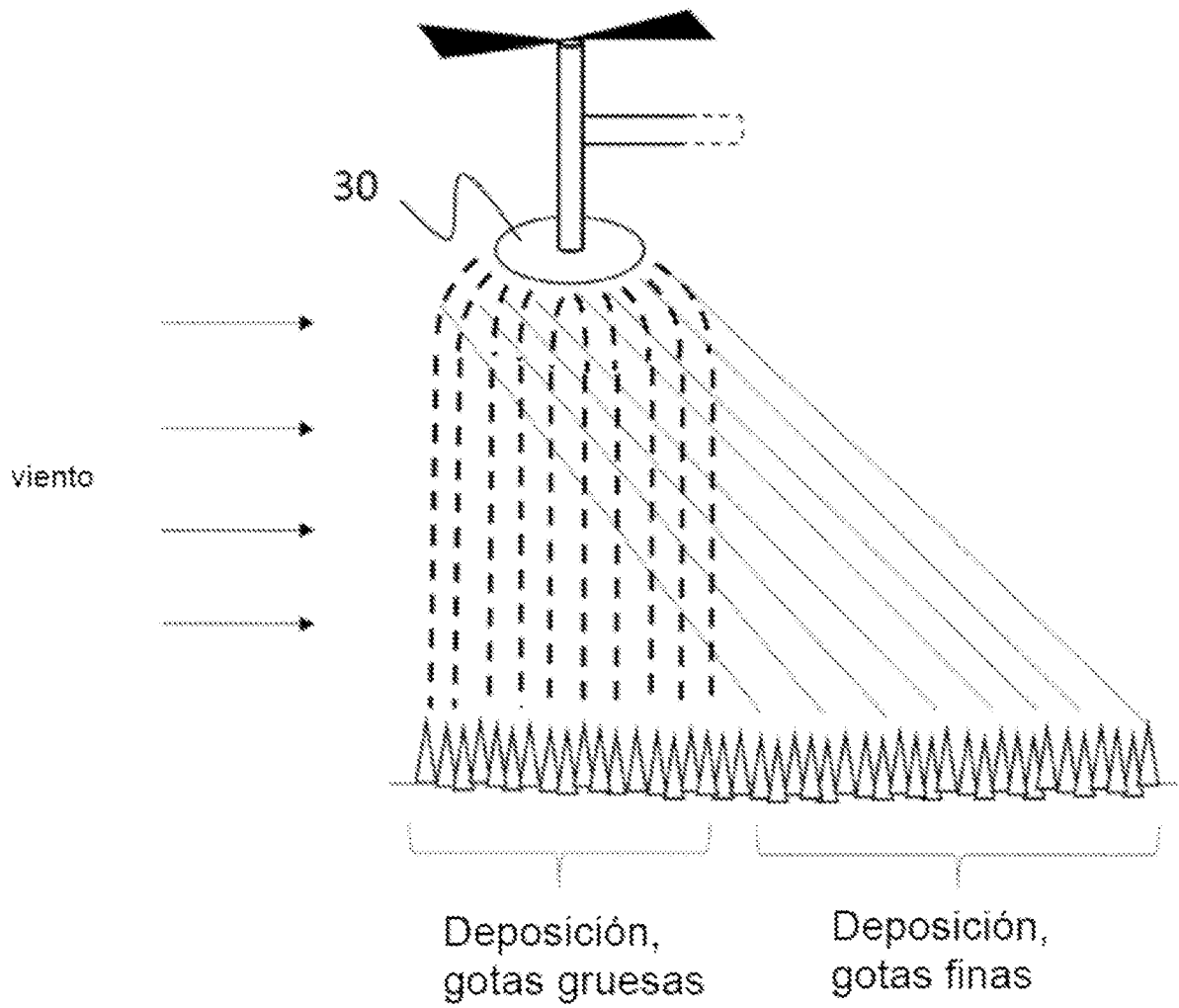


Fig. 7

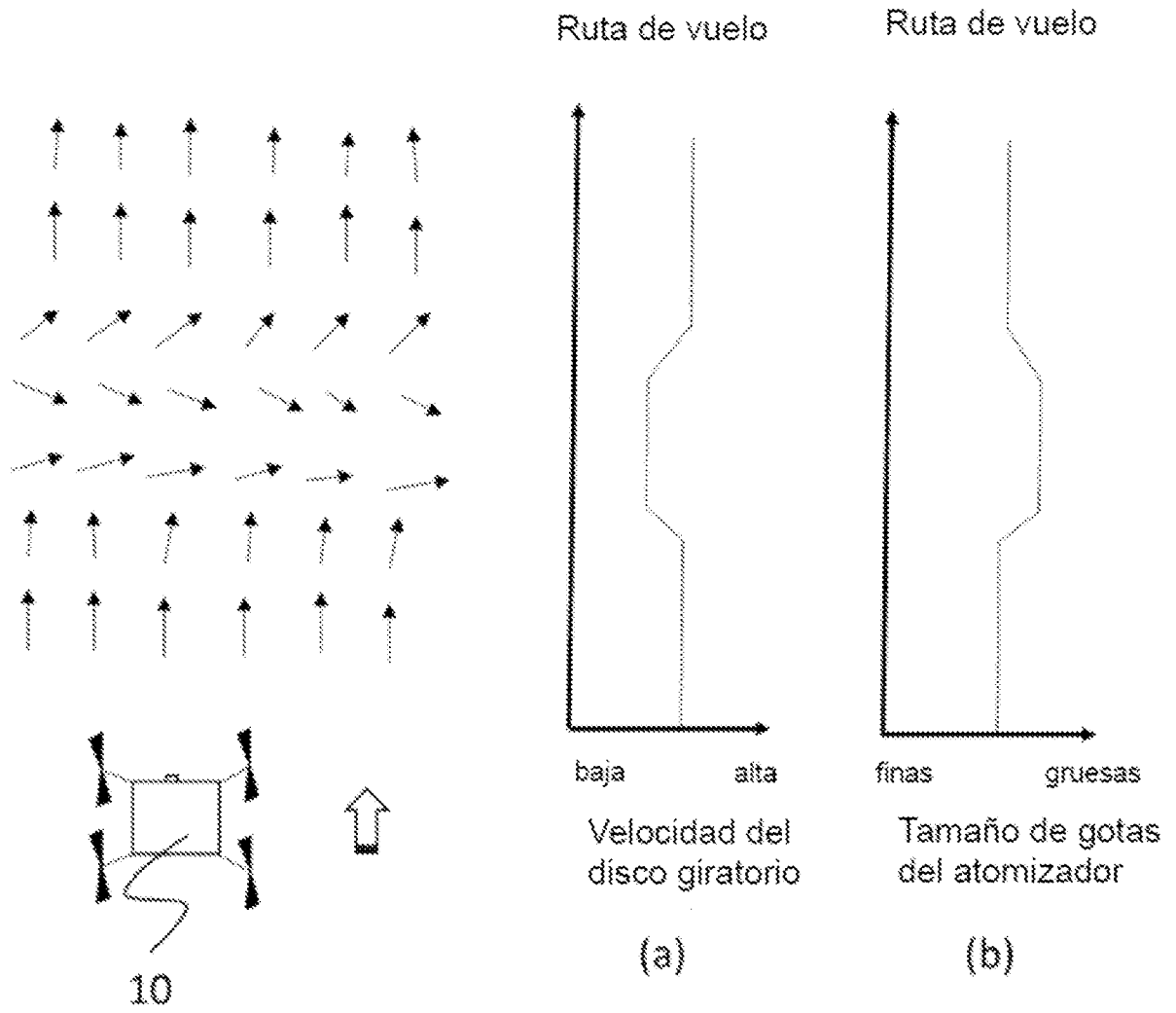


Fig. 8

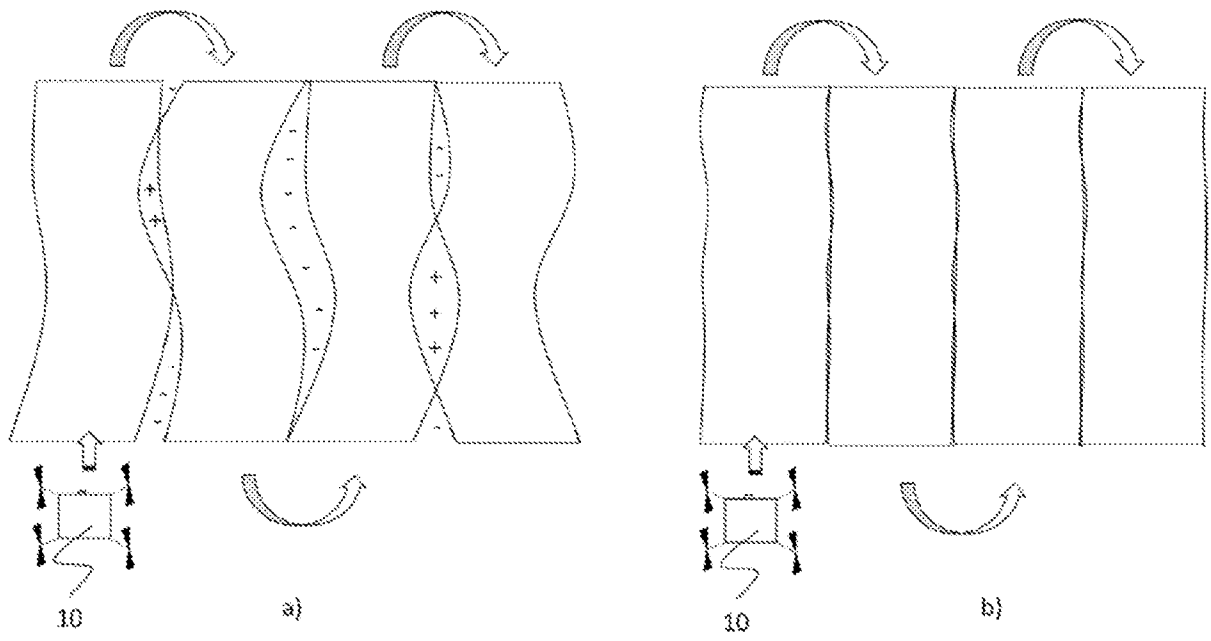


Fig. 9