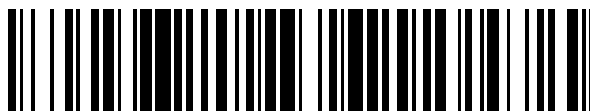


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 686**

51 Int. Cl.:

B05B 12/12 (2006.01)
B05B 12/08 (2006.01)
B05B 13/04 (2006.01)
B41J 3/407 (2006.01)
B05B 1/16 (2006.01)
B05C 11/10 (2006.01)
B05D 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2017** **E 17159049 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018** **EP 3213823**

54 Título: **Aplicador de producto de revestimiento, robot multieje que comprende tal aplicador, y procedimiento para aplicar un producto de revestimiento**

30 Prioridad:

04.03.2016 FR 1651839

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2019

73 Titular/es:

EXEL INDUSTRIES (100.0%)
54 rue Marcel Paul
51200 Epernay, FR

72 Inventor/es:

MEDARD, CYRILLE;
VINCENT, DAVID;
LE STRAT, CÉDRIC y
BALLU, PATRICK

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 699 686 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

Aplicador de producto de revestimiento, robot multieje que comprende tal aplicador, y procedimiento para aplicar un producto de revestimiento

5

[0001] La invención se refiere a un aplicador de producto de revestimiento, a un robot multieje dotado de este aplicador y a un procedimiento para aplicar un producto de revestimiento sobre la superficie de una pieza, tal como el capó de un vehículo motorizado. En particular, el procedimiento de acuerdo con la invención permite aplicar dos capas de producto de revestimiento con una unión perfecta entre las dos capas.

10

[0002] El documento EP1892107 A1 describe un aplicador de un producto de revestimiento de la técnica anterior.

[0003] La tendencia actual en el automóvil, especialmente para los vehículos deportivos, es la de los coches personalizables. Por lo tanto, los fabricantes de automóviles ofrecen a sus clientes coches cuya pintura de carrocería se pueda personalizar. Por lo tanto, la carrocería puede ser multicolor, con diferentes motivos, tales como bandas. A menudo se observa, en particular en los coches deportivos, una o más bandas de diferentes colores que se extienden en dirección longitudinal en el capó del coche. Para realizar este tipo de banda, una técnica conocida es aplicar una máscara en el resto de la carrocería para exponer solo la superficie del capó correspondiente a la banda que se está aplicando. En la práctica, esta máscara está hecha con papel adhesivo que se elimina una vez que se crea el motivo. Sin embargo, esta técnica es relativamente difícil porque requiere la aplicación manual de una máscara en la carrocería de cada vehículo.

[0004] Una técnica adicional, descrita particularmente en el documento US-A-2013/0284833, consiste en utilizar un robot multieje, que comprende un brazo móvil en el que está montado un aplicador específico. Este aplicador es un cabezal de impresión del tipo "chorro de tinta", que incluye al menos una fila de boquillas a través de las cuales fluye el producto de revestimiento. Después, se puede aplicar una banda de pintura con bordes limpios desplazando el brazo del robot en una dirección perpendicular a la fila de boquillas del cabezal de impresión. Cuando la anchura de la banda que se va a aplicar es mayor que el ancho del cabezal de impresión, el robot debe realizar varios viajes de ida y vuelta con los recorridos programados para que las bandas sean contiguas, es decir de manera que no haya una zona sin recubrimiento entre dos pasadas del cabezal de impresión. El documento US-A-2013/0284833 describe en el párrafo [0174] en particular que las boquillas del cabezal de impresión permiten aplicar un revestimiento con una distribución de espesor trapezoidal, para evitar las sobremedidas durante el recubrimiento y obtener un revestimiento de espesor constante. Para aplicar un borde limpio, como se muestra en la figura 21D de esta publicación, algunas de las boquillas del cabezal de impresión se desactivan cuando pasa el aplicador.

[0005] Se sabe que los robots multieje tienen dificultades para seguir una trayectoria predeterminada, por ejemplo, en línea recta. Por lo tanto, el recorrido real descrito por el robot se inscribe en un tubo imaginario, que se centra en el recorrido teórico y cuyo diámetro exterior depende de la precisión del robot. Se habla de un fenómeno de "tubería", que puede conducir a un defecto de recubrimiento entre dos bandas de pintura en la unión entre las dos bandas. Para superar este problema, se indica en el párrafo [0144] del documento US-A-2013/0284833 que el aplicador comprende un sensor óptico que permite registrar la línea de desplazamiento del aplicador para reproducir exactamente el mismo trazo durante las pasadas posteriores del aplicador. Por lo tanto, el trazo del brazo robótico se ajusta a la pasada anterior para obtener una unión perfecta entre las capas aplicadas durante las dos pasadas sucesivas.

[0006] Una desventaja de esta tecnología es que la unión no es perfecta cuando el revestimiento se aplica a superficies curvadas, tal como el capó de un coche. Se observan entonces zonas sin recubrimiento entre dos pasadas del aplicador.

50

[0007] Estos inconvenientes son los que más particularmente resuelven la invención al proporcionar un aplicador de producto de revestimiento para obtener una unión perfecta entre dos bandas resultantes de dos pasadas sucesivas, incluso en una superficie curvada, tal como el capó de un coche.

[0008] Para este propósito, la invención se refiere a un aplicador de un producto de revestimiento sobre una superficie a revestir, que comprende al menos una fila de boquillas, entre las que al menos la primera boquilla de la fila comprende una válvula. De acuerdo con la invención, el aplicador comprende además al menos un sensor de distancia, para medir una distancia de aplicación de la primera boquilla en un punto avanzado con respecto a la misma sobre un recorrido del aplicador, y una unidad electrónica de mando de la válvula, que está programada para

recopilar la distancia medida por el sensor de distancia y, en función del valor de la distancia recopilada, para abrir o cerrar la válvula. Cada boquilla de la fila comprende una válvula, mientras que el sensor de distancia puede medir la distancia de aplicación de al menos ciertas boquillas de la fila en puntos respectivamente avanzados con respecto a las mismas en el recorrido del aplicador. El sensor de distancia es un sensor láser, que comprende una celda que
5 emite un haz láser y una celda receptora de un haz láser reflejado, mientras que el sensor de distancia puede escanear con su haz una línea perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador, a fin de medir la distancia de aplicación de al menos ciertas boquillas de la fila, en puntos avanzados con respecto a las mismas en el recorrido del aplicador.

10 **[0009]** De acuerdo con aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, el aplicador de producto de revestimiento comprende una cualquiera de las siguientes características, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

- La unidad electrónica de mando está programada para recopilar las distancias medidas por el sensor de distancia, a fin de determinar un perfil de la superficie a revestir sobre todo o parte del ancho de aplicación del aplicador, analizar el perfil de superficie para detectar la posición de un borde de una capa de producto de revestimiento a lo largo del perfil de la superficie, abrir todas las válvulas de las boquillas que están dispuestas en un lado del borde, y cerrar las válvulas dispuestas en el otro lado del borde a lo largo del perfil de la superficie.
- Las válvulas son válvulas proporcionales, mientras que la unidad electrónica de mando está programada para
20 establecer un perfil de espesor de la capa de producto de revestimiento en un plano perpendicular en la dirección de desplazamiento del aplicador y para controlar el caudal de las válvulas en función del espesor de la capa medida en cada uno de los puntos de aplicación de las boquillas.
- Cada boquilla en la fila comprende una válvula y se proporcionan unos sensores de distancia respectivos para medir una distancia de aplicación de cada boquilla en un punto respectivamente avanzado con respecto a la misma
25 en el recorrido del aplicador.
- Cada válvula es una válvula piezoeléctrica, cuyo caudal depende de la frecuencia de excitación de la válvula.
- La unidad electrónica de mando está programada para cerrar la válvula de la primera boquilla cuando la distancia medida por el sensor es sustancialmente superior a un valor de referencia.
- El aplicador comprende además al menos un sensor de medición de espesor, configurado para medir
30 respectivamente el espesor de la película de producto de revestimiento aplicada por las boquillas en puntos alejados con respecto a éstas en el recorrido del aplicador.
- El aplicador comprende otra fila de boquillas, dispuesta retrasada con respecto a cada sensor de medición de espesor en el recorrido del aplicador.

35 **[0010]** La invención también se refiere a un robot multieje, que comprende un brazo móvil sobre el que se monta un aplicador como se ha definido anteriormente.

[0011] La invención también se refiere a un procedimiento para aplicar un producto de revestimiento sobre la superficie de una pieza, implementándose este procedimiento por medio de un aplicador que comprende al menos
40 una fila de boquillas, entre las cuales al menos la primera boquilla de la fila comprende una válvula, comprendiendo este procedimiento las etapas que consisten en:

- a) desplazar el aplicador a lo largo de una primera dirección para aplicar una primera capa de producto de revestimiento, y
- 45 b) desplazar el aplicador a lo largo de una segunda dirección sustancialmente paralela a la primera dirección para aplicar una segunda capa de producto de revestimiento de manera contigua a la primera capa.

[0012] De acuerdo con la invención, la etapa b) comprende subetapas que consisten en medir al menos una distancia de aplicación de la primera boquilla en un punto avanzado con respecto a la misma en un recorrido del
50 aplicador, y en función de la distancia de aplicación medida, abrir o cerrar la válvula.

[0013] De acuerdo con aspectos ventajosos pero no obligatorios, el procedimiento comprende una o más de las siguientes características, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

- La subetapa b1) consiste en recopilar distancias de aplicación de al menos ciertas boquillas de la fila en puntos respectivamente avanzados con respecto a las mismas en el recorrido del aplicador, a fin de determinar un perfil de la superficie a revestir sobre toda o parte de la anchura de aplicación del aplicador, mientras que la subetapa b2) consiste en analizar el perfil de la superficie para detectar la posición de un borde de la primera capa de producto de revestimiento a lo largo del perfil de la superficie y abrir todas las válvulas de las boquillas que están dispuestas en

un lado del borde y cerrar las válvulas dispuestas en el otro lado del borde a lo largo del perfil de la superficie.

- Las válvulas son válvulas proporcionales y la etapa b) comprende otras subetapas que consisten en establecer un perfil de espesor de la capa de producto de revestimiento a lo largo del eje, y controlar el caudal de las válvulas en función del espesor de la capa en cada uno de los puntos avanzados.

- 5 - El procedimiento comprende además una etapa que consiste en reposicionar el aplicador cuando la superficie es vertical o inclinada. Esta etapa de reposicionamiento consiste en desplazar el aplicador con una cierta amplitud y en una dirección paralela a un eje de la fila de boquillas para compensar la desviación del producto de revestimiento debido a la gravedad.

- La amplitud de desplazamiento del aplicador durante la etapa de reposicionamiento se calcula dinámicamente en función de la inclinación del aplicador con respecto al suelo, la distancia de aplicación de las boquillas, la velocidad de expulsión del producto a través de las boquillas, y el tamaño de las boquillas, o se extrae de un gráfico preliminar.

- El procedimiento comprende además una etapa que consiste en cerrar la válvula de la una o más boquillas que pueden proyectar, debido a la gravedad, el producto de revestimiento en una zona de la superficie revestida por la primera capa de producto de revestimiento.

- 15 - Las válvulas son válvulas proporcionales y la etapa b) comprende además las siguientes subetapas: i) evaluar la inclinación de la porción de superficie (Sk) que debe recubrir cada boquilla con respecto a un plano perpendicular a un eje de pulverización de las boquillas, y ii) controlar el caudal de producto de revestimiento aplicado por cada boquilla en función de la inclinación de la porción de superficie (Sk) que debe recubrir la boquilla correspondiente.

- 20 **[0014]** Si, durante la etapa b), el robot sigue su trayectoria teórica, la distancia medida por el sensor de distancia en un punto avanzado con respecto a la primera boquilla en el recorrido del aplicador es sustancialmente inferior a un valor de referencia, que corresponde a la distancia de aplicación de las boquillas cuando no hay producto de revestimiento. Esto significa que la zona de aplicación de la primera boquilla en un punto avanzado en el recorrido del aplicador ya está recubierta de producto de revestimiento. Gracias a la invención, la válvula de la primera boquilla se cierra y la primera boquilla no aplica ningún producto de revestimiento cuando alcanza el punto avanzado, lo que permite evitar una sobremedida en la unión entre las dos bandas.

- [0015]** En contraste, si el robot se desvía de una trayectoria teórica, por ejemplo, debido al fenómeno de "tubería", la distancia medida por el sensor en un punto avanzado con respecto a la primera boquilla sobre el recorrido del aplicador es sustancialmente igual al valor de referencia. Esto significa que la zona de aplicación de la primera boquilla en un punto avanzado en el recorrido del aplicador no está recubierta con producto de revestimiento. Gracias a la invención, la válvula de la primera boquilla está abierta. La primera boquilla reviste la superficie cuando alcanza el punto avanzado en el recorrido del aplicador. Esto permite evitar las zonas sin recubrimiento y obtener una unión perfecta entre las dos capas de producto de revestimiento. La válvula de la primera boquilla se controla dinámicamente, es decir, en tiempo real, en el recorrido del aplicador. Este ajuste dinámico permite aplicar una banda de producto de revestimiento con una unión perfecta con respecto a otra banda existente, incluso en una superficie curvada tal como la superficie de un capó de coche. La unión entre dos bandas de pintura queda así asegurada por el control dinámico de la válvula, sin utilizar un robot ultra preciso ni un controlador de trayectoria avanzado.

- 40 **[0016]** La invención y otras ventajas de la misma aparecerán más claramente a la luz de la siguiente descripción de siete realizaciones de un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con su principio, dado solo a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 - La figura 1 es una representación esquemática de un robot multieje que comprende un brazo móvil en el que está montado un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con la invención,
- la figura 2 es una vista en alzado parcial en la dirección de la flecha II en la figura 1, que muestra el aplicador de producto de revestimiento en una configuración en la que realiza una primera pasada sobre una superficie a revestir, para formar una primera banda,
50 - la figura 3 es una vista análoga a la figura 2, que muestra el aplicador de producto de revestimiento en una configuración en la que realiza una segunda pasada sobre la superficie a revestir, para aplicar una segunda banda contigua a la primera banda,
- la figura 4 es una vista esquemática en sección del aplicador a lo largo de la línea IV-IV de la figura 3,
- la figura 5 es una sección esquemática del aplicador a lo largo de la línea V-V de la figura 3,
55 - la figura 6 es una vista análoga a la figura 3, en la que el aplicador se ajusta a una segunda realización de la invención,
- la figura 7 es una sección esquemática a lo largo de la línea VII-VII de la figura 6,
- la figura 8 es un diagrama que se refiere a una tercera realización de un aplicador de acuerdo con la invención,
- las figuras 9 y 10 son vistas análogas a la figura 3 y muestran un aplicador de producto de revestimiento de

acuerdo con una cuarta realización, en una configuración en la que realiza una pasada a lo largo de un borde de una superficie a revestir,

- la figura 11 es una sección esquemática del aplicador de producto de revestimiento en el plano XI-XI de la figura 10,

5 - la figura 12 es una vista análoga a la figura 3 que muestra un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con una quinta realización de la invención,

- la figura 13 es una vista análoga a la figura 4 para un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con una sexta realización de la invención, estando diseñado este aplicador para compensar además el efecto de la gravedad, y

10 - la figura 14 es una vista análoga a la figura 4 para un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con una séptima realización de la invención, estando diseñado este aplicador para obtener un recubrimiento impecable, incluso en una superficie izquierda.

[0017] En la figura 1 se muestra un robot multieje 2 que comprende un brazo móvil 4 en el que está montado un producto de revestimiento de aplicador 6. El aplicador 6 es un cabezal de impresión de tipo "chorro de tinta". En el ejemplo, el producto de revestimiento considerado es pintura, pero también puede ser una imprimación, una tinta o incluso un barniz. El robot multieje 2 está dispuesto en el lado de un transportador 10 que desplaza las carrocerías 8 de un vehículo motorizado. En el ejemplo, el robot multieje 2 está diseñado para aplicar una banda de pintura B en la superficie S del capó de cada carrocería 8 desplazada por el transportador 10. El robot 2 comprende un controlador, no mostrado, programado para controlar el brazo 4 para realizar una trayectoria teórica.

[0018] El aplicador de producto de revestimiento 6 comprende una fila de boquillas, con referencia 60.1 a 60.i en las figuras, siendo i el número de boquillas en la fila, que es superior o igual a 2 y, por ejemplo, entre 10 y 100. Las boquillas 60.1 a 60.i de la fila están dispuestas perpendiculares a la dirección de desplazamiento del aplicador 6 durante la aplicación del producto de revestimiento. En el ejemplo, las boquillas 60.1 a 60.i están configuradas para depositar el producto de revestimiento gota a gota. Una vez depositada, la gota se dispersa sobre la superficie a revestir. Un coeficiente de dispersión se define como la relación entre el área de la superficie revestida una vez dispersada la gota y el diámetro de la gota. Este coeficiente de dispersión depende en particular del tipo de producto de revestimiento utilizado. Es entre 5 y 10, a menudo del orden de 7.

30 **[0019]** Como alternativa, las boquillas pueden conformarse para formar una red continua de producto de revestimiento.

[0020] Ventajosamente, las boquillas 60.1 a 60.i son orificios practicados en una placa, correspondiendo el ancho de las gotas o la red al ancho de los orificios.

[0021] Como se puede ver en la figura 4, cada boquilla 60.1 a 60.i de la fila comprende una válvula, respectivamente 66.1 a 66.i. Las válvulas 66.1 a 66.i del aplicador 6 están conectadas cada una a un depósito común 64 de producto de revestimiento. Las válvulas 66.2 a 66.i son opcionales para llevar a cabo la invención.

40 **[0022]** En el ejemplo, las válvulas 66.1 a 66.i son válvulas controladas eléctricamente, particularmente válvulas piezoeléctricas.

[0023] Las válvulas piezoeléctricas son las denominadas válvulas excitadoras, que comprenden un elemento piezoeléctrico deformable bajo la aplicación de excitación eléctrica. Este tipo de válvula funciona de la siguiente manera. Cuando el elemento piezoeléctrico no está excitado, el fluido permanece dentro del depósito 64 porque la presión atmosférica es superior a la presión del depósito. Por otro lado, cuando el elemento piezoeléctrico se excita, por ejemplo, con una tensión alterna, genera una sobrepresión local que permite que el fluido salga del depósito.

50 **[0024]** El caudal de producto de revestimiento expulsado a través de las boquillas 60.1 a 60.i se puede ajustar actuando sobre la frecuencia de excitación de las válvulas respectivas 66.1 a 66.i. Entonces se habla de válvulas proporcionales.

[0025] En el presente documento, se denomina válvula cualquier dispositivo que permita controlar el flujo de producto de revestimiento. En particular, de acuerdo con una variante no mostrada, las válvulas 66.1 a 66.i son las llamadas válvulas de obturación, que funcionan mediante la obturación selectiva del conducto de paso de fluido.

[0026] De acuerdo con otra variante no mostrada, se puede considerar otro tipo de válvula de excitación para equipar el aplicador 6. Puede ser una válvula con un tipo de excitación térmica, acústica, neumática o electrostática.

[0027] El aplicador 6 comprende sensores de distancia 62.1 a 62.i que están posicionados en puntos avanzados con respecto a las boquillas 60.1 a 60.i en el recorrido del aplicador 6. Los sensores 62.1 a 62.i están dispuestos en forma de fila, que está paralela a la fila de boquillas 60.1 a 60.i. El aplicador 6 tiene tantos sensores de distancia 62.1 a 62.i como boquillas 60.1 a 60.i. Cada sensor 62.1 a 62.i se asocia, por lo tanto, con una boquilla. Por ejemplo, el sensor 62.1 está asociado con la boquilla 60.1. Por lo tanto, la posición de los sensores 62.1 a 62.i a lo largo del recorrido del aplicador 6 en un momento t corresponde a la de las boquillas 60.1 a 60.i en el momento $t+\Delta t$, donde Δt es una duración que depende de la velocidad de desplazamiento del aplicador 6 y la distancia d_6 entre la fila de boquillas 60.1 a 60.i y la fila de sensores 32.1 a 62.i, que se mide en paralelo a la dirección de desplazamiento del aplicador 6. Los sensores de distancia 62.2 a 62.i son opcionales para la realización de la invención.

[0028] Los sensores de distancia 62.1 a 62.i miden, en cada momento t , la distancia entre el aplicador 6 y la porción de la superficie a revestir S que se encuentra frente a ellos. Ahora, en el momento $t+\Delta t$, las boquillas 62.1 a 62.i alcanzan la posición de los sensores 60.1 a 60.i en el momento t . La distancia medida por los sensores 62.1 a 62.i en el momento t , por lo tanto, corresponde respectivamente a la distancia de aplicación de las boquillas 60.1 a 60.i en el momento $t+\Delta t$, es decir, a la distancia entre las boquillas y la pieza a revestir, medida en una dirección paralela a un eje de proyección de producto de revestimiento a través de las boquillas. Por lo tanto, cada sensor de distancia 62.1 a 62.i mide la distancia de aplicación de la boquilla con la que está asociada en un punto, en el recorrido del aplicador 6, que está avanzado con respecto a la boquilla 60.1 a 60.i con la que se asocia.

[0029] Ventajosamente, cada sensor de distancia 62.1 a 62.i es un sensor láser, que comprende una celda que emite un haz láser y una celda receptora de un haz láser reflejado, en la superficie S . El haz láser emitido por la celda emisora es sustancialmente paralelo al eje de proyección de producto de revestimiento a través de las boquillas 60.1 a 60.i. En el ejemplo, la precisión de cada sensor es inferior a 10 micrómetros, en particular del orden de 1 micrómetro.

[0030] El aplicador 6 comprende además una unidad electrónica de mando 68. La unidad electrónica de mando 68 controla la apertura y cierre de cada una de las válvulas 66.1 a 66.i. Para ello, la unidad 68 envía a cada una de las válvulas 66.1 a 66.i señales de mando, entre las que la señal eléctrica de mando $S1$ de la válvula 66.1 se muestra esquemáticamente en la figura 4. En función de la señal recibida, la válvula 66.1 se abre o se cierra. Cada sensor de distancia 62.1 a 62.i está conectado a la unidad 68. Por lo tanto, la unidad electrónica de mando 68 puede recopilar la distancia medida por los sensores en cada momento t . La unidad electrónica de mando 68 puede comparar la distancia medida por cada uno de los sensores 62.1 a 62.i con un valor de referencia D . Este valor de referencia D corresponde a la distancia entre las boquillas 60.1 a 60.i y la superficie a revestir S cuando no está recubierta de producto de revestimiento. En otras palabras, el valor de referencia D corresponde a la distancia de aplicación de las boquillas 60.1 a 60.i.

[0031] En el ejemplo, este valor de referencia D es un valor predeterminado que es idéntico para todas las boquillas 60.1 a 60.i. Además, es un valor constante en el tiempo, es decir, que se utiliza la misma distancia $d1$ independientemente de la posición del aplicador 6 en su recorrido. La distancia $d1$ se puede pregrabar en la memoria de la unidad electrónica de mando 68.

[0032] Sin embargo, a modo de variante, el valor de referencia D es específico de cada boquilla y/o no es una función constante a lo largo del tiempo, es decir, este valor de referencia D varía según la posición del aplicador 6 en su recorrido. Esta variante es ventajosa cuando la superficie está curvada, es decir, cuando la distancia de aplicación varía sustancialmente de una boquilla a otra y/o varía sustancialmente en el recorrido del aplicador 6. En este caso, la distancia D a la que se compara la distancia transmitida por los sensores en cada momento se puede obtener por aprendizaje, desplazando el aplicador 6 una primera vez "en blanco", es decir, sin aplicar un producto de revestimiento. Los valores adquiridos por los sensores 62.1 a 62.i durante el aprendizaje sirven como distancias de referencia, de la misma manera que el valor de referencia D .

[0033] A continuación se describe un procedimiento para aplicar un revestimiento B en una superficie a revestir S en relación con las figuras 2 a 5. Este procedimiento se realiza mediante el aplicador 6 descrito anteriormente. En el ejemplo, la superficie S a revestir es el capó de un coche 8. El revestimiento B que se puede ver en la figura 1 está formado por dos capas de producto de revestimiento $B1$ y $B2$. En el ejemplo, las capas de producto $B1$ y $B2$ son bandas que se extienden en la dirección longitudinal del capó. Las bandas $B1$ y $B2$ se aplican de forma contigua, es decir, para que no haya una zona sin recubrimiento entre las bandas $B1$ y $B2$.

[0034] La figura 2 ilustra una etapa a) durante la cual el aplicador 6 realiza una primera pasada para aplicar una primera banda B1 sobre la superficie a revestir S. La dirección de desplazamiento del aplicador 6 se muestra en la figura 2 por una flecha A1. La dirección de desplazamiento A1 corresponde de hecho al vector director de la línea de desplazamiento del aplicador 6. Este vector es en cada momento paralelo a la superficie a revestir. Por lo tanto, si la superficie a recubrir es un plano, la línea de desplazamiento del aplicador es una línea recta. Por otro lado, si la superficie a recubrir es curvada, la línea de desplazamiento del aplicador es una curva, con un radio de curvatura sustancialmente igual al de la superficie curvada.

[0035] La figura 3 ilustra una etapa b) durante la cual el aplicador 6 realiza una segunda pasada para aplicar una segunda banda B2 de forma contigua a la primera banda B1. Para esto, la dirección de desplazamiento del aplicador 6 durante esta segunda pasada, que se muestra en la figura 3 con una flecha A2, es sustancialmente paralela a la dirección de desplazamiento A1 del aplicador durante la primera pasada. Por lo tanto, si la línea de desplazamiento del aplicador 6 durante la primera pasada es una primera curva, la línea de desplazamiento del aplicador durante la segunda pasada es una segunda curva paralela a la primera curva. Cualquier plano normal a una curva entre la primera y la segunda curva es también un plano normal al otro, y la distancia entre dos puntos respectivos de las dos curvas que están contenidas en este plano normal es sustancialmente constante. Estas dos curvas pueden verse, por lo tanto, como dos carriles de un ferrocarril conectados por travesaños de longitud constante, permaneciendo los travesaños siempre ortogonales a los carriles.

[0036] Durante la segunda pasada, el aplicador 6 se desliza, durante la etapa b), para recubrir parcialmente la primera banda B1, es decir, para recubrir el borde B1.1 de la primera banda B1 destinada a unirse con la segunda banda B2. Por lo tanto, esto fuerza el recubrimiento. Esto es particularmente visible en la figura 3, donde se puede ver que el aplicador 6 sobresale ligeramente sobre la primera banda B1. Si todas las válvulas 66.1 a 66.i estuvieran abiertas durante la segunda pasada del aplicador 6, la primera banda B1 se recubriría en un cierto ancho. En el ejemplo, el ancho de recubrimiento corresponde aproximadamente al ancho de la superficie recubierta por una gota de la primera boquilla una vez que se ha dispersado. En una variante, el ancho de recubrimiento puede ser la superficie recubierta después de la dispersión de varias boquillas, particularmente cuatro o cinco boquillas sucesivas. En la práctica, el ancho de recubrimiento depende de varios parámetros relacionados con la imprecisión del robot, el fenómeno de "tubería", los problemas de repetibilidad o las tolerancias de los chorros. El ancho de recubrimiento es de aproximadamente entre 1 mm y 5 mm.

[0037] Como puede verse en la figura 5, durante una subetapa b1) de la etapa b), el sensor de distancia 62.1 mide, en un momento t, la distancia que lo separa de la superficie a revestir S. Como se ha explicado anteriormente, esta distancia medida corresponde a la distancia de aplicación de la boquilla 60.1 en el momento $t+\Delta t$. Durante la subetapa b1), el sensor de distancia 62.1 mide, por lo tanto, la distancia de aplicación de la boquilla 30.1 en un punto avanzado con respecto a la misma en el recorrido del aplicador 6.

[0038] La unidad electrónica de mando 68 recopila entonces la distancia medida por el sensor 62.1 y compara, durante una subetapa b2) esta distancia con el valor de referencia D.

[0039] Una zona de aplicación de una boquilla se define como una porción de la superficie a revestir destinada a recubrirse de producto de revestimiento por la boquilla. En otras palabras, dentro del significado de la presente solicitud, la zona de aplicación de una boquilla no es la zona que la boquilla puede revestir en el momento t, sino la zona que la boquilla podrá revestir en el momento $t+\Delta t$ en la trayectoria del aplicador 6.

[0040] Si el robot sigue su trayectoria teórica, la distancia medida por el sensor de distancia 62.1 en un punto avanzado con respecto a la primera boquilla 60.1 en el recorrido del aplicador es sustancialmente inferior al valor de referencia D. Esto significa que la zona de aplicación de la primera boquilla en un punto avanzado en el recorrido del aplicador ya está recubierta con producto de revestimiento. La válvula 66.1 de la primera boquilla 60.1 se cierra entonces durante una subetapa b3) del procedimiento de la invención, y la primera boquilla 60.1 no aplica ningún producto de revestimiento cuando alcanza el punto avanzado, es decir, en el momento $t+\Delta t$. Por lo tanto, esto evita una sobremedida en la unión entre las dos bandas B1 y B2.

[0041] Durante el funcionamiento del aplicador 6, la unidad electrónica de mando 68 considera que el valor medido por un sensor es sustancialmente inferior al valor de referencia D cuando la diferencia entre los dos valores, que representa el espesor real del producto de revestimiento depositado sobre la superficie S, es inferior al 50% del espesor teórico húmedo. El espesor teórico húmedo corresponde al espesor del producto de revestimiento en la superficie S que se desea depositar antes del secado. Por ejemplo, la unidad electrónica de mando 68 puede considerar que el valor medido por el sensor es sustancialmente inferior al valor de referencia D cuando la diferencia

entre los dos valores es inferior a 20 μm .

[0042] Sin embargo, si en la etapa b), el robot se desvía de su trayectoria teórica, la distancia medida en la etapa b1) por el sensor de distancia 62.1 en un punto avanzado con respecto a la primera boquilla 60.1 en el recorrido del aplicador 6 es sustancialmente igual al valor de referencia D. Esto significa que la zona de aplicación de la primera boquilla 60.1 en un punto avanzado en el recorrido del aplicador 6 no está recubierta con el producto de revestimiento. En este caso, la válvula 66.1 de la primera boquilla 60.1 está abierta. La primera boquilla reviste la superficie S cuando alcanza el punto avanzado en el recorrido del aplicador, es decir, en el momento $t+\Delta t$. Esto permite evitar las zonas sin recubrimiento entre las bandas B1 y B2 y obtener una unión perfecta entre las dos capas de producto de revestimiento B1 y B2.

[0043] Las etapas mencionadas anteriormente se repiten, en cada momento a medida que se mueve el aplicador 6, es decir, de forma dinámica, con una periodicidad del orden de 1 ms.

[0044] En la configuración de la figura 5, la zona de aplicación Z1 de la boquilla 60.1 está recubierta por la banda B1 aplicada durante la primera pasada del aplicador 6. Por lo tanto, el haz láser F2 emitido por el sensor 62.1 se refleja por la banda de revestimiento B1 en un haz láser F'2, que se recibe por la celda receptora del sensor 62.1. El tiempo transcurrido entre la emisión del haz láser y la recepción del haz láser reflejado es representativo de la distancia d2 entre el sensor 62.1 y la capa de revestimiento B1. El sensor 62.1 comunica la distancia d2 a la unidad 68, que la compara con el valor de referencia D. Si la distancia d2 es inferior a la distancia D, la unidad electrónica de mando 68 cierra la válvula 66.1 de la boquilla 60.1, como se simboliza en la figura 4 por una cruz.

[0045] En contraste, el haz láser F1 emitido por los demás sensores 62.2 a 62.i se refleja en un haz láser F'1 directamente por la superficie S a revestir. La distancia d1 medida por los sensores 62.2 a 62.i, por lo tanto, corresponde sustancialmente al valor de referencia D mencionado anteriormente. Por lo tanto, la unidad electrónica de mando 68 no cierra las válvulas 66.2 a 66.i correspondientes, como se simboliza por las gotas de producto en la figura 4. Por lo tanto, la segunda banda B2 tiene un ancho más pequeño que el de la primera banda B1.

[0046] Ventajosamente, los sensores de distancia 62.1 a 62.i miden, en cada momento t, la distancia de aplicación de cada una de las boquillas 60.1 a 60.i en el momento $t+\Delta t$. La unidad electrónica de mando 68 compara entonces cada uno de los valores medidos por los sensores 62.1 a 62.i con el valor de referencia D. La unidad electrónica de mando 68 cierra después todas las válvulas para las que la distancia medida por los sensores correspondientes sea inferior al valor de referencia D y abre las demás válvulas, es decir, todas las válvulas para las que la distancia medida por los sensores correspondientes sea sustancialmente igual al valor de referencia D.

[0047] Las figuras 6 a 8 muestran una segunda realización y una tercera realización de un aplicador 6 de acuerdo con la invención. A continuación, solo se mencionan las diferencias con respecto a la primera realización, en aras de brevedad. Además, todos los elementos del aplicador 6 conservan su referencia numérica.

[0048] En la segunda realización mostrada en las figuras 6 y 7, el aplicador 6 incluye solo un sensor de distancia 62, que está dispuesto en el lado de la primera boquilla 60.1. Este sensor de distancia 62 difiere de los sensores de distancia 62.1 a 62.i en que puede escanear con su haz láser una línea que se extiende en un plano perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador 6. El ángulo de exploración θ del sensor 62 es tal que el sensor de distancia 62 es capaz de determinar el perfil de distancia de las boquillas 60.1 a 60.i, es decir, medir la distancia de aplicación de varias boquillas sucesivas en puntos avanzados con respecto las mismas en el recorrido del aplicador 6.

[0049] Ventajosamente, el ángulo de exploración θ del sensor 62 es tal que el sensor de distancia 62 es capaz de medir la distancia de aplicación de cada una de las boquillas 60.1 a 60.i en los puntos avanzados con respecto a las mismas en el recorrido del aplicador 6.

[0050] Por ejemplo, el ángulo de exploración θ del sensor 62 puede estar entre 10° y 120° , preferiblemente del orden de 90° .

[0051] Una ventaja de este segundo modo es que se usa un solo sensor de distancia para todas las boquillas, lo que limita el coste del aplicador 6.

[0052] El procedimiento de aplicación del producto de revestimiento por medio del aplicador 6 de acuerdo con esta segunda realización difiere del método descrito anteriormente en relación con la realización de las figuras 1 a 5

en los siguientes puntos.

[0053] En la subetapa b1), el sensor de distancia 62 mide la distancia de aplicación de cada una de las boquillas 60.1 a 60.i en puntos avanzados con respecto a éstas en el recorrido A2 del aplicador 6. La unidad 5 electrónica de mando 68 recopila entonces estos valores del sensor 62.

[0054] Sobre la base de las distancias medidas por el sensor de distancia 62, la unidad electrónica de mando 68 establece un perfil de superficie sobre todo o parte del ancho de aplicación del aplicador 6, y por lo tanto, un perfil de espesor del revestimiento aplicado a la superficie. El perfil de superficie de la pieza corresponde a la intersección 10 entre la superficie S a revestir en un plano perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador 6. El denominado perfil de superficie es en realidad una línea.

[0055] Para un procedimiento de recubrimiento, es decir, que consiste en aplicar dos capas de producto de revestimiento de forma contigua, este perfil de espesor corresponde aproximadamente a una función escalonada 15 con un valor escalonado correspondiente al espesor de la capa de producto de revestimiento B1 aplicado a la superficie. La unidad electrónica de mando es capaz, al analizar los valores de distancia medidos por el sensor 62, de determinar la posición del borde B1.1 de la primera banda B1 a lo largo del perfil de la superficie.

[0056] En el ejemplo considerado, la superficie es plana, de modo que el perfil de la superficie se puede 20 comparar con una recta X-X' perpendicular a la dirección del movimiento del aplicador 6 y perpendicular a un eje de pulverización de las boquillas 60.1 a los 60.i. Se habla de un espesor frontal.

[0057] La posición del borde B1.1 corresponde a la posición del punto desde el cual se observa una variación neta en la distancia medida por el sensor 62, debiéndose esta variación a la presencia de la capa de producto de 25 revestimiento B1. La sensibilidad del sensor de distancia 62 es tal que la unidad electrónica de mando es capaz de detectar el espesor frontal independientemente de la geometría de la superficie a revestir, es decir, incluso para una superficie curvada. De hecho, la precisión del sensor 62 es inferior a 10 µm, en particular del orden de 1 µm.

[0058] Por lo tanto, la unidad electrónica de mando 68 cierra todas las válvulas que están dispuestas en un 30 primer lado del borde B1.1 y abre las válvulas que están dispuestas en el segundo lado del borde B1.1. El primer lado del borde B1.1 corresponde al lado donde la superficie S está revestida con el producto, a la izquierda del borde B1.1 en la figura 7, mientras que el segundo lado del borde B1.1 corresponde al lado donde la superficie S está desprovista producto de revestimiento, a la derecha del borde B1.1 en la figura 7. Por ejemplo, si la posición del 35 borde B1.1 a lo largo del eje X-X' determinada por la unidad electrónica de mando 68 está entre los puntos de aplicación de las boquillas 60.2 y 60.3, la unidad electrónica de mando 68 cierra las válvulas de las boquillas 60.1 y 60.2 y abre las demás válvulas.

[0059] Durante la segunda pasada del aplicador 6, por lo tanto, el producto de recubrimiento se deposita solo 40 en los lugares de la superficie S que no están recubiertos por la banda B1. Por lo tanto, es posible compensar un defecto de trayectoria del robot y garantizar una unión perfecta entre las dos bandas B1 y B2, sin sobremedida.

[0060] En el tercer modo, explicado a continuación en relación con la figura 8, el aplicador 6 comprende las 45 válvulas 66.1 a 66.i con flujo controlable, o válvulas proporcionales. En el ejemplo, las válvulas 66.1 a 66.i son válvulas piezoeléctricas cuya frecuencia de excitación se puede ajustar de acuerdo con el caudal deseado.

[0061] En una variante, las válvulas 66.1 a 66.i son electroválvulas de tipo obturador. El caudal de las 50 válvulas se controla entonces ajustando la frecuencia de apertura de las válvulas. De acuerdo con otra variante, también es posible utilizar válvulas de caudal variable.

[0062] A partir de los valores de distancia medidos por el sensor 62, la unidad electrónica de mando 68 55 establece un perfil de espesor de la capa de producto de revestimiento en un plano perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador y controla el caudal de las válvulas 66.1 a 66.i en función del grosor de la capa medida en cada uno de los puntos de aplicación de las boquillas. Más precisamente, el espesor de la capa se compara en cada punto con el espesor teórico de la capa de producto de revestimiento, registrándose este espesor teórico en la memoria de la unidad electrónica de mando.

[0063] Si, por ejemplo, el espesor calculado por la unidad 68 en un punto se encuentra entre el 0 y el 25% del espesor máximo e, el caudal de la válvula correspondiente corresponde al 100% del caudal máximo. Por otro lado, si el espesor calculado por la unidad 68 en un punto se encuentra entre el 25% y el 50% del espesor teórico, el caudal

de la válvula correspondiente corresponde al 75% del caudal máximo. Si el espesor calculado por la unidad 68 en un punto se encuentra entre el 50% y el 75% del espesor teórico, el caudal de la válvula correspondiente corresponde al 50% del caudal máximo. Finalmente, si el espesor calculado por la unidad 68 en un punto se encuentra entre el 75% y el 100% del espesor teórico, la válvula correspondiente se cierra.

5

[0064] El aplicador 6 de acuerdo con la tercera realización tiene la ventaja de que si el borde B1.1 de la banda B1 no es un borde limpio, por ejemplo, debido a la dispersión del producto de revestimiento, el caudal de las válvulas que pertenecen a las boquillas dispuestas para aplicar el producto de revestimiento en el borde B1.1 se controla para superar la falta de espesor en la unión.

10

[0065] Las figuras 9 a 12 muestran una cuarta realización y una quinta realización de un aplicador 6 de acuerdo con la invención. A continuación, solo se mencionan las diferencias con respecto a la primera realización, en aras de brevedad. Además, todos los elementos del aplicador 6 conservan su referencia numérica.

15 **[0066]** El aplicador 6 de las figuras 9 a 11, de acuerdo con la cuarta realización, difiere del de la primera realización por la programación de la unidad electrónica de mando 68. Esta programación particular de la unidad 68 está destinada a evitar desperdiciar producto de revestimiento aplicando producto de revestimiento al vacío. Esta programación es ventajosa en el caso en que el aplicador 6 se use para pintar una superficie que define el borde de una pieza, como por ejemplo, un borde longitudinal del techo de un coche.

20

[0067] A continuación en la descripción, se considera que el aplicador 6 está orientado de modo que la primera boquilla 60.1 sea la boquilla de la fila más cercana al borde S.1 de la superficie a revestir S. Durante la aplicación de producto de revestimiento, el aplicador 6 se desplaza a lo largo del borde de la pieza a revestir, como se muestra por la flecha A3 en la figura 9. El sensor 62.1 asociado con la primera boquilla 60.1 luego mide, en cada momento t, la distancia que lo separa del primer objeto en el que se refleja el haz F3 que emite. Para ello, evalúa el tiempo entre la emisión del haz láser F3 y la recepción del haz láser reflejado F'3. Esta distancia corresponde a la distancia de aplicación de la primera boquilla 60.1 en un momento $t+\Delta t$.

25

[0068] Si esta distancia es sustancialmente superior al valor de referencia D, significa que, en el momento $t+\Delta t$, la pieza a revestir no estará en el campo de aplicación de la boquilla 60.1. La unidad electrónica de mando 68 cierra entonces la válvula 66.1 de la primera boquilla 60.1 para no aplicar producto de revestimiento a través de la boquilla 60.1 en el momento $t+\Delta t$ y, por lo tanto, evitar el desperdicio del producto de revestimiento. En esta segunda realización, los sensores 62.2 a 62.i y las válvulas 66.2 a 66.i también son opcionales para la realización de la invención.

30

[0069] Ventajosamente, los sensores de distancia 62.1 a 62.i miden dinámicamente la distancia de aplicación de cada una de las boquillas 60.1 a 60.i en un punto avanzado en el recorrido del aplicador 6. Por lo tanto, el robot 2 determina, en tiempo real, si la distancia medida por cada uno de los sensores 62.1 a 62.i es superior al valor de referencia D. La unidad electrónica de mando 68 cierra entonces todas las válvulas para las que la distancia medida por los sensores correspondientes exceda sustancialmente el valor de referencia D y abre las demás válvulas, es decir, todas las válvulas para las que la distancia medida por los sensores correspondientes sea sustancialmente igual al valor de referencia D.

35

[0070] El control de cada una de las válvulas 66.1 a 66.i en función de las distancias medidas por sus respectivos sensores permite aplicar un producto de revestimiento en superficies muy curvadas, como la superficie S de las figuras 9 y 10, que delimita un borde curvilíneo S.1, mientras se desplaza el aplicador 6 en línea recta sin perder el producto de revestimiento.

45

[0071] El aplicador 6 de la figura 12, de acuerdo con la quinta realización, difiere del de la primera realización en que comprende, además, una segunda fila de sensores de distancia, respectivamente con la referencia 63.1 a 63.i, que están dispuestos perpendicularmente al desplazamiento A4 del aplicador 6. Los sensores 63.1 a 63.i son sensores de medición de espesor dispuestos retrasados con respecto a las boquillas 60.1 a 60.i en el recorrido del aplicador 6. Por lo tanto, la posición de las boquillas 60.1 a 60.i en el momento t corresponde a la posición de los sensores 63.1 a 63.i en el momento $t+\Delta t'$, donde $\Delta t'$ es una duración que depende de la velocidad de desplazamiento del aplicador 6 y la distancia $d6'$ entre la fila de boquillas 60.1 a 60.i y la fila de sensores 62.1 a 62.i, que se mide en paralelo a la dirección de desplazamiento del aplicador 6. En el caso en que la distancia $d6'$ sea igual a la distancia $d6$ definida anteriormente, la duración $\Delta t'$ es igual a la duración Δt . De lo contrario, la duración Δt y $\Delta t'$ son diferentes. Los sensores de distancia 63.1 a 63.i son idénticos a los sensores de distancia 62.1 a 62.i, y permiten medir el espesor de la película de producto de revestimiento aplicada por el aplicador 6. Para ello, el

50

55

aplicador de distancia 63.1 a 63.i transmite la distancia que mide a la unidad electrónica de mando 68, que compara las distancias medidas con el valor de referencia D para determinar el espesor de la película de producto de revestimiento aplicada a la superficie S. Por lo tanto, los sensores 63.1 a 63.i permiten controlar la uniformidad del espesor de la película depositada por el aplicador 6.

[0072] Ventajosamente, en el caso de que los sensores 63.1 a 63.i detecten zonas de la superficie S en las que el espesor de la película de producto de revestimiento es menor con respecto al espesor deseado, el aplicador 6 puede realizar una nueva pasada, para dejar uniforme el espesor del producto de revestimiento aplicado a la superficie S.

[0073] Como una variante aplicable a la quinta realización, el aplicador 6 comprende solo un sensor de medición de espesor, comparable al sensor de distancia 62.

[0074] En la figura 13 se muestra un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con una sexta realización de la invención. A continuación, solo se describen las diferencias con respecto a la primera realización, en aras de brevedad.

[0075] El aplicador de la figura 13 está diseñado para compensar el efecto de la gravedad g en las gotas de producto expulsadas a través de las boquillas 60.1 a 60.i.

[0076] De hecho, cuando el cabezal de impresión 6 está en la configuración de las figuras 1 a 12, el efecto de la gravedad g es despreciable en la dirección de las gotas de producto de revestimiento expulsado a través de las boquillas 60.1 a 60.i. Sin embargo, cuando el cabezal de impresión 6 está inclinado 90°, como se muestra en la figura 13, las gotas de producto de revestimiento se desvían, bajo el efecto de la gravedad g, con respecto al eje de pulverización de las boquillas, que es horizontal en el ejemplo. La desviación de las gotas puede provocar defectos en el recubrimiento y/o zonas de sobremedida.

[0077] Para evitar esto, el aplicador 6 se vuelve a colocar cuando la superficie S a revestir es vertical o inclinada. Esta etapa de reposicionamiento consiste en desplazar el aplicador 6 con una cierta amplitud y en una dirección A5 paralela a un eje de la fila de boquillas 60.1 a 60.i para compensar la desviación del producto de revestimiento debido a la gravedad g. Por lo tanto, la dirección A5 de este desplazamiento compensatorio está orientada hacia arriba. También es perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador que, en el ejemplo de la figura 13, es perpendicular al plano de la figura 13.

[0078] La amplitud de desplazamiento del aplicador 6 durante la etapa de reposicionamiento se calcula dinámicamente en función de la inclinación del aplicador 6 con respecto al suelo, la distancia de aplicación de las boquillas 60.1-60.i, la velocidad de expulsión del producto a través de las boquillas y el tamaño de las gotas del producto de revestimiento, entendiéndose que el tamaño de las gotas corresponde al tamaño de las boquillas 60.1 a 60.i. Todos estos parámetros se registran en la memoria en el controlador del robot 2, que no se muestra en las figuras. El valor de inclinación del aplicador 6 con respecto al suelo se actualiza automáticamente de acuerdo con la orientación del aplicador 6 en la referencia de "herramienta".

[0079] La amplitud del desplazamiento compensatorio, u "offset", también se puede extraer de un gráfico preliminar, en el que se registran todos los valores de desplazamiento a aplicar para compensar el efecto de la gravedad en función de los diferentes parámetros influyentes.

[0080] La etapa de reposicionamiento se realiza por el robot multieje 2. Más precisamente, la amplitud de desplazamiento compensatorio se calcula por el controlador del robot, el cual envía una señal de control al accionador del brazo de robot para desplazar el aplicador en la dirección prevista y con la amplitud esperada.

[0081] En una variante aplicable a esta sexta realización, la unidad electrónica de mando 68 está programada para cerrar la válvula de la boquilla o boquillas capaces de proyectar, debido a la gravedad, el producto de revestimiento en una zona Z1 de la superficie S ya revestida. En el ejemplo de la figura 13, el aplicador 6 se desplaza a una altura tal que las boquillas 60.1 y 60.2 son capaces de proyectar gotas de producto en la zona Z1 ya recubierta por la banda B1 del producto de revestimiento. Por lo tanto, las válvulas 66.1 y 66.2 están cerradas. Las válvulas que deben cerrarse se identifican principalmente de acuerdo con la altura del aplicador 6 con respecto a la banda B1 del producto de revestimiento que recubre una parte de la superficie S. También se deben tener en cuenta otros parámetros, tales como la inclinación del aplicador 6 con respecto al suelo, la distancia de aplicación de las boquillas, la velocidad de expulsión del producto a través de las boquillas y el tamaño de las gotas de producto de

revestimiento. La altitud del aplicador 6 es un parámetro teórico controlado por el controlador del robot. Una ventaja de esta variante es que resuelve el problema de la desviación de las gotas del producto de revestimiento bajo el efecto de la gravedad sin utilizar un robot muy preciso, ya que no hay desplazamiento compensatorio.

5 **[0082]** En la figura 14 se muestra un aplicador de producto de revestimiento de acuerdo con una séptima realización de la invención. A continuación, solo se describen las diferencias con respecto a las demás realizaciones en aras de la brevedad.

10 **[0083]** El aplicador de la figura 14 está diseñado para obtener un recubrimiento impecable, incluso sobre una superficie curvada S. De manera comparable a la tercera realización, el aplicador 6 de la figura 14 comprende válvulas proporcionales.

[0084] En la etapa b) descrita anteriormente, cada boquilla 60.k entre las boquillas 60.1 a 60.i está diseñada para revestir una cierta porción Sk de la superficie S, siendo k un número entero natural entre 1 e i.

15 **[0085]** Por ejemplo y con referencia a la figura 14, la boquilla 60.2 está diseñada para revestir la porción S2 de la superficie S durante el desplazamiento del aplicador 6, mientras que la boquilla 60.6 está diseñada para revestir la porción S6 de la superficie S. En el plano de la figura 14, estas porciones de superficie aparecen en forma de segmentos en líneas en negrita. Las porciones respectivas de las boquillas 60.1 a 60.i están contiguas. El ancho de las porciones de superficie Sk depende del ancho de las boquillas y del coeficiente de dispersión. Cuando la parte de superficie Sk es sustancialmente perpendicular al eje de pulverización de las boquillas, el área de la porción de superficie Sk corresponde sustancialmente al área de la superficie revestida, bajo un caudal nominal, una vez dispersada la gota resultante de la boquilla de 60.k.

25 **[0086]** En contraste, cuando la porción de superficie Sk no es perpendicular al eje de pulverización de las boquillas, como es el caso, por ejemplo, de la porción de superficie S2 con respecto a la boquilla 60.2, el área de la superficie revestida, a un caudal nominal, es inferior al área de la porción de superficie Sk a revestir. Por lo tanto, hay un defecto de recubrimiento.

30 **[0087]** Para superar este defecto de recubrimiento, el caudal de cada boquilla 60.k entre las boquillas 60.1 a 60.i se controla en función de la inclinación de la porción de superficie respectiva Sk con respecto a un plano perpendicular a la dirección de pulverización de las boquillas 60.1 a 60.i. En la configuración de la figura 14, este plano es horizontal.

35 **[0088]** El caudal aplicado es tanto más importante cuanto la porción de la superficie a revestir esté inclinada, para compensar la falta de producto de revestimiento.

[0089] La inclinación de cada porción de superficie Sk con respecto al plano perpendicular al eje de rociado de las boquillas se calcula mediante la unidad electrónica de mando 68 mediante la determinación de la diferencia de distancia ΔD_k , medida paralela al eje de pulverización de las boquillas 60.1 a 60.i, entre dos puntos finales Sk.1 y Sk.2 de cada porción de superficie Sk. Estos dos puntos están dispuestos, a lo largo del perfil de la superficie, en líneas de contorno opuestas de la porción de superficie Sk, extendiéndose estas líneas de contorno paralelas a la dirección de desplazamiento del aplicador 6.

45 **[0090]** En la figura 14, los puntos finales de la porción de superficie S2 se representan con las referencias S2.1 y S2.2, siendo la diferencia entre estos dos puntos representada por la medida ΔD_2 correspondiente a la diferencia entre la distancia D1 y la distancia D2. Para el caso de la porción de superficie S2, la unidad electrónica 68, por lo tanto, compara una distancia D1, medida paralela al eje de pulverización de las boquillas, entre el punto S2.1 y el sensor de distancia y una distancia D2, medida en paralelo al eje de pulverización de las boquillas, entre el punto S2.2 y el sensor de distancia.

[0091] Por lo tanto, el caudal de producto de revestimiento que fluye a través de una boquilla 60.k es tanto mayor cuanto la diferencia de distancia ΔD_k sea alta. Ventajosamente, la relación entre el caudal y la diferencia de distancia ΔD_k es una relación de tipo lineal.

55 **[0092]** Por ejemplo, como se muestra en la figura 14, la porción de superficie S6 a recubrir por la boquilla 60.6 tiene un área más pequeña que la porción de superficie S2 a recubrir por la boquilla 60.2. Por lo tanto, el caudal de producto de revestimiento aplicado por la boquilla 60.2 es mayor que el caudal de producto de revestimiento aplicado por la boquilla 60.6.

[0093] En una variante no mostrada, el aplicador 6 comprende varias filas de boquillas alineadas entre sí.

[0094] De acuerdo con otra variante aplicable a la quinta realización, el aplicador 6 comprende además una segunda fila de boquillas dispuestas aguas abajo del sensor o sensores 63.1 a 63.i en el recorrido del aplicador 6. En otras palabras, la segunda fila de boquillas está dispuesta retrasada con respecto a cada sensor de medición de espesor 63.1-63.i en el recorrido A4 del aplicador 6. Esta segunda fila de boquillas también incluye i boquillas, que se distribuyen de manera idéntica en la fila de boquillas 60.1 a 60.i. Esta segunda fila de boquillas permite compensar cualquier falta de recubrimiento, o falta de espesor, detectada por el sensor o sensores 63.1 a 63.i y, por lo tanto, homogeneizar el espesor de la capa de producto de revestimiento aplicada sin hacer recorridos de ida y vuelta. Tal falta de espesor puede producirse cuando una boquilla de la primera fila, es decir, la fila aguas arriba de las boquillas 60.1 a 60.i, está obstruida, o al menos presenta un mal funcionamiento. La falta de espesor también puede ocurrir durante el revestimiento de una superficie curvada, como se muestra en la figura 14 en relación con la séptima realización, o durante un recubrimiento defectuoso en la unión entre dos bandas de producto de revestimiento. Otra ventaja de esta variante es que el control de las válvulas 66.1 a 66.i de la primera fila de boquillas se puede simplificar porque los defectos de recubrimiento se pueden corregir casi instantáneamente.

[0095] De acuerdo con otra variante no mostrada, el aplicador 6 comprende una sola válvula 66.1, correspondiente a la válvula de la primera boquilla 60.1 de la fila. En este caso, el aplicador 6 comprende solo un sensor 62.1 diseñado para medir la distancia de aplicación de la primera boquilla 60.1 en un punto avanzado con respecto a la misma en el recorrido del aplicador 6.

[0096] De acuerdo con otra variante no mostrada, solo la primera boquilla 60.1 y la última boquilla 60.i de la fila comprenden una válvula, respectivamente 66.1 y 66.i. En este caso, el aplicador comprende solo dos sensores de distancia, respectivamente 62.1 y 62.i, diseñados para medir respectivamente la distancia de aplicación de la primera boquilla 60.1 y la última boquilla 60.i en un punto avanzado en el recorrido del aplicador 6.

[0097] De acuerdo con otra variante no mostrada, pueden contemplarse otros tipos de sensores de distancia, como sensores de ultrasonidos.

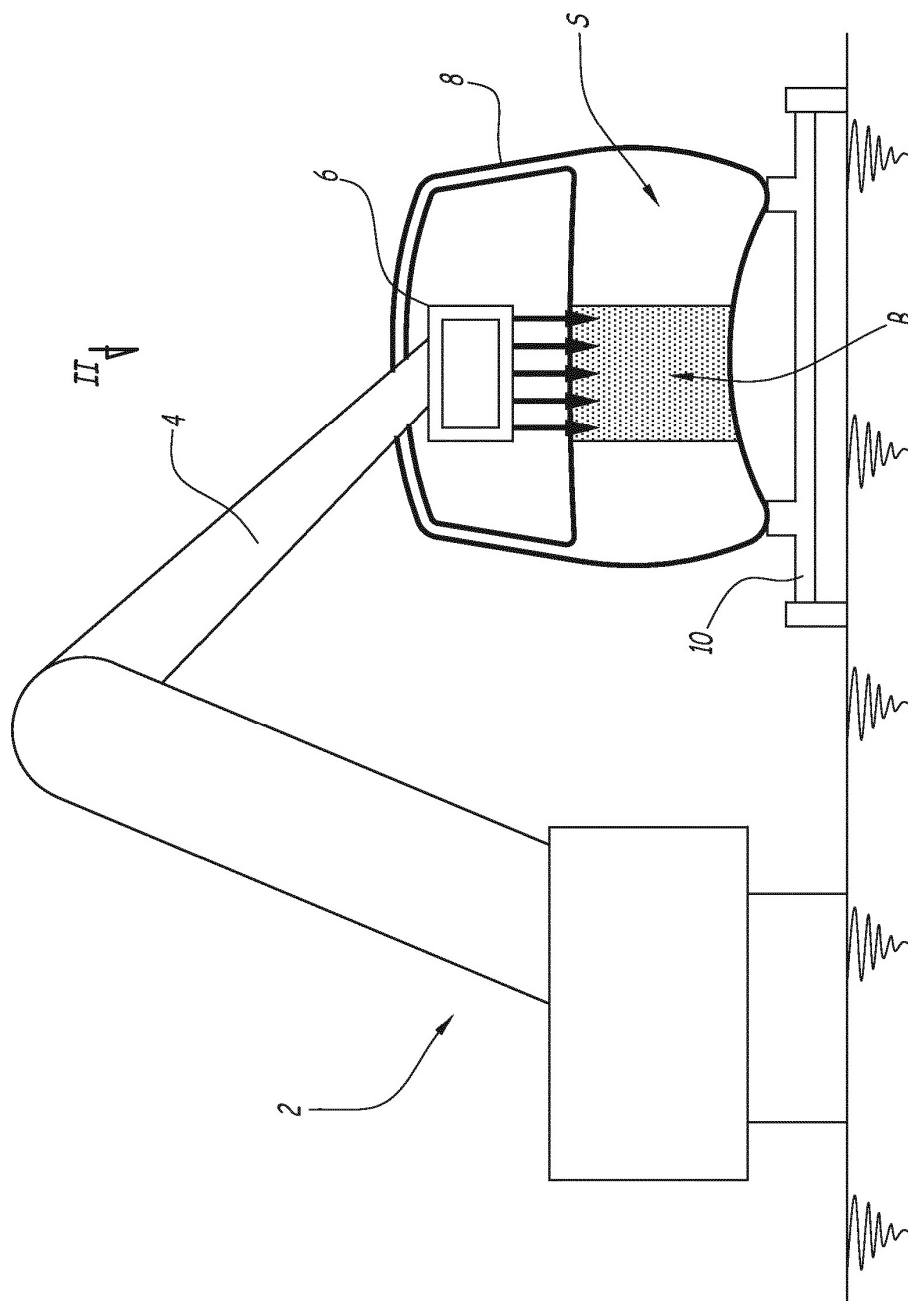
[0098] Las características de las variantes y realizaciones de la invención mencionadas anteriormente se pueden combinar entre sí para generar nuevas realizaciones de la invención.

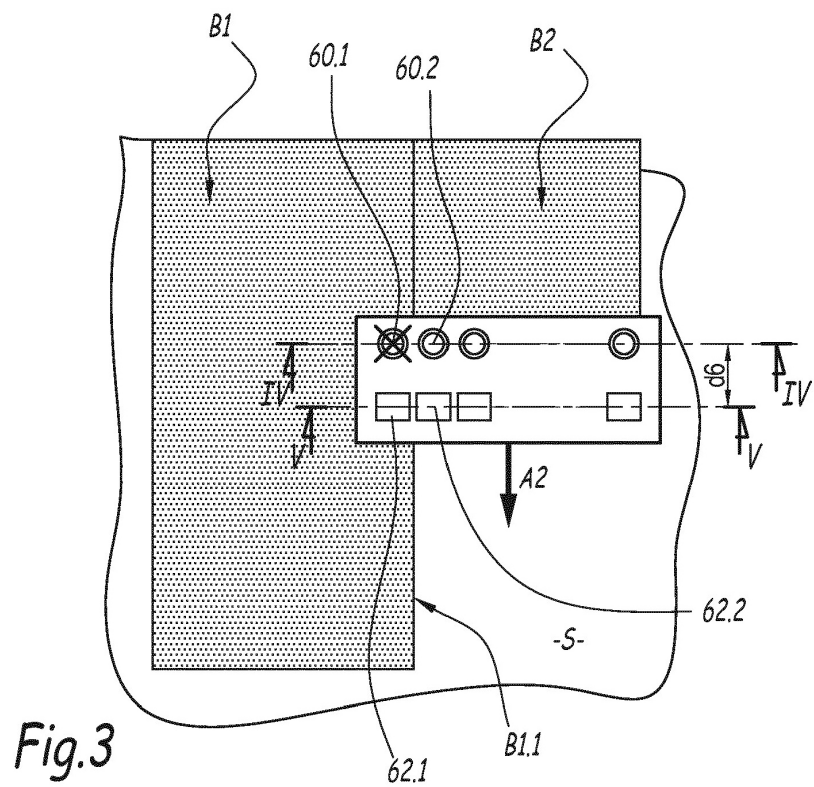
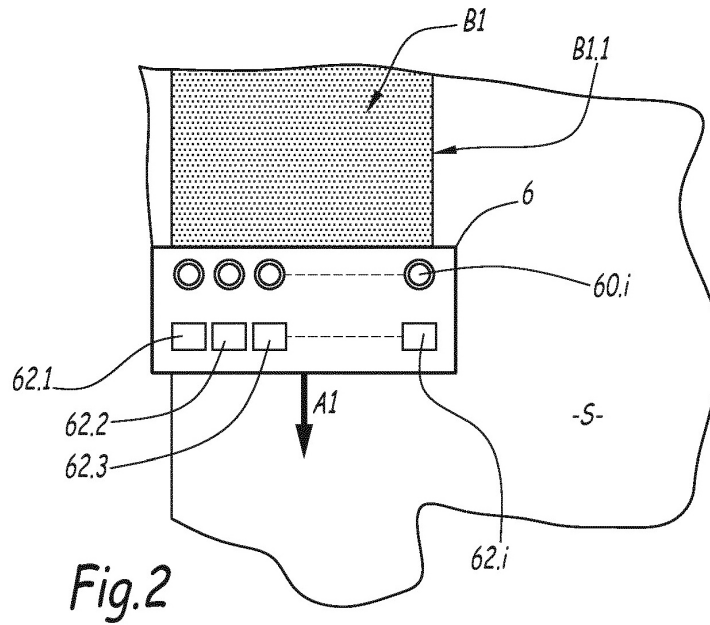
REIVINDICACIONES

1. Aplicador (6) de un producto de revestimiento sobre una superficie a revestir (S), que comprende al menos una fila de boquillas (60.1 - 60.i), entre las cuales al menos la primera boquilla (60.1) en la fila incluye una
5 válvula (66.1), comprendiendo además el aplicador,
 - al menos un sensor de distancia (62; 62.1), para medir una distancia de aplicación (d2) de la primera boquilla (60.1) en un punto avanzado ($t+\Delta t$) con respecto a ésta en un recorrido (A2, A4) del aplicador, y
 - una unidad electrónica de mando (68) de la válvula (66.1), que está programada para realizar las siguientes
10 etapas:
 - i) recopilar la distancia (d2) medida por el sensor de distancia,
 - ii) en función del valor de la distancia recolectada en la etapa i), abrir o cerrar la válvula (66.1), tal como:
- 15 - cada boquilla (60.1-60.i) en la fila comprende una válvula (66.1-66.i),
 - el sensor de distancia (62) puede medir la distancia de aplicación de al menos ciertas boquillas en la fila en puntos respectivos avanzados con respecto a éstas en el recorrido (A2, A4) del aplicador, estando el aplicador **caracterizado porque**:
 - el sensor de distancia (62; 62.1-62.i) es un sensor láser, que comprende una célula que emite un rayo láser (F1, F2, F3) y una célula que recibe un haz láser reflejado (F'1, F'2, F'3), y
 - el sensor de distancia (62) es capaz de escanear, con su haz, una línea perpendicular a la dirección de desplazamiento del aplicador, para medir la distancia de aplicación de al menos ciertas boquillas de la fila, en puntos avanzados con respecto a éstas en el recorrido (A2, A4) del aplicador.
- 25 2. Aplicador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad electrónica de mando (68) está programada para recopilar las distancias (d2) medidas por el sensor de distancia, a fin de determinar un perfil de la superficie (S) a revestir sobre todo o parte del ancho de aplicación del aplicador, analizar el perfil de superficie para detectar la posición de un borde de una capa de producto de revestimiento a lo largo del perfil de la superficie, abrir todas las válvulas de las boquillas que están dispuestas en un lado del borde, y cerrar las válvulas
30 dispuestas en el otro lado del borde a lo largo del perfil de la superficie.
3. Aplicador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** las válvulas (66.1-66.i) son válvulas proporcionales, y **porque** la unidad electrónica de mando (68) está programada para establecer un perfil de espesor de la capa de producto de revestimiento en un plano perpendicular en la dirección de desplazamiento del
35 aplicador y para controlar el caudal de las válvulas (66.1- 66.i) en función del espesor de la capa medida en cada uno de los puntos de aplicación de las boquillas (60.1-60.i).
4. Aplicador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada válvula (66.1 - 66.i) es una válvula piezoeléctrica, cuyo caudal depende de la frecuencia de excitación de la válvula.
40
5. Aplicador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad electrónica de mando (68) está programada para cerrar la válvula (66.1) de la primera boquilla (60.1) cuando la distancia (d2) medida por el sensor (62.1) es sustancialmente superior a un valor de referencia (D).
- 45 6. Aplicador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aplicador comprende además al menos un sensor de medición de espesor (63.1-63.i), configurado para medir respectivamente el espesor de la película de producto de revestimiento aplicada por las boquillas (60.1-60.i) en puntos alejados con respecto a éstas en el recorrido del aplicador.
- 50 7. Aplicador de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** comprende otra fila de boquillas, dispuesta retrasada con respecto a cada sensor de medición de espesor (63.1-63.i) en el recorrido (A4) del aplicador (6).
8. Robot multieje (2), que comprende un brazo móvil (4) en el que está montado un aplicador (6) de
55 acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
9. Procedimiento para aplicar un producto de revestimiento (B) en la superficie (S) de una pieza (8), estando este procedimiento implementado por medio de un aplicador que comprende al menos una fila de boquillas (60.1: 60.i), entre las que al menos la primera boquilla (60.1) en la fila incluye una válvula (66.1), comprendiendo

este procedimiento las etapas que consisten en:

- a) desplazar el aplicador (6) a lo largo de una primera dirección (A1) para aplicar una primera capa de producto de revestimiento (B1),
- 5 b) desplazar el aplicador (6) a lo largo de una segunda dirección (A2) sustancialmente paralela a la primera dirección para aplicar una segunda capa de producto de revestimiento (B2) de manera contigua a la primera capa (B1), estando este procedimiento **caracterizado porque** la etapa b) comprende subetapas que consisten en:
 - b1) medir al menos una distancia de aplicación (d2) de la primera boquilla (60.1) en un punto avanzado (t+Δt) con respecto a ésta en un recorrido (A2) del aplicador, y
 - 10 b2) en función de la distancia de aplicación medida, abrir o cerrar la válvula (66.1).
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** la subetapa b1) consiste en recopilar distancias de aplicación (d1, d2) de al menos ciertas boquillas en la fila en puntos respectivamente avanzados con respecto a éstas en el recorrido del aplicador, con el fin de determinar un
15 perfil de la superficie (S) a revestir sobre toda o parte de la anchura de aplicación del aplicador (6), mientras que la subetapa b2) consiste en analizar el perfil de superficie para detectar la posición de un borde (B1.1) de la primera capa de producto de revestimiento (B1) a lo largo del perfil de la superficie (S), y abrir todas las válvulas de las boquillas que están dispuestas en un lado del borde (B1.1), cerrar las válvulas dispuestas en el otro lado del borde (B1.1) a lo largo del perfil de la superficie (S).
20
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** las válvulas (66.1-66.i) son válvulas proporcionales, y **porque** la etapa b) comprende otras subetapas que consisten en:
 - i. establecer un perfil de espesor de la capa de producto de revestimiento a lo largo del eje (X-X'), y
 - 25 ii. controlar el caudal de las válvulas en función del espesor de la capa en cada uno de los puntos avanzados.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende además una etapa que consiste en reposicionar (A5) el aplicador (6) cuando la superficie (S) está vertical o inclinada, y en que esta etapa de reposicionamiento consiste en desplazar (A5) el aplicador (6) con una cierta amplitud y a lo largo de una
30 dirección paralela a un eje de la fila de boquillas (60.1: 60.i) para compensar la desviación del producto de revestimiento debido a la gravedad.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** la amplitud de desplazamiento del aplicador (6) durante la etapa de reposicionamiento se calcula dinámicamente en función de la
35 inclinación del aplicador (6) con respecto al suelo, la distancia de aplicación de las boquillas (60.1-60.i), la velocidad de expulsión del producto a través de las boquillas, y el tamaño de las boquillas, o se extrae de un gráfico preliminar.
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende además una etapa que consiste en cerrar la válvula (66.1, 66.2) de la una o más boquillas (60.1, 60.2) que pueden proyectar, debido a
40 la gravedad, el producto de revestimiento en una zona (Z1) de la superficie (S) revestida por la primera capa de producto de revestimiento (B1).
15. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado porque** las válvulas (66.1-66.i) son válvulas proporcionales, y **porque** la etapa b) comprende además las siguientes
45 subetapas:
 - i. evaluar la inclinación de la porción de superficie (Sk) que se pretende cubrir por cada boquilla con respecto a un plano perpendicular a un eje de pulverización de las boquillas, y
 - ii. controlar el caudal de producto de revestimiento aplicado por cada boquilla en función de la inclinación de la
50 porción de superficie (Sk) que se pretende cubrir por la boquilla correspondiente.





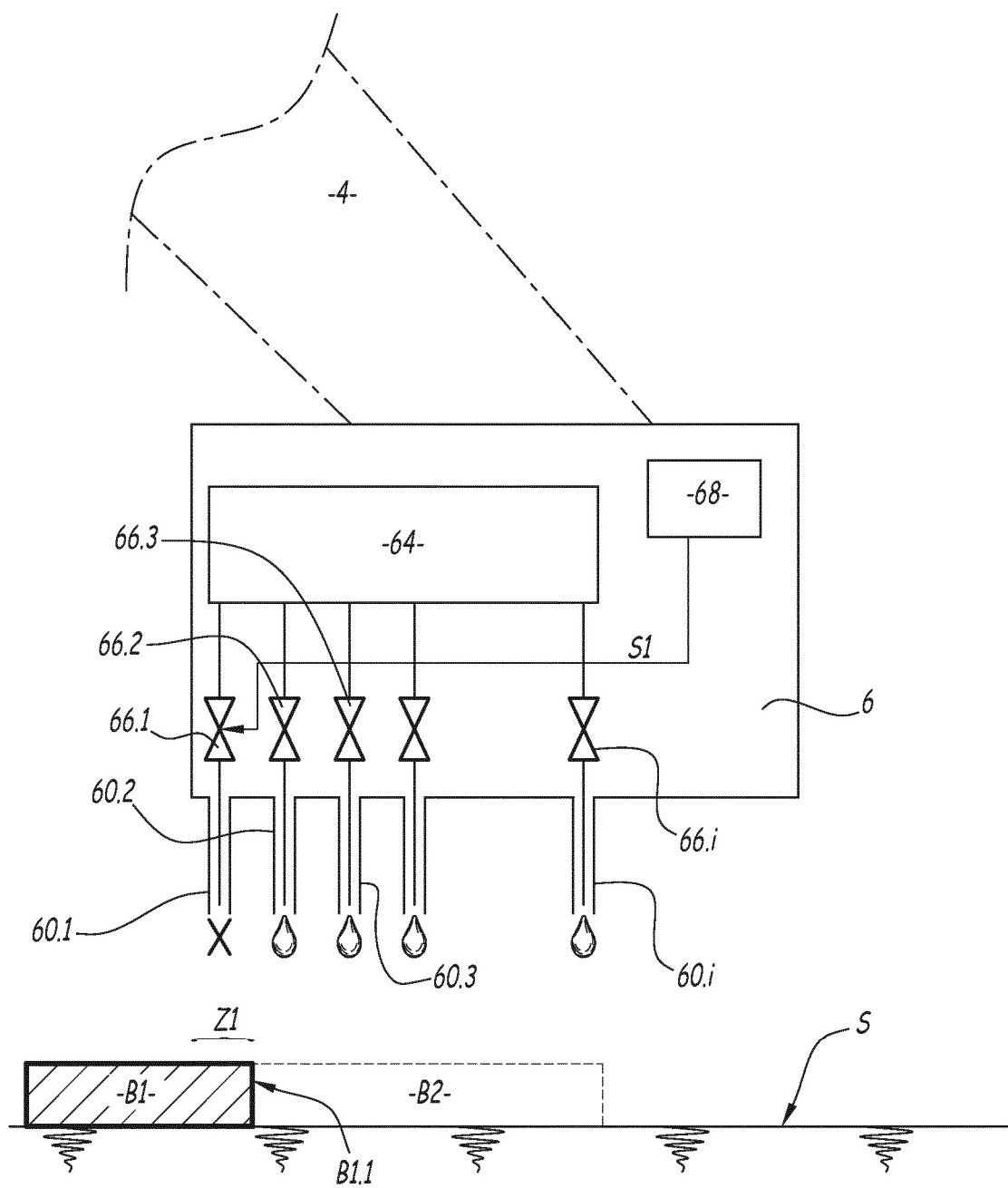


Fig.4

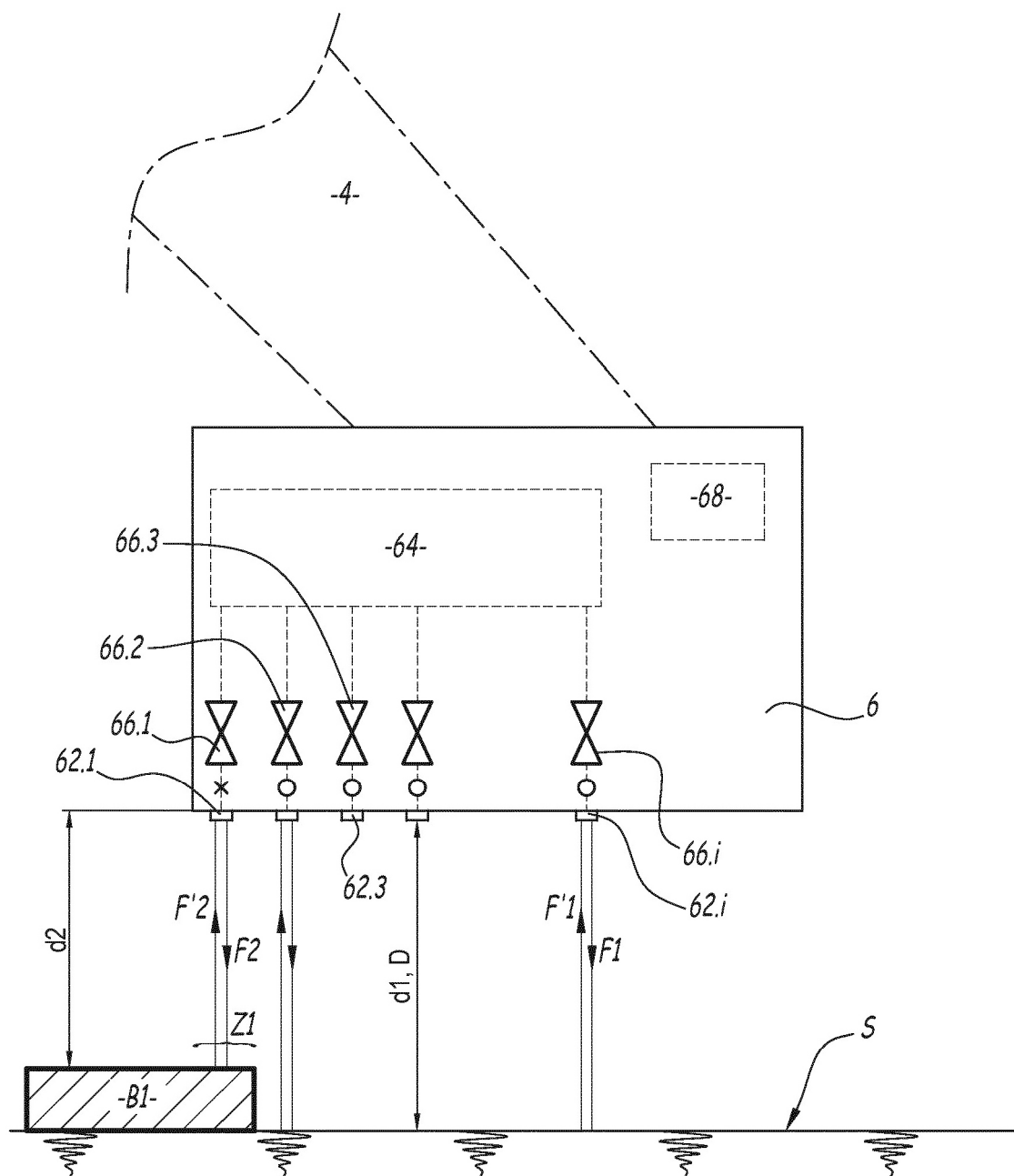
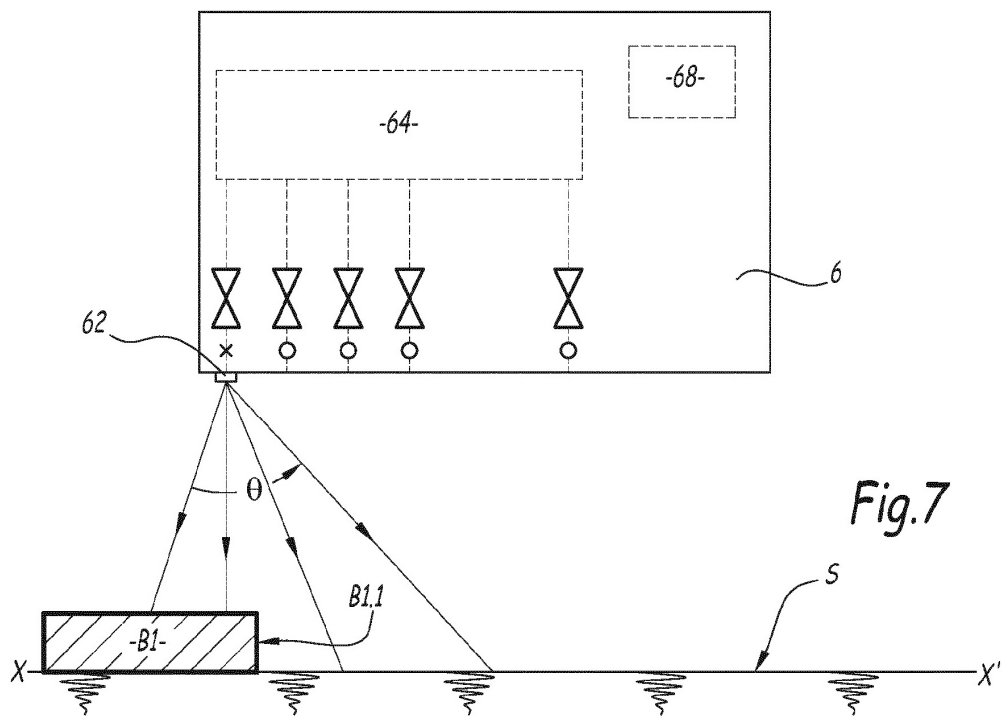
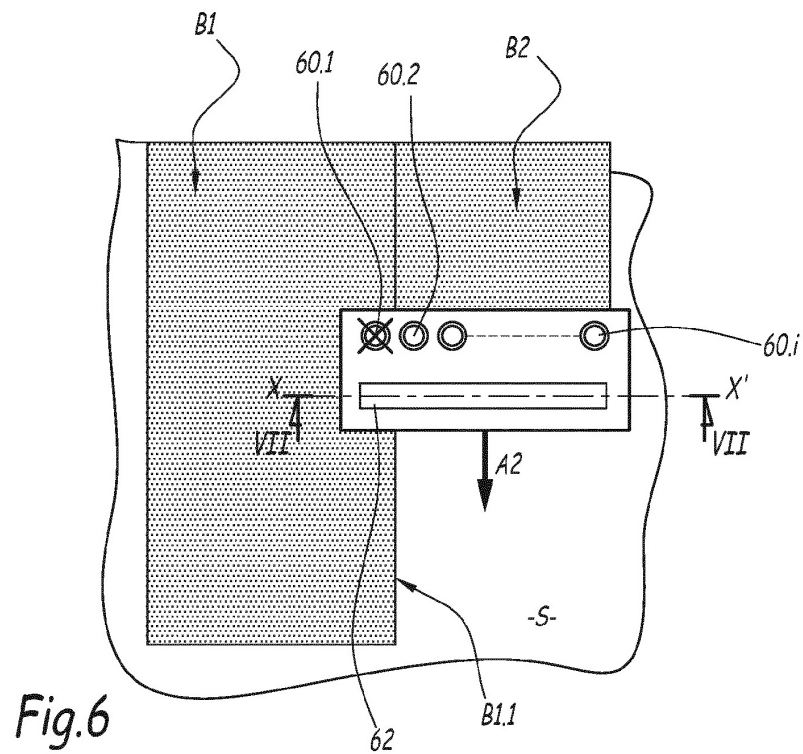


Fig.5



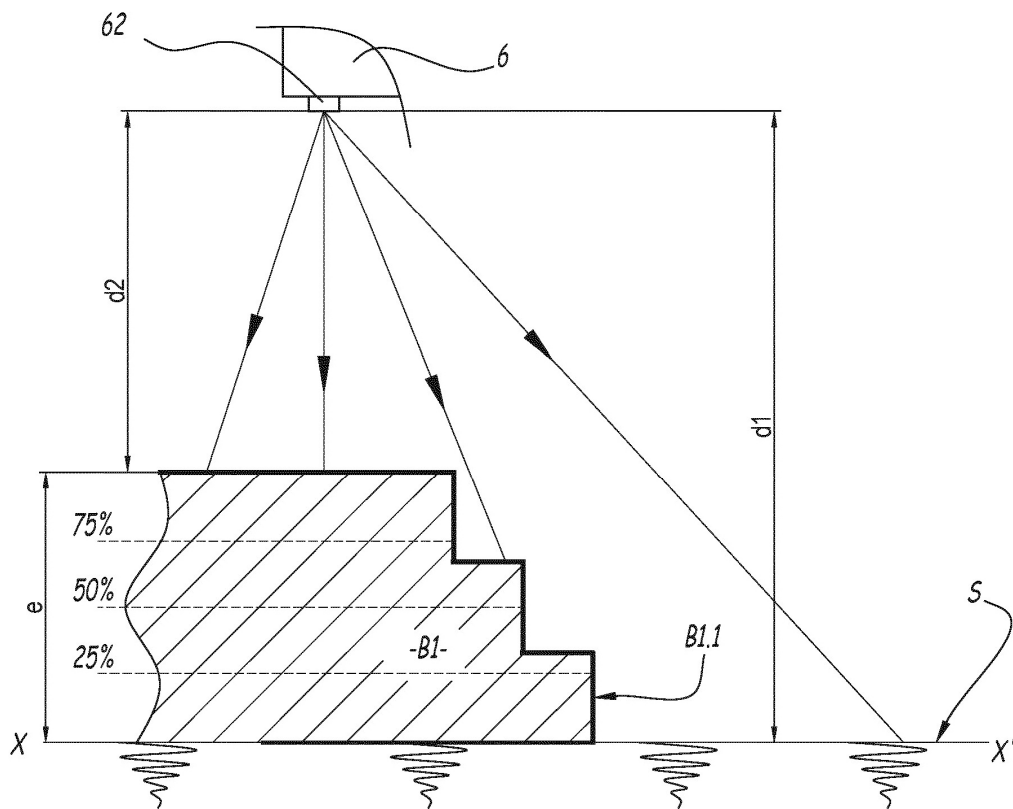
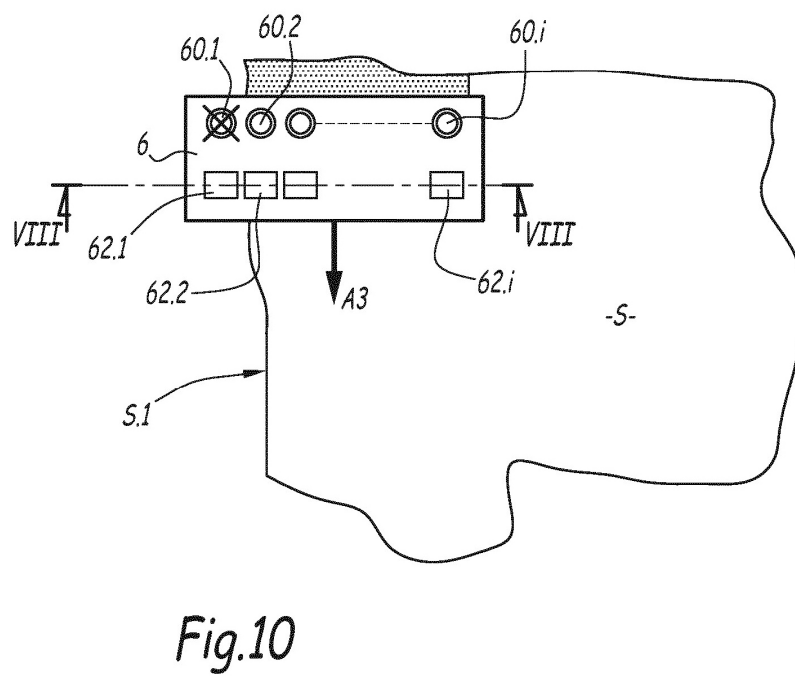
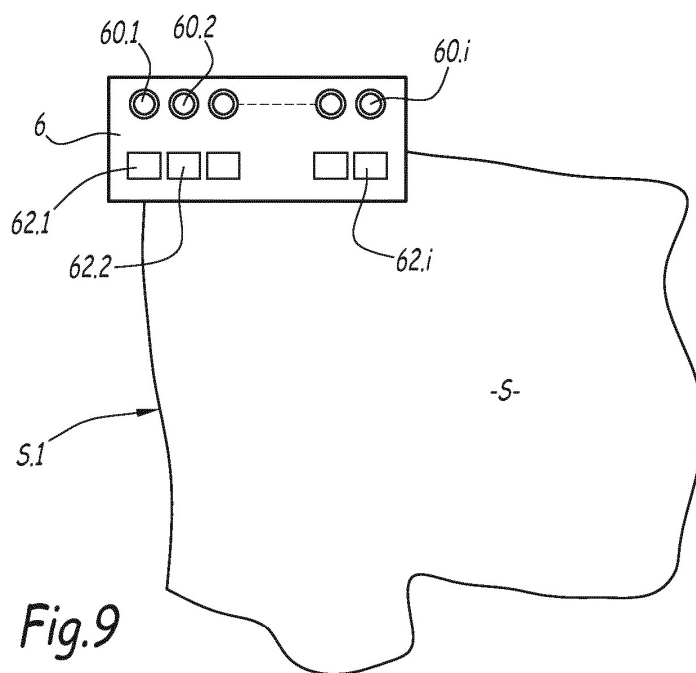


Fig.8



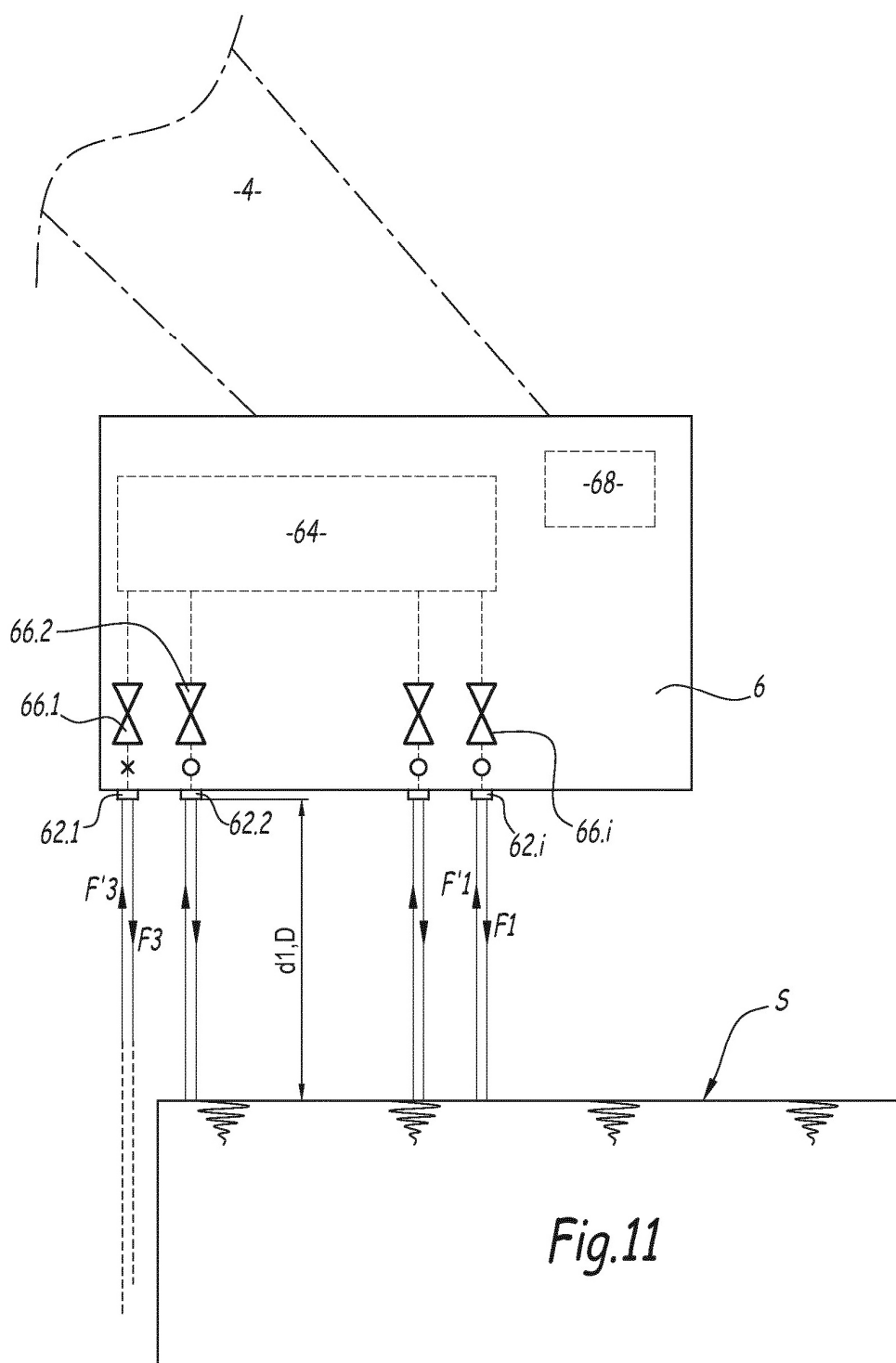


Fig.11

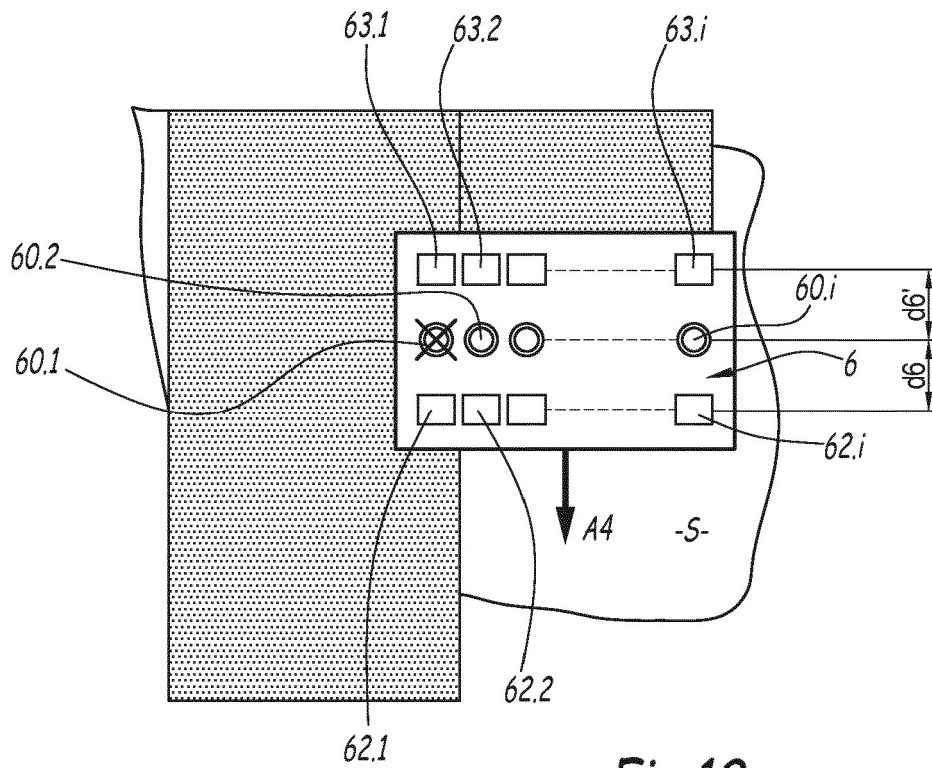


Fig.12

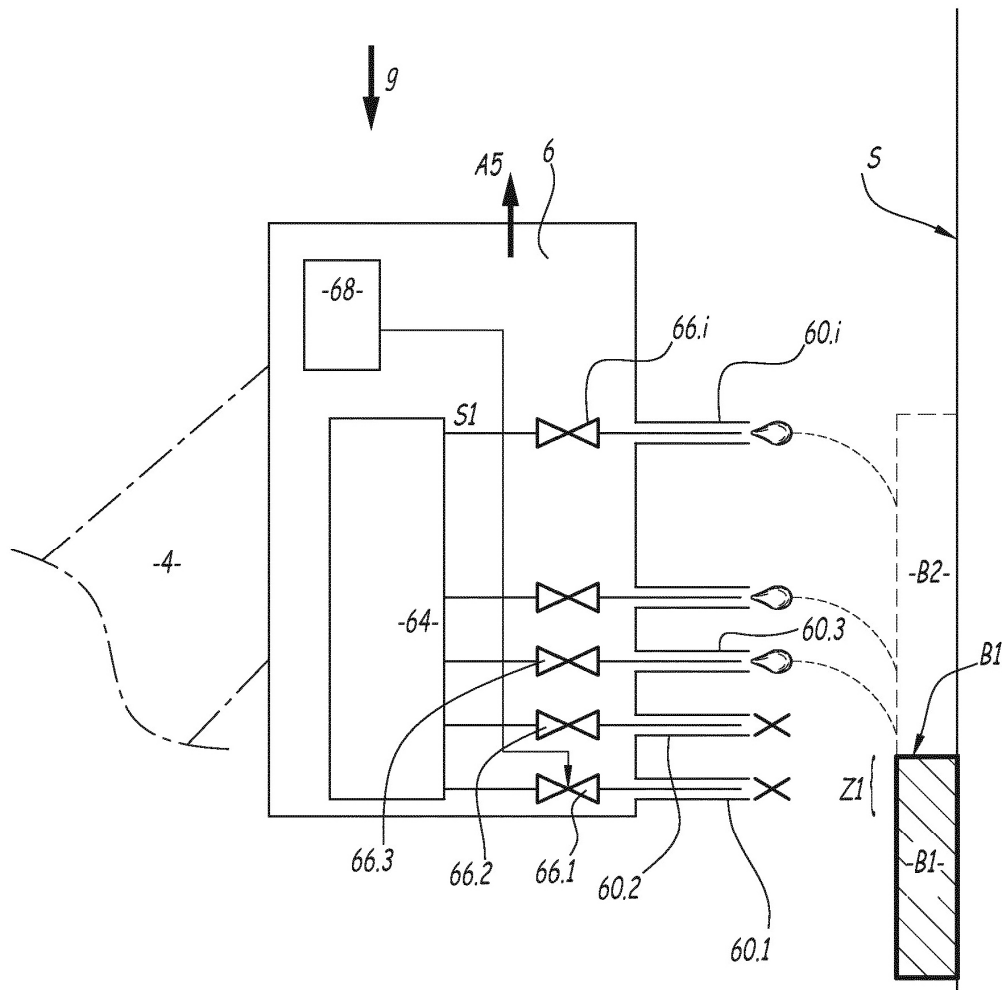


Fig.13

