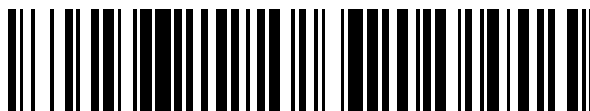


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 762**

51 Int. Cl.:

F04C 25/02 (2006.01)

F04C 18/16 (2006.01)

F04C 28/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2014 PCT/EP2014/056938**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15144254**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2014 E 14715334 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3123030**

54 Título: **Procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío y sistema de bombas de vacío**

30 Prioridad:

24.03.2014 WO PCT/EP2014/055822

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

06.04.2020

73 Titular/es:

**ATELIERS BUSCH S.A. (100.0%)
Rue des Moissons Zone Industrielle
2906 Chevenez, CH**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, DIDIER;
LARCHER, JEAN-ERIC y
ILTCHEV, THÉODORE**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 752 762 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

Procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío y sistema de bombas de vacío.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento de bombeo que permite mejorar el rendimiento en cuanto a caudal y al vacío final en un sistema de bombas de vacío en el que la bomba principal es una bomba de vacío seca de tipo de tornillo, reduciendo al mismo tiempo la temperatura de los gases de salida y su consumo de energía eléctrica. Del mismo modo, la presente invención se refiere a un sistema de bombas de vacío que puede ser utilizado para realizar el procedimiento según la presente invención.

Técnica anterior

15 Las tendencias generales de aumento de las prestaciones de las bombas de vacío, de reducción de costes de las instalaciones y del consumo de energía en las industrias tales como la química, la farmacéutica, las deposiciones al vacío, los semiconductores, etc. han proporcionado una evolución significativa en cuanto a prestaciones, economía de energía, volumen ocupado, en los accionamientos, etc.

20 El estado de la técnica muestra que para mejorar el vacío final es preciso añadir unos niveles complementarios en las bombas de vacío de tipo Roots multinivel o Claws multinivel. Para las bombas de vacío secas de tipo de tornillo es preciso aplicar unas revoluciones complementarias a los tornillos, y/o aumentar la tasa de compresión interna.

La velocidad de rotación de la bomba juega un papel muy importante que define el funcionamiento de la bomba en las diferentes fases de vaciado de los recintos. Con las tasas de compresión interna de las bombas disponibles en el mercado (cuyo orden de tamaño se encuentra por ejemplo entre 2 y 20), la energía eléctrica requerida en las fases de bombeo a presiones de aspiración entre la presión atmosférica y 100 mbar aproximadamente o dicho de otro modo, de gran caudal másico, sería muy elevada. La solución trivial es utilizar un elemento de variación de velocidad que permite la reducción o el aumento de la velocidad y, por consiguiente, de la energía en función de los diferentes criterios de tipo presión, corriente máxima, par límite, temperatura, etc. Sin embargo, durante los periodos de funcionamiento en velocidad de rotación reducida existen bajadas de caudal a alta presión, siendo el caudal proporcional a la velocidad de rotación. La variación de velocidad mediante elemento de variación de frecuencia impone un coste y un volumen ocupado complementarios. Otra solución trivial es la utilización de válvulas de tipo derivación en determinados niveles en las bombas de vacío multinivel de tipo Roots o Claws, respectivamente en determinadas posiciones bien definidas a lo largo de los tornillos en las bombas de vacío secas de tipo de tornillo. Esta solución requiere numerosas piezas y presenta problemas de fiabilidad.

El estado de la técnica relacionado con los sistemas de bombas de vacío que pretenden mejorar el vacío final y el aumento del caudal muestra unas bombas de propulsión de tipo Roots dispuestas aguas arriba de las bombas primarias secas. Este tipo de sistemas son voluminosos, funcionan o bien con válvulas de derivación que presentan problemas de fiabilidad, o bien empleando unos medios de medición, control, ajuste o realimentación. Sin embargo, estos medios de control, ajuste o realimentación deben ser controlados de manera activa, lo cual da como resultado un aumento del número de componentes del sistema, de su complejidad y de su coste.

El documento WO2014/012896A2 propone utilizar aguas abajo de una bomba de vacío primaria de tipo Roots un eyector montado en paralelo con el orificio de salida de la bomba primaria con el fin de reducir el vacío final que puede lograrse mediante este tipo de bomba. En este documento, el eyector se alimenta con fluido motor mediante una línea de gas externa que puede ser, ventajosamente, la misma que la que se utiliza para la purga de la bomba primaria de tipo Roots. Por otro lado, el documento WO2011/061429A2 enseña que es posible bajar el consumo eléctrico de una bomba de vacío primaria si los medios de control de la alimentación externa de fluido motor del eyector mencionado anteriormente son incorporados en el sistema de bombeo. Estos medios de control presentan como objetivo activar y desactivar el eyector en los momentos más favorables para una reducción óptima de la energía eléctrica de la bomba primaria.

Finalmente, el documento JP2007100562A propone sustituir la fuente de fluido motor en forma de línea de gas mediante un compresor de aire exterior y aislado.

Sumario de la invención

La presente invención tiene como objetivo proponer un procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío que permite obtener un vacío mejor que el que se puede obtener con la ayuda de una bomba de vacío seca de tipo de único tornillo (del orden de 0,0001 mbar) en un recinto de vacío.

La presente invención también tiene como objetivo proponer un procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío que permite obtener un caudal superior a baja presión que el que se puede obtener con la ayuda de una bomba de vacío seca de tipo de único tornillo durante el bombeo de un recinto de vacío.

La presente invención también tiene como objetivo proponer un procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío que permite reducir la energía eléctrica necesaria para poner bajo vacío un recinto de vacío y su mantenimiento, así como el descenso de la temperatura de los gases de salida.

5

Estos objetivos de la presente invención se alcanzan con la ayuda de un procedimiento de bombeo que se realiza en el marco de un sistema de bombeo cuya configuración consiste, esencialmente, en una bomba de vacío primaria seca de tornillo provista de un orificio de entrada de gases conectado a un recinto de vacío y de un orificio de salida de gases proporcionados en un conducto que está provisto de una válvula antirretorno antes de desembocar en la atmósfera o en otros aparatos. La aspiración de un eyector alimentado con fluido motor mediante un compresor accionado mediante por lo menos un árbol de la bomba de vacío primaria se conecta en paralelo a esta válvula antirretorno, conduciendo su salida a la atmósfera o reuniéndose con el conducto de la bomba primaria tras la válvula antirretorno.

10

Un procedimiento de bombeo de este tipo es, en particular, el objeto de la reivindicación independiente 1. Además, diferentes modos de realización preferidos de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

15

Esencialmente, el procedimiento consiste en alimentar con fluido motor el eyector mediante un compresor accionado mediante por lo menos un árbol de la bomba de vacío y en hacer funcionar el eyector de manera continua durante todo el tiempo en el que la bomba de vacío primaria seca de tornillo bombea los gases contenidos en el recinto de vacío mediante el orificio de entrada de gas, pero también durante todo el tiempo en el que la bomba de vacío primaria seca de tornillo mantiene una presión definida (por ejemplo, el vacío final) en el recinto expulsando los gases que suben por su salida.

20

Según un primer aspecto, la invención se basa en el hecho de que el acoplamiento de la bomba de vacío primaria seca de tornillo y el eyector no necesita mediciones y aparatos específicos (por ejemplo, sensores de presión, de temperatura, de corriente, etc.), de realimentación o de gestión de datos y cálculo. Por consiguiente, el sistema de bombas de vacío adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de bombeo según la presente invención comprende un número mínimo de componentes, presenta una gran sencillez y un coste simplemente menos elevado con respecto a los sistemas existentes.

25

30

Según un segundo aspecto, la invención se basa en el hecho de que, gracias al nuevo procedimiento de bombeo, la bomba de vacío primaria seca de tornillo puede funcionar a una única velocidad constante, la de la red eléctrica, o girar a velocidades variables según su propio modo de funcionamiento. Por consiguiente, la complejidad y el coste del sistema de bombas de vacío adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de bombeo según la presente invención pueden reducirse de antemano.

35

Debido a su naturaleza, el eyector integrado en el sistema de bombas de vacío siempre puede funcionar sin daños según el presente procedimiento de bombeo. Su dimensionamiento está condicionado por un consumo de fluido motor mínimo para el funcionamiento del dispositivo. Normalmente, es mononivel. Su caudal nominal se elige en función del volumen del conducto de salida de la bomba de vacío primaria seca de tornillo limitado por la válvula antirretorno. Este caudal puede ser de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío primaria seca de tornillo, pero también puede ser inferior o superior a estos valores. El fluido motor para el eyector puede ser aire, pero también otros gases, por ejemplo, hidrógeno.

40

45

La válvula antirretorno, colocada en el conducto en la salida de la bomba de vacío primaria seca de tornillo puede ser un elemento estándar disponible en el mercado. Se dimensiona según el caudal nominal de la bomba de vacío primaria seca de tornillo. En particular, está previsto que la válvula antirretorno se cierre cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío primaria seca de tornillo se sitúa entre 500 mbar absoluto y el vacío final (por ejemplo, 100 mbar).

50

Según otra variante, el eyector es multinivel.

Según todavía otra variante, el eyector puede estar realizado en un material con una resistencia química elevada a las sustancias y a los gases utilizados de manera habitual en la industria de los semiconductores, tanto en la variante de eyector mononivel como en la del eyector multinivel.

55

Preferentemente, el eyector presenta un tamaño pequeño.

Según otra variante, el eyector está integrado en un cartucho que incorpora la válvula antirretorno.

60

Según todavía otra variante, el eyector está integrado en un cartucho que incorpora la válvula antirretorno y el propio cartucho está alojado en un silenciador de escape, fijado en el orificio de salida de los gases de la bomba de vacío primaria seca de tornillo.

65

Según el procedimiento de funcionamiento del sistema de bombas de vacío según la invención, el eyector siempre

bombea en el volumen entre el orificio de salida de los gases de la bomba de vacío primaria seca de tornillo y la válvula antirretorno.

5 Según otra variante de la presente invención, el compresor puede aspirar el aire atmosférico o los gases en el conducto de salida de gas después de la válvula antirretorno. La presencia del compresor hace que el sistema de bombas de tornillo sea independiente de una fuente de gas comprimido, lo cual puede satisfacer determinados entornos industriales.

10 Al comienzo de un ciclo de vaciado del recinto, la presión del mismo es elevada, por ejemplo, igual a la presión atmosférica. Según la compresión en la bomba de vacío primaria seca de tornillo, la presión de los gases expulsados en su salida es más elevada que la presión atmosférica (si los gases en la salida de la bomba primaria son expulsados directamente a la atmósfera) o más elevada que la presión en la entrada de otro aparato conectado aguas abajo. Esto provoca la apertura de la válvula antirretorno.

15 Cuando esta válvula antirretorno está abierta, la acción del eyector se nota muy débilmente, dado que la presión de su entrada es casi igual a la de su salida. Por el contrario, cuando la válvula antirretorno se cierra a una determinada presión (dado que la presión en el recinto ha bajado mientras tanto), la acción del eyector provoca una reducción progresiva de la diferencia de presión entre el recinto y el conducto después de la válvula. La presión en la salida de la bomba de vacío primaria seca de tornillo se convierte en la de la entrada del eyector, siendo la de su salida siempre la presión en el conducto después de la válvula antirretorno. Cuanto más bombea el eyector, más se reduce la presión en la salida de la bomba de vacío primaria seca de tornillo, en el volumen limitado por la válvula antirretorno cerrada, y por consiguiente la diferencia de presión entre el recinto y la salida de la bomba de vacío primaria seca de tornillo baja. Esta pequeña diferencia reduce las fugas internas en la bomba de vacío primaria seca de tornillo y genera una bajada de la presión en el recinto, lo cual mejora el vacío final. Además, la bomba de vacío primaria seca de tornillo consume cada vez menos energía para la compresión y produce cada vez menos calor de compresión.

Por otro lado, también resulta evidente que el estudio del concepto mecánico busca reducir el volumen entre el orificio de salida de los gases de la bomba de vacío primaria seca de tornillo y la válvula antirretorno con el fin de hacer descender la presión más rápidamente.

Breve descripción de los dibujos

35 Las particularidades y ventajas de la presente invención se describirán con más detalle en el marco de la siguiente descripción con unos ejemplos de sistemas de bomba de vacío proporcionados a título ilustrativo y no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos que representan:

- la figura 1 representa de manera esquemática un primer sistema de bombas de vacío de bombeo; y
- 40 - la figura 2 representa de manera esquemática un segundo sistema de bombas de vacío.

Descripción detallada de los dibujos

45 La figura 1 representa un primer sistema de bombas de vacío SP adaptado para la puesta en práctica de un procedimiento de bombeo.

Este sistema de bombas de vacío SP comprende un recinto 1, que está unido al orificio de aspiración 2 de una bomba de vacío primaria seca de tornillo 3. El orificio de salida de los gases de la bomba de vacío primaria seca de tornillo 3 está unido al conducto 5. Una válvula antirretorno de escape 6 está colocada en el conducto 5, que después de esta válvula antirretorno continúa como conducto de salida de los gases 8. La válvula antirretorno 6, cuando está cerrada, permite la formación de un volumen 4, comprendido entre el orificio de salida de los gases de la bomba de vacío primaria 3 y el mismo. El sistema de bombas de vacío SP también comprende un eyector 7, conectado en paralelo a la válvula antirretorno 6. El orificio de aspiración del eyector está unido al volumen 4 del conducto 5 y su orificio de escape está unido al conducto 8. El conducto de alimentación 9 proporciona el fluido motor para el eyector 7.

La figura 2 representa un segundo sistema de bombas de vacío SP adaptado para la puesta en práctica de un procedimiento de bombeo.

60 Con respecto al sistema representado en la figura 1, el sistema representado en la figura 2 comprende, además, un compresor 10 que proporciona el caudal de gas a la presión necesaria para el funcionamiento del eyector 7.

Un modo de realización de la invención prevé que el compresor 10 sea accionado por lo menos por un árbol de la bomba 3 primaria seca de tornillo. Su consumo de energía para poder proporcionar el caudal de gas a la presión necesaria con el fin de hacer funcionar el eyector 7 es mucho más pequeño (por ejemplo, del orden del 3% al 5%) con respecto a la ganancia realizada sobre el consumo de energía de la bomba principal 3. El compresor 10 puede

aspirar el aire atmosférico o los gases en el conducto de salida de los gases 8 después de la válvula antirretorno 6. Su presencia hace que el sistema de bombas de vacío sea independiente de una fuente de gas comprimido, lo cual puede satisfacer determinados entornos industriales.

5 Cuando se pone en marcha la bomba de vacío primaria seca de tornillo 3, el fluido motor para el eyector 7 es alimentado por el compresor 10. La bomba de vacío primaria seca de tornillo 3 aspira los gases en el recinto 1 mediante el conducto 2 conectado en su entrada y los comprime para expulsarlos a continuación en la salida en el conducto 5 mediante la válvula antirretorno 6. Cuando se alcanza la presión de cierre de la válvula antirretorno 6, se cierra. A partir de este momento, el bombeo del eyector 7 hace bajar la presión de manera progresiva en el volumen 4 hasta el valor de su presión límite. En paralelo, la energía consumida por la bomba de vacío primaria
10 seca de tornillo 3 baja de manera progresiva. Esto se produce en un corto periodo de tiempo, por ejemplo, para un determinado ciclo de 5 a 10 segundos.

15 Con un ajuste prudente del caudal del eyector 7 y de la presión de cierre de la válvula antirretorno 6 en función del caudal de la bomba de vacío primaria seca de tornillo 3 y el volumen del recinto 1, también es posible reducir el tiempo antes del cierre de la válvula antirretorno 6 con respecto a la duración del ciclo de vaciado y, por tanto, reducir las pérdidas de fluido motor durante este tiempo de funcionamiento del eyector 7 sin afectar al bombeo. Por otro lado, estas "pérdidas", que son ínfimas, se tienen en cuenta en el balance del consumo de energía. Por el contrario, la ventaja de la sencillez garantiza una excelente fiabilidad del sistema, así como un precio del 10% al
20 20% menor en comparación con las bombas similares provistas de autómatas programables y o de variadores, válvulas controladas, sensores, etc.

Ciertamente, la presente invención está sujeta a numerosas variaciones en cuanto a su puesta en práctica. Se comprende bien que no se puede concebir identificar de manera exhaustiva todos los modos posibles. Por otro
25 lado, se puede concebir, obviamente, la sustitución de un medio descrito por un medio equivalente sin apartarse por ello del marco de la presente invención. Todas estas modificaciones forman parte del conocimiento común de un experto en la materia en el campo de la tecnología de vacío.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de bombeo en un sistema de bombas de vacío (SP) que comprende:

- 5 - una bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) con un orificio de entrada de los gases (2) unido a un recinto de vacío (1) y un orificio de salida de los gases (4) que da a un conducto (5) antes de desembocar en la salida de los gases (8) del sistema de bombas de vacío (SP),
- 10 - una válvula antirretorno (6) posicionada en el conducto (5) entre el orificio de salida de los gases (4) y la salida de los gases (8), y
- un eyector (7) conectado en paralelo a la válvula antirretorno (6),
- 15 - un compresor (10),

estando el procedimiento caracterizado por que

el compresor (10) es accionado por lo menos por uno de los árboles de la bomba primaria seca de tornillo (3);

la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) es puesta en marcha con el fin de bombear los gases contenidos en el recinto de vacío (1) por el orificio de salida de los gases (4);

de manera simultánea, el eyector (7) es alimentado con fluido motor por el compresor (10); y

el eyector (7) continúa siendo alimentado con fluido motor durante todo el tiempo en que la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) es alimentada por una fuente de energía y evacúa el recinto de vacío (1).

2. Procedimiento de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que utiliza un eyector (7) cuya salida se reúne con el conducto (5) después de la válvula antirretorno (6).

3. Procedimiento de bombeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que el caudal nominal del eyector (7) se elige en función del volumen del conducto de salida (5) de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) que está limitado por la válvula antirretorno (6).

4. Procedimiento de bombeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el fluido motor del eyector (7) es aire comprimido y/o nitrógeno.

5. Procedimiento de bombeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la válvula antirretorno (6) se cierra cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) se sitúa entre 500 mbar absoluto y el vacío final.

6. Procedimiento de bombeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que utiliza un eyector (7) fabricado en material con resistencia química elevada a las sustancias y gases utilizados habitualmente en la industria de los semiconductores.

7. Procedimiento de bombeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que utiliza el eyector (7) integrado en un cartucho que incorpora la válvula antirretorno (6).

8. Procedimiento de bombeo según la reivindicación 7, caracterizado por que utiliza el cartucho alojado en un silenciador de escape, fijado al orificio de salida de los gases (5) de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3).

9. Sistema de bombas de vacío (SP) que comprende:

- 55 - una bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) con un orificio de entrada de los gases (2) conectado a un recinto de vacío (1) y un orificio de salida de los gases (4) que da a un conducto (5) antes de desembocar en la salida de los gases (8) del sistema de bombas de vacío (SP),
- 60 - una válvula antirretorno (6) posicionada en el conducto (5) entre el orificio de salida de los gases (4) y la salida de los gases (8), y
- un eyector (7) conectado en paralelo a la válvula antirretorno (6),
- 65 - un compresor (10),

estando el sistema de bombas de vacío (SP) caracterizado por que

5 el compresor (10) es accionado por lo menos por uno de los árboles de la bomba primaria seca de tornillo (3);

el eyector (7) está dispuesto para poder ser alimentado con fluido motor por el compresor (10) durante todo el tiempo en que la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) es alimentada por una fuente de energía y evacúa el recinto de vacío (1).

10 10. Sistema de bombas de vacío según la reivindicación 9, caracterizado por que la salida del eyector (7) se reúne con el conducto (5) después de la válvula antirretorno (6).

15 11. Sistema de bombas de vacío según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, caracterizado por que el caudal nominal del eyector (7) se elige en función del volumen del conducto de salida (5) de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) que está limitada por la válvula antirretorno (6).

12. Sistema de bombas de vacío según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que está concebido para utilizar como fluido motor del eyector (7) aire comprimido y/o nitrógeno.

20 13. Sistema de bombas de vacío según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por que la válvula antirretorno (6) está concebida para cerrarse cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3) se sitúa entre 500 mbar absoluto y el vacío final.

25 14. Sistema de bombas de vacío según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que el eyector (7) está fabricado en material con resistencia química elevada a las sustancias y gases utilizados habitualmente en la industria de los semiconductores.

30 15. Sistema de bombas de vacío según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado por que el eyector (7) está integrado en un cartucho que incorpora la válvula antirretorno (6).

16. Sistema de bombas de vacío según la reivindicación 15, caracterizado por que el cartucho está alojado en un silenciador de escape, fijado en el orificio de salida de los gases (5) de la bomba de vacío primaria seca de tornillo (3).

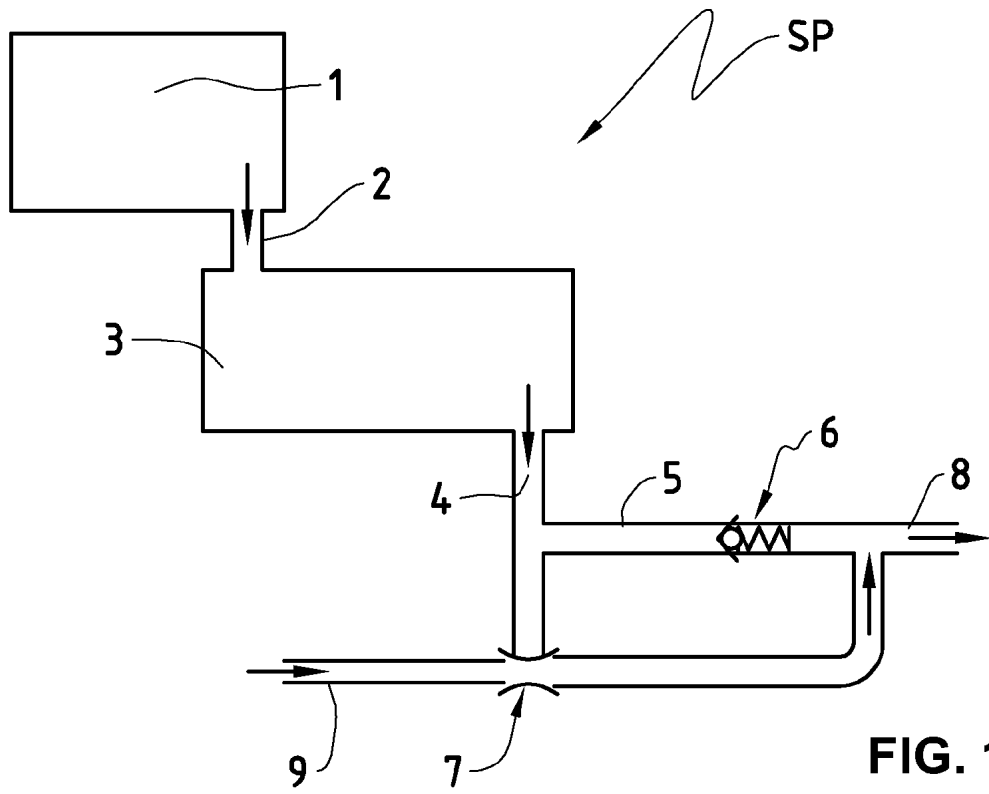


FIG. 1

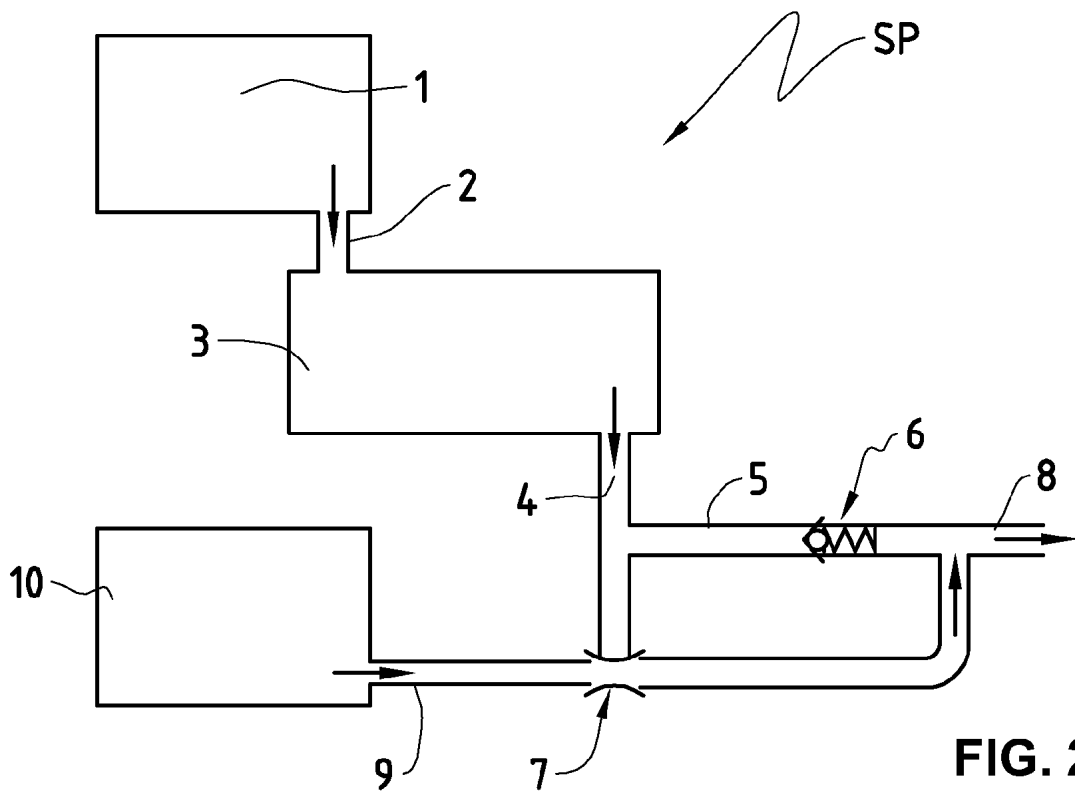


FIG. 2