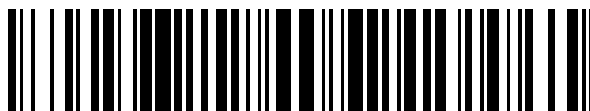


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 873**

51 Int. Cl.:

F04C 25/02 (2006.01)

F04C 28/02 (2006.01)

F04C 18/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2014 PCT/EP2014/070691**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16045753**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2014 E 14777077 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3198148**

54 Título: **Sistema de bombeo para generar un vacío y procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.08.2020

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:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 780 873 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

Sistema de bombeo para generar un vacío y procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo

Dominio técnico de la invención

5 La presente invención se refiere al dominio de las técnicas de vacío. Más precisamente, concierne a un sistema de bombeo que incluye una bomba de tornillo seca, así como un procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo.

Técnica anterior

10 Los objetivos generales de aumento del rendimiento de las bombas de vacío, de reducción de los costes de las instalaciones y del consumo de energía en las industrias como la industria química, la industria farmacéutica, la industria de deposición al vacío, la industria de los semiconductores, etc han conducido a evoluciones significativas en términos de rendimiento, de ahorro de energía, de espacio necesario, de los ensayos, etc.

15 El estado de la técnica muestra que, para mejorar el vacío final, es necesario añadir etapas suplementarias en las bombas de vacío del tipo Roots multi etapas o de pestañas (Claws) multi etapa. Para las bombas de vacío secas del tipo tornillo, se conoce que es necesario dar vueltas suplementarias a los tornillos, y/o aumentar la tasa de compresión interna.

20 La velocidad de rotación de la bomba juega un papel muy importante, definiendo el funcionamiento de la bomba durante las diferentes fases que se suceden en el transcurso del vaciado del recinto de vacío. Con las tasas de compresión interna de las bombas disponibles en el mercado (cuyo orden de magnitud se sitúa por ejemplo entre 2 y 20), la potencia eléctrica requerida en las primeras fases de bombeo, cuando la presión en la aspiración se encuentra entre la presión atmosférica y 100 mbar aproximadamente, es decir durante el funcionamiento a flujo masico fuerte, sería muy elevada si la velocidad de rotación de la bomba no pudiera ser reducida. La solución trivial es utilizar un variador de velocidad que permita la reducción o el aumento de la velocidad y en consecuencia de la potencia en función de los diferentes criterios del tipo presión, corriente máxima, par límite, temperatura, etc. Pero durante los períodos de funcionamiento en velocidad de rotación reducida hay bajadas de flujo a alta presión, siendo proporcional el flujo a la velocidad de rotación. La variación de velocidad mediante variador de frecuencia impone un coste y un espacio necesario suplementario. Otra solución trivial es la utilización de válvulas del tipo by-pass en algunas etapas, en las bombas de vacío multi etapas del tipo Roots o de pestañas (Claws), o en algunas posiciones bien definidas a lo largo de los tornillos, en las bombas de vacío secas del tipo de tornillo. Esta solución precisa de numerosas piezas y presenta problemas de fiabilidad.

30 El estado de la técnica en lo que se refiere a los sistemas de bombas de vacío que pretenden mejorar el vacío final y el aumento del flujo incluye también bombas "booster" del tipo Roots ubicadas aguas arriba de las bombas principales secas. Este tipo de sistemas es voluminoso, funciona ya sea con válvulas de by-pass que presentan problemas de fiabilidad, ya sea empleando medios de medida, control, regulación o dependencia. Sin embargo, estos medios de control, regulación o dependencia deben estar controlados de una forma activa, lo que conlleva forzosamente un aumento del número de componentes del sistema, su complejidad y su coste.

35 La solicitud de patente JP 2007 100562 A propone un sistema de bombeo en vacío que incluye una bomba principal. Esta bomba principal es una bomba de tornillo cuyo retorno está unido a un conducto de escape provisto de una válvula anti-retorno. Una bomba auxiliar esta igualmente prevista, aguas abajo de la bomba principal. Esta bomba auxiliar está conectada en paralelo a la válvula anti-retorno.

40 Unos sistemas de bombeo en vacío que incluyen una bomba principal y una bomba auxiliar conectados en paralelo a una válvula anti-retorno son igualmente conocidos por los documentos US 2003/0068233 A1, WO 2014/012896 A2, EP 1 243 795 A1, DE 88 16 875 U1 y DE 38 42 886 A1.

Resumen de la invención

45 La presente invención tiene como objetivo permitir la obtención de un vacío mejor (del orden de 0,0001 mbar) que el que puede generar una única bomba de vacío seca del tipo de tornillo en un recinto de vacío.

La presente invención tiene también como objetivo permitir la obtención de un caudal de vacío que sea superior en baja presión al que puede obtenerse con la ayuda de una única bomba de vacío seca del tipo tornillo durante un bombeo para realizar un vacío en un recinto de vacío.

50 La presente invención tiene igualmente como objetivo permitir una reducción de la energía eléctrica necesaria para el vaciado de un recinto de vacío y mantener el vacío, así como una bajada de la temperatura del gas de salida.

Estos objetivos de la presente invención son alcanzados con la ayuda de un sistema de bombeo para generar un vacío, incluyendo una bomba de vacío principal que es una bomba seca de tornillo que tiene una aspiración de entrada de los gases unida a un recinto de vacío y un retorno de salida de los gases que dan a un conducto de evacuación de los gases hacia una salida de escape de los gases fuera del sistema de bombeo. El sistema de bombeo incluye

además una válvula anti-retorno posicionada entre el retorno de la salida de los gases y la salida de escape de los gases, así como una bomba de vacío auxiliar que tiene su motor y que está conectada en paralelo a la válvula anti-retorno. La válvula de vacío auxiliar está situada de forma que se ponga en marcha al mismo tiempo que la bomba de vacío principal y bombee todo el tiempo que la bomba de vacío principal bombea los gases contenidos en el recinto de vacío y todo el tiempo que la bomba de vacío principal mantenga una presión definida en el recinto de vacío.

La bomba de vacío auxiliar puede ser del tipo seca de tornillo, de pestañas, Roots multi etapa, de membrana, seca de paletas, de paletas lubricadas.

La invención tiene igualmente como objetivo un procedimiento de bombeo por medio del sistema de bombeo tal y como se ha definido anteriormente. Este procedimiento incluye unas etapas en las que:

10 -la bomba de vacío principal es puesta en marcha con el fin de bombear los gases contenidos en el recinto de vacío y retornar estos gases mediante su expulsión de salida de los gases;

-al mismo tiempo que la bomba de vacío principal, la bomba de vacío auxiliar es puesta en marcha, y

15 -la bomba de vacío auxiliar continúa bombeando todo el tiempo que la bomba de vacío principal bombeo los gases contenidos en el recinto de vacío y todo el tiempo que la bomba de vacío principal mantenga una presión definida en el recinto de vacío.

En el procedimiento según la invención, se hace funcionar la bomba auxiliar en continuo todo el tiempo que la bomba de vacío principal del tipo seca de tornillo vacía el recinto de vacío, pero también todo el tiempo que la bomba de vacío principal seca de tornillo mantiene una presión definida (por ejemplo, el vacío final) en el recinto evacuando los gases mediante su retorno.

20 Gracias al procedimiento según la invención, el acoplamiento de la bomba de vacío principal del tipo seca de tornillo y de la bomba auxiliar puede realizarse sin precisar de medidas ni aparatos específicos (por ejemplo, captadores de presión, la temperatura, de corriente etc.), ni de dependencias, ni de gestión de datos y sin cálculo. En consecuencia, el sistema de bombeo adaptado para la ejecución del procedimiento de bombeo según la presente invención puede comprender únicamente un número mínimo de componentes, presentar una gran simplicidad y costar netamente
25 menos cara, respecto de los sistemas existentes.

Gracias al procedimiento según la invención, la bomba de vacío principal del tipo seca de tornillo puede funcionar a una única velocidad constante, la de la red eléctrica, o girar a velocidades variables siguiendo su propio modo de funcionamiento. En consecuencia, la complejidad y el coste del sistema de bombeo adaptado para la ejecución del procedimiento de bombeo según la presente invención pueden reducirse mucho.

30 Por su naturaleza, la bomba auxiliar integrada en el sistema de bombeo puede funcionar siempre según el procedimiento de bombeo según la invención sin dañarse. Su dimensionamiento está condicionado por un consumo energético mínimo para el funcionamiento del dispositivo. Su caudal nominal es elegido en función del volumen del conducto de evacuación entre la bomba de vacío principal seca de tornillo y la válvula anti-retorno. Este caudal puede ser ventajosamente de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal seca de tornillo, pero puede
35 también ser inferior o superior a estos valores, principalmente de 1/500 a 1/10 o bien de 1/500 a 1/5 del caudal nominal de la bomba de vacío principal.

La válvula anti-retorno, situada en el conducto aguas abajo de la bomba de vacío principal seca de tornillo puede ser un elemento estándar disponible en el comercio. Esta dimensionada según el caudal nominal de la bomba de vacío principal seca de tornillo. En particular, está previsto que la válvula anti-retorno se cierre cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal seca de tornillo se sitúe entre 500 mbar absolutos y el vacío final (por ejemplo
40 100 mbar).

Según también otra variante, la bomba auxiliar puede ser de resistencia química elevada a las sustancias y gases comúnmente utilizados en la industria de los semiconductores.

La bomba auxiliar es preferentemente de pequeño tamaño.

45 Preferentemente, según el procedimiento de bombeo que emplea el sistema de bombeo según la invención, la bomba de vacío auxiliar bombea siempre en el volumen entre el retorno de salida de los gases de la bomba de vacío principal y la válvula anti-retorno.

El dimensionamiento de la bomba de vacío auxiliar tiene como objetivo un consumo de energía mínimo de su motor. Su caudal nominal es elegido en función del caudal de la bomba de vacío principal seca de tornillo, pero también
50 teniendo en cuenta el volumen que el conducto de evacuación de los gases delimita entre la bomba de vacío principal y la válvula anti-retorno. Este caudal puede ser de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal seca de tornillo, pero también puede ser inferior o superior a estos valores.

Al inicio de un ciclo de vacío del recinto, la presión es elevada, por ejemplo, igual a la presión atmosférica. Vista la compresión en la bomba de vacío principal seca de tornillo, la presión de los gases expulsados en su salida es más

alta que la presión atmosférica (si los gases en la salida de la bomba principal son expulsados directamente a la atmósfera) o más alta que la presión a la entrada de otro aparato conectado aguas abajo. Esto provoca la apertura de la válvula anti-retorno.

- 5 Cuando esta válvula anti-retorno está abierta, la acción de la bomba de vacío auxiliar se resiente débilmente, ya que la presión en su aspiración es casi igual a la de su retorno. En cambio, cuando la válvula anti-retorno se cierra a una determinada presión (porque la presión en el recinto entre tanto ha bajado), la acción de la bomba de vacío auxiliar provoca una reducción progresiva de la diferencia de presión entre el recinto de vacío y el conducto de evacuación aguas arriba de la válvula. La presión a la salida de la bomba de vacío principal seca de tornillo se iguala con la de la bomba de vacío auxiliar, siendo la de su salida siempre la presión en el conducto después de la válvula anti-retorno.
- 10 Cuanto más bombea la bomba de vacío auxiliar, más se reduce la presión a la salida de la bomba de vacío principal seca de tornillo, en el volumen limitado por la válvula anti-retorno cerrada, y en consecuencia la diferencia de presión baja entre el recinto y la salida de la bomba de vacío principal seca de tornillo.

- 15 Esta pequeña diferencia reduce las fugas internas en la bomba de vacío principal seca de tornillo y engendra una bajada de la presión en el recinto, lo que mejora el vacío final. Además, la bomba de vacío principal seca de tornillo consume cada vez menos energía para la compresión y produce cada vez menos calor de compresión.

Por otro lado, es también evidente que el estudio del concepto mecánico busca reducir el volumen entre el retorno de la salida de los gases la bomba de vacío principal seca de tornillo y la válvula anti-retorno con el objetivo de poder hacer bajar la presión más rápido.

Breve descripción de los dibujos

- 20 las particularidades y las ventajas de la presente invención aparecerán con más detalles en el marco de la siguiente descripción con unos ejemplos de realización dados a título ilustrativo y no limitativo haciendo referencia a los dibujos adjuntos que representan:

-la figura 1 representa de forma esquemática un sistema de bombeo adaptado para la realización de un procedimiento de bombeo según un modo de realización de la presente invención; y

- 25 -la figura 2 representa de forma esquemática un sistema de bombeo adaptado para la realización de un procedimiento de bombeo no conforme a la presente invención.

Descripción detallada de los modos de realización de la invención

La figura 1 representa un sistema de bombeo SP para generar un vacío, que está adaptado para la ejecución de un procedimiento de bombeo según un modo de realización de la presente invención.

- 30 Este sistema de bombeo SP incluye un recinto 1, el cual está unido a la aspiración 2 de una bomba de vacío principal constituida por una bomba seca de tornillo 3. El retorno de la salida de los gases de la bomba de vacío principal seca de tornillo 3 está unido a un conducto de evacuación 5. Una válvula anti-retorno de retorno 6 está situada en el conducto de evacuación 5, que después de esta válvula anti-retorno continúa en el conducto de salida de los gases 8. La válvula anti-retorno 6, cuando está cerrada, permite la formación de un volumen 4, comprendido entre el retorno
- 35 de la salida de los gases de la bomba de vacío principal 3 y ella misma.

El sistema de bombeo SP incluye también la bomba de vacío auxiliar 7, conectada en paralelo a la válvula anti-retorno 6. La aspiración de la bomba de vacío auxiliar está unida al volumen 4 del conducto de evacuación 5 y su retorno está unido al conducto 8.

- 40 Desde la puesta en marcha de la bomba de vacío principal seca de tornillo 3, la bomba de vacío auxiliar 7 es ella también puesta en marcha. La bomba de vacío principal seca de tornillo 3 aspira los gases en el recinto 1 mediante el conducto 2 conectado a su entrada y los comprime para expulsarlos a continuación a su salida en el conducto de evacuación 5 por la válvula anti-retorno 6. Cuando se alcanza la presión de cierre de la válvula anti-retorno 6, se cierra. A partir de este momento el bombeo de la bomba de vacío auxiliar 7 hace bajar progresivamente la presión en el volumen 4 hasta el valor de su presión límite. En paralelo, la potencia consumida por la bomba de vacío principal seca de tornillo 3 baja progresivamente. Esto se produce en un corto lapso de tiempo, por ejemplo, para un determinado
- 45 ciclo en 5 a 10 segundos.

- Con un ajuste sabio del caudal de la bomba de vacío auxiliar 7 y de la presión de cierre de la válvula anti-retorno 6 en función del caudal de la bomba de vacío principal seca de tornillo 3 y del volumen del recinto 1, es además posible reducir el tiempo antes del cierre de la válvula anti-retorno 6 respecto de la duración del ciclo de vaciado y por tanto
- 50 reducir la cantidad de energía consumida durante el tiempo de funcionamiento de la bomba auxiliar 7 sin efecto sobre el bombeo. En cambio, la ventaja de la simplicidad acredita una excelente fiabilidad del sistema.

Según una primera posibilidad, la bomba de vacío auxiliar 7 es ella misma una bomba seca de tornillo. Así, la bomba principal y la bomba auxiliar puede ser del mismo tipo, lo que simplifica la operación y el mantenimiento. También,

esta combinación de bombas permite utilizar el sistema de bombeo SP para todas las aplicaciones donde únicamente se puede utilizar una bomba de tornillo seca.

5 Según las otras posibilidades, la bomba de vacío auxiliar 7 es una bomba de pestañas, una bomba Roots multi etapa, una bomba de membrana, una bomba seca de paletas o una bomba de paletas lubricada. Todas estas combinaciones de bombas poseen unas ventajas ligadas las propiedades particulares de cada tipo de bomba individual.

La figura 2 representa un sistema de bombeo SPP adaptado para la ejecución de un procedimiento de bombeo no conforme a la presente invención.

10 Respecto del sistema mostrado en la figura 1, el sistema representado en la figura 2 representa el sistema de bombeo controlado SPP, incluyendo además unos captadores adecuados 11, 12, 13 que controlan ya sea la corriente del motor (captador 11) de la bomba principal de vacío seca de tornillo 3, ya sea la presión (captador 13) de los gases en el volumen del conducto de salida de la bomba de vacío principal seca de tornillo, limitado por la válvula anti retorno 6, ya sea la temperatura (captador 12) de los gases en el volumen del conducto de salida de la bomba de vacío principal seca de tornillo, limitada por la válvula anti retorno 6, ya sea una combinación de estos parámetros. En efecto, cuando la bomba de vacío principal seca de tornillo 3 comienza a bombear los gases del recinto de vacío 1 los parámetros
15 tales como la corriente de su motor, la temperatura y la presión de los gases en el volumen del conducto de salida 4 comienzan a modificarse y alcanzan unos valores de umbral detectados por los captadores. Después de una temporización esto provoca la puesta en marcha de la bomba de vacío auxiliar 7. Cuando estos parámetros sobrepasan los márgenes iniciales (fuera de las consignas) se para la bomba de vacío auxiliar con una temporización.

20 En el modo de realización de la invención de la figura 2, la bomba de vacío auxiliar puede ser del tipo seca de tornillo, de pestañas, Roots multi etapa, de membrana, seca de paletas o de paletas lubricadas, como en el modo de realización de la invención de la figura 1.

25 Aunque se han descrito diversos modos de realización, se comprende que no es concebible exponer de forma exhaustiva todos los modos de realización posibles. Es por tanto posible reemplazar un medio descrito por otro medio sin salir del marco de la presente invención. Todas estas modificaciones forman parte de los conocimientos comunes del experto en el dominio de la tecnología de vacío.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de bombeo para generar un vacío (SP), incluyendo una bomba de vacío principal que es una bomba seca de tornillo (3) que tiene una aspiración de entrada de los gases (2) unida a un recinto de vacío (1) y un retorno de salida de los gases (4) que da a un conducto (5) de evacuación de los gases hacia una salida de escape de los gases zona (8) fuera del sistema de bombeo,
- el sistema de bombeo incluye además:
- una válvula anti-retorno (6) posicionada entre el retorno de salida de los gases (4) y la salida de escape de los gases (8), y
- 10 -una bomba de vacío auxiliar (7) que tiene su motor y que está conectada en paralelo a la válvula anti-retorno, el sistema de bombeo está caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) está situada de forma que se ponga en marcha al mismo tiempo que la bomba de vacío principal (3) y que bombee de todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) bombee de los gases contenidos en el recinto de vacío (1) y todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) mantiene una presión definida en el recinto de vacío (1).
- 15 2. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es elegida de entre una bomba seca de tornillo, una bomba de pestañas, una bomba Roots multi etapas, una bomba de membrana, una bomba seca de paletas y una bomba de paletas lubricadas.
3. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba seca de tornillo.
- 20 4. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de pestañas.
5. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba Roots multi etapa.
- 25 6. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada por que en la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de membrana.
7. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba seca de paletas.
8. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de paletas lubricada.
- 30 9. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el caudal nominal de la bomba de vacío auxiliar (7) es de 1/500 a 1/20 el caudal nominal de la bomba de vacío principal (3).
10. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la bomba de vacío auxiliar (7) es mono etapa o multi etapa.
- 35 11. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la válvula anti-retorno (6) está configurada para cerrarse cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal (3) es inferior a 500 mbar absolutos.
12. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la bomba de vacío principal (3) está configurada para funcionar a una única velocidad constante.
- 40 13. Procedimiento de bombeo por medio de un sistema de bombeo (SP) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- la bomba de vacío principal (3) se pone en marcha con el fin de bombear los gases contenidos en el recinto de vacío (1) y de expulsar estos gases por su retorno de salida de los gases (4);
- al mismo tiempo que la bomba de vacío principal (3), la bomba de vacío auxiliar (7) es puesta en marcha; y
- 45 -la bomba de vacío auxiliar (7) continúa bombeando todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) bombea los gases contenidos en el recinto de vacío (1) y todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) mantiene una presión definida en el recinto de vacío (1).
14. Procedimiento de bombeo según la reivindicación 13, caracterizado porque la bomba de vacío auxiliar (7) bombea un caudal del orden de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal (3).

15. Procedimiento de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, caracterizado porque la válvula anti-retorno (6) se cierra cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal (3) es inferior a 500 mbar absolutos.

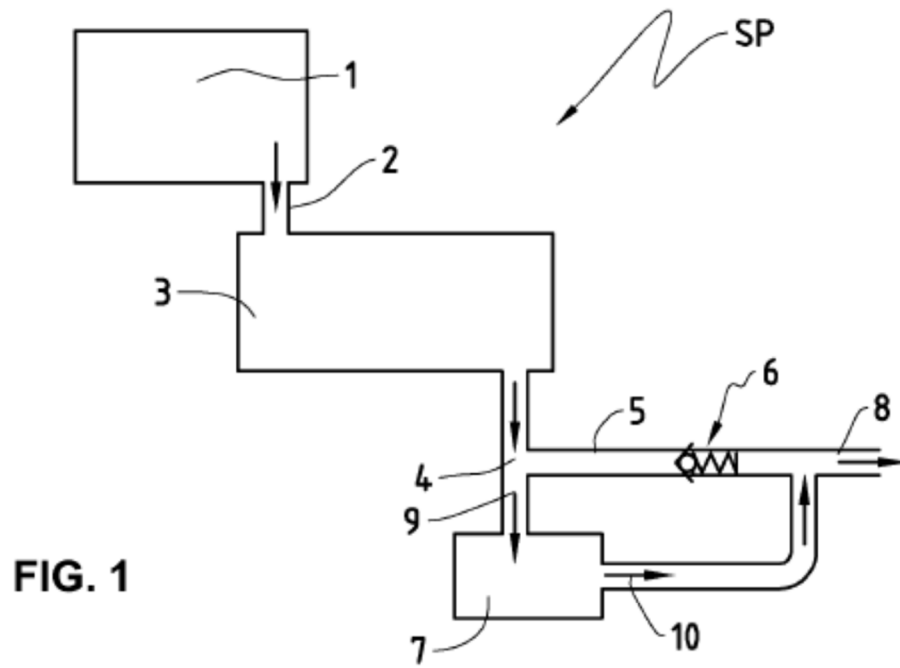


FIG. 1

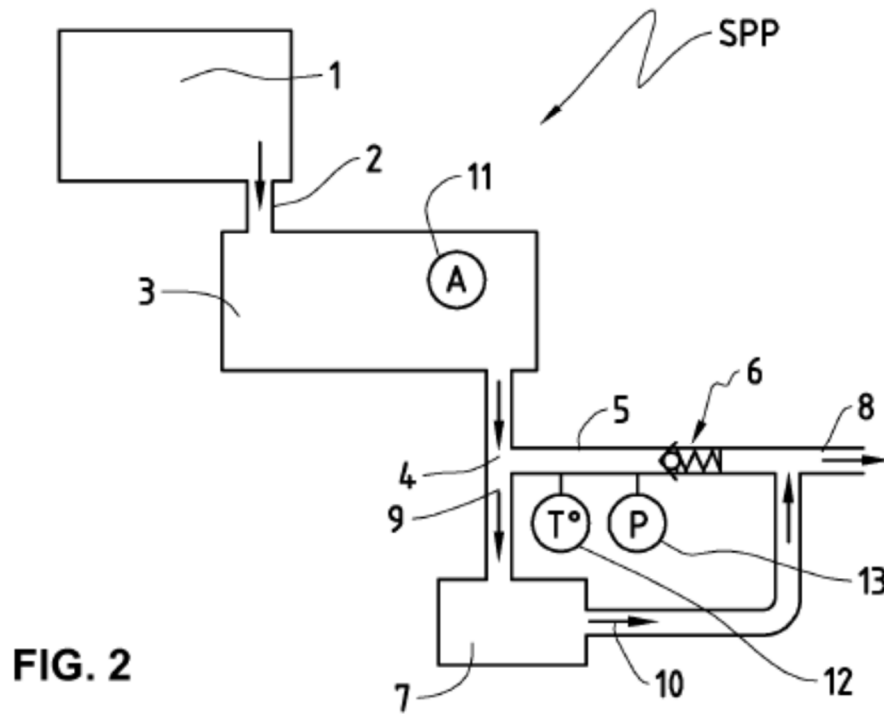


FIG. 2