



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 268 546**

51 Int. Cl.:  
**B60K 15/03** (2006.01)  
**C01B 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **04015010 .4**  
86 Fecha de presentación : **25.06.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1510391**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2005**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el suministro de carburante de un vehículo automóvil que funciona con hidrógeno.**

30 Prioridad: **26.08.2003 DE 103 39 548**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2007**

73 Titular/es: **Kautex Textron GmbH & Co. KG.**  
**Kautexstrasse 52**  
**53229 Bonn, DE**

72 Inventor/es: **Bolle, Dirk**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 268 546 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 y dispositivo para el suministro de carburante de un vehículo automóvil que funciona con hidrógeno.

Cuando se suministra carburante a un vehículo automóvil con una pila de combustible de hidrógeno, el hidrógeno necesario para la pila de combustible puede ser llevado y almacenado en forma pura en el vehículo. Como modo de proceder alternativo con respecto a esto, es conocido generar el hidrógeno por medio de una reacción química o catalítica durante el funcionamiento del vehículo automóvil. Resultan de esto ventajas relevantes para la seguridad. Es conocida a este respecto, por ejemplo, la llamada reacción de borohidruro de sodio. Como carburante se ofrece borohidruro de sodio ( $\text{NaBH}_4$ ) en solución acuosa. El borohidruro de sodio se alimenta a un catalizador que libera hidrógeno puro y borato de sodio ( $\text{NaBO}_2$ ) en solución acuosa. El hidrógeno técnicamente puro puede ser alimentado directamente a una pila de combustible pospuesta al catalizador. Allí se hace reaccionar hidrógeno junto con oxígeno del aire para formar agua, concretamente con liberación de energía eléctrica para un motor de accionamiento del vehículo automóvil. El borato de sodio que se produce durante la reacción catalítica del borohidruro de sodio puede reciclarse de nuevo por técnicas de proceso para obtener borohidruro de sodio. Por tanto, es conveniente recoger el carburante convertido por la reacción en borato de sodio en un recipiente colector previsto para ello en el vehículo automóvil.

Cuando se aplica para el almacenamiento del carburante el volumen del depósito usual de un vehículo automóvil, la autonomía del vehículo automóvil medida sobre la base de la reserva de carburante es relativamente pequeña en comparación con un vehículo equipado con un motor de combustión de además, habilitar un volumen de acumulación correspondiente para el carburante hidrocarburos. Empleando el catalizador de borohidruro de sodio, es necesario, que ha reaccionado. Este volumen de acumulación se obtiene a costa del volumen útil del vehículo automóvil.

Para poder aprovechar lo más eficazmente posible el volumen disponible para el almacenamiento de carburante, es deseable proporcionar el carburante no reaccionado, es decir, el borohidruro de sodio, en la forma más concentrada posible. El borato de sodio precipita en concentraciones de más de 20% en peso en solución acuosa, de modo que es conveniente alimentar al catalizador borohidruro de sodio en una concentración de 20% en peso en solución acuosa. Por tanto, cuando deba almacenarse borohidruro de sodio en solución acuosa en mayor concentración, se deberá añadir agua a la solución antes de su entrada en el catalizador. A este fin, delante del catalizador está montado un mezclador por medio del cual se proporciona la solución de borohidruro de sodio en la dilución deseada para el catalizador. El agua alimentada al mezclador es tomada entonces de la corriente de gas de escape de la pila de combustible. El vapor de agua contenido en el gas de escape es condensado en un refrigerador y alimentado al mezclador. En esta forma de preparación de carburante se producen, por ejemplo utilizando 100 l de una solución de borohidruro de sodio al 30% como carburante no reaccionado, aproximadamente 115 l de solución de borato de sodio al 20% como carburante reaccionado. Para la recogida

y acumulación del carburante reaccionado se necesita en este caso especialmente mucho volumen. Esto se logra a costa de la autonomía del vehículo automóvil o a costa del volumen útil del mismo.

Se conoce por el documento EP 1 375 419 A2 un dispositivo para generar hidrógeno que comprende dos recipientes que se comunican uno con otro, a saber, una cámara de reacción y un volumen de acumulación, en donde se alimenta a la cámara de reacción un carburante aún no reaccionado proveniente del volumen de acumulación.

Se conoce por el documento GB 794125 un recipiente de carburante que está subdividido en dos volúmenes por medio de un tabique flexible, siendo solicitado uno de los volúmenes con aire comprimido cuando se vacía el otro volumen del recipiente. El objetivo de esta disposición es impedir que el carburante líquido contenido en el volumen primeramente citado entre en contacto con oxígeno al vaciar dicho volumen, con lo que se suprime la formación de una mezcla explosiva de oxígeno/carburante.

Se conoce por el documento DE 344965 C una disposición de recipientes de combustible para vehículos automóviles que comprende varios recipientes conectados en paralelo que se vacían sucesivamente.

Por tanto, la invención se basa en el problema de proporcionar un procedimiento y un dispositivo de suministro de carburante a un vehículo automóvil de esta clase con los cuales se pueda conseguir, con una reducción mínima del volumen útil, un almacenamiento suficiente de carburante para lograr una autonomía suficiente.

El problema se resuelve primero con un procedimiento de suministro de carburante a un vehículo automóvil con al menos un consumidor de hidrógeno, por ejemplo una pila de combustible, en la cual se convierte hidrógeno en energía eléctrica, liberándose el hidrógeno por reacción catalítica de un donador de hidrógeno previsto como carburante y produciéndose entonces carburante reaccionado reciclable, comprendiendo el procedimiento la extracción de carburante no reaccionado de un primer volumen de acumulación, el llenado de al menos un segundo volumen de acumulación separado del primer volumen de acumulación con carburante reaccionado y la utilización adicional al menos parcial del primer volumen de acumulación que queda libre por la extracción para la acumulación del carburante reaccionado.

La invención se basa en la idea de emplear al menos un volumen parcial del volumen de acumulación previsto originalmente para carburante no reaccionado, después de la extracción del carburante, para la acumulación del carburante reaccionado. En esta forma de proceder se puede reducir a un óptimo el volumen necesario en conjunto para la acumulación de carburante no reaccionado y para la acumulación de carburante reaccionado.

Para el aprovechamiento óptimo del espacio de montaje disponible en un vehículo automóvil puede ser ventajoso, por ejemplo, emplear como volúmenes de acumulación para el almacenamiento del carburante varios recipientes espacialmente separados uno de otro.

Una variante especialmente preferida del procedimiento según la invención se caracteriza por el empleo de al menos tres recipientes conectados en serie en calidad de volúmenes de acumulación, efectuándose la extracción del carburante no reaccionado des-

de un recipiente de extracción, alimentándose el recipiente de extracción con carburante no reaccionado procedente de al menos un recipiente de reserva, llenándose un recipiente colector con carburante reaccionado y derivándose el carburante reaccionado

procedente del recipiente colector hacia el o los recipientes de reserva cuando se ha extraído completamente de éste el carburante no reaccionado.

Es fácilmente imaginable que el recipiente de extracción no esté disponible para el llenado con carburante reaccionado, ya que tiene que quedar garantizado el funcionamiento del vehículo automóvil hasta su repostaje. Además, el volumen del recipiente colector no puede ser repostado o llenado con carburante no reaccionado, puesto que inmediatamente después de la puesta en servicio del vehículo automóvil se produce ya carburante reaccionado que tiene que ser recogido.

Como se explica más adelante, es conveniente optimizar el número y el tamaño de los recipientes a prever en vista de la cantidad de carburante reaccionado producido, referido a la cantidad de carburante utilizado no reaccionado. Cuando se produce sobre carburante no reaccionado al 100% aproximadamente 115% de carburante reaccionado, ha manifestado ser especialmente ventajoso el empleo de un total de cinco recipientes de carburante para la puesta en práctica del procedimiento.

El problema que sirve de base a la invención se resuelve también por medio de una disposición de recipientes de carburante para el suministro de carburante a un vehículo automóvil con al menos un consumidor de hidrógeno, por ejemplo una pila de combustible, en la que se convierte hidrógeno en energía eléctrica, liberándose el hidrógeno por reacción catalítica de un donador de hidrógeno previsto como carburante y produciéndose entonces carburante reaccionado reciclable, cuya disposición comprende al menos un recipiente de extracción que está provisto de medios para transportar el carburante, al menos un recipiente de reserva que se comunica con el recipiente de extracción y que está provisto de medios para transportar el carburante al recipiente de extracción, y un recipiente colector que está unido con un recipiente de reserva a través de un rebosadero.

Preferiblemente, el recipiente de reserva está conectado al recipiente de extracción y al recipiente colector a través de una válvula conmutable de varias vías, de modo que se asegura que el recipiente colector pueda ser empleado para recoger carburante reaccionado o para recoger y descargar carburante no reaccionado.

Convenientemente, están previstos al menos dos recipientes de reserva adicionales que se comunican cada uno de ellos con el recipiente de extracción y el recipiente colector a través de válvulas conmutables. Como ya se ha mencionado al principio, es óptima una disposición de recipientes constituida por un total de cinco recipientes en lo que respecta al aprovechamiento del volumen necesario en conjunto.

Preferiblemente, los recipientes de reserva alimentan el recipiente de extracción a través de respectivas bombas eyectoras de aspiración que son accionadas cada una de ellas por un retorno de carburante procedente del recipiente de extracción.

El retorno puede derivarse, por ejemplo, de una tubería de extracción del recipiente de extracción.

Convenientemente, los recipientes de reserva es-

tán conectados cada uno de ellos a una tubería de retorno común procedente del recipiente de extracción y a una tubería de alimentación común al recipiente de extracción.

La tubería de retorno puede estar conectada a la tubería de extracción, por ejemplo, a través de una válvula reguladora de presión. A través de la válvula reguladora de presión se alimenta entonces a la tubería de retorno el caudal volumétrico de carburante transportado por la bomba, el cual no tiene que ser alimentado al catalizador.

Es especialmente ventajoso que el tamaño del recipiente colector y de los recipientes de reserva esté dimensionado en cada caso de modo que el recipiente colocado cada vez aguas arriba en la dirección de transporte del carburante pueda recoger el volumen de carburante reaccionado que se produce al vaciar el recipiente pospuesto aguas abajo con carburante no reaccionado y al procesar este último.

El recipiente de extracción y los recipientes de reserva pueden estar conectados cada uno de ellos a una tubería de llenado común, y los recipientes colectores y los recipientes de reserva pueden estar conectados cada uno de ellos a una tubería de vaciado común.

Como alternativa, el llenado y el vaciado de la disposición de recipientes de carburante puede realizarse a través de una tubería común. Por vaciado en el sentido anteriormente descrito ha de entenderse el vaciado con miras a la evacuación del carburante reaccionado.

Se explicará seguidamente la invención haciendo referencia a varios ejemplos de ejecución representados en los dibujos.

Muestran:

La figura 1, una vista esquemática de un recipiente de carburante según una primera forma de realización del procedimiento conforme a la invención,

La figura 2, una vista esquemática del recipiente de carburante representado en la figura 1 en estado llenado,

La figura 3, una vista esquemática de este recipiente de carburante durante el funcionamiento del vehículo automóvil,

La figura 4, una vista esquemática de un recipiente de carburante según un ejemplo de realización de la invención,

La figura 5, una vista esquemática de una disposición de recipientes de carburante según la invención, en donde, en aras de una mayor sencillez, se han representado solamente tuberías de llenado, de vaciado y de purga de aire,

La figura 6, una vista esquemática de la disposición de recipientes de carburante según la invención, en la que está prevista solamente una única tubería para el llenado y el vaciado, y

Las figuras 7 a 10, vistas esquemáticas de la disposición de recipientes de carburante según la invención, que representa las respectivas vías de flujo de carburante en diferentes situaciones de funcionamiento.

El recipiente de carburante 1 representado en la figura 1 está construido como un recipiente de plástico formado por dos semicascos 2 que presenta un primer volumen de acumulación inferior 3 y un segundo volumen de acumulación superior 4. El primer volumen de acumulación 3 sirve para recoger carburante no reaccionado para un vehículo automóvil provisto de una pila de combustible de hidrógeno. Como carburante está prevista en el ejemplo de realización descrito una solución acuosa con una concentración del

30% de borohidruro de sodio ( $\text{NaBH}_4$ ). Como ya se ha explicado al principio, la solución de borohidruro de sodio es alimentada como carburante no reaccionado a un catalizador a través de un mezclador. En el catalizador se hace reaccionar borohidruro de sodio con liberación de hidrógeno para obtener borato de sodio ( $\text{NaBO}_2$ ). El borato de sodio se recoge y acumula como carburante reaccionado en el segundo volumen de acumulación 4 del recipiente de carburante 1. El primer volumen de acumulación 3 está conectado a una tubería de llenado 5, mientras que el segundo volumen de acumulación 4 está conectado a una tubería de vaciado 6. El extremo de la tubería de vaciado que penetra en el volumen de acumulación 4 es de construcción flexible, de modo que es posible un vaciado completo del volumen de acumulación 4 antes del repostaje del volumen de acumulación 3. Con se ha designado una tubería de extracción a través de la cual el carburante no reaccionado proveniente del primer volumen de acumulación 3 puede ser hecho circular a través de un catalizador por medio de una bomba no representada. El carburante reaccionado es realimentado al segundo volumen de acumulación 4 a través de la tubería 8. Los volúmenes de acumulación 3 y 4 están sellados uno respecto de otro por medio de un tabique flexible 9.

La figura 1 muestra la situación de repostaje en la que se llena el primer volumen de acumulación 3 con carburante no reaccionado. Como puede deducirse del dibujo, la superficie del tabique está dimensionada de modo que éste forme comba en la dirección de la fuerza del peso cuando no esté llenado el recipiente de carburante 1; en otras palabras, la superficie de dicho tabique es mayor que la superficie que corresponde al plano de separación de los semicascos 2. Cabe hacer notar en este punto que el recipiente de carburante puede estar configurado también como un recipiente de carburante monopieza moldeado por soplado.

El tabique 9 está periféricamente sujeto en la zona de una brida periférica 10 del recipiente de carburante. Si aumenta ahora el nivel de líquido en el primer volumen de acumulación 3, tal como se ha representado en la figura 2, el tabique 9 es elevado entonces por el nivel de líquido ascendente. La figura 2 muestra el recipiente de carburante 1 completamente lleno. Dado que en la catálisis de borohidruro de sodio en el ejemplo de realización elegido se produce aproximadamente un 15% más de carburante reaccionado que si se utilizara carburante no reaccionado, se tiene que, durante el repostaje del recipiente de carburante 1, no se puede aprovechar todo su volumen, sino que, por el contrario, ha de quedar un espacio libre cuyo tamaño corresponde aproximadamente al volumen suplementario de carburante reaccionado.

La figura 3 muestra el recipiente de carburante durante el funcionamiento del vehículo automóvil. Al aumentar la extracción de carburante no reaccionado del segundo volumen de acumulación desciende el tabique 9 en la dirección de la fuerza de la gravedad, y el segundo volumen de acumulación 4 se puede ampliar a costa del primer volumen de acumulación 3 y se puede llenar de manera correspondiente con carburante reaccionado.

Dado que debido a movimientos de oleaje tanto del carburante reaccionado como del carburante no reaccionado se puede liberar aún hidrógeno sin reacción catalítica, está prevista para ambos volúmenes de acumulación 3, 4 un sistema de purga de aire que no

se ha representado.

En la figura 4 se representa un segundo ejemplo de realización del recipiente de carburante conforme a la invención. Los mismos componentes están provistos aquí de los mismos símbolos de referencia. Dentro del recipiente de carburante 2 se forma un segundo volumen de acumulación 4 por medio de un recipiente interior flexible 11. El volumen del recipiente de carburante 1 denominado primer volumen de acumulación 3 es en este caso el volumen primario de dicho recipiente. El recipiente flexible 11 puede dilatarse a costa del volumen primario del recipiente de carburante 1 cuando se vacíe este último. El recipiente interior puede estar configurado también en forma de una bolsa de material pelicular. En el caso del ejemplo de realización mostrado en la figura 4 la tubería de vaciado 6 tiene al mismo tiempo la función de la tubería designada con 8 en el caso del ejemplo de realización según las figuras 1 a 3. En otras palabras, la alimentación del carburante reaccionado y el vaciado del mismo desde el volumen de acumulación 4 se realizan a través de una tubería 6, 8.

En lo que sigue, se explica el ejemplo de realización según las figuras 5 a 10, el cual es el preferido según la invención. En las figuras 5 a 10 se representa una disposición de recipientes de carburante según la invención. Esta disposición de recipientes de carburante está constituida sustancialmente por un recipiente de extracción 12, tres recipientes de reserva 13a, b, c y un recipiente colector 14 que están conectados en serie y se comunican uno con otro. En las figuras 5 y 6 se ilustra primeramente el esquema de llenado, de vaciado y de ventilación de la disposición de recipientes de carburante. A través de la tubería de llenado designada con 15 se llenan durante el repostaje del vehículo automóvil el recipiente de extracción 12 y los recipientes de reserva 13a, b, c con carburante no reaccionado, es decir, con una solución acuosa con 30% de borohidruro de sodio. Los recipientes 12, 13a, b y c están conectados a la tubería de llenado 15 a través de sendas válvulas de llenado 16a, b, c y d, de modo que se puede realizar un repostaje sucesivo de estos recipientes 12, 13a, b, c mediante la conexión de las válvulas de llenado 16a, b, c y d. Esto podría efectuarse, por ejemplo, de modo que primero se llene el recipiente de extracción 12, estando abierta la válvula de llenado 16a, mientras que están cerradas las válvulas de llenado 16b, c, d. Cuando se ha llenado el recipiente de extracción 12, se puede cerrar la válvula de llenado 16a, mientras que se puede abrir la válvula de llenado 16b. Como alternativa, al principio del repostaje pueden estar abiertas todas las válvulas de llenado 16a, b, c y d. Las válvulas se cierran entonces sucesivamente según el estado de llenado de uno u otro recipiente 12, 13a, b, c, aumentando la presión de líquido en la tubería de llenado 15 por efecto de la última válvula de llenado en cerrarse y produciendo un cierre de la válvula de toma. Como ya se ha mencionado al principio, se llenan primero solamente el recipiente de extracción 12 y los recipientes de reserva 13a, b, c. El recipiente colector 14 tiene que estar disponible inmediatamente después de concluido el proceso de repostaje para recoger carburante no reaccionado y, por tanto, no puede ser repostado. Puede ser apreciado por el experto que las válvulas de llenado 16a, b, c y d son necesarias para hacer posible en cada caso un repostaje parcial del vehículo automóvil, por ejemplo cuando esté vaciado el recipiente de

reserva 13c y solamente deba rellenarse éste, pero no los recipientes 12, 13a y 13b.

Como se explicará más adelante, tanto el recipiente colector 14 como los recipientes de reserva 13a, b, c pueden recoger también carburante reaccionado, si bien esto último únicamente después de su respectivo vaciado completo. Antes del repostaje del vehículo automóvil se tiene que vaciar el carburante no reaccionado del recipiente colector 14 y eventualmente de uno u otro recipiente de reserva 13a, b, c. El vaciado del recipiente colector 14 es necesario para poder llenarlo nuevamente con carburante no reaccionado; el vaciado de los recipientes de reserva 13a, b, c tiene que efectuarse para hacer que su volumen quede disponible nuevamente para el nuevo llenado con carburante no reaccionado. En lo que sigue, se utiliza el término “vaciado” para la retirada y evacuación del carburante reaccionado, mientras que el término “extracción” designa la descarga del carburante no reaccionado con miras a accionar el vehículo. A este fin, el recipiente colector 14 y los recipientes de reserva 13a, b, c están unidos uno con otro a través de una tubería de vaciado común 17. Los recipientes 14, 13a, 13b y 13c están conectados a la tubería de vaciado 17 a través de respectivas válvulas de vaciado 18a, b, c.

El vaciado de los recipientes 14, 13a, b, c se efectúa a través de la tubería de vaciado 17 y las válvulas de vaciado 18a, b, c tan pronto como estos recipientes se hayan llenado con carburante reaccionado. No es posible un llenado del recipiente de extracción 12 con carburante reaccionado, ya que tiene que garantizarse el funcionamiento del vehículo automóvil hasta el repostaje. Todos los recipientes 12, 13a, b, c y 14 están conectados a un recipiente de burbujeo 20 a través de una respectiva tubería de purga de aire 19. En el recipiente de burbujeo se puede acumular condensado proveniente de las tuberías de purga de aire 19 y este condensado es realimentado al recipiente colector 14 a través de la tubería 21. El gas ( $H_2$ ) acumulado en el recipiente de burbujeo 20 es alimentado a un catalizador 23 pospuesto al recipiente de burbujeo 20.

En la figura 6 se muestra un esquema correspondiente al esquema representado en la figura 5, en donde la tubería de llenado y la tubería de vaciado están agrupadas en una tubería de llenado y vaciado común 22 que se comunica con los recipientes 13a, b, c y 14 a través de las válvulas de llenado y vaciado 22a, b, c, d.

Haciendo referencia a las figuras 7 a 10 se entrará seguidamente en detalles sobre el flujo de carburante en diferentes situaciones de funcionamiento del vehículo automóvil.

En la figura 7 se representa la situación de funcionamiento en la que los recipientes 12, 13a, 13b y 13c se han llenado completamente con carburante no reaccionado. Se descarga carburante no reaccionado desde el recipiente de extracción 12 con miras a generar hidrógeno y a accionar un vehículo automóvil. Como ya se ha explicado anteriormente, el carburante no reaccionado en forma de borohidruro de sodio es convertido en borato de sodio con liberación de hidrógeno para fines de combustión o de generación de energía en una pila de combustible. El borato de sodio es recogido en el recipiente colector 14. Entre el recipiente de extracción 12 y el recipiente colector 14 están dispuestos los recipientes de reserva 13a, 13b y 13c. El recipiente de extracción 12 es alimentado continuamente con carburante desde cada uno de los

recipientes de reserva 13a, 13b y 13c. Los recipientes de reserva 13a, 13b y 13c que van quedando libres sucesivamente están entonces disponibles para la recogida de carburante reaccionado, siendo conducido selectivamente el carburante reaccionado proveniente del recipiente colector 14 a los respectivos recipientes de reserva libres 13a, 13b y 13c. A continuación, se describe este proceso con detalle.

El carburante es alimentado desde el recipiente de extracción 12 a un mezclador 25 a través de la tubería de extracción 7 por medio de una bomba de carburante 24. El carburante no reaccionado en el recipiente de extracción 12 contiene 30% en volumen de  $NaBH_4$  en solución acuosa. En el mezclador 25 se diluye adicionalmente con agua el carburante no reaccionado hasta una concentración de 20% en peso. Como ya se ha expuesto al principio, se condensa el agua proveniente del gas de escape de la pila de combustible. El carburante no reaccionado pasa del mezclador 25 al catalizador 26, en el cual se genera borato de sodio ( $NaBO_2$ ) con desprendimiento de hidrógeno puro ( $H_2$ ). El borato de sodio en solución acuosa es alimentado al recipiente colector 14 a través de la tubería 8. A través de una válvula reguladora de presión 27 se deriva carburante no extraído de la tubería de extracción 7 y se alimenta éste nuevamente a los recipientes 13a, b, c a través de una tubería de retorno común 28. Los recipientes 13a, b, c están conectados a la tubería de retorno 28 a través de las válvulas de retorno 29a, b, c. En la situación representada en la figura 7 el retorno del carburante al recipiente de reserva 13c se realiza a través de la tubería de retorno 28. Allí es accionada a través del retorno de carburante una bomba eyectora de aspiración no representada que alimenta el recipiente de extracción 12 desde el recipiente de reserva 13c a través de una tubería de alimentación común 30. Los recipientes de reserva 13a, b, c están conectados a la tubería de alimentación 30 a través de sendas válvulas de alimentación 31a, b, c. Estas válvulas de alimentación 31a, b, c, conectan, además, una respectiva vía hacia una tubería de reboso 32 que une los recipientes 14, 13a, 13b y 13c.

La activación de las válvulas de retorno y de alimentación 29a, 29b, 29c, 31a, 31b, y 31c se efectúa en este caso a través de un indicador de nivel de llenado no representado en cada uno de los recipientes 14, 13a, 13b, 13c y 12 y un sistema de control de rango superior no representado.

El recipiente de reserva 13c alimenta el recipiente de extracción 12 hasta que esté completamente vaciado dicho recipiente de reserva 13c.

Seguidamente, se cierra la válvula de retorno 29c.

Se conecta la válvula de alimentación 31c de modo que se libere la tubería de reboso 32 del recipiente colector 14 al recipiente de reserva 13c. La unión del recipiente de reserva 13c con la tubería de alimentación 30 está bloqueada en esta posición de conexión de la válvula de alimentación 31c. Esta situación está representada en la figura 8. El carburante reaccionado que entra en el recipiente colector 14 a través de la tubería 8 puede rebosar allí hacia el recipiente de reserva 13c. El carburante bombeado a través de la tubería de retorno 28 impulsa a una bomba eyectora de chorro que está dispuesta en el recipiente de reserva 13b y que a su vez alimenta el recipiente de extracción 12 a través de la tubería de alimentación 30 hasta que se haya vaciado el recipiente de reserva 13b. Cuando el recipiente de reserva 13b se ha vaciado por comple-

to, se capta esto a través de un indicador de nivel de llenado no representado que a su vez provoca una conexión de la válvula de alimentación 31 b que cierra la unión con la tubería de alimentación 30 y abre la unión con la tubería de reboso 32. A consecuencia de esta conexión de válvula, se transporta carburante reaccionado del recipiente colector 14 al recipiente de reserva 13b, tal como se representa en la figura 9. En esta situación el recipiente de reserva 13a alimenta el recipiente de extracción 12 y el carburante reaccionado pasa por la tubería de reboso 32 directamente del recipiente colector 14 al recipiente de reserva 13b. La válvula de alimentación 31c está completamente cerrada, con lo que se puentea el recipiente de reserva 13c.

Por último, en la figura 10 se representa la situación en la que se transporta carburante reaccionado del recipiente colector 14 al recipiente de reserva 13a. El retorno de carburante del recipiente de extracción 12 tiene lugar volviendo el carburante directamente a este último.

Todos los recipientes de carburante poseen volúmenes diferentes uno de otro. Como puede deducirse en síntesis del dibujo, el recipiente colector 14 posee el volumen más grande. Este volumen está dimensionado de modo que pueda recogerse la cantidad de carburante reaccionado que resulta de la reacción del volumen de carburante que se encuentra en el recipiente de reserva 13c. El recipiente de reserva 13c a su vez está dimensionado en su tamaño de modo que éste pueda recoger la cantidad de carburante reaccionado que resulta de la reacción del volumen de carburante que se encuentra en el recipiente 13b. El recipiente de carburante 13b está dimensionado en su volumen de modo que pueda recoger la cantidad del carburante reaccionado que resulta del volumen del recipiente de carburante 13a, y, por último, el volumen del recipiente de carburante 13a está dimensionado de modo que éste pueda recoger la cantidad de carburante reaccionado que resulta de la reacción completa del volumen de carburante que se encuentra en el recipiente de extracción 12.

El recipiente de extracción 12 y los recipientes de reserva 13a, b, c están contruidos preferiblemente en plástico. Dado que, después de pasar por el catalizador 26, el carburante reaccionado tiene una temperatura relativamente alta que debe ser reducida, el recipiente colector 14 está construido preferiblemente

en metal. Un recipiente de esta clase puede evacuar mejor la temperatura que un recipiente de plástico. El recipiente colector 14 puede ser también de plástico cuando el carburante reaccionado retornado se haya reducido también en temperatura por medio de un dispositivo de refrigeración hasta una medida tolerable para el plástico.

#### Lista de símbolos de referencia

1	Recipiente de carburante
2	Semicascos
3	Primer volumen de acumulación
4	Segundo volumen de acumulación
5	Tubería de llenado
6	Tubería de vaciado
7	Tubería de extracción
8	Tubería
9	Tabique
10	Brida
11	Recipiente interior flexible
12	Recipiente de extracción
13a, b, c	Recipiente de reserva
14	Recipiente colector
15	Tubería de llenado
16a, b, c, d	Válvulas de llenado
17	Tubería de vaciado
18a, b, c	Válvulas de vaciado
19	Tubería de purga de aire
20	Recipiente de burbujeo
21	Tubería
22	Tubería de llenado y vaciado
22a, b, c, d	Válvulas de llenado y vaciado
23	Catalizador
24	Bomba de carburante
25	Mezclador
26	Catalizador
27	Válvula reguladora de presión
28	Tubería de retorno
29a, b, c	Válvulas de retorno
30	Tubería de alimentación
31a, b, c	Válvulas de alimentación
32	Tubería de reboso

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de suministro de carburante a un vehículo automóvil con al menos un consumidor de hidrógeno, tal como, por ejemplo, una pila de combustible en la cual se convierte hidrógeno en energía eléctrica, en donde se libera el hidrógeno por reacción catalítica de un donador de hidrógeno previsto como carburante y se produce entonces carburante reaccionado reciclable, cuyo procedimiento comprende la extracción de carburante no reaccionado de un primer volumen de acumulación, el llenado de al menos un segundo volumen de acumulación separado del primer volumen de acumulación con carburante reaccionado y la utilización adicional al menos parcial del primer volumen de alimentación que se queda libre debido a la extracción para almacenar el carburante reaccionado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el empleo de varios recipientes espacialmente separados uno de otro en calidad de volúmenes de acumulación.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** por el empleo de al menos tres recipientes conectados en serie en calidad de volúmenes de alimentación, efectuándose la extracción del carburante no reaccionado desde un recipiente de extracción, alimentándose el recipiente de extracción con carburante no reaccionado desde al menos un recipiente de reserva, llenándose al menos un recipiente colector con carburante reaccionado y conduciéndose el carburante reaccionado desde el recipiente colector hasta el o los recipientes de reserva cuando se haya extraído completamente de éstos el carburante no reaccionado.

4. Disposición de recipientes de carburante para el suministro de carburante a un vehículo automóvil con al menos un consumidor de hidrógeno, por ejemplo una pila de combustible en la que se convierte hidrógeno en energía eléctrica, en donde se libera el hidrógeno por reacción catalítica de un donador de hidrógeno previsto como carburante y se produce entonces carburante reaccionado reciclable, cuya disposición comprende al menos un recipiente de extracción (12), al menos un recipiente de reserva (13a, b, c) que se comunica con el recipiente de extracción (12) y que está provisto de medios para transportar el carburante al recipiente de extracción, y al menos un recipiente colector (14) que está unido con un recipiente de reserva (13a, b, c) a través de un rebosadero.

5. Disposición de recipientes de carburante según la reivindicación 4, **caracterizada** porque el recipien-

te de reserva (13a, b, c) está conectado al recipiente de extracción (12) y al recipiente colector (14) a través de una válvula conmutable de varias vías.

6. Disposición de recipientes de carburante según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizada** porque están previstos al menos dos recipientes de reserva adicionales (13b, c) que se comunican con el recipiente de extracción (12) y el recipiente colector (14) a través de respectivas válvulas conmutables.

7. Disposición de recipientes de carburante según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizada** porque los recipientes de reserva (13a, b, c) alimentan el recipiente de extracción (12) a través de respectivas bombas eyectoras de aspiración que son accionadas cada una de ellas a través de una tubería de retorno (28) proveniente del recipiente de extracción (12).

8. Disposición de recipientes de carburante según la reivindicación 7, **caracterizada** porque la tubería de retorno (28) se deriva de una tubería de extracción (7) proveniente de un recipiente de extracción (12).

9. Disposición de recipientes de carburante según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada** porque los recipientes de reserva (13a, b, c) están conectados cada uno de ellos a una tubería de retorno común (28) proveniente del recipiente de extracción (12) y a una tubería de alimentación común (30) que va al recipiente de extracción (12).

10. Disposición de recipientes de carburante según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada** porque la tubería de retorno (28) está conectada a la tubería de extracción (7) a través de una válvula reguladora de presión (27).

11. Disposición de recipientes de carburante según una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizada** porque el tamaño del recipiente colector (14) y de los recipientes de reserva (13a, b, c) está dimensionado en cada caso de modo que el respectivo recipiente colocado aguas arriba en la dirección de transporte del carburante puede recoger el volumen de carburante reaccionado que se produce al vaciar el recipiente pospuesto aguas abajo con carburante no reaccionado y al procesar este último.

12. Disposición de recipientes de carburante según una de las reivindicaciones 5 a 11, **caracterizada** porque el recipiente de extracción (12) y los recipientes de reserva (13a, b, c) están conectados cada uno de ellos a una tubería de llenado común (15).

13. Disposición de recipientes de carburante según una de las reivindicaciones 5 a 12, **caracterizada** porque el recipiente colector (14) y los recipientes de reserva (13a, b, c) están conectados cada uno de ellos a una tubería de vaciado común (17).

Fig.1

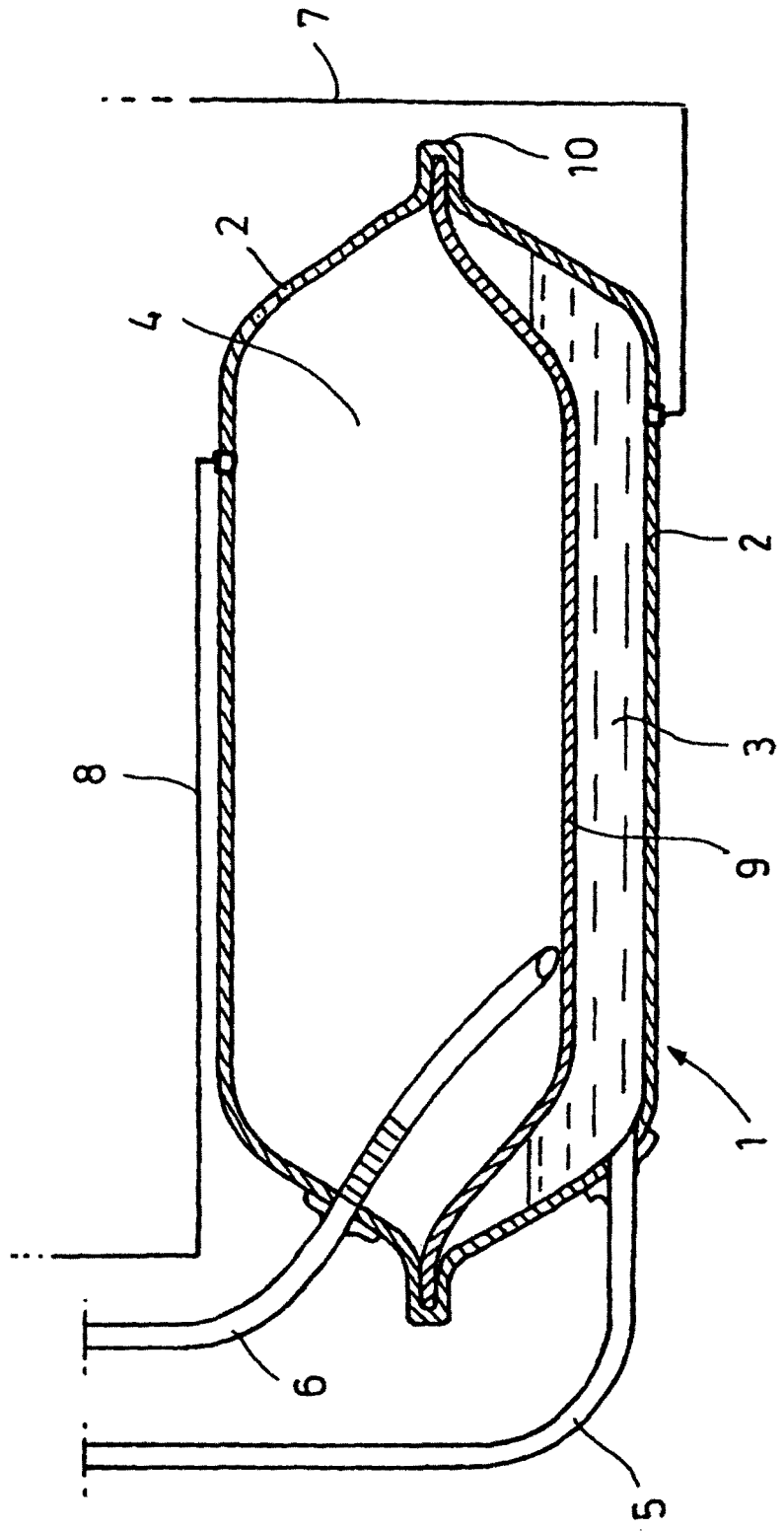


Fig.2

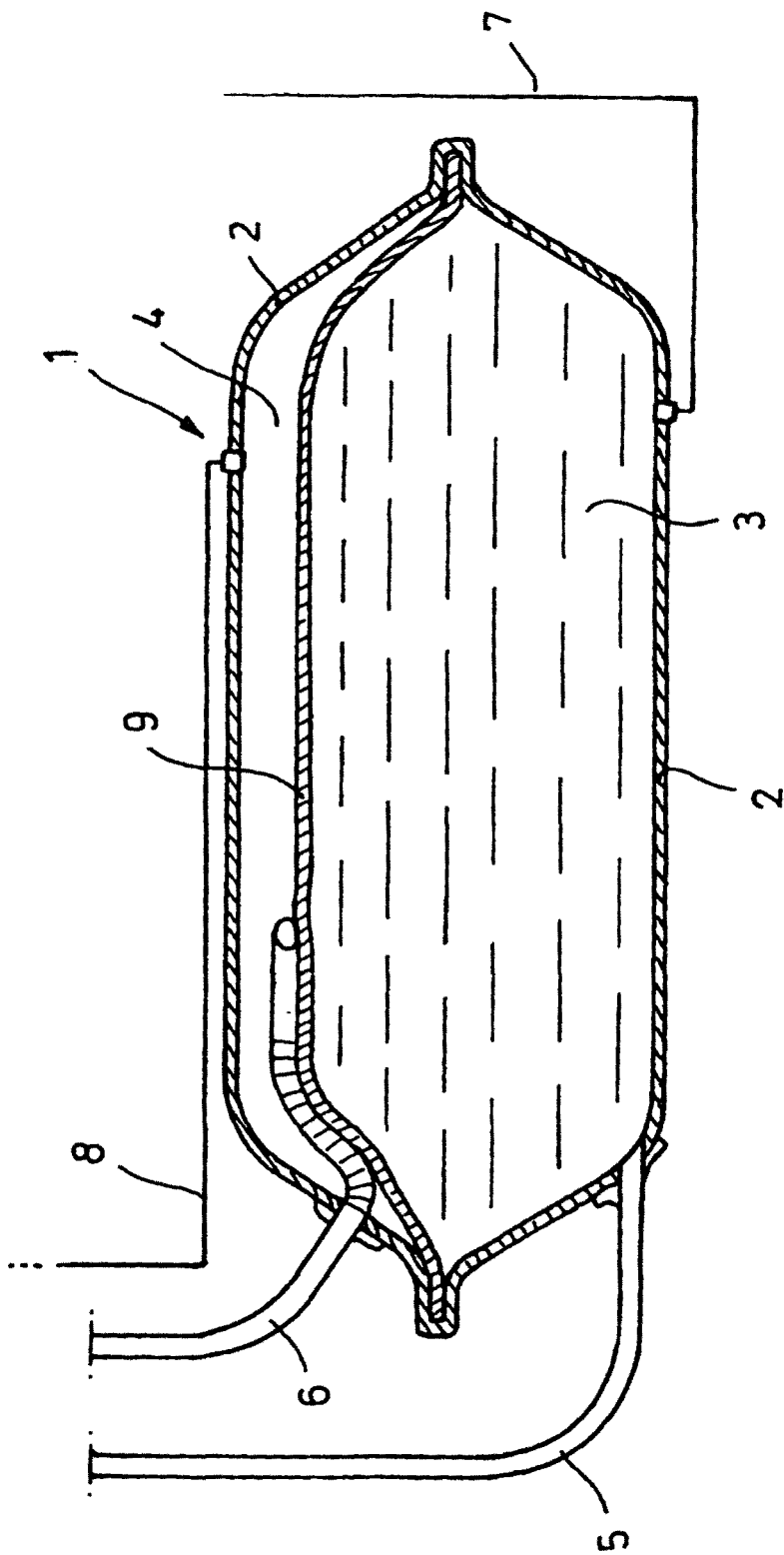


Fig.3

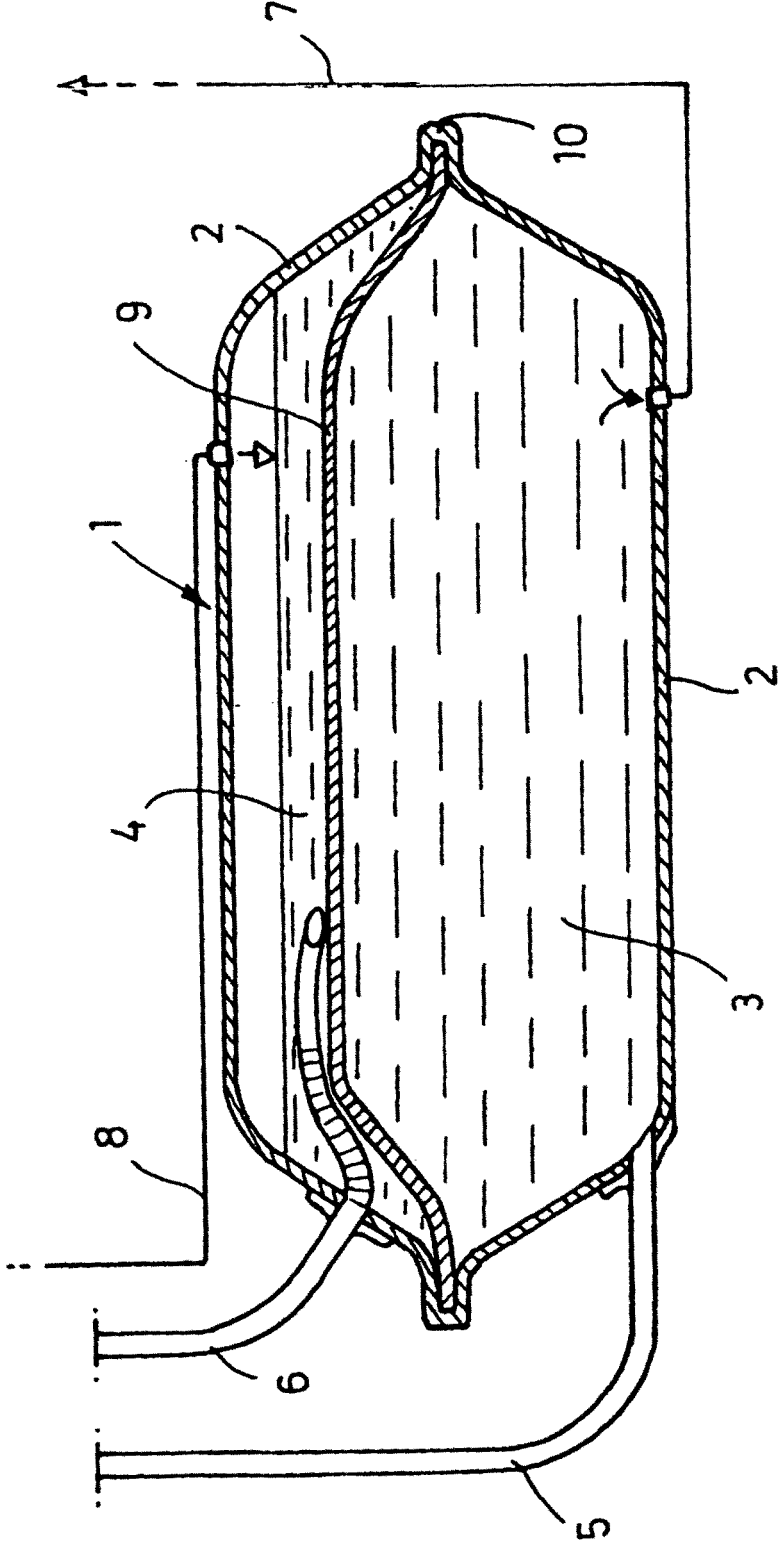
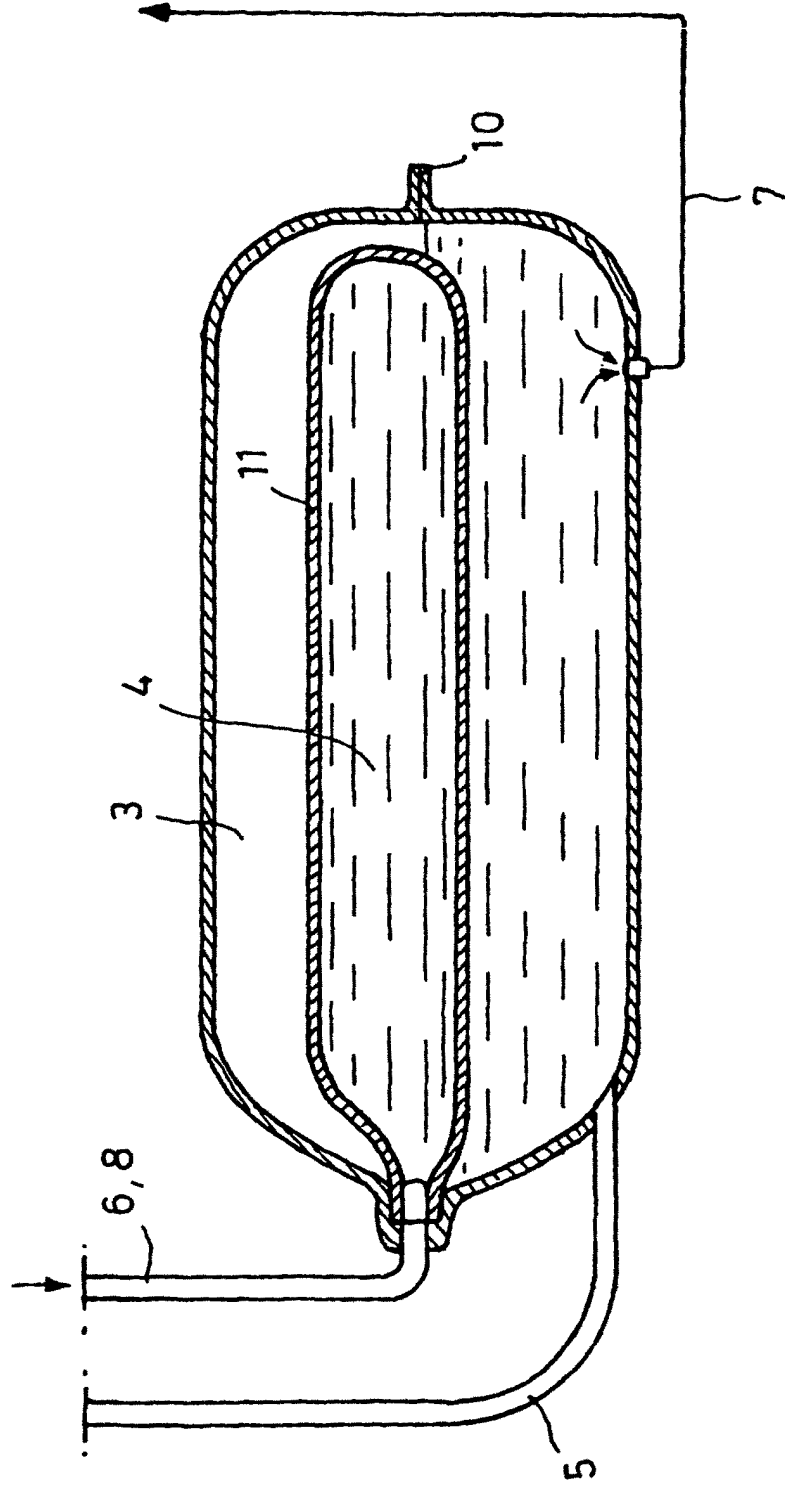


Fig.4



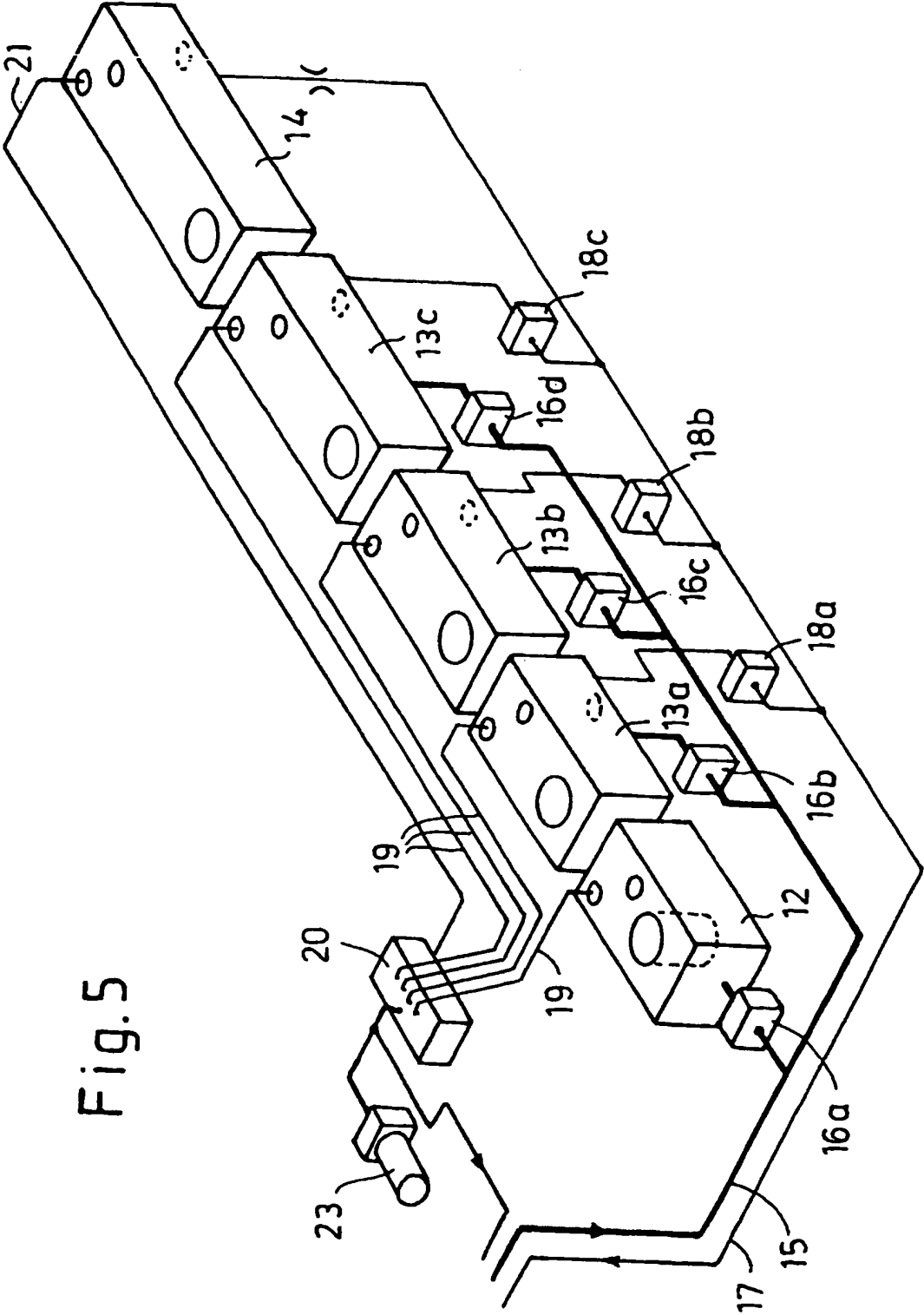


Fig.5

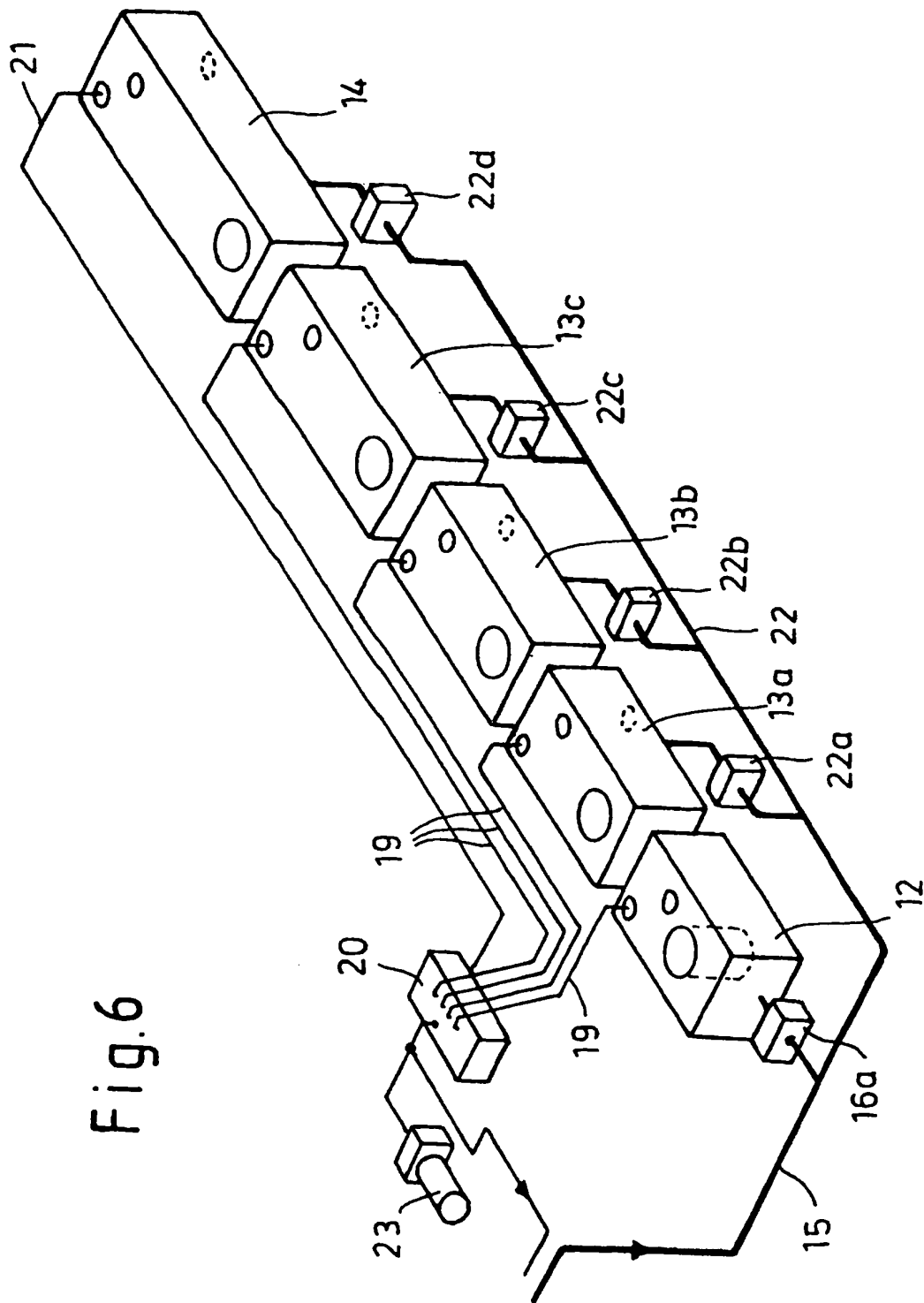


Fig.6

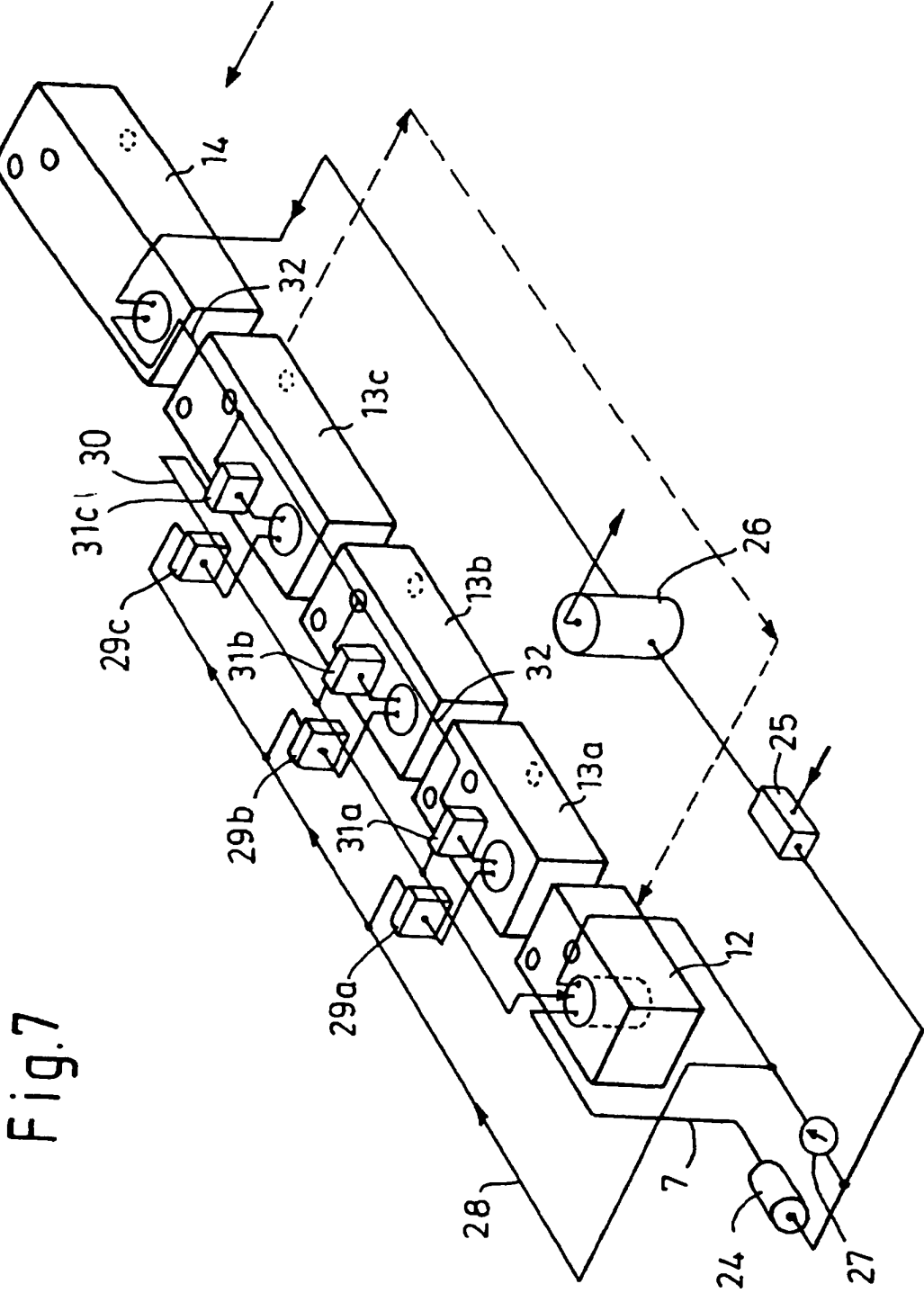


Fig. 7

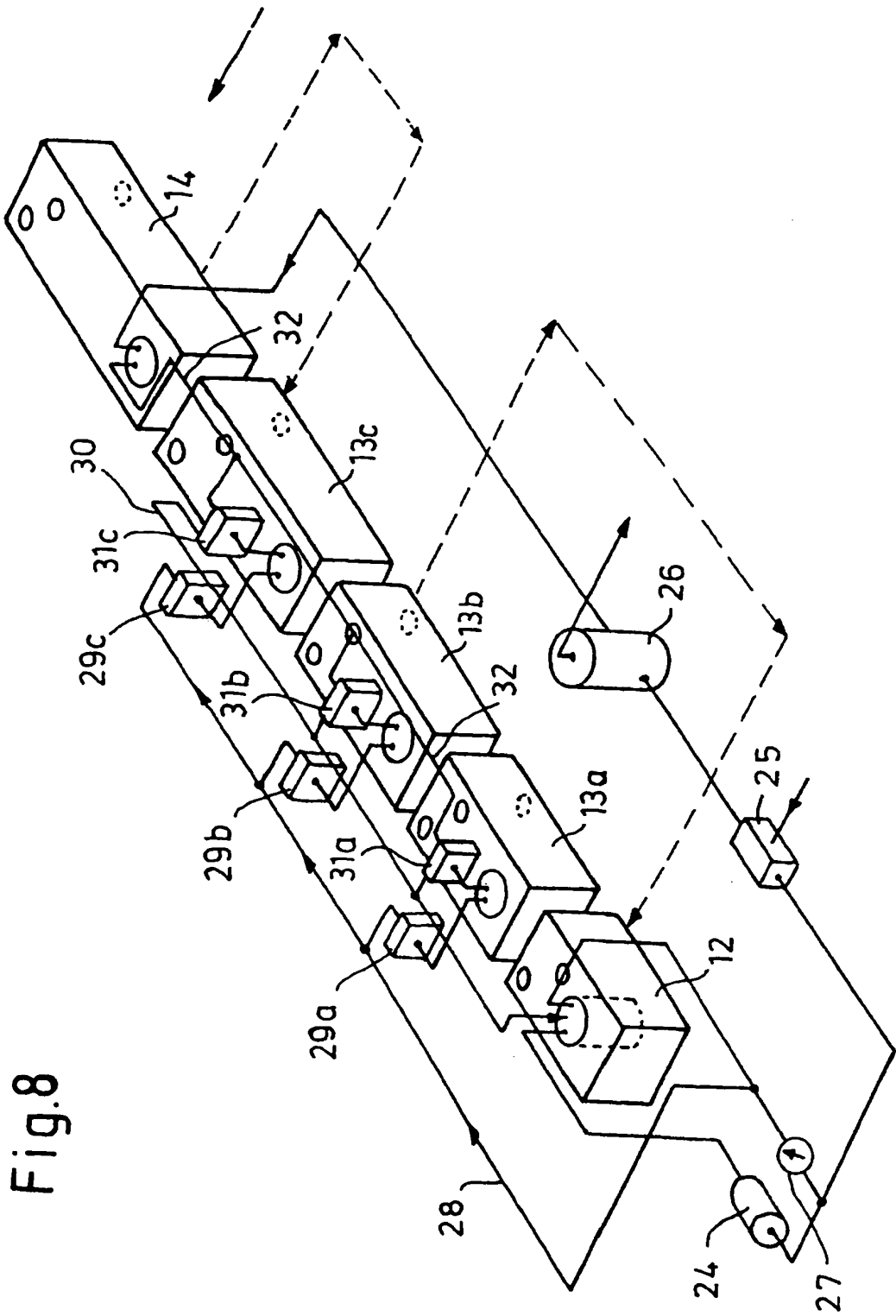


Fig.8

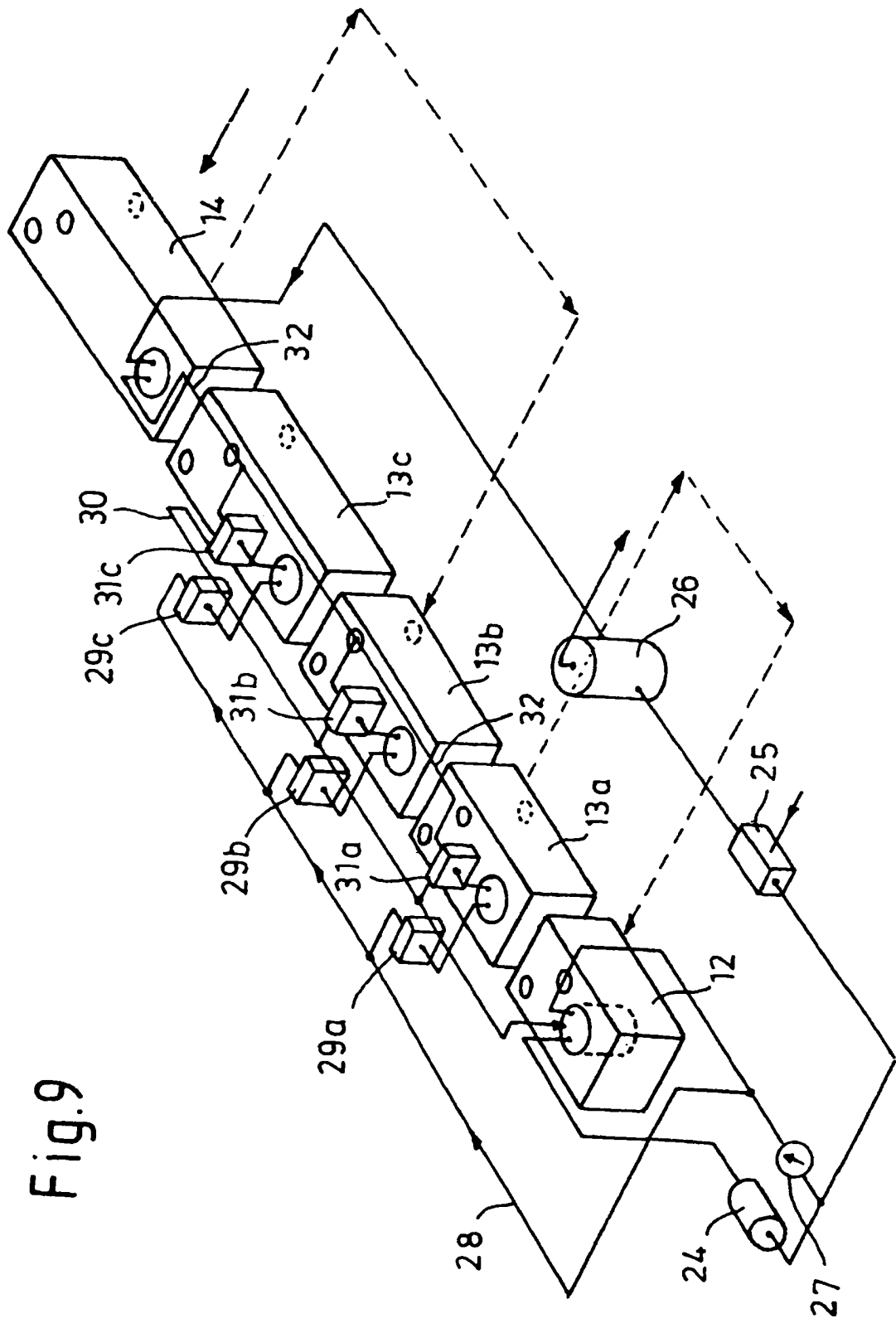


Fig.9

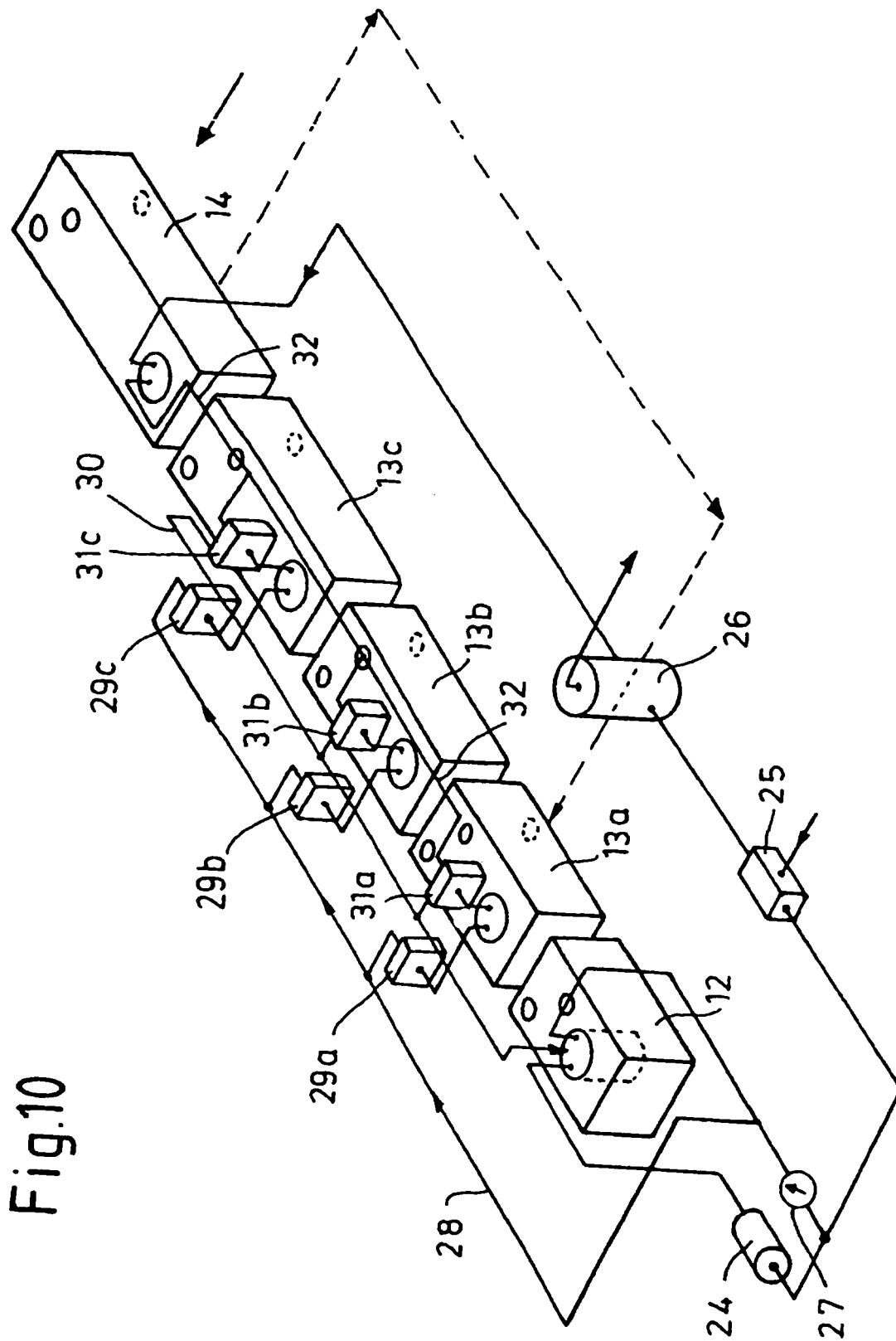


Fig.10