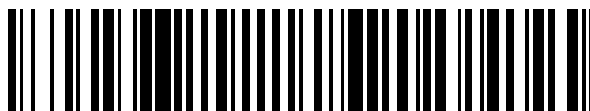


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 082**

51 Int. Cl.:

H01M 8/06 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

F17D 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2009 E 09751934 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2361446**

54 Título: **Procedimiento para el uso de hidrógeno por medio de pilas de combustible en una red de tuberías**

30 Prioridad:

17.11.2008 DE 102008057694

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

26.04.2013

73 Titular/es:

**TETZLAFF, KARL-HEINZ (100.0%)
Mörikestr. 6
65779 Kelkheim, DE**

72 Inventor/es:

TETZLAFF, KARL-HEINZ

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 402 082 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 para el uso de hidrógeno por medio de pilas de combustible en una red de tuberías

5 Sector de la técnica

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo en cada caso para el uso de hidrógeno proporcionado a través de una red de tuberías delimitada, por medio de pilas de combustible previstas en consumidores finales.

10 Estado de la técnica

Actualmente se hacen funcionar pilas de combustible con membranas de electrolito polimérico en la red de gas natural de tal manera que aguas arriba de cada pila de combustible individual está conectado un reformador. Esto es poco eficiente y caro. Las unidades conocidas formadas por reformador y pila de combustible no pueden satisfacer las necesidades de demanda altamente dinámicas del consumidor final, de modo que para el suministro de energía el consumidor final depende además de la red eléctrica general. En el documento DE 199 51 215 A1 se describe una unidad típica formada por reformador y pila de combustible.

Para el funcionamiento de pilas de combustible con gas natural, en primer lugar debe generarse en el reformador un gas de síntesis con contenido en hidrógeno. Como este gas de síntesis aún presenta una pluralidad de sustancias que contaminan los catalizadores en el reformador y la pila de combustible (componentes de interferencia), el gas de síntesis debe purificarse antes de su conversión en la pila de combustible a la calidad para pilas de combustible. Por tanto, el gas de síntesis con contenido en hidrógeno procedente del reformador debe purificarse mediante dispositivos de purificación de gases a la calidad para pilas de combustible, para que la pila de combustible no se vea perjudicada. Además de monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂) en particular deben separarse compuestos con contenido en azufre del gas de síntesis. Este problema se describe en el documento EP 1 926 169 A1. Para el suministro de energía doméstico con una potencia de pocos kilovatios, los elevados requisitos de las pilas de combustible con respecto a la pureza del gas con contenido en hidrógeno llevan a grandes inversiones.

Cuando es necesario un suministro de hidrógeno a una región, por ejemplo una ciudad, a través de una red de tuberías para la generación de electricidad y calor, la producción de hidrógeno debe satisfacer sobre todo la demanda de calor. Por tanto, debe proporcionarse hidrógeno suficiente para cubrir la demanda de calor. En el caso de las plantas que producen hidrógeno a partir de biomasa, sólo se consigue con acumuladores grandes y caros tales como acumuladores subterráneos. Si bien tales acumuladores están integrados en la red de gas natural, sin embargo para una red de hidrógeno en primer lugar no están disponibles o sólo lo están de manera limitada. Por tanto, los obstáculos económicos para la transición a una economía de hidrógeno son muy importantes.

La escuela técnica superior de Lübeck PROJEKT-GMBH describió en junio de 2007 en un estudio titulado "Studie zur Dämpfung der Netzbelastung durch Wasserstoffsysteme" ("Estudio para atenuar la carga de red mediante sistemas de hidrógeno") en las páginas 62, 63 y 71 la adición de hidrógeno a una red de gas natural delimitada y el uso de la proporción de hidrógeno en pilas de combustible locales como posibilidad teórica, pero por varios motivos se rechazó por ser poco práctico. No se dio a conocer la realización técnica.

En el documento EP 2 156 544 A2 se describe el funcionamiento de pilas de combustible en una red de gas natural con reformadores de gas natural conectados aguas arriba de las pilas de combustible.

Objeto de la invención

El objetivo de la invención es perfeccionar y desarrollar un procedimiento y un dispositivo en cada caso del tipo mencionado al inicio y descrito anteriormente en más detalle de tal manera que puedan evitarse las desventajas mencionadas y las pilas de combustible puedan hacerse funcionar de manera altamente dinámica y económica. De este modo se facilitará la transición de la economía energética actual orientada a la electricidad a una economía de hidrógeno sostenible, orientada al calor.

Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación 1.

Además se soluciona el objetivo mediante un dispositivo según la reivindicación 9.

Según la invención la transición a una economía de hidrógeno puede realizarse de una manera más económica, porque se usa el hidrógeno principalmente para el suministro de electricidad por medio de pilas de combustible. Aún así, para garantizar el suministro de calor, en particular en invierno, además del hidrógeno se alimenta gas natural purificado a la red de tuberías.

Como gas natural se utiliza un gas natural purificado. Esto significa que las proporciones de los componentes de interferencia contenidos en el gas natural son tan reducidas que se evita un daño considerable de las pilas de combustible por la mezcla de gases tomada de la red de tuberías. En caso contrario, en los consumidores finales

tendrían que instalarse dispositivos de purificación de gas, lo que debe evitarse por motivos económicos. Por el mismo motivo o para minimizar la proporción de gases inertes en la mezcla de gases transportada a través de la red de tuberías, el hidrógeno se alimenta a la red de tuberías preferiblemente en la forma más pura posible. En caso necesario, por motivos económicos, pueden tolerarse impurezas mínimas del hidrógeno según el procedimiento utilizado para la producción de hidrógeno.

Por lo demás, es conveniente aunque no necesario que cada consumidor final haga funcionar una pila de combustible y un quemador de gas con el gas o la mezcla de gases que se proporciona a través de la red de tuberías. También puede haber consumidores finales individuales conectados a la red de tuberías, que sólo hagan funcionar una pila de combustible o un quemador de gas con el gas o la mezcla de gases que se proporciona a través de la red de tuberías.

La pila de combustible y el quemador de gas en un consumidor final están conectados entre sí y unidos a la red de tuberías de tal manera que la pila de combustible en todo caso usa una parte del hidrógeno de la mezcla de gases para la generación de electricidad. El gas de escape más rico en gas natural de la pila de combustible, que aún puede contener algo de hidrógeno, se conduce preferiblemente a un quemador de gas de una caldera de gas. La mezcla de gases se suministra preferiblemente al ánodo de la pila de combustible. De este modo el gas de escape que sale del ánodo también se conduce preferiblemente al quemador de gas. Dado que normalmente sólo el gas del ánodo presenta hidrógeno y en el presente caso además gas natural. El gas del cátodo es por regla general preferentemente aire u oxígeno así como dado el caso agua producida en la generación de electricidad.

Como pilas de combustible son adecuadas las pilas de combustible de electrolito polimérico (PMFC), que también pueden generar electricidad sin problemas cuando la proporción de hidrógeno en la mezcla de hidrógeno y gas natural es reducida. Sin embargo, también pueden utilizarse otras pilas de combustible tales como pilas de combustible de ácido fosfórico (PAFC), pilas de combustible de carbonato fundido (MCFC) o pilas de combustible de óxido sólido (SOFC). En caso necesario varios de los tipos de pila de combustible mencionados anteriormente también pueden estar conectados simultáneamente a la red de tuberías.

En el caso de la red de tuberías puede tratarse de una nueva red de tuberías construida o de una red de gas natural existente. En el caso de una red de gas natural se trata en particular de una parte delimitada espacialmente de una red de gas natural existente. El tamaño de la región de gas natural delimitada depende del tamaño y número de plantas de hidrógeno y los acumuladores de hidrógeno, disponibles para el suministro de gas natural delimitado.

En verano, en caso necesario, puede alimentarse a la red de tuberías sólo hidrógeno, en particular puro. Por medio de las pilas de combustible los consumidores finales pueden generar electricidad y agua caliente para el consumo propio. En particular en invierno además del hidrógeno también puede alimentarse gas natural purificado a la red de tuberías. La proporción de gas natural puede usarse para garantizar el suministro de calor por medio de un quemador de gas.

En el caso del quemador de gas se trata preferiblemente de un denominado quemador universal, cuya boquilla puede quemar una mezcla de gases con una proporción de hidrógeno de desde el 0 hasta el 100%. El consumidor final puede decidir libremente si usar el hidrógeno, o una mezcla de hidrógeno y gas natural, únicamente para calentar en la caldera de gas o, conectando aguas arriba una pila de combustible, para generar también electricidad. La electricidad puede usarse en sí misma, alimentarse a la red eléctrica general u obtenerse de la red eléctrica general para cubrir picos de consumo propios.

Para evitar pérdidas de energía, es conveniente hacer funcionar la planta de hidrógeno situada aguas arriba en verano a carga parcial y durante el resto del año a carga completa. Para cubrir picos de demanda de calor, en invierno puede alimentarse además gas natural purificado a la red de tuberías. Entonces, con una carga completa de la planta de hidrógeno pueden alimentarse cantidades de electricidad considerables a la red eléctrica general, sin que se pierda el calor de escape de la pila de combustible. De este modo es posible una generación de electricidad y calor orientada al calor, que por definición está libre de pérdidas. La planta de hidrógeno para proporcionar el hidrógeno debería poder controlarse al menos de manera limitada para un funcionamiento correspondiente de la red de tuberías. Esto puede conseguirse tanto con la utilización de electrolizadores como con la utilización de reformadores de vapor para la producción de hidrógeno.

Es conveniente complementar la unidad formada por pila de combustible y quemador de gas en el consumidor final con un acumulador de calor. Este acumulador de calor debería poder cargarse tanto mediante el calor de escape de la pila de combustible como mediante el calor de escape de la caldera de gas. El acumulador de calor puede presentar además una calefacción eléctrica, que puede hacerse funcionar tanto con electricidad desde la pila de combustible como con electricidad desde la red eléctrica general. En caso de suspenderse el suministro de hidrógeno y gas natural, la calefacción eléctrica puede hacerse funcionar como calefacción de emergencia. El acumulador de calor puede estar compuesto en una configuración sencilla por una caldera de agua.

Además, con electricidad a partir de las pilas de combustible puede estabilizarse el suministro de electricidad a través de la red eléctrica general.

Para que la instalación de purificación de gas para la preparación del gas natural no tenga que diseñarse para el consumo pico, puede estar previsto un acumulador para gas natural purificado, desde el que entonces según la demanda puede alimentarse gas natural purificado a la red de tuberías.

5 El acumulador para gas natural purificado puede encontrarse al inicio de una región de suministro de gas natural. Aquí, además, en caso necesario tiene lugar la alimentación de gas natural a la red de tuberías cerrada. Cuando la red de tuberías debido a su estructura espacial no presenta ningún inicio, entonces el inicio de la red de tuberías puede estar definido por el lugar de la alimentación de gas natural, en todo caso cuando no estén dispuestos lugares adicionales de alimentación de gas natural a la red de tuberías de manera distribuida por la región de suministro de gas natural.

15 De manera análoga, para el hidrógeno, en caso necesario esencialmente puro, puede estar previsto un acumulador, que puede estar dispuesto al inicio de una región de suministro de hidrógeno. La región de suministro de gas natural y la región de suministro de hidrógeno están a este respecto preferiblemente superpuestas. A falta de un inicio espacial de la red de tuberías el lugar de la alimentación del hidrógeno puede considerarse como el inicio de la red de tuberías, cuando el hidrógeno no se alimente en diferentes lugares de manera distribuida por la región de suministro de hidrógeno. Preferiblemente el lugar de alimentación del hidrógeno y el lugar de alimentación del gas natural son idénticos. Aún más preferiblemente el hidrógeno y el gas natural se mezclan antes de la alimentación, de modo que la razón de hidrógeno a gas natural en la red de tuberías es lo más uniforme posible en todas partes.

25 Los consumidores finales o sus casas tienen, por regla general, sólo contadores volumétricos para gas. Para evitar costes de conversión para un contador de cantidad de calefacción, para un periodo de suministro dado puede calcularse un valor medio para el valor calorífico. Este valor medio puede calcularse mediante medición de los caudales del hidrógeno alimentado y del gas natural alimentado. Con una estructura de usuario similar, de este modo, puede garantizarse un cálculo lo suficientemente preciso. Alternativamente, en particular en caso de clientes más grandes, pueden estar instalados aparatos para la medición de la cantidad de energía recibida, dividida en hidrógeno y gas natural.

30 Como los medios de odorización con contenido en azufre pueden llevar a un daño de las pilas de combustible de los consumidores finales, al gas proporcionado al consumidor final se le puede añadir un medio de odorización libre de azufre por ejemplo a base de acrilato.

35 Alternativa o adicionalmente es conveniente poner a disposición del consumidor final un detector de hidrógeno, que en caso de peligro dispare una alarma acústica. Para aumentar la seguridad, el detector también puede disparar el cierre automático de la válvula principal de gas. Entonces la mezcla de gases debería contener siempre tanto hidrógeno que el detector de hidrógeno funcione de manera fiable. Por tanto, a la planta de hidrógeno se le puede proporcionar un generador de hidrógeno pequeño adicional. Puede ser un electrolizador pequeño, que salta cuando falla la planta de gran tamaño. Alternativa o adicionalmente puede estar previsto un acumulador de hidrógeno. Los valores umbral del detector de hidrógeno se adaptarán entonces mediante control remoto.

45 Según el procedimiento puede estar previsto alimentar gas natural purificado e hidrógeno o bien por separado o bien tras una operación de mezclado anterior a la red de tuberías y transportarlos a los consumidores finales. Entonces, según la demanda, en los consumidores finales puede tomarse una mezcla de hidrógeno y gas natural de la red de tuberías. A continuación puede usarse la proporción de hidrógeno de la mezcla tomada al menos parcialmente por al menos una pila de combustible en el consumidor final para producir electricidad. La mezcla de hidrógeno y gas natural puede usarse, tras abandonar la pila de combustible, por ejemplo como gas de escape más rico en gas natural de la pila de combustible, en el consumidor final por en cada caso al menos un quemador de gas para la generación de calor. De este modo puede convertirse la proporción de hidrógeno del gas tomado de la red de tuberías de manera eficiente por medio de una pila de combustible en electricidad y calor. Mediante el quemador de gas aguas abajo aún puede generarse calor adicional mediante combustión del gas natural y en caso necesario hidrógeno aún existente.

55 Alternativa o adicionalmente puede proporcionarse hidrógeno puro a una pluralidad de consumidores finales, añadirse a este hidrógeno en caso necesario gas natural purificado al inicio de la región de suministro de gas natural y en caso necesario conectarse una pila de combustible aguas arriba del quemador de gas del consumidor final.

60 Si se requiere menos calor del que se produciría al proporcionar de este modo la electricidad necesaria, una parte de la demanda de electricidad puede obtenerse de la red eléctrica conectada. Si se requiere menos electricidad de la que se genera al proporcionar de la manera descrita el calor necesario, la electricidad excesiva puede alimentarse a la red eléctrica. Todo el sistema se hace funcionar por tanto orientado al calor y no como es habitual hoy en día, orientado a la electricidad. En el caso del funcionamiento orientado a la electricidad, a menudo una parte del calor que se produce en la generación de electricidad se queda sin usar. Dicho de otro modo, la pila de combustible puede hacerse funcionar de manera paralela a la red. Así, en un consumidor final no sólo puede proporcionarse la electricidad generada por la al menos una pila de combustible a la red eléctrica. También puede obtenerse electricidad de la red eléctrica para hacer funcionar consumidores eléctricos en el consumidor final.

5 Como la demanda de calor de los consumidores finales está sujeta a oscilaciones según la temporada, en invierno puede alimentarse a la red de tuberías una proporción de gas natural mayor con respecto al hidrógeno que en verano. Esta proporción puede ajustarse de manera controlada en caso necesario en función de las temperaturas externas, en particular las que son de esperar. Entonces, en inviernos suaves la proporción de hidrógeno podría ser mayor que en días de otoño fríos.

10 Por tanto, según el procedimiento es conveniente que el quemador de gas se haga funcionar con razones de mezclado variables de gas natural e hidrógeno. De este modo las oscilaciones según la temporada en la composición de la mezcla de gases alimentada no llevan a problemas considerables.

15 Para poder determinar una fuga no deseada sin medios auxiliares, puede alimentarse un medio de odorización libre de azufre a la red de tuberías. Esto no lleva a un daño de las pilas de combustible como en el caso de los medios de odorización con contenido en azufre.

20 En el consumidor final se hace funcionar preferiblemente un acumulador de calor, que puede cargarse mediante el calor de escape de la pila de combustible o de la caldera de gas. Alternativa o adicionalmente puede estar asociada al acumulador de calor una calefacción eléctrica. Dicho de otro modo el acumulador de calor puede calentarse eléctricamente. La calefacción eléctrica puede hacerse funcionar mediante la electricidad generada por la pila de combustible o mediante electricidad de la red.

25 Es especialmente preferible usar la pluralidad de pilas de combustible en los consumidores finales de manera controlada para la alimentación de al menos una parte de la demanda de electricidad de carga pico en la red eléctrica. Por tanto, la pluralidad de pilas de combustible pueden hacerse funcionar como una especie de central de puntas. Mediante la pluralidad de pilas de combustible se garantiza una seguridad de suministro elevada. Las pilas de combustible pueden alimentar en un tiempo muy corto grandes cantidades de electricidad a la red eléctrica. Las pilas de combustible también pueden hacerse funcionar ventajosamente cuando no tiene que cubrirse ninguna carga pico con respecto a la demanda de electricidad. Las pilas de combustible están presentes de todas maneras, de modo que la electricidad de carga pico puede proporcionarse de manera económica.

30 La alimentación de electricidad de carga pico puede contribuir a una estabilización en el funcionamiento de la red eléctrica. Sin embargo, alternativa o adicionalmente, el funcionamiento de la red eléctrica también puede estabilizarse porque, en caso de una disminución rápida y/o a corto plazo de la demanda de electricidad en los consumidores finales, se toma electricidad de la red. Dicho de otro modo, para evitar un suministro excesivo de electricidad a la red eléctrica, la potencia de las pilas de combustible en los consumidores finales puede restringirse de manera controlada y en los consumidores finales puede tomarse de la red eléctrica una cantidad de electricidad correspondiente a esta restricción. La cantidad de electricidad correspondiente puede corresponder a este respecto a la cantidad de electricidad que se genera en menor medida, debido a la restricción de las pilas de combustible, por las mismas. Sin embargo, alternativa o adicionalmente la cantidad de electricidad correspondiente también puede corresponder a la cantidad de electricidad que es necesaria para la generación de la cantidad de calor en los consumidores finales que, como consecuencia de la restricción de las pilas de combustible, se genera en menor medida mediante las pilas de combustible.

45 La cantidad correspondiente de electricidad, en particular en caso de utilizarse un control central, puede tomarse muy rápida y fácilmente de la red eléctrica. El esfuerzo debe adaptarse en todo caso al consumo de electricidad actual claramente en menor medida que por ejemplo la potencia de determinadas centrales integradas en la red eléctrica. Por ejemplo puede proporcionarse una potencia eléctrica lo más uniforme posible. Si existe el riesgo de que la demanda de electricidad disminuya a corto plazo, pueden restringirse las pilas de combustible de los consumidores finales en cuanto a su potencia. Entonces, para proporcionar una cantidad de calor suficiente en el consumidor final puede tomarse electricidad de la red eléctrica, con la que en caso necesario puede hacerse funcionar una calefacción eléctrica para el calentamiento de agua de servicio y/o agua de la instalación de calefacción. Alternativa o adicionalmente, la electricidad tomada de la red eléctrica puede usarse de manera útil para calentar un acumulador de calor, incluso cuando el consumidor final en la actualidad no demande calor. Si esto se produjera en un momento posterior, el consumidor final puede recurrir en todo caso parcialmente a la energía térmica almacenada en el acumulador de calor.

50 Mediante una alimentación y toma de electricidad controladas, preferiblemente controladas de manera central, mediante los dispositivos vistos en los consumidores finales puede compensarse un aumento y/o disminución a corto plazo de la potencia necesaria de la red eléctrica. Esto lleva finalmente a una estabilización de la red eléctrica.

60 Alternativa o adicionalmente puede estar previsto que en el lugar de la alimentación de hidrógeno y gas natural pueda medirse de manera continua el valor calorífico y el caudal del hidrógeno y del gas natural y que a partir del mismo se calcule el valor medio para un periodo de tiempo, por ejemplo aleatorio. Además puede estar previsto que este valor medio se consulte en cualquier momento por los consumidores finales y/o sus representantes mediante consulta remota.

Según el dispositivo se prevé una red de tuberías delimitada para la distribución de hidrógeno y gas natural purificado a consumidores finales, dispositivos para la alimentación de hidrógeno y gas natural a la red de tuberías así como medios para la toma de una mezcla de hidrógeno y gas natural de la red de tuberías en los consumidores finales. En todo caso en una parte de los consumidores finales existen al menos una pila de combustible y al menos un quemador de gas.

Sin embargo, además también puede estar previsto un conducto de derivación alrededor de la pila de combustible, a través del que al menos puede conducirse un flujo parcial del gas tomado de la red de tuberías directamente al quemador de gas. Esto es por ejemplo conveniente cuando por lo demás debe conducirse un flujo de gas demasiado grande a través de la pila de combustible para proporcionar la cantidad de calor deseada.

Como pilas de combustible pueden estar previstas pilas de combustible de membrana de electrolito polimérico, que se harán funcionar de manera económica y que también en caso de contenido en hidrógeno reducido pueden convertir el hidrógeno de manera eficiente.

Alternativa o adicionalmente puede estar previsto un acumulador para el almacenamiento intermedio del gas natural que va a alimentarse a la red de tuberías. Independientemente de la utilización de un acumulador de gas natural de este tipo también puede estar previsto un acumulador de hidrógeno. Ambas cosas aumentan por un lado la seguridad de funcionamiento y por otro lado la rentabilidad.

Para que durante cierto tiempo pueda tolerarse una emisión de calor aumentada sin influir en conjunto negativamente en el rendimiento durante la generación de energía de manera duradera, en el consumidor final puede estar previsto un acumulador de calor. Éste puede almacenar el calor de escape de la pila de combustible y/o de la caldera de gas. También puede calentarse mediante una calefacción eléctrica, cuando se desee para aumentar la flexibilidad de todo el sistema.

Es especialmente conveniente que las pilas de combustible para la alimentación de electricidad estén conectadas a una red eléctrica. Así, la electricidad excesiva que se produce en la generación de calor, puede proporcionarse desde un consumidor final a la red eléctrica. Entonces, otro consumidor final puede tomar electricidad de la red eléctrica cuando necesite más electricidad de la que se produce al proporcionar la cantidad de calor necesaria.

Aún preferiblemente está previsto, por ejemplo, un dispositivo central para el control de la pluralidad de pilas de combustible en los consumidores finales. Este control se encarga entonces por ejemplo de que, sin intervención de los consumidores finales individuales, se alimente una cantidad de electricidad determinada por un periodo de tiempo determinado a la red eléctrica. De este modo de manera sencilla y económica puede ponerse a disposición electricidad de carga pico en la red eléctrica.

En lugar de gas natural fósil, o adicionalmente a éste, también puede alimentarse gas natural sintético a la red de tuberías. El gas natural sintético es similar al gas natural fósil en su composición. Sin embargo, no se obtiene de yacimientos en la tierra, sino que se obtiene a partir de materia prima no fósil. Como fuente de materia prima para gas natural sintético se considera, por ejemplo, biogás purificado, obtenido de desechos orgánicos.

Descripción de las figuras

A continuación se explica la invención en más detalle mediante un dibujo que representa sólo ejemplos de realización. En el dibujo muestra

la figura 1, un ejemplo de realización del dispositivo según la invención y

la figura 2, un detalle del dispositivo según la figura 1.

Descripción detallada de la invención

En la figura 1 se representa una región de suministro limitada, a la que se suministra hidrógeno (1) puro y gas (2) natural. El hidrógeno (1) y el gas natural se alimentan en el ejemplo de realización representado a través de conductos separados a una red de tuberías, de la que una pluralidad de consumidores finales (8a) a (8j) toman gas. Los consumidores finales hacen funcionar con el gas en cada caso una pila de combustible.

Para que las pilas de combustible de los consumidores finales, que pueden ser todo tipo de pilas de combustible, puedan hacerse funcionar sin problemas con el gas tomado de la red de tuberías, puede preverse una purificación (3) de gases para la purificación del gas natural. La purificación de gases deberá diseñarse según los elevados requisitos con respecto al gas de combustión de las pilas de combustible de baja temperatura con membrana de electrolito polimérico. En este caso, esencialmente deberían eliminarse todos los compuestos de azufre. Esto puede producirse mediante la utilización de óxidos de metal. La proporción del monóxido de carbono (CO) de la mezcla de gases en la red de tuberías estará por debajo de 5 ppm. Esto puede conseguirse mediante una oxidación selectiva, en la que también puede eliminarse el oxígeno del gas natural.

- Los caudales de hidrógeno (1) y gas (2) natural se registran con los aparatos (4) y (5) de medición. Una unidad (6) de cálculo registra estos datos y calcula a partir de los mismos de manera continua valores medios, que pueden consultarse para un periodo de tiempo aleatorio. Los datos pueden transmitirse por ejemplo a través de una antena (7) a cada consumidor final. Los consumidores (8a) a (8j) finales obtienen o bien esencialmente hidrógeno puro, gas natural purificado o bien una mezcla de ambos. En caso de avería de la planta de hidrógeno, puede suministrarse a los consumidores finales gas natural purificado y electricidad desde la red eléctrica general. También es posible un suministro completo únicamente con electricidad.
- En la figura 2 se representa una instalación doméstica prevista en los consumidores (8a) a (8j) finales. El hidrógeno (1) y el gas (2) natural purificado pasa por la válvula (9) principal mecánica y la válvula (10) controlada por un detector de hidrógeno. El caudal del gas se mide mediante un contador (11). La energía recibida se determina por consulta remota a la unidad (6) de cálculo para un periodo de tiempo aleatorio.
- El gas llega en primer lugar a una pila (12) de combustible, que convierte la proporción de hidrógeno del gas principalmente en electricidad y calor. La electricidad puede usarse en sí misma o alimentarse a la red eléctrica general. Siempre que exista una demanda de electricidad elevada, se alimenta la mayor cantidad de electricidad posible a la red eléctrica general.
- El calor procedente de la pila (12) de combustible se transmite por medio de un intercambiador (19) de calor a un flujo (16) parcial del reflujo (14) de calefacción. El flujo (16a) parcial calentado forma junto con el flujo (22) parcial la alimentación (25) de la instalación de calefacción. Otro flujo (15) parcial del reflujo (14) llega a la caldera (28) de calefacción. El gas (20) no convertido procedente de la pila (12) de combustible se conduce hacia un quemador (21) universal, que está asociado a la caldera de calefacción y que calienta el agua de la caldera de calefacción. El quemador universal está diseñado para cualquier razón de mezclado de hidrógeno y gas natural.
- No se representa en detalle que un conducto de derivación puede estar guiado alrededor de la pila de combustible, para que en caso necesario al menos una parte del gas tomado de la red de tuberías pueda suministrarse directamente al quemador de gas evitando la pila de combustible. De este modo puede aumentarse el rendimiento total cuando el consumidor final individual necesita mucho calor y la totalidad de los consumidores finales tienen simultáneamente una demanda de electricidad reducida, que ya se cubre de otro modo.
- El agua (22) calentada desde la caldera (28) de calefacción se usa a través del acumulador (24) de calor como alimentación (25) para los calefactores instalados en la casa. La demanda de agua de servicio caliente se satisface mediante un conducto (26), que se guía a través del acumulador de calor y de este modo posibilita el calentamiento del agua de servicio. La posición de las válvulas (17) y (18) depende de la potencia de la pila (12) de combustible y de la potencia de la caldera (28) de calefacción. La calefacción (27) eléctrica en el acumulador (24) de calor puede alimentarse por la pila (12) de combustible o la red eléctrica general.
- El procedimiento descrito es adecuado para la transición a una economía de hidrógeno solar, que en principio no sufre pérdidas. Mediante el exceso de electricidad, que puede generarse con el procedimiento según la invención, puede evitarse la nueva construcción de centrales térmicas. La generación descrita de electricidad local por los consumidores finales también puede usarse para la estabilización de la red eléctrica, al poder variarse la relación de generación de electricidad y calor con una dinámica elevada, es decir, muy rápidamente. Mediante el uso de hidrógeno y gas natural en una región de suministro delimitada y el paralelismo de red con respecto a la red eléctrica general, se obtiene un sistema de suministro con una elevada redundancia, también con el funcionamiento de sólo una planta de hidrógeno en la región de suministro.
- El hidrógeno puede producirse a partir de cualquier energía. Lo más económico es la producción de hidrógeno a partir de biomasa por medio de reformado de vapor. Solo el potencial de la biomasa sería suficiente para sustituir todas las energías atómicas y fósiles en la mayoría de los países. Por tanto, se indica un camino para entrar en la economía de hidrógeno, en el que el hidrógeno puede proporcionarse al consumidor final y por definición puede convertirse sin pérdidas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el uso de hidrógeno proporcionado a través de una red de tuberías delimitada, por medio de pilas de combustible previstas en consumidores finales,
- 5
- caracterizado porque se alimenta gas natural purificado e hidrógeno a la red de tuberías y se transportan a los consumidores finales,
- 10
- porque, en los consumidores finales, se toma una mezcla de hidrógeno y gas natural de la red de tuberías,
- porque, prescindiendo de un reformado, la proporción de hidrógeno de la mezcla se usa en los consumidores finales al menos parcialmente por en cada caso al menos una pila de combustible para producir electricidad y
- 15
- porque la mezcla de hidrógeno y gas natural, tras abandonar la pila de combustible, se usa en los consumidores finales por en cada caso al menos un quemador de gas para la generación de calor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque en invierno se alimenta a la red de tuberías una proporción de gas natural mayor con respecto al hidrógeno que en verano.
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la razón de hidrógeno a gas natural de la mezcla de gas alimentada a la red de tuberías se ajusta en función de las temperaturas externas, en particular las que son de esperar.
- 25
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el quemador de gas se hace funcionar con razones de mezclado variables de gas natural e hidrógeno.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se alimenta un medio de odorización libre de azufre a la red de tuberías.
- 30
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque, en el consumidor final, se carga un acumulador de calor eléctricamente, a través de la pila de combustible y/o a través del quemador de gas.
- 35
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se hacen funcionar las pilas de combustible en los consumidores finales de manera controlada para la alimentación de al menos una parte de la demanda de electricidad de carga pico en la red eléctrica.
- 40
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque para evitar un suministro excesivo de electricidad a la red eléctrica se restringe la potencia de las pilas de combustible en los consumidores finales de manera controlada y en el que, en los consumidores finales, se toma una cantidad de electricidad correspondiente de la red eléctrica.
- 45
9. Dispositivo para el uso de hidrógeno (1) proporcionado a través de una red de tuberías delimitada, por medio de pilas (12) de combustible previstas en consumidores (8) finales, en particular según un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8,
- 50
- con una red de tuberías delimitada para la distribución de hidrógeno (1) y gas (2) natural purificado a consumidores (8) finales,
- con dispositivos para la alimentación de hidrógeno (1) y gas (2) natural a la red de tuberías y
- con medios para la toma de una mezcla de hidrógeno (1) y gas (2) natural desde la red de tuberías en los consumidores (8) finales,
- 55
- estando previstos en los consumidores (8) finales en cada caso una pila (12) de combustible y un quemador (21) de gas y
- estando conectada la pila (12) de combustible entre el quemador (21) de gas y la red de tuberías de tal manera que el quemador (21) de gas usa, para la generación de calor, una mezcla de hidrógeno (1) y gas (2) natural tomada de la red de tuberías prescindiendo de un reformador tras abandonar la pila (12) de combustible.
- 60
10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque como pilas (12) de combustible están previstas las de membranas de electrolito polimérico.
- 65

11. Dispositivo según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque está previsto un acumulador para el almacenamiento intermedio del gas (2) natural que va a alimentarse a la red de tuberías.
- 5 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque en el consumidor (8) final está previsto un acumulador (24) de calor, que puede calentarse eléctricamente a través de la pila (12) de combustible y/o a través del quemador (21) de gas.
- 10 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque las pilas (12) de combustible para la alimentación de electricidad están conectadas a una red eléctrica.
14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque está previsto un dispositivo para el control de las pilas (12) de combustible en los consumidores (8) finales para la alimentación de una cantidad de electricidad determinada a la red eléctrica.
- 15 15. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque el dispositivo está configurado para cubrir picos de la demanda de electricidad mediante la alimentación de cantidades de electricidad por intervalo de tiempo correspondientes, proporcionadas por las pilas de combustible de los consumidores finales.

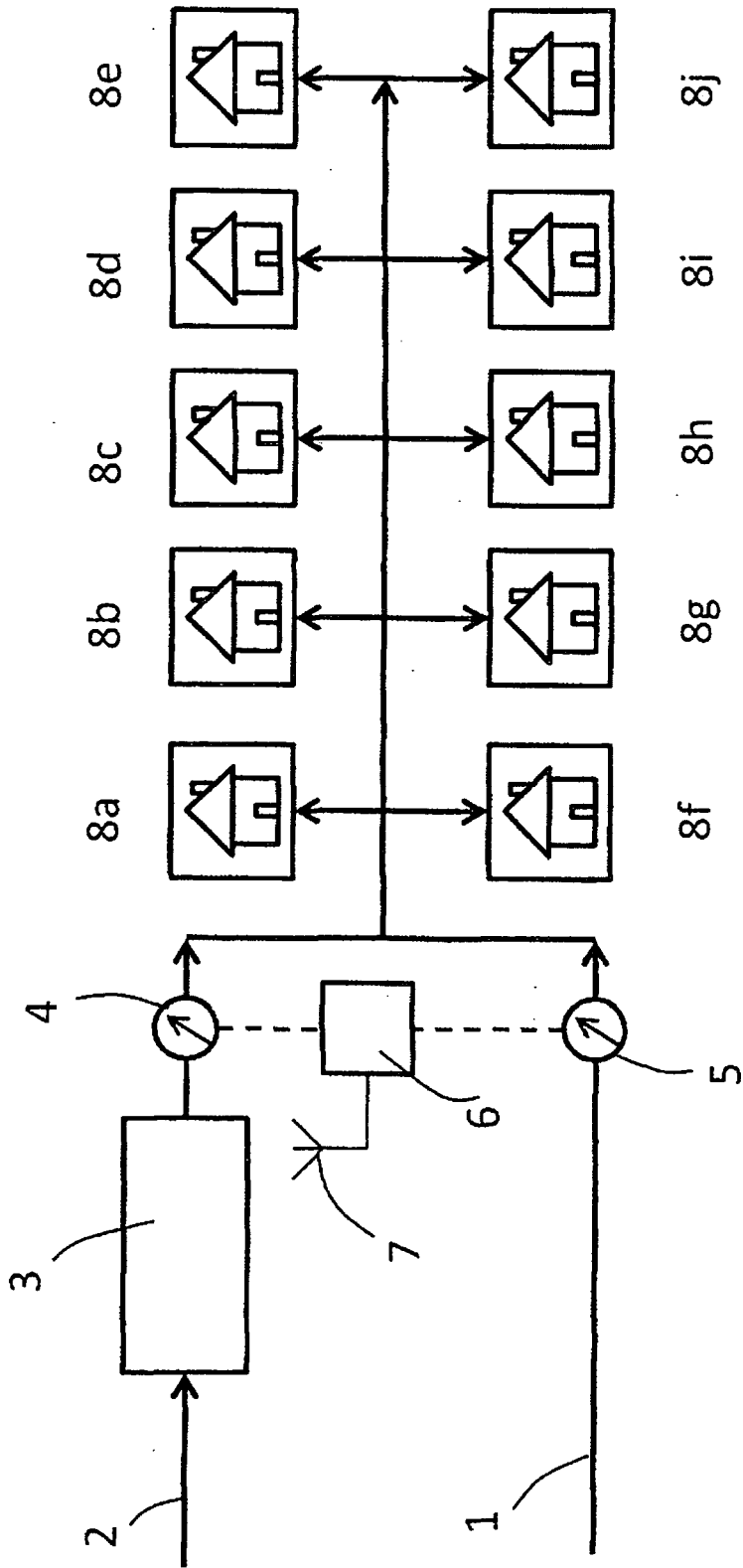


Fig. 1

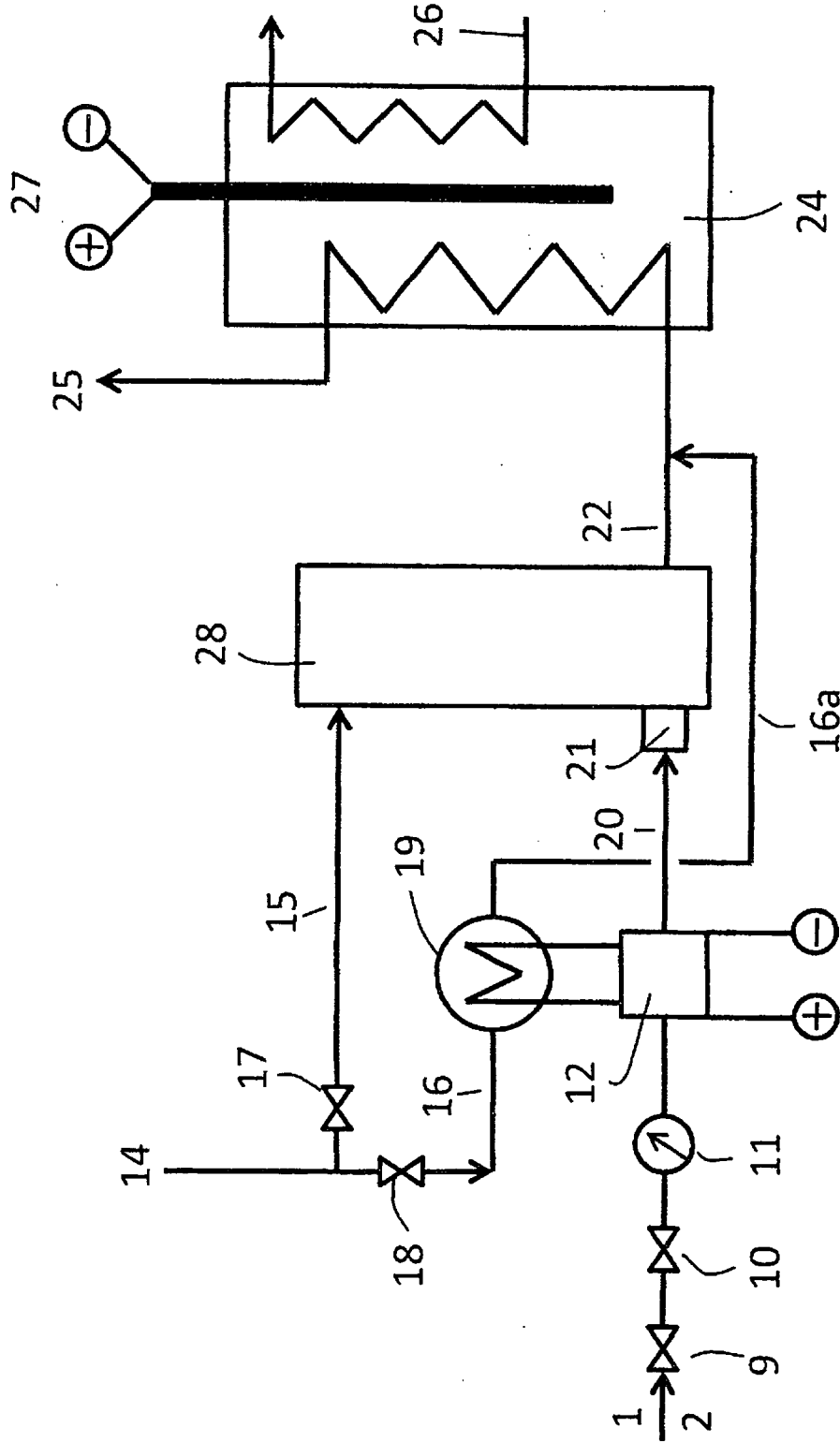


Fig. 2