

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 751**

51 Int. Cl.:

C21B 5/06 (2006.01)

C21B 7/00 (2006.01)

C21B 5/00 (2006.01)

C21C 5/28 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2014 PCT/EP2014/003318**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086152**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014 E 14821499 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3080310**

54 Título: **Instalación combinada para la producción de acero y procedimiento para el funcionamiento de la instalación combinada**

30 Prioridad:

12.12.2013 DE 102013113950

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

14.05.2019

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP AG (100.0%)
ThyssenKrupp Allee 1
Essen, DE**

72 Inventor/es:

**ACHATZ, REINHOLD;
WAGNER, JENS;
OLES, MARKUS;
SCHMÖLE, PETER;
KLEINSCHMIDT, RALPH;
MEISSNER, CHRISTOPH;
BREDEMEYER, NIELS y
VÖLKL, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 712 751 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

Instalación combinada para la producción de acero y procedimiento para el funcionamiento de la instalación combinada

5 La invención se refiere a una instalación combinada para la producción de acero así como a un procedimiento para el funcionamiento de la instalación combinada.

10 La instalación combinada para la producción de acero comprende al menos un alto horno para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor para la producción de acero bruto y un sistema de conducción de gas para gases que se producen durante la producción de hierro bruto y/o la producción de acero bruto. Aparte de eso, la instalación combinada puede presentar una central eléctrica para la producción de corriente, que está diseñada como central eléctrica con turbinas de gas o central eléctrica con turbinas de gas y turbinas de vapor y se hace funcionar con un gas que comprende al menos una cantidad parcial del gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto en el alto horno y/o una cantidad parcial del gas de convertidor que se produce en la acería con convertidor.

20 En el alto horno se obtiene hierro bruto a partir de menas de hierro, fundentes así como coque y otros agentes de reducción tal como carbono, petróleo, gas, biomásas, residuos de plástico procesados u otras sustancias que contienen carbono y/o hidrógeno. Como productos de las reacciones de reducción se producen inevitablemente CO, CO₂, hidrógeno y vapor de agua. Un gas de tragante extraído del proceso de alto horno presenta además de las partes constituyentes mencionadas anteriormente con frecuencia un alto contenido de nitrógeno. La cantidad de gas y la composición del gas de tragante depende de las materias primas y del modo de funcionamiento y está sujeta a oscilaciones. Normalmente, el gas de tragante contiene, sin embargo, del 35 % al 60 % en volumen de N₂, del 20 % al 30 % en volumen de CO, del 20 % al 30 % en volumen de CO₂ y del 2 % al 15 % en volumen de H₂. Aproximadamente del 30 % al 40 % del gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto se usa generalmente para el calentamiento del aire caliente para el proceso de alto horno en recuperadores; la cantidad de gas de tragante que queda puede usarse en otras zonas de la central para fines de calentamiento o para la producción de corriente.

30 En la acería con convertidor, que está conectada posteriormente al proceso de alto horno, se transforma hierro bruto en acero bruto. Mediante soplado desde arriba de oxígeno sobre hierro bruto líquido se separan impurezas perturbadoras tal como carbono, silicio, azufre y fósforo. Dado que los procesos de oxidación originan un fuerte desarrollo de calor, se añade con frecuencia chatarra en cantidades de hasta el 25 % con respecto al hierro bruto como medio de refrigeración. Además se añaden cal para la formación de escoria y agentes de aleación. Del convertidor de acero se extrae un gas de convertidor que presenta un alto contenido de CO y contiene además nitrógeno, hidrógeno y CO₂. Una composición típica de gas de convertidor presenta del 50 % al 70 % en volumen de CO, del 10 % al 20 % en volumen de N₂, aprox. el 15 % en volumen de CO₂ y aprox. el 2 % en volumen de H₂. El gas de convertidor o bien se quema o se recoge en acerías modernas y se alimenta a un aprovechamiento energético.

45 La instalación combinada puede hacerse funcionar opcionalmente en unión con una coquería. En este caso, la instalación combinada descrito anteriormente comprende además una instalación de horno de coque, en la que se transforma carbón mediante un proceso de coquización en coque. Durante la coquización de carbón para dar coque se produce un gas de horno de coque que contiene un alto contenido de hidrógeno y cantidades considerables de CH₄. Normalmente contiene el gas de horno de coque del 55 % al 70 % en volumen de H₂, del 20 % al 30 % en volumen de CH₄, del 5 % al 10 % en volumen de N₂ y del 5 % al 10 % en volumen de CO. Además, el gas de horno de coque presenta proporciones de CO₂, NH₃ y H₂S. En la práctica se usa el gas de horno de coque en distintas zonas de la central para fines de calentamiento y en el proceso de la central eléctrica para la producción de corriente. Además se conoce usar gas de horno de coque junto con gas de tragante o con gas de convertidor para la producción de gases de síntesis. De acuerdo con un procedimiento conocido por el documento WO 2010/136313 A1 se separa gas de horno de coque en un flujo de gas rico en hidrógeno y un flujo de gas residual que contiene CH₄ y CO, alimentándose el flujo de gas residual al proceso de alto horno y mezclándose el flujo de gas rico en hidrógeno con gas de tragante y procesándose posteriormente para dar un gas de síntesis. Por el documento EP 0 200 880 A2 se conoce mezclar gas de convertidor y gas de horno de coque y usarlo como gas de síntesis para una síntesis de metanol.

60 En una planta metalúrgica integrada como se describe, por ejemplo, en "Ecological Hot Metal Production Using Coke Plant and Blast Furnace Route" (La Revue Metallurgique CIT, 03-2005), que se hace funcionar en unión con una coquería, se usan aproximadamente del 40 % al 50 % de los gases brutos que se producen como gas de tragante, gas de convertidor y gas de horno de coque para procesos técnicos de procedimiento. Aproximadamente del 50 % al 60 % de los gases producidos se alimentan a una central eléctrica y se usan para la producción de corriente. La corriente generada en la central eléctrica cubre la demanda de corriente para la producción de hierro bruto y de acero bruto. En el caso ideal se cierra el balance de energía, de modo que partiendo de menas de hierro y carbono en forma de carbón y coque como portadores de energía no es necesario ninguna entrada adicional de energía y salvo acero bruto y escoria no abandona ningún producto la instalación combinada.

Ante este hecho, la invención se basa en el objetivo de mejorar además la rentabilidad del proceso total e indicar una instalación combinada con el que sea posible reducir los costes para la producción de acero. Además, se pretende reducir las emisiones de CO₂ durante la producción de acero bruto.

5 Partiendo de una instalación combinada para la producción de acero con un alto horno para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor para la producción de acero bruto y un sistema de conducción de gas para gases, que se producen durante la producción de hierro bruto y/o la producción de acero bruto, está previsto, de acuerdo con la invención, que la instalación combinada presente además una instalación química o instalación biotecnológica conectadas al sistema de conducción de gas así como un acumulador de energía para cubrir al menos una parte de
10 la demanda energética de la instalación combinada. Configuraciones ventajosas de la instalación combinada de acuerdo con la invención se describen en las reivindicaciones 2 y 3.

Es objeto de la invención también un procedimiento según la reivindicación 4 para el funcionamiento de una
15 instalación combinada para la producción de acero que presenta al menos un alto horno para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor y una instalación química o instalación biotecnológica. De acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención se usa primero una cantidad parcial de un gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto en el alto horno y/o una cantidad parcial de un gas de convertidor que se produce durante la producción de acero bruto después de un acondicionamiento de gas como gas útil para la preparación de productos químicos, o se alimenta después de un acondicionamiento de gas a la instalación
20 biotecnológica y se aprovecha para procesos bioquímicos. Para cubrir al menos una parte del requisito energético de la instalación combinada, está previsto un acumulador de energía. El acumulador de energía se alimenta por electricidad, que se ha generado al menos parcialmente a partir de energía renovable y la energía acumulada se emite de nuevo con desfase de tiempo a consumidores eléctricos de la instalación combinada.

25 La oferta de electricidad a partir de energía renovable, por ejemplo, de plantas solares o aerogeneradores, está sujeto a fluctuaciones en el tiempo. En momentos en que la electricidad de energía renovable puede obtenerse en cantidad suficiente y a precios bajos, se recarga el acumulador de energía, de manera que con una oferta escasa de electricidad y en tiempos de precios altos de electricidad puede extraerse suficiente electricidad del acumulador de energía para hacer funcionar la instalación combinada. La integración del acumulador de energía en la instalación
30 combinada posibilita una producción uniforme de hierro bruto y acero bruto, así como un funcionamiento continuo de la instalación química o instalación biotecnológica operada en combinación con instalaciones para la producción de hierro bruto y la producción de acero bruto. Por la instalación combinada de acuerdo con la invención puede asegurarse que la instalación química o instalación biotecnológica esté provista de una corriente de gas fundamentalmente uniforme, que se produce en la producción de hierro bruto y/o acero bruto, como alimentación. En comparación con el estado de la técnica explicado al principio, en el que del 50 al 60 % del gas bruto que se produce como gas de tragante, gas de convertidor y, dado el caso, gas de horno de coque, se aprovecha en una central eléctrica para la producción de electricidad, por el procedimiento de acuerdo con la invención puede reducirse la
35 emisión de CO₂ cuando los gases no se queman, pero se convierten en productos de mayor calidad por reacciones químicas o procesos bioquímicos. El beneficio ecológico es mayor cuanto más electricidad se utiliza de la energía renovable para alimentar el acumulador de energía y el suministro de los consumidores eléctricos. A este respecto, la invención también aprovecha que el grado de eficiencia de una instalación química, en la que los gases que se producen en la producción de hierro bruto y/o la producción de acero bruto se convierten en productos químicos, es considerablemente mayor que el grado de eficiencia de un proceso de central eléctrica en el que los gases brutos se aprovechan para generar electricidad.

45 Una central eléctrica para el suministro de energía de la instalación combinada puede utilizarse como central eléctrica en espera para asegurar un suministro de electricidad de la instalación combinada cuando la instalación química o instalación biotecnológica está fuera de servicio o la energía acumulada no es suficiente para hacer funcionar las instalaciones de producción para la producción de hierro bruto y la producción de acero bruto con el
50 rendimiento deseado.

En la instalación química pueden generarse productos químicos a partir de gases de síntesis, los cuales contienen respectivamente los componentes del producto final. Los productos químicos pueden ser por ejemplo amoníaco o metanol o también otros compuestos de hidrocarburo.

55 Para la producción de amoníaco, se debe proporcionar un gas de síntesis que contenga nitrógeno e hidrógeno en la proporción correcta. El nitrógeno puede obtenerse a partir de gas de tragante. Como fuente de hidrógeno puede usarse gas de tragante o gas de convertidor, generándose hidrógeno por la conversión del porcentaje de CO a través de una reacción de cambio de gas y agua ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$). Para la preparación de compuestos de hidrocarburos, por ejemplo, metanol, debe proporcionarse un gas de síntesis que consta de CO y/o dióxido de carbono y H₂, que contiene los componentes monóxido de carbono y/o dióxido de carbono e hidrógeno en la proporción correcta. La relación a menudo se describe por el módulo $(\text{H}_2 - \text{CO}_2) / (\text{CO} + \text{CO}_2)$. El hidrógeno puede generarse, por ejemplo, por la conversión del porcentaje de CO en el gas de tragante por una reacción de cambio de gas y agua. Para proporcionar CO puede recurrirse al gas de convertidor. Como fuentes de CO₂ pueden servir el gas
60 de tragante y/o el gas de convertidor.

Sin embargo, en los conceptos descritos anteriormente, el contenido de C o el contenido de N del gas mixto no se puede aprovechar completamente, puesto que existe una deficiencia de hidrógeno. Para poder aprovechar completamente el contenido de C o el contenido de N de los gases que se producen durante la producción de hierro bruto y/o la producción de acero bruto para la producción de productos químicos, de acuerdo con la invención, se dosifica hidrógeno que se forma en una instalación para la producción de hidrógeno. La producción de hidrógeno se realiza por electrólisis del agua, pudiendo hacerse funcionar la electrólisis del agua con corriente eléctrica de fuentes renovables. La instalación de electrólisis está conectada eléctricamente al acumulador de energía y al menos una parte de la energía eléctrica necesaria para la electrólisis del agua se extrae del acumulador de energía. En el caso de la electrólisis del agua, también se produce oxígeno, que se puede aprovechar en el alto horno para la producción de hierro bruto y/o en la acería de convertidor para la producción de acero bruto.

En lugar de una instalación química para generar productos a partir de gas de síntesis, en el marco de la invención también se puede utilizar una instalación de biotecnología (instalación biotecnológica). En este sentido, se trata de una instalación para la fermentación de gas de síntesis. El gas de síntesis se aprovecha bioquímicamente a través de una fermentación, pudiendo producirse productos como alcoholes (etanol, butanol), acetona o ácidos orgánicos. Estos productos, que se generan por fermentación de gas de síntesis, se mencionan solo a modo de ejemplo en el presente caso.

La instalación combinada puede presentar además una instalación de horno de coque. Cuando la producción de hierro bruto y la producción de acero bruto se hace funcionar en unión con una coquería, puede mezclarse una cantidad parcial del gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto y/o una cantidad parcial del gas de convertidor que se produce en la acería con convertidor con una cantidad parcial del gas de horno de coque que se produce en la instalación de horno de coque y puede usarse el gas mixto como gas útil. Para la producción de un gas de síntesis, por ejemplo para la síntesis de amoníaco, puede usarse como gas útil una mezcla de gas de horno de coque y gas de tragante o un gas mixto de gas de horno de coque, gas de convertidor y gas de tragante. Para la preparación de compuestos de hidrocarburo es adecuado un gas mixto de gas de horno de coque y gas de convertidor o un gas mixto de gas de horno de coque, gas de convertidor y gas de tragante. A este respecto, los productos químicos descritos que se pueden producir en una instalación química a partir de gas de tragante, gas de convertidor y gas de horno de coque solo son ejemplos de aplicación para explicar las variantes de procedimiento descritas en las reivindicaciones.

Los gases brutos - gas de horno de coque, gas de convertidor y/o gas de tragante - pueden procesarse individualmente o en combinaciones como gas mixto y entonces pueden suministrarse como gas de síntesis a la instalación química. El procesamiento en particular de gas de horno de coque comprende una purificación de gas para la separación de sustancias constitutivas perturbadoras, en particular alquitrán, azufre y compuestos de azufre, hidrocarburos aromáticos (BTX) e hidrocarburos de alto punto de ebullición. Para la preparación del gas de síntesis es necesario además un acondicionamiento del gas. En el contexto del acondicionamiento del gas se modifica la proporción de los componentes CO, CO₂, H₂ dentro del gas bruto. El acondicionamiento del gas comprende por ejemplo una adsorción por cambio de presión para la separación y enriquecimiento de H₂ y/o una reacción de desplazamiento de agua-gas para la conversión de CO en hidrógeno y/o un reformador de vapor para la conversión de la proporción de CH₄ en CO e hidrógeno en el gas de horno de coque.

El acumulador de energía puede hacerse funcionar en conexión eléctrica con una central eléctrica, que está diseñada como central eléctrica con turbinas de gas o central eléctrica con turbinas de gas y turbinas de vapor y se hace funcionar, con el fin de generar electricidad, con gas de tragante, gas de convertidor o gas de horno de coque o un gas mixto formado por al menos dos de estos componentes de gas. La central eléctrica y la instalación química o biotecnológica están conectadas en paralelo con respecto al suministro de gas. Son ajustables, por una parte, la central eléctrica y, por otra parte, las corrientes de gas suministradas a la instalación química o biotecnológica.

Bajo la invención se encuentra además el uso de un acumulador de energía electroquímico o químico para la integración en una instalación combinada para la producción de acero según la reivindicación 10.

A continuación se explica la invención por medio de un dibujo que representa únicamente un ejemplo de realización. Muestran esquemáticamente

la figura 1 un diagrama de bloques muy simplificado de una instalación combinada para la producción de acero con un alto horno para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor para la producción de acero bruto, una instalación de horno de coque para la producción de coque, un acumulador de energía, una central eléctrica y una instalación química,

la figura 2 el diagrama de bloques muy simplificado de una instalación combinada, que presenta además a los componentes representados en la fig. 1 una instalación para la producción de hidrógeno.

La instalación combinada representado en la figura 1 para la producción de acero comprende un alto horno 1 para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor 2 para la producción de acero bruto y, opcionalmente, una instalación de horno de coque 17 para la producción de coque 19, que se necesita para la producción de hierro bruto. Aparte de eso, puede estar prevista una central eléctrica 3, que está diseñada como central eléctrica con

turbinas de gas o central eléctrica con turbinas de gas y turbinas de vapor y se hace funcionar con un gas que se produce durante la producción de hierro bruto, la producción de acero bruto y/o en la instalación de horno de coque. Para suministrar los gases está previsto un sistema de conducción de gas.

5 En el alto horno 1 se obtiene hierro bruto 6 esencialmente a partir de mena de hierro 4 y agentes de reducción 5, en particular coque y carbón. Mediante reacciones de reducción se produce un gas de tragante 7, que contiene como partes constituyentes principales nitrógeno, CO, CO₂ y H₂. En la acería con convertidor 2, que está conectada posteriormente al proceso de alto horno, se convierte hierro bruto 6 en acero bruto 8. Mediante soplado desde arriba de oxígeno sobre hierro bruto líquido se separan impurezas perturbadoras, en particular carbono, silicio y fósforo.

10 Para el enfriamiento puede alimentarse chatarra en cantidades de hasta el 25 % con respecto a la cantidad de hierro bruto. Además se añaden cal para la formación de escoria y agentes de aleación. En la cabeza del convertidor se extrae un gas de convertidor 9, que presenta una proporción muy alta de CO. Si la instalación combinada comprende además una instalación de horno de coque 17, por la coquización de carbón 18 para formar coque 19 precipita además un gas de horno de coque 20, que contiene un alto porcentaje de hidrógeno y CH₄. Partes del gas de horno de coque 20 pueden aprovecharse para calentar los calentadores de aire en el alto horno 1.

15 De acuerdo con un equilibrio total representado en la figura 1 se alimenta a la instalación combinada carbono como agente de reducción 5 en forma de carbón y coque así como mena de hierro 4. Como productos se producen acero bruto 8 y gases brutos 7, 9, que se diferencian en cantidad, composición, y valor calorífico y pureza y se usan de nuevo en distintos puntos en la instalación combinada. En caso de una consideración total se reconduce del 40 % al

20 50 %, en la mayoría de los casos aproximadamente el 45 %, de los gases brutos 7, 9 de nuevo al proceso metalúrgico para la producción de hierro bruto o producción de acero bruto. Entre el 50 % y el 60 %, en la mayoría de los casos aproximadamente el 55 %, de los gases brutos 7, 9 se suministra a la instalación química 12 o puede usarse para el funcionamiento de la central eléctrica 3. En lugar de la instalación química 12 también puede estar prevista una instalación biotecnológica.

25 La instalación química 12 o instalación biotecnológica 13 está unida al sistema de conducción de gas y está conectada en paralelo a la central eléctrica 3 en cuanto al suministro de gas. El sistema de conducción de gas presenta un desviador de gas 13 que puede controlarse operacionalmente para la distribución de los flujos máxicos de gas alimentados a la central eléctrica 3 y a la instalación química 12 o instalación biotecnológica. En dirección de

30 flujo delante del desviador de gas 13 está previsto un dispositivo de mezclado 14 para la preparación de un gas mixto 11 que está constituido por gas de tragante 7, gas de convertidor 9 y/o gas de horno de coque 20.

En la instalación combinada representado en la figura 1 se usa al menos una cantidad parcial del gas bruto que se produce en la instalación combinada como gas de tragante, gas de convertidor y, dado el caso, gas de horno de coque tras un acondicionamiento de gas como gas útil para la preparación de productos químicos. Para cubrir la

35 demanda de corriente de la instalación combinada se recurre a corriente 15 recibida externamente, que se obtiene al menos parcialmente de energía renovable y procede, por ejemplo, de instalaciones eólicas, instalaciones solares, centrales hidroeléctricas y similares. Además, puede utilizarse una corriente de central eléctrica 16.

40 La instalación combinada comprende un acumulador de energía 25. Este se alimenta de electricidad 26, que se ha generado al menos parcialmente a partir de energía renovable, y emite la energía acumulada con desfase de tiempo de nuevo a los consumidores eléctricos de la instalación combinada. Aparte de eso, el acumulador de energía 25 se hace funcionar en conexión eléctrica con la central eléctrica 3. Para lograr un funcionamiento continuo de las instalaciones para la producción de hierro bruto y la producción de acero bruto y de la instalación química 12, el gas

45 mixto debe estar continuamente disponible como alimentación para la instalación química 12. Para que la instalación combinada siempre tenga como compensación la cantidad de electricidad requerida para la producción de hierro bruto y la producción de acero bruto, la energía eléctrica se almacena en el acumulador de energía 25 en tiempos de bajos precios de electricidad y suficiente disponibilidad de energía renovable. Si la energía renovable no está disponible externamente en cantidad suficiente a precios aceptables, la electricidad requerida se extrae del

50 acumulador de energía 25. La instalación combinada, incluyendo la central eléctrica 3, está diseñado de manera que la central eléctrica 3 pueda utilizarse en modo de espera y se desconecte al menos temporalmente. La central eléctrica 3 se utiliza cuando la instalación química 12 está fuera de servicio o la energía acumulada es insuficiente para garantizar el funcionamiento de la instalación combinada. En este caso, la instalación combinada se hace funcionar al menos parcialmente con corriente de la central eléctrica 16. Con ello, se evita que la instalación química

55 12 deba trabajar en un funcionamiento de carga parcial o deba cerrarse completamente. El acumulador de energía 25 está diseñado como acumulador químico o electroquímico. Lo mismo se aplica si, en lugar de la instalación química 12, se usa una instalación biotecnológica.

En el ejemplo de realización de la fig. 2, la instalación combinada comprende además una instalación 21 para la

60 producción de hidrógeno, que está conectada por una línea de transporte de hidrógeno 22 al sistema de la conducción de gas. La instalación 21 para la producción de hidrógeno puede ser en particular una instalación de electrólisis para la electrólisis del agua. El funcionamiento de una electrólisis de agua tiene alta intensidad energética. Al menos una parte de la energía eléctrica necesaria para la electrólisis del agua se extrae del acumulador de energía 25. Además, puede utilizarse corriente externa 26, que proviene preferentemente de fuentes

65 renovables. El hidrógeno generado por la electrólisis del agua se suministra a la instalación química 12 junto con el gas útil como gas de síntesis. Con ello, puede incrementarse significativamente la capacidad de la instalación

ES 2 712 751 T3

química 12. Lo mismo se aplica si, en lugar de la instalación química 12, se prevé una instalación biotecnológica.

5 El gas de tragante 7, el gas de convertidor 9 y el gas de horno de coque 20 pueden combinarse entre sí de manera discrecional. La combinación de los flujos de gas 7, 9, 20 depende del gas de síntesis deseado o bien del producto que debe prepararse en la instalación química 12 o la instalación biotecnológica a partir del gas de síntesis.

REIVINDICACIONES

1. Instalación combinada para la producción de acero con
- 5 un alto horno (1) para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor (2) para la producción de acero bruto, y un sistema de conducción de gas para gases que se producen durante la producción de hierro bruto y/o la producción de acero bruto,
- 10 **caracterizada por que** la instalación combinada presenta además una instalación química (12) o una instalación biotecnológica conectadas al sistema de conducción de gas, así como un acumulador de energía (25) para cubrir al menos parte de la demanda eléctrica de la instalación combinada, presentando la instalación combinada además una instalación de electrólisis (21) para la electrólisis del agua, estando conectada la instalación de electrólisis (21) a través de una línea de hidrógeno (22) a la instalación química (12) y estando conectada mediante un dispositivo de
- 15 retorno de oxígeno (24) al alto horno (1) y/o a una instalación para la producción de acero bruto o el tratamiento de acero bruto, y por que el acumulador de energía (25) está conectado eléctricamente a la misma para el suministro de energía a la instalación de electrólisis (21).
2. Instalación combinada según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el acumulador de energía (25) está
- 20 configurado como acumulador químico o electroquímico.
3. Instalación combinada según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada por que** la instalación combinada comprende además una central eléctrica (3), que está diseñada como central eléctrica con turbinas de gas o central eléctrica con turbinas de gas y turbinas de vapor y se hace funcionar con un gas que comprende al menos una
- 25 cantidad parcial del gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto en el alto horno (1) y/o una cantidad parcial del gas de convertidor que se produce en la acería con convertidor (2), y por que el sistema de conducción de gas presenta un desviador de gas conmutable (13) para dividir las corrientes de gas suministradas a la central eléctrica (3) y a la instalación química (12).
- 30 4. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación combinada para la producción de acero, que presenta al menos un alto horno (1) para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor (2), una instalación química (12) o una instalación biotecnológica así como un acumulador de energía (25) para cubrir al menos una parte de la demanda eléctrica de la instalación combinada,
- 35 a) en el que al menos una cantidad parcial de un gas de tragante que se produce durante la producción de hierro bruto en el alto horno (1) y/o una cantidad parcial de un gas de convertidor que se produce durante la producción de acero bruto se usa después de un acondicionamiento del gas como gas útil para la producción de productos químicos o se suministra después de un acondicionamiento del gas a la instalación biotecnológica y se aprovecha para procesos bioquímicos, b) en el que el acumulador de energía (25) se alimenta de corriente (26)
- 40 que se ha generado al menos parcialmente a partir de energía renovable y emite la energía almacenada con desfase de tiempo nuevamente a los consumidores eléctricos de la instalación combinada, en el que el gas útil se enriquece con hidrógeno, que se genera preferentemente en una instalación de electrólisis (21) por electrólisis del agua, y por que al menos una parte de la energía eléctrica necesaria para la electrólisis del agua se recoge del acumulador de energía (25).
- 45 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el oxígeno que se produce en la electrólisis del agua (21) se aprovecha en el alto horno (1) para la producción de hierro bruto y/o en la acería con convertidor (2) para la producción de acero bruto o el tratamiento del acero bruto.
- 50 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 5, **caracterizado por que** del 5 % al 60 % de la cantidad de gas que se produce en la producción de hierro bruto como gas de tragante (7) y en la acería de convertidor (2) como gas de convertidor (9) se alimenta a la instalación química (12) y se usa para generar residuos reciclables químicos.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por que** al gas útil se añade mezclando
- 55 gas de coque.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado por que** el acumulador de energía (25) se hace funcionar en conexión eléctrica con una central eléctrica (3) que está diseñada como central eléctrica con turbinas de gas o central eléctrica con turbinas de gas y turbinas de vapor, y se hace funcionar con el propósito de
- 60 generar electricidad con gas de tragante, gas de convertidor o gas de horno de coque o un gas mixto formado por al menos dos de estos componentes de gas, por que la central eléctrica (3) y la instalación química (12) o la instalación biotecnológica están conectadas en paralelo con respecto al suministro de gas y por que se regulan las corrientes de cantidad de gas suministradas a la central eléctrica (3) y a la instalación química (12).
- 65 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la central eléctrica (3) se utiliza en funcionamiento en espera y se desconecta durante cierto tiempo.

10. Uso de un acumulador de energía (25) electroquímica o química para la integración en una instalación combinada para la producción de acero, de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende al menos un alto horno (1) para la producción de hierro bruto, una acería con convertidor (2) para la producción de acero bruto y una instalación química (12) o una instalación biotecnológica alimentadas con el gas de tragante y/o el gas de convertidor.

5

Fig.2

