

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 917 424**

51 Int. Cl.:

C22B 7/00 (2006.01)

C22B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2018** **E 18189141 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022** **EP 3611276**

54 Título: **Método para la producción de aluminio secundario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.07.2022

73 Titular/es:

NORSK HYDRO ASA (100.0%)
0240 Oslo, NO

72 Inventor/es:

SCHARF-BERGMANN, ROLAND

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 917 424 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

Método para la producción de aluminio secundario

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para la producción de aluminio secundario a partir de material de desecho mediante el uso de un desecho obtenido a partir de una celda de electrólisis como combustible sólido secundario/complementado para la producción de aluminio primario.

10 Antecedentes

El aluminio primario se produce, generalmente, mediante la fundición de alúmina (óxido de aluminio) en una celda de electrólisis de acuerdo con el proceso de Hall-Héroult. Tal celda de electrólisis tiene, generalmente, una carcasa con paredes laterales y una pared inferior que se plaquean con material refractario para formar una cámara de reacción. Se proporciona un ánodo de carbono en la parte superior de la cámara de reacción y un cátodo de carbono en o cerca de la parte inferior de la cámara de reacción. La criolita y la alúmina se introducen en la cámara de reacción y, cuando se hace pasar una corriente eléctrica adecuada entre el cátodo y el ánodo, la alúmina se reduce a aluminio que se acumula en la parte inferior de la cámara de reacción a través de la reacción catódica que tiene lugar en la cámara de reacción.

El aluminio secundario se produce, generalmente, mediante la fundición de nuevo del aluminio, por ejemplo, el desecho de aluminio al final de su vida útil (después de que el usuario haya desechado un producto) o el desecho del proceso de aluminio que se genera cuando se producen productos de aluminio (por ejemplo, mediante el aplastamiento de las aberturas de las ventanas en las placas de las puertas de los vehículos). Este proceso se puede repetir una y otra vez.

Aunque la producción de aluminio secundario requiere, generalmente, menos energía que la producción de aluminio primario, los requisitos de energía no son insignificantes. En el aluminio secundario, a menudo, la calidad del metal disminuye con cada repetición debido a deficiencias en la clasificación del material en fracciones puras y porque se acumulan impurezas que son ineficaces de retirar. Además, prácticamente todo el aluminio secundario existente se producía inicialmente como aluminio primario y, debido a la creciente demanda mundial de aluminio, no toda la demanda se puede satisfacer mediante aluminio secundario. Eso significa que la producción de aluminio primario continuará.

A la luz de esto, resulta deseable un método más eficaz para la producción de aluminio primario y secundario.

El documento US 4 927 459 A se refiere al tratamiento de revestimientos de celdas de reducción de aluminio en combinación con su uso en la recuperación de desecho de aluminio donde los revestimientos de cuba gastados se alimentan a un horno de recuperación de aluminio como reemplazo parcial o complemento del fundente de sal fundida usado en el proceso de recuperación.

El documento CN 107 363 074 A, una traducción automática al inglés del presente documento, divulga el uso de cátodos triturados a partir de celdas electrolíticas como combustible adicional en la producción de cemento.

45 Breve descripción de la invención

El presente inventor ha hallado que, en vista de toda la cadena del proceso, el aluminio se puede producir de manera más eficaz cuando se produce aluminio secundario mediante el uso de los residuos de proceso de la producción de aluminio primario de la manera que se describe a continuación.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un método para la producción de aluminio secundario, comprendiendo el método proporcionar material de desecho que contiene aluminio, que tiene, por ejemplo, un primer contenido de aluminio específico inferior, proporcionar material de desecho que contiene carbono a partir de una celda de electrólisis para la producción de aluminio primario, introducir el material de desecho que contiene aluminio en un horno giratorio, procesar el material de desecho que contiene carbono para producir un combustible de desecho y fundir el material de desecho que contiene aluminio en el horno giratorio usando la energía generada mediante la quema del combustible de desecho, tal como para producir aluminio secundario, que tiene, por ejemplo, un segundo contenido de aluminio específico superior. De manera convencional, el material de desecho que contiene carbono se deposita como residuo en sitios de vertedero.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el material de desecho que contiene carbono se puede obtener del ánodo y/o del cátodo de la celda de electrólisis.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el material de desecho que contiene aluminio puede comprender escoria de la fundición y colada de aluminio.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el material de desecho que contiene aluminio puede comprender desecho de aluminio al final de su vida útil o desecho de aluminio del proceso.

- 5 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el material de desecho que contiene aluminio puede comprender material de baño que comprende flúor de la celda de electrólisis.

10 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el procesamiento del material de desecho que contiene carbono puede comprender el procesamiento mecánico que incluye la trituración y/o molienda del desecho que contiene carbono.

15 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el desecho que contiene carbono se puede procesar mecánicamente, tal como para obtener partículas que tengan un tamaño entre 10 μm y 300 μm , en particular, entre 50 μm y 100 μm .

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el combustible de desecho se puede transportar neumáticamente a la llama de un quemador para la generación de la energía para la fundición del material de desecho que contiene aluminio.

20 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el combustible de desecho se puede transportar a la llama de un quemador para la generación de la energía para la fundición del material de desecho que contiene aluminio, al tiempo que se dispersa en un combustible líquido, en particular, aceite.

25 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el quemador se puede hacer operar al menos parcialmente usando gas natural para generar la llama.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, con respecto al valor calórico, al menos el 30 %, en particular, al menos el 50 %, de la energía para la fundición del material de desecho se puede proporcionar mediante el combustible de desecho.

30 De acuerdo con las realizaciones de la invención, además del material de desecho que contiene aluminio, se pueden introducir una sal de cloruro, en particular, NaCl y/o KCl, y/o una sal de fluoruro, en particular, CaF_2 , en el horno giratorio.

35 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el contenido de flúor en el horno giratorio se ajusta mediante el ajuste de la relación del material de baño respecto a otro desecho que comprende aluminio.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, el oxígeno con una pureza del 50 % o más, en particular, del 80 % o más, se puede usar como oxidante para la quema del combustible de desecho.

40 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el aire se puede usar como oxidante para la quema del combustible de desecho.

45 De acuerdo con las realizaciones de la invención, el aire enriquecido con oxígeno se puede usar como oxidante para la quema del combustible de desecho.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, se puede conducir un gas de escape procedente de la fundición del material de desecho que contiene aluminio en el horno giratorio a la llama del quemador para la combustión posterior.

50 De acuerdo con las realizaciones de la invención, se puede inyectar oxígeno en la corriente de gas de escape para la combustión posterior, ya sea a través del quemador o a través de una lanza separada.

De acuerdo con las realizaciones, la invención proporciona, además, un método para la producción de aluminio que usa un flujo en masa de bucle sustancialmente cerrado, comprendiendo el método producir aluminio primario a partir de alúmina usando una celda de electrólisis, producir productos a partir del aluminio primario y del aluminio secundario, obtener material de desecho que contiene aluminio a partir del producto (desecho al final de su vida útil) o de la producción del producto (desecho del proceso), obtener material de desecho que contiene carbono a partir de la celda de electrólisis y producir aluminio secundario a partir del material de desecho que contiene aluminio y el material de desecho que contiene carbono usando el método descrito anteriormente.

60 De acuerdo con las realizaciones, el método puede comprender, además, obtener material de baño a partir de la celda de electrólisis y producir aluminio secundario a partir del material de desecho que contiene aluminio, el material de desecho que contiene carbono y el material de baño, tal como se ha descrito anteriormente.

65 De acuerdo con la reivindicación 1 adjunta, se describe un método para la producción de aluminio secundario (50) en un proceso térmico donde el método comprende;

proporcionar material de desecho que contiene aluminio (35) para procesarse térmicamente que se introduce en un horno giratorio (40) para el procesamiento térmico,

5 proporcionar material de desecho que contiene carbono (20) a partir de una celda de electrólisis (10) para la producción de aluminio primario (15) que se procesa, incluyendo

10 triturar y/o moler el material de desecho que contiene carbono (20) para producir un combustible de desecho (55) de un tamaño de partícula promedio entre 10 μm y 300 μm ,
y

15 procesar térmicamente y fundir el material de desecho que contiene aluminio (35) en el horno giratorio (40) usando la energía generada mediante el combustible de desecho que se transporta neumáticamente a la llama de un quemador o al tiempo que se dispersa en un combustible líquido,
y

quemar el combustible de desecho (55), tal como para producir el material de aluminio secundario (50).

Las realizaciones adicionales se proporcionan en las reivindicaciones 2-14.

20

Breve descripción de la figura

La Figura muestra una vista esquemática del método de acuerdo con una realización de la invención.

25 Descripción detallada de la invención

El método de acuerdo con la invención produce aluminio secundario, es decir, aluminio que no se produce directamente a partir de alúmina, a partir de material de desecho que contiene aluminio. Con referencia a la Fig. 1, una celda de electrólisis 10 produce aluminio primario 15 a partir de alúmina (no mostrada). Generalmente, esto se logra a través del proceso de Hall-Héroult que implica el flujo de una corriente eléctrica desde el cátodo colocado en el lado inferior de la celda de electrólisis a través de una cámara de reacción de la celda de electrólisis 10 hasta el ánodo colocado en el lado superior de la celda de electrólisis 10. La cámara de reacción está llena de alúmina y criolita (Na_3AlF_6) y, opcionalmente, otros aditivos, tales como fluoruro de litio. Tanto el ánodo como el cátodo comprenden carbono. Aunque el ánodo se consume a una tasa mayor que el cátodo a través de la oxidación del carbono que tiene lugar durante la reducción de la alúmina, el cátodo también se deteriora con el paso del tiempo y, finalmente se debe reemplazar. Como tanto el ánodo como el cátodo entran en contacto con flúor o compuestos que comprenden flúor en la cámara de reacción, los ánodos y cátodos usados (también denominados "gastados") pueden comprender flúor. De acuerdo con la presente invención, los ánodos y/o cátodos gastados/usados de la celda de electrólisis 10 se denominan material de desecho que comprende carbono 20. Un subproducto adicional de la producción de aluminio primario en la celda de electrólisis 10 es el material de baño 25, una mezcla de impurezas de la alúmina, la criolita/los aditivos, las impurezas del ánodo/cátodo y la propia celda, que se acumula en el lado superior de la cámara de reacción de la celda de electrólisis 10 y se retira de vez en cuando. El material de baño 10 puede comprender cantidades significativas de flúor (F).

45 El aluminio primario 15 se usa para producir productos 30, tales como productos de colada, metales en lámina, productos extruidos y similares. El material de desecho que contiene aluminio 35 se obtiene a partir de residuos del proceso que se generan durante la producción de los productos 30 (desechos del proceso), así como de los propios productos 30 al final de su vida útil (desechos al final de su vida útil). El material de desecho que contiene aluminio 35 también se puede obtener a partir de la escoria generada durante la fundición del aluminio o del desecho del proceso de colada.

50 El material de desecho que contiene aluminio 35 se introduce de acuerdo con la invención en un horno giratorio 40. El horno giratorio 40 se calienta mediante un quemador 45, tal como para fundir el material de desecho que contiene aluminio 35. La fundición puede dar como resultado una purificación del material en el horno giratorio con respecto al contenido específico de aluminio, ya que los compuestos orgánicos en el desecho que contiene aluminio 35, tales como lacas y recubrimientos, se eliminan por quemado y otras impurezas y óxidos se pueden acumular en la escoria que se forma en la parte superior de la masa fundida en el horno giratorio 40 y se puede separar de la masa fundida. El material fundido y solidificado que se produce en el horno giratorio 40 se denomina aluminio secundario 50, ya que, a diferencia del aluminio primario, no se produce directamente a partir de alúmina.

60 El aluminio secundario 50 se puede usar como el aluminio primario 15 para producir productos 30 que dan como resultado un ciclo sustancialmente cerrado con respecto al flujo en masa de aluminio. El ciclo:

producto 30 -> material de desecho que contiene aluminio 35 -> aluminio secundario 50 -> producto 30 -> ...

65 se puede repetir indefinidamente en principio, sin embargo, en la práctica, algo de aluminio se pierde durante el reciclaje, existen problemas con la pureza del aluminio secundario 50 en algunas aplicaciones y la demanda mundial de aluminio está aumentando, por lo que, a escala mundial, el aluminio secundario 50 se ha de complementar mediante

el aluminio primario 15 para satisfacer la demanda.

De acuerdo con la invención, el material de desecho que comprende carbono 20 se procesa tal como para obtener combustible de desecho 55. El procesamiento puede incluir la trituración y/o molienda del material de desecho que comprende carbono 20, tal como para reducir el tamaño de partícula. Dependiendo del diseño de un quemador 45, el tamaño de partícula promedio determinado usando el método del círculo más grande del combustible de desecho 55 puede ser entre 10 μm y 300 μm , en particular, entre 50 μm y 100 μm . Aunque los tamaños de partícula promedio más pequeños tienen una mejor relación de superficie respecto a volumen que los tamaños de partícula promedio más grandes y, por lo tanto, se queman mejor en una llama del quemador 45, el procesamiento del material de desecho que comprende carbono 20 requiere muchos recursos y el tamaño de partícula promedio indicado de entre 10 μm y 300 μm , en particular, entre 50 μm y 100 μm , se cree que es un buen compromiso entre la calidad del combustible de desecho 55 y la eficacia de producción del combustible de desecho 55.

El combustible de desecho 55 se quema mediante el quemador 45 para producir aluminio secundario 50 en el horno giratorio 40 mediante el calentamiento del material de desecho que contiene carbono 35. El calor producido mediante el quemador 45 que calienta el horno giratorio 40 se muestra esquemáticamente mediante la flecha 46 en la Figura 1.

A fin de mejorar el rendimiento del quemador 45, el combustible de desecho 55 se puede complementar mediante gas natural o mediante aceite (petróleo) o hidrocarburos derivados del gas/petróleo, tales como el combustible de gasóleo, la gasolina o el petróleo procesado de otra manera.

El combustible de desecho 55 se puede soplar en una llama del quemador 45 o el combustible de desecho 55 se puede mezclar con el combustible complementado. En caso de que el combustible complementado sea un gas, una mezcla de dicho gas y el combustible de desecho 55 en partículas se puede incinerar para generar calor. En caso de que el combustible complementado sea un líquido, tal como el aceite, el combustible de desecho 55 se puede dispersar en el líquido y la dispersión resultante se puede incinerar para generar calor.

De acuerdo con la presente invención, se usa un horno giratorio 40 ya que la llama generada mediante el quemador 45 tiene un gran volumen y genera una gran cantidad de radiación (calor) provocada por el combustible de desecho 55 sólido. Se ha hallado que un horno giratorio 40 tiene un área de transferencia óptima para la transferencia de la energía de la llama que se genera mediante el quemador 45 que quema el combustible de desecho 55. Además, un horno giratorio 40 permite utilizar la limpieza de gas de escape de los gases generados mediante el quemador 45 y/o generados mediante la fundición del material de desecho que comprende aluminio 35.

Un gas de escape (no mostrado en la Fig. 1) que se produce mediante el calentamiento del material de desecho que contiene aluminio 35 en el horno giratorio 40 se puede conducir al quemador 45 para que se queme mediante el quemador 45. Esto da como resultado una limpieza del gas de escape, a medida que se queman los compuestos nocivos del gas de escape. En caso de que el gas de escape comprenda compuestos que se puedan quemar en una reacción exotérmica (por ejemplo, derivados de recubrimientos orgánicos o lacas o plásticos en el material de desecho que contiene aluminio 35), dichos compuestos generan calor adicional y mejoran la eficiencia energética.

De acuerdo con la invención, las sales que comprenden cloro, tales como NaCl o KCl, se pueden introducir en el horno giratorio 40, junto con el material de desecho que contiene aluminio 35. Se ha hallado que tal adición de sales que comprenden cloro puede aumentar la calidad del aluminio secundario 50 producido mediante el horno giratorio 40. Se cree que el mecanismo implica una acumulación aumentada de productos intermetálicos de alto punto de fusión en la escoria que se forma en el horno giratorio 40 provocada por las adiciones de sal de cloro.

De acuerdo con la invención, el material de baño 25 que comprende flúor también se puede introducir, opcionalmente, en el horno giratorio 40, junto con el material de desecho que contiene aluminio 35. Se cree que el flúor del material de baño 25 reduce la tensión superficial de las gotitas de Al formadas durante la fundición en el horno giratorio 40, lo que da como resultado la formación de gotitas que tienen un mayor volumen. Cuanto más grandes son las gotitas, menos oxidación tiene lugar sobre la superficie de las gotitas debido a la relación geométrica de superficie respecto a volumen. Además, el flúor puede ayudar a mantener limpias las paredes del horno giratorio 40.

Además de o en lugar del material de baño 25, opcionalmente, las sales que comprenden flúor, tales como CaF_2 y/o Na_3AlF_6 , u otras sales se pueden introducir en el horno giratorio 40, junto con el material de desecho que contiene aluminio 35.

Por consiguiente, la presente invención proporciona métodos que permiten una producción eficaz de aluminio secundario 50 mediante el uso de material de residuos de la producción de aluminio primario 15 en una celda de electrólisis 10 que reducen el consumo de energía y reducen la cantidad de residuos que se desechan en sitios de vertedero.

REIVINDICACIONES

1. Método para la producción de aluminio secundario (50) en un proceso térmico, comprendiendo el método; proporcionar material de desecho que contiene aluminio (35) para ser procesado térmicamente,
- 5 proporcionar material de desecho que contiene carbono (20) a partir de una celda de electrólisis (10) para la producción de aluminio primario (15), introducir el material de desecho que contiene aluminio (35) en un horno giratorio (40) para el procesamiento térmico,
- 10 incluyendo el procesamiento triturar y/o moler el material de desecho que contiene carbono (20) para producir un combustible de desecho (55) de un tamaño de partícula promedio de entre 10 μm y 300 μm , y procesar térmicamente y fundir el material de desecho que contiene aluminio (35) en el horno giratorio (40) usando la energía generada mediante el combustible de desecho que se transporta neumáticamente a la llama de un quemador o al tiempo que se dispersa en un combustible líquido,
- 15 y quemar el combustible de desecho (55), con el fin de producir el material de aluminio secundario (50).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de desecho que contiene carbono (20) se obtiene a partir de un ánodo y/o un cátodo de la celda de electrólisis (10).
- 20 3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el material de desecho que contiene aluminio (35) comprende escoria de la fundición y la colada de aluminio.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el material de desecho que contiene aluminio (35) comprende desecho de aluminio al final de su vida útil o desecho de aluminio del proceso.
- 25 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el material de desecho que contiene aluminio (25) comprende material de baño que comprende flúor procedente de la celda de electrólisis (10).
6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el material de desecho que contiene carbono (20) es procesado mecánicamente con el fin de obtener partículas que tienen un tamaño promedio de entre 50 μm y 100 μm .
- 30 7. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el combustible de desecho (35) es transportado neumáticamente a la llama de un quemador (45) para la generación de la energía para la fundición del material de desecho que contiene aluminio (35).
- 35 8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el combustible de desecho (55) es transportado a la llama de un quemador (45) para la generación de la energía para la fundición del material de desecho que contiene aluminio (35), al tiempo que se dispersa en un combustible líquido, en particular, aceite.
- 40 9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en lo que se refiere a las reivindicaciones 7 u 8, en donde, con respecto al valor calórico, al menos el 30 %, en particular, al menos el 50 %, de la energía para la fundición del material de desecho que contiene aluminio (35) se proporciona mediante el combustible de desecho (55).
- 45 10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde, además del material de desecho que contiene aluminio (35), se introduce una sal de cloruro, en particular, NaCl y/o KCl, y/o una sal de fluoruro, en particular, CaF_2 , en el horno giratorio (40).
- 50 11. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en lo que se refiere a la reivindicación 5, en donde el contenido de flúor en el horno giratorio (40) se ajusta mediante el ajuste de la relación del material de baño (25) respecto a otro desecho que comprende aluminio (35).
- 55 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 en lo que se refiere a la reivindicación 7 u 8, en donde un gas de escape procedente de la fundición del material de desecho que contiene aluminio (35) en el horno giratorio (40) es conducido a la llama del quemador (45) para la combustión posterior.
- 60 13. Método para la producción de aluminio usando un flujo en masa de bucle cerrado, comprendiendo el método; producir aluminio primario (15) a partir de alúmina usando una celda de electrólisis (10), producir productos (30) a partir del aluminio primario (15) y del aluminio secundario (50), obtener material de desecho que contiene aluminio (35) a partir del producto (35; desecho al final de su vida útil) o la producción del producto (35; desecho del proceso), obtener material de desecho que contiene carbono (20) a partir de la celda de electrólisis (10), y producir aluminio secundario (50) a partir del material de desecho que contiene aluminio (35) y el material de desecho que contiene carbono (20) usando el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 65 14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende, además, obtener material de baño (35) a partir de la

celda de electrólisis (10) y producir aluminio secundario (50) a partir del material de desecho que contiene aluminio (35), el material de desecho que contiene carbono (20) y el material de baño (35) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en lo que se refiere a la reivindicación 5.

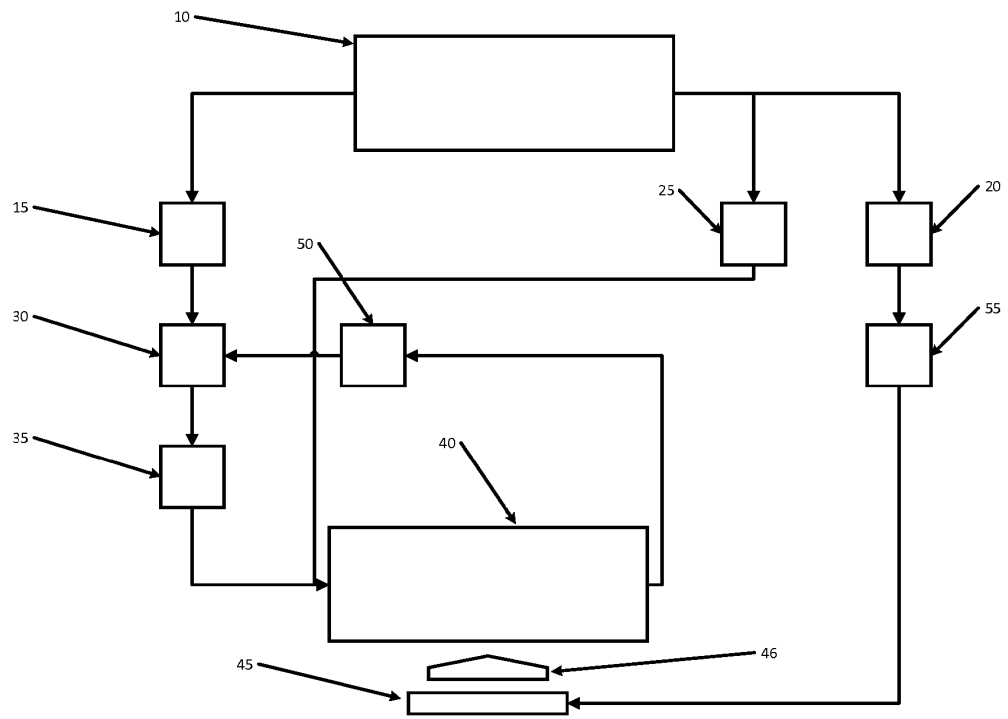


Fig. 1