

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 713**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00	(2012.01)
B03B 9/06	(2006.01)
B09B 5/00	(2006.01)
C04B 18/16	(2006.01)
G06Q 10/00	(2012.01)
C04B 28/00	(2006.01)
C04B 28/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2019 PCT/NL2019/050653**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2020 WO20071906**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2019 E 19828861 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2022 EP 3860775**

54 Título: **Procedimiento y sistema para convertir hormigón demolido en un producto fácilmente reciclable**

30 Prioridad:

03.10.2018 NL 2021751

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2023

73 Titular/es:

**C2CA TECHNOLOGY B.V. (100.0%)
Westkanaaldijk, 2
3542 DA Utrecht, NL**

72 Inventor/es:

**DI MAIO, FRANCESCO;
REM, PETER CARLO;
BANERJEE, SHYAMA PRASAD;
BERKHOUT, SIMON PETRUS MARIA;
HERMANS, GIEL y
GEBREMARIAM, ABRAHAM TEKLAY**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 936 713 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para convertir hormigón demolido en un producto fácilmente reciclable

5 La invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 para convertir hormigón demolido en un producto fácilmente reciclable que es capaz de sustituir de forma fiable materia prima virgen que se utiliza para la fabricación de hormigón. La invención también se refiere a un sistema de acuerdo con la reivindicación 13 para aplicar este procedimiento.

10 La tesis de Kimberly Mary Cochran presentada a la escuela de postgrado de la Universidad de Florida en 2006 y titulada "CONSTRUCTION AND DEMOLITION DEBRIS RECYCLING: METHODS, MARKETS, AND POLICY" informa que el hormigón puede reciclarse en la mayoría de los mercados que actualmente se abastecen de piedra triturada. Los mercados más comunes para el hormigón reciclado son los de la construcción, específicamente la base de carreteras (86%), el hormigón asfáltico (8%) y el relleno general (6%). Si se recicla el hormigón, se obtienen beneficios al reducirse la necesidad de añadidos vírgenes que el añadido reciclado puede sustituir.

15 Sin embargo, la sustitución de los añadidos vírgenes se ve obstaculizada por la reticencia de la industria a sustituir materias primas primarias por secundarias. La industria percibe que el material reciclado está sujeto a una gran variabilidad en cuanto a su calidad, y que existe un elevado coste asociado a la determinación de la utilidad de un producto reciclado destinado a sustituir a la materia prima virgen para la fabricación de hormigón. Si la calidad del material reciclado no cumple las normas, no se garantiza la fiabilidad de la construcción fabricada con hormigón basado en dicho producto reciclado.

20 Es conocida por el artículo "Enhancing construction quality inspection and management using RFID technology", de Lung-Chuang Wang, Automation in Construction 17 (2008), pages 467 - 479 la proporción de etiquetas RFID plurales en una mezcla de hormigón procedente de diferentes obras de construcción. Las etiquetas RFID de este artículo están destinadas a apoyar un sistema de gestión de calidad que funciona como plataforma para recopilar, filtrar, gestionar, supervisar y compartir datos de calidad con el fin de mejorar la recopilación automatizada de datos y la gestión de la información en un laboratorio de pruebas de calidad.

25 El documento US2011/0000402 desvela un procedimiento para convertir hormigón demolido en un producto reciclable que es capaz de reemplazar materia prima virgen que se utiliza para la fabricación de hormigón, en el que en varias etapas una pluralidad de soportes de información se añade a dicho producto, incluyendo un momento inmediatamente después, o poco después, de demoler el hormigón. Los soportes de información son, por ejemplo, etiquetas RFID o simplemente hojas de papel o plástico con códigos de barras que contienen números de serie y/u otra información. Las etiquetas se aplican a los recipientes/unidades antes de que dichos recipientes/unidades se carguen con el material reciclable. Después de cargar los recipientes/unidades con el material reciclable, las etiquetas se barren ópticamente y la información relativa a estas etiquetas y al material reciclable de los recipientes/unidades se almacena en una base de datos. Este sistema y procedimiento es sensible al fraude y tiene poca fiabilidad. Si se añade producto extraño al material reciclable de los recipientes/unidades, y se actualiza en consecuencia la información de las etiquetas que llevan los recipientes/unidades, o incluso simplemente y de acuerdo con la divulgación del documento US2011/0000402 se aplican etiquetas posteriores a los recipientes/unidades para reemplazar la etiqueta colocada originalmente, se compromete un seguimiento fiable del material reciclable desde su origen hasta su destino.

40 Uno de los objetivos de la invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para convertir el hormigón demolido en un producto real fácilmente reciclable capaz de sustituir de forma fiable la materia prima virgen que se utiliza para fabricar hormigón, y eliminar la necesidad de recurrir a un laboratorio de pruebas en situaciones en las que puedan surgir dudas sobre la calidad e idoneidad del hormigón demolido como producto reciclado para sustituir la materia prima virgen.

45 Es otro objeto de la invención proporcionar información disponible en tiempo real sobre el hormigón demolido que caracterice dicho hormigón sobre una base de alta resolución, lo que significa que la información no se referirá tanto al hormigón demolido a granel como ocurre en el documento US2011/0000402 sino que se referirá al hormigón demolido en fracciones lo suficientemente finas como para permitir una sustitución fiable de la materia prima virgen por estas fracciones.

50 En relación con estos objetivos, debe comprenderse que el hormigón triturado (antes de ser transformado en un añadido de alta calidad) típicamente rinde 0-5 euros/tonelada en el mercado. Una vez procesado y superados los controles de calidad, el valor aumenta a 12-20 euros/tonelada. El análisis de una sola muestra (incluidos los costes de muestreo y manipulación) en el laboratorio de una empresa cuesta aprox. 50 euros y, por lo tanto, debido a los costes no es una opción a aplicar en la práctica. Sin embargo, los contaminantes esenciales tal como la madera hacen que el valor de los productos añadidos vuelva a bajar a unos 5 a 0 euros/tonelada y la presencia de amianto supone unos costes de vertido de unos 100 euros/tonelada. Los potenciales compradores de añadidos reciclados se encuentran, por tanto, en la difícil situación de que si todo está bien, los precios a pagar por el material no permiten realizar comprobaciones de análisis de laboratorio, mientras que si el material está manipulado, los costes de vertido o derribo de edificios son inaceptables. Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar una solución para este dilema.

Para ello, el procedimiento y el sistema de la invención son proporcionados con las características de una o más de las reivindicaciones adjuntas.

5 En un aspecto de la invención, la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable comprende la adición de una pluralidad de soportes de información a dicho producto inmediatamente después, o poco después, de la demolición del hormigón, en el que la pluralidad de soportes de información se distribuyen regularmente en el propio producto asegurando que cada fracción separada del producto contenga un soporte de información dedicado, y en el que cada soporte de información dedicado está dispuesto para referir a la información que es característica de la fracción del producto en el que está contenido el soporte de información dedicado. Esto aumenta la transparencia del producto reciclado y proporciona una forma fiable y fácil de acceder a la información que define dicho producto reciclado y a las partes implicadas que manipulan el hormigón demolido y el producto reciclado. Así, la información puede referir a la calidad, las propiedades del hormigón demolido, la forma de demolición, la aplicación original y la ubicación del hormigón demolido, la forma de transporte, el propietario del edificio original, la concentración de soportes de información en el producto, etc. En particular, la información puede ayudar a los usuarios del producto a diseñar una receta óptima para el nuevo hormigón, incluyendo, por ejemplo, la cantidad de cemento, agua, superplastificante que debe añadirse al producto reciclado, teniendo en cuenta la calidad del producto reciclado y la aplicación prevista del nuevo hormigón.

20 Preferentemente, los soportes de información dedicados son proporcionados a las fracciones del producto reciclable con dimensiones que coinciden con los tamaños de tamiz de las respectivas fracciones del producto, que en la práctica pueden ascender preferentemente a una dimensión igual a aproximadamente 4 mm. La dimensión de 4 mm corresponde al límite superior e inferior de las fracciones de tamiz generalmente aplicadas del producto reciclable, que normalmente oscilan entre 0-4 mm y 4-12 mm, respectivamente. En ese caso, es prácticamente imposible separar los soportes de información de las respectivas fracciones del producto reciclable.

25 Además, es preferente que los soportes de información sean proporcionados con de un revestimiento exterior fabricado con un material cerámico, lo que hace difícil, si no imposible, distinguir los soportes de información del producto reciclable.

Los soportes de información dedicados son proporcionados en forma de etiquetas RFID. Las etiquetas RFID son fácilmente detectables por lectores RFID económicos, por lo que su presencia puede establecerse incluso si las etiquetas no son visibles y están incrustadas en el producto reciclado.

30 Se considera beneficioso que cada fracción del producto sea proporcionada con un peso aproximado de 1 tonelada. Esto proporciona una distribución suficientemente densa de soportes de información en el producto reciclado para sustentar una caracterización fiable de este producto tal como es, o tal como está contenido en una construcción hecha a partir de este, en la que las desviaciones no permisibles de la especificación requerida del producto reciclado pueden ser evaluadas con exactitud.

35 Además, es preferente que cada soporte de información esté identificado de forma única con un identificador tal que el identificador de cualquiera de dichos soportes de información corresponda a una entrada en una base de datos, y en la que dicha entrada contenga la información que caracteriza la fracción del producto en la que está contenido el soporte de información. Para acceder a la información, basta con simplemente acceder a la base de datos que la contiene.

40 Además, es preferente que el soporte de información tenga un tamaño, superficie material y robustez que lo hagan compatible con la aplicación prevista en hormigón nuevo, por ejemplo, aplicando un revestimiento exterior fabricado con un material cerámico y de un tamaño que esté dentro del intervalo del tamaño de las partículas del producto reciclado.

45 Para promover los beneficios de la invención es deseable que la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable comprenda el análisis de las propiedades del hormigón demolido y la alimentación de la base de datos con las propiedades establecidas.

50 Un aspecto deseable de la invención es además que el análisis de las propiedades del hormigón demolido se realiza en línea y en base a mediciones en tiempo real durante la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable. Esto supone una enorme ventaja con respecto a la técnica anterior, en la cual es necesario ejecutar procedimientos de ensayo que requieren mucho tiempo cuando surgen dudas sobre la calidad del hormigón reciclado. Estos procedimientos de ensayo anteriores pueden demorar hasta 30 días, mientras que la invención proporciona que las propiedades se supervisen en tiempo real y se almacenen en la base de datos para que el usuario pueda acceder a ellas inmediatamente en la aplicación prevista. Esto ahorra costes de transporte y almacenamiento de lotes del producto en pilas separadas en instalaciones alejadas de la fuente o el destino final hasta que se establezca la calidad del producto reciclado.

55 En una realización preferente del procedimiento de la invención, la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable comprende triturar el hormigón demolido en fracciones gruesas y finas.

- Además, es ventajoso que el análisis de las propiedades del hormigón demolido comprende supervisar un flujo de fracciones de hormigón mediante espectroscopia de rotura inducida por láser para obtener las propiedades de estas fracciones de hormigón. La espectroscopia de descomposición inducida por láser para analizar residuos de hormigón se conoce por el artículo "Single-shot LIBS spectral quality for waste particles in open air" de Han Xia and Maarten C.M. Bakker, Technisches Messen 2015; 82(12): 606-615. La espectroscopia de descomposición inducida por láser es capaz de proporcionar muchos miles de análisis quimiométricos puntuales para caracterizar las fracciones respectivas del hormigón demolido para comprender al menos una del grupo que comprende la concentración de contaminantes, la composición química, el material seco de aglutinante/pasta de cemento.
- Es preferente que la espectroscopia de descomposición inducida por láser proporcione las propiedades de las fracciones de hormigón a una velocidad de aproximadamente 30 - 100 análisis por segundo y que varios miles de estos análisis se combinen en una desviación promedio/estándar que se utiliza para documentar la fracción analizada del producto reciclado.
- La invención también se representa en un sistema para implementar el procedimiento de acuerdo con la invención, dicho sistema comprende una pluralidad de soportes de información que están individualizados por un identificador único proporcionado en cada soporte de información concerniente, en el que el sistema comprende además una base de datos con una pluralidad de entradas, cada entrada correspondiente a un identificador de un soporte de información destinado a ser incrustado en una fracción de hormigón demolido, y el sistema comprende además al menos una instalación de espectroscopia de descomposición inducida por láser que está conectada a la base de datos para alimentar la base de datos con información característica de las respectivas fracciones de hormigón demolido, de manera que cada entrada de la base de datos que se identifica con un identificador de un soporte de información está equipada para retener información relativa a dicha fracción de hormigón demolido que se identifica con el soporte de información que está incrustado en dicha fracción de hormigón demolido.
- Preferentemente, la base de datos del sistema es accesible por una plataforma comercial para el hormigón demolido que, de acuerdo con la invención, se convierte en un producto fácilmente reciclable. La plataforma comercial puede proporcionar a los usuarios acceso a la información de la base de datos que caracteriza el producto reciclado para que dichos usuarios puedan evaluar si el producto es utilizable para los fines previstos.
- La invención se esclarecerá en lo sucesivo en la presente memoria con referencia al dibujo de una realización de ejemplo de un sistema y procedimiento de acuerdo con la invención que no es limitativa en cuanto a las reivindicaciones adjuntas. En el dibujo de la figura 1 se representan esquemáticamente el procedimiento y el sistema de acuerdo con la invención.
- Con la referencia 1 se representa la etapa de demolición del hormigón. Tras esta etapa de demolición, la referencia 2 se refiere a la etapa de trituración del hormigón en fracciones gruesas y finas.
- Inmediatamente después, o poco después, de la etapa de demolición 1, preferentemente después de la trituración en la etapa 2, se establecen las propiedades de las fracciones respectivas del hormigón en la etapa 3. Para ello se utiliza preferentemente un dispositivo de espectroscopia de rotura inducida por láser 9 que está conectado a una base de datos 8 que puede recibir de dicho dispositivo 9 la información relativa a las fracciones del hormigón demolido y triturado. Esta información se refiere preferentemente a la concentración de contaminantes, la composición química y el material seco del aglutinante/pasta de cemento.
- Al mismo tiempo que el dispositivo de espectroscopia de descomposición inducida por láser 9 proporciona su información a la base de datos 8 perteneciente a la fracción del hormigón bajo medición, uno de una pluralidad de soportes de información 7 está siendo incrustando en la fracción que acaba de ser medida por el dispositivo de espectroscopia de descomposición inducida por láser 9. Este soporte de información 7 se identifica exclusivamente con un identificador que también se proporciona en la base de datos 8, de modo que el identificador de dicho soporte de información 7 corresponde a una entrada particular de la base de datos 8. Por consiguiente, dicha entrada de la base de datos 8 puede corresponder a la información que el dispositivo de espectroscopia de descomposición inducida por láser 9 proporciona a la base de datos 8. La fracción del producto en la que está incrustado el soporte de información 7 se caracteriza así por la información proporcionada a la base de datos 8, y esta información puede recuperarse en todo momento utilizando este identificador particular que se proporciona en el soporte de información 7 que está incrustado en el producto reciclado. En la base de datos 8, el identificador refiere específicamente a información tal como la calidad, las propiedades del hormigón demolido, la forma de demolición, la aplicación original y la ubicación del hormigón demolido, la forma de transporte, el propietario del edificio original, etc., todo ello perteneciente a la fracción del producto reciclado en la que está incrustado el soporte de información 7 con el identificador correspondiente.
- La figura muestra además que la base de datos 8 es accesible por una plataforma comercial 10 para el hormigón demolido.
- La siguiente tabla es un ejemplo de los parámetros/propiedades que pueden incluirse en la base de datos para cualquier tipo de producto reciclado que se haya examinado.

Propiedad	Medición de la capacidad del sistema	Intervalo aceptable	Valor medido	Normas
Distribución de tamaño de partículas	-	-	X	EN 933-1
Forma de partículas - índice de escamabilidad	0-50%	< 35%	X	EN 933-3
Resistencia a la congelación y descongelación	0-10%	<4	X	EN 1367-1
Resistencia a la fragmentación (prueba de abrasión de Los Ángeles)	0-50%	20-40%	X	EN 1097-2
Densidad de partículas	0-5,1	2,1-2,4	X	EN 1097-6
Absorción de agua	0-15%	3,7%-8,7%	X	EN 1097-7
Contenido de partículas finas 63 µm	0-10%	<1,5%	X	EN 933-1
Resistencia a la abrasión (Micro Deval)	0-50%	13%-20%	X	EN 1097-1
Material flotante (madera, plásticos, espuma)	0-10%	<0,5%	X	EN 933-11
Contenido de cloruros	0-1%	< 0,01%	X	EN 1744-5
Sulfatos	0-10%	<0,8 %	X	EN 1744-1

5 Aunque la invención se ha discutido con anterioridad con referencia a una realización de ejemplo del procedimiento y del sistema de la invención, la invención no se restringe a esta realización particular que se pueda variar de muchas maneras sin apartarse de la invención. La realización de ejemplo discutida por lo tanto no será utilizada para interpretar las reivindicaciones adjuntas estrictamente de acuerdo con las mismas. Por el contrario, la realización sólo pretende explicar la redacción de las reivindicaciones adjuntas sin intención de limitar las reivindicaciones a esta realización de ejemplo. Por lo tanto, el alcance de la protección de la invención se interpretará únicamente de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas, en las que una posible ambigüedad en la redacción de las reivindicaciones se resolverá utilizando esta realización de ejemplo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para convertir hormigón demolido en un producto fácilmente reciclable capaz de sustituir de forma fiable materia prima virgen que es utilizada para fabricar hormigón, en el que se añaden (5) a dicho producto una pluralidad de soportes de información (7), en el que la pluralidad de soportes de información (7) se añaden inmediatamente o poco después de la demolición del hormigón, **caracterizado por que** los soportes de información (7) se distribuyen regularmente y se incrustan en dicho producto asegurando que cada fracción separada del producto contenga un soporte de información dedicado (7), en el que cada uno de dichos soportes de información dedicados está dispuesto para referir a información que es característica para la fracción del producto en la cual está contenido el soporte de información dedicado.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los soportes de información dedicados son proporcionados con una dimensión que coincide con los tamaños de tamiz de las fracciones respectivas del producto, siendo preferentemente la dimensión igual a aproximadamente 4 mm.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** los soportes de información (7) son proporcionados con un revestimiento exterior fabricado con un material cerámico.
- 15 4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, **caracterizado por que** los soportes de información dedicados son proporcionados en forma de etiquetas RFID.
5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, **caracterizado por que** cada fracción del producto es proporcionada con un peso aproximado de 1 tonelada.
- 20 6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 5, **caracterizado por que** cada soporte de información está identificado exclusivamente con un identificador tal que el identificador de dicho soporte de información corresponde a una entrada en una base de datos (8), en el que dicha entrada contiene la información que caracteriza la fracción del producto en la cual está contenido el soporte de información (7).
- 25 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** convertir el hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable comprende analizar (3) propiedades del hormigón demolido y alimentar la base de datos (8) con las propiedades establecidas.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el análisis (3) de las propiedades del hormigón demolido se realiza en línea y en base a mediciones en tiempo real durante la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable.
- 30 9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, **caracterizado por que** la conversión del hormigón demolido en el producto fácilmente reciclable comprende triturar (2) el hormigón demolido en fracciones gruesas y finas.
10. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 - 9, **caracterizado por que** el análisis (3) de las propiedades del hormigón demolido comprende supervisar un flujo de fracciones de hormigón mediante espectroscopia de descomposición inducida por láser para obtener las propiedades de las fracciones de hormigón.
- 35 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** dichas propiedades de las respectivas fracciones del hormigón demolido comprenden al menos una del grupo que comprende concentración de contaminantes, composición química, material seco de aglutinante/pasta de cemento.
- 40 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** la espectroscopia de descomposición inducida por láser proporciona las propiedades de las fracciones de hormigón a una velocidad de aproximadamente 30 - 100 análisis por segundo.
- 45 13. Sistema para implementar el procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12, en el que el sistema comprende una pluralidad de soportes de información (7), en el que los soportes de información (7) están individualizados por un identificador único proporcionado en un soporte de información (7) concerniente, en el que el sistema comprende además una base de datos (8) con una pluralidad de entradas, correspondiendo cada entrada a un identificador de un soporte de información (7), **caracterizado por que** el sistema comprende además una instalación de espectroscopia de descomposición inducida por láser (9) que está conectada a la base de datos (8) para alimentar la base de datos con información característica para fracciones de hormigón demolido, de tal manera que cada entrada en la base de datos (8) que se identifica con un identificador de un soporte de información (7) está equipada para retener información relativa a dicha fracción de hormigón demolido que se identifica con dicho soporte de información (7) que es proporcionado en dicha fracción de hormigón demolido, y que los soportes de información (7) tienen un revestimiento exterior fabricado con un material cerámico.
- 50 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la base de datos (8) es accesible por una plataforma comercial (10) para el hormigón demolido que se convierte en un producto fácilmente reciclable.

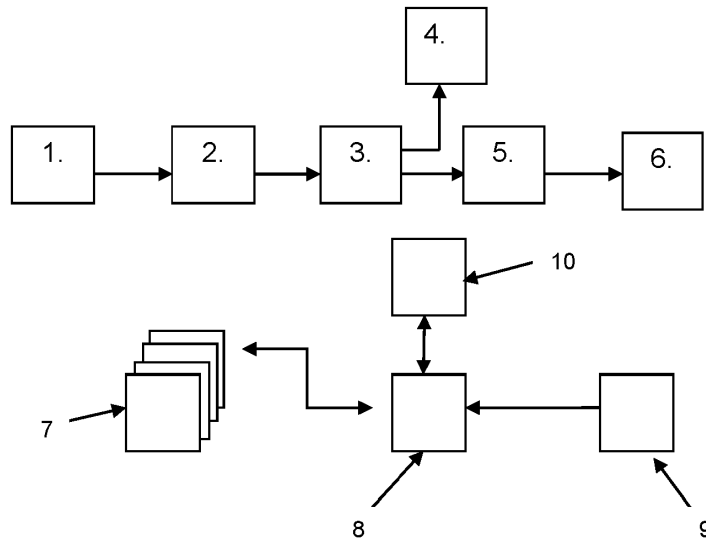


FIG. 1