

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 028 015**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

G06T 7/60 (2007.01)

G06T 7/62 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2022** **PCT/EP2022/058145**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.11.2022** **WO22233499**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2022** **E 22718698 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2025** **EP 4334895**

54 Título: **Procedimiento para la vigilancia de las propiedades de calidad de una bala de celulosa en una línea de balas**

30 Prioridad:

06.05.2021 AT 503472021

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

17.06.2025

73 Titular/es:

**ANDRITZ AG (100.00%)
Stattegger Strasse 18
8045 Graz, AT**

72 Inventor/es:

**BERGMANN, MICHAEL;
GRATZER, GERNOT y
KONJEVOD, ARMIN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 028 015 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 la vigilancia de las propiedades de calidad de una bala de celulosa en una línea de balas

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la vigilancia de las propiedades geométricas, como por ejemplo la forma, de una bala de celulosa en una línea de balas de una máquina de celulosa, en el que hojas de celulosa cortadas se apilan formando una bala de celulosa. La invención se refiere además a una línea de balas de una máquina de celulosa con un sistema de cámaras y un producto de programa informático.
- 10 El documento CN101369549A se refiere a un dispositivo y a un procedimiento en los que se puede determinar por medio de un procesamiento automático de imágenes si chips semiconductores se han apilado unos sobre otros. Para ello, un plano objetivo debe iluminarse con una fuente de luz visible.
- 15 El documento EN102005009835A1 describe un procedimiento para la colocación congruente de embalajes a prensar en la superficie de prensado de una prensa de ciclo corto en la fabricación de paneles decorativos, en el que se requieren marcas de orientación adecuadas, dado el caso, coloreadas, en los bordes de los embalajes a prensar y marcas de orientación similares en las superficies de prensado..
- El documento JP2014038013A se refiere a un dispositivo y un procedimiento para registrar la calidad de las pilas de hojas. Para este fin, se proyecta luz láser linealmente a lo largo de la altura del apilamiento.
- 20 El documento WO2017071683A1 se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la colocación congruente de capas de pieza de trabajo que han de ser comprimidas entre sí en una prensa con un sistema de cámaras para la detección de posición de las capas de pieza de trabajo individuales y la pila individual de pieza de trabajo individual.
- El documento DE19909518A1 se refiere a un procedimiento para la detección de la posición de un material plano apilado, en particular, una pila de papel en el aplicador de una imprenta, en el que al menos un rayo de luz es dirigido hacia el lado de la pila, es reflejado allí y es evaluado como medida de la posición.
- 25 En las máquinas de celulosa, la celulosa fabricada en forma de bandas es transformada en hojas de celulosa en cortadoras longitudinales y transversales. En la línea de balas de la máquina de celulosa, las hojas de celulosa cortadas se apilan formando balas de celulosa, la bala de celulosa se comprime en una prensa de balas y la bala comprimida se embala, se ata y se imprime. Para garantizar un funcionamiento eficiente de la línea de balas, en particular de la prensa de balas, las balas de celulosa deben tener unas propiedades de calidad suficientes, en particular en lo que se refiere a propiedades geométricas como, por ejemplo, la forma. Por ejemplo, las balas de
- 30 celulosa malformadas, así como el apilamiento desigual de las hojas de celulosa formando balas de celulosa, causan problemas en los pasos posteriores del proceso y, en particular, en la prensa de balas. Las balas de celulosa que no cumplan los requisitos de calidad son expulsadas preferiblemente antes de la línea de balas. Habitualmente, la vigilancia de la calidad de las balas de celulosa es realizada por el personal operario en el marco de rondas, lo que da lugar a una vigilancia subjetiva y discontinua. Las tendencias, en el sentido de un deterioro creciente de las
- 35 propiedades de calidad de las balas, son detectadas así eventualmente, pero no las balas individuales de celulosa de calidad insuficiente. El funcionamiento eficiente de la línea de balas es esencial tanto para el operador de la instalación como para el fabricante de la instalación, ya que la línea de balas al final de la cadena de procesos de una máquina de celulosa tiene una influencia decisiva en la eficiencia de la instalación en su conjunto.
- 40 El objetivo de la invención es un procedimiento que permita aumentar la eficiencia y la disponibilidad de la línea de balas.
- Según la invención, esto se consigue porque de la bala de celulosa son tomadas imágenes con un sistema de cámaras, y las imágenes son evaluados con un modelo computacional implementado por ordenador para análisis de imágenes, y el modelo computacional identifica en las imágenes elementos geométricos de la bala de celulosa seleccionados de un grupo formado por esquinas, cantos, superficies y volumen de la bala de celulosa, y evalúa las propiedades
- 45 geométricas de la bala de celulosa a partir de los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa, y el modelo computacional ha sido entrenado con un conjunto de datos de entrenamiento y el conjunto de datos de entrenamiento comprende imágenes de entrenamiento de balas de celulosa, y, con respecto a las imágenes de entrenamiento individuales, los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa y la evaluación de las propiedades geométricas de la bala de celulosa. Según la invención, para la adquisición de datos se utiliza un sistema
- 50 de cámaras en la línea de balas, siendo tomadas imágenes de las balas de celulosa. Ventajosamente, el sistema de cámaras se dispone con respecto a la bala de celulosa de tal manera que en la imagen están representadas tres superficies de la bala de celulosa, por ejemplo, dos superficies laterales vecinas y la superficie superior. Para la evaluación se usa un modelo computacional implementado por ordenador, como una red neuronal. El modelo computacional permite identificar en las imágenes los elementos geométricos de la bala de celulosa, como esquinas, cantos, superficies, volumen y forma de la bala de celulosa, y evaluar las propiedades geométricas de la bala de
- 55 celulosa. La evaluación de las propiedades geométricas se realiza a partir de los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa. El sistema de cámaras comprende al menos una cámara, pero también puede comprender varias cámaras en diferentes ubicaciones de la línea de balas. Por ejemplo, una cámara que está dispuesta en el proceso antes de un posible paso de compactación, por ejemplo, mediante una prensa de balas, puede servir para

tomar imágenes de las balas de celulosa sin embalar. Otra cámara, que está dispuesta en el proceso después del paso de compactación, puede tomar imágenes de las balas de celulosa embaladas, por ejemplo. La disposición de la cámara antes del paso de compactación para la vigilancia de las propiedades geométricas de la bala de celulosa sin embalar es ventajosa, ya que el paso de compactación influye fuertemente en las propiedades geométricas individuales de la bala de celulosa, en particular en la forma. En particular, el objetivo es identificar las balas de celulosa de calidad insuficiente antes de un paso de compactación, por ejemplo en una prensa de balas, ya que las balas de celulosa de calidad insuficiente pueden ser problemáticas precisamente en el paso de compactación. Las propiedades de calidad de las balas de celulosa sin embalar comprenden, en particular, la calidad de corte de las hojas de celulosa y, en relación con la bala de celulosa, su forma, perpendicularidad o precisión de apilamiento. La calidad de corte depende por tanto del estado de los filos de corte utilizados en las cuchillas longitudinales y transversales. Un daño local de los filos de corte, por ejemplo debido a una mella, provoca el correspondiente daño en la hoja de celulosa cortada. Al apilar las hojas de celulosa formando una bala de celulosa, el daño se manifiesta, por ejemplo, como una línea en una superficie lateral de la bala de celulosa o como una protuberancia local de la bala, es decir, como una desviación de un canto de la bala de celulosa de una forma lineal. Asimismo, un desgaste de los filos de corte puede causar una distorsión de la forma de la bala de celulosa, de modo que su forma se desvía cada vez más del ideal de un cubo o paralelepípedo. Sorprendentemente, la invención permite sacar conclusiones sobre el estado de las cuchillas transversales y longitudinales. A su vez, la precisión de apilamiento describe con qué exactitud se dispusieron las hojas de celulosa unas sobre otras al formar la bala de celulosa. Cuanto más exacta es la disposición de las hojas de celulosa, más afilados son también los cantos y más "lisas" son las superficies de la bala de celulosa. Del mismo modo, las superficies laterales de una bala de celulosa apilada de forma imprecisa muestran un mayor sombreado o un mayor ruido de imagen en las zonas de apilamiento impreciso, lo que puede ser utilizado por el modelo computacional para evaluar la precisión del apilamiento.

En general, la forma o perpendicularidad de la bala de celulosa es importante. Cuanto mayores son las desviaciones de una bala de celulosa con una forma cúbica o paralelepípedica ideal, mayores son los posibles desechos en las unidades de proceso posteriores, por ejemplo, la prensa de balas.

Las propiedades de calidad de las balas de celulosa embaladas en un embalaje incluyen, en particular, el estado, el plegado, el atado o la impresión del embalaje. Tras el paso de compactación, por ejemplo en una prensa de balas, la bala de celulosa es embalada, por ejemplo. El estado del embalaje indica si está intacto o dañado. Las hojas de envoltura ("wrapper sheets") utilizadas para el embalaje se pliegan alrededor de la bala de celulosa, por lo que un plegado uniforme representa un plegado cualitativo. Para asegurar el plegado, las balas de celulosa embaladas se suelen atar, por ejemplo, con un cordón de alambre, siendo deseable un atado uniforme de la bala de celulosa. La bala de celulosa embalada a menudo también se imprime. En la evaluación de la calidad de impresión influye, por ejemplo, en qué medida el motivo de impresión ha quedado imprimido completamente en el embalaje de las balas de celulosa. Según la invención, el modelo computacional implementado por ordenador ha sido entrenado con un conjunto de datos de entrenamiento. El conjunto de datos de entrenamiento incluye imágenes de entrenamiento de balas de celulosa. El conjunto de datos de entrenamiento también incluye los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa y la evaluación de las propiedades geométricas de la bala de celulosa para las imágenes de entrenamiento individuales.

Es posible crear el conjunto de datos de entrenamiento explícitamente en la línea de balas de una máquina de celulosa. Para ello, al menos una cámara del sistema de cámaras se posiciona en la línea de pacas de una manera definida. Las imágenes de las balas de celulosa siempre son tomadas por la cámara cuando las balas de celulosa y la cámara están dispuestas de la manera definida entre sí. De esta manera, la disposición de la bala de celulosa es similar en las imágenes. Esto tiene la ventaja de que un pequeño conjunto de datos de entrenamiento es suficiente para entrenar el modelo computacional específicamente para la línea de balas.

También es concebible que el modelo de entrenamiento se entrene con una multiplicidad de conjuntos de datos de entrenamiento, usando imágenes de diferentes líneas de balas con diferente posicionamiento relativo de las balas de celulosa respecto a la cámara. De este modo, se puede minimizar la influencia de la posición relativa de las balas de celulosa respecto a la cámara en la predicción del modelo computacional. Esto requiere un amplio entrenamiento del modelo computacional con conjuntos de datos de entrenamiento procedentes de diferentes líneas de balas, lo que constituye un proceso a largo plazo, pero, a la inversa, permite usar inmediatamente el modelo computacional así entrenado en una línea de balas desconocida hasta entonces para el modelo computacional.

El conjunto de datos de entrenamiento también puede incluir, por ejemplo, la evaluación de si una bala de celulosa mostrada en una imagen de entrenamiento debe permanecer en la línea de balas o ser expulsada de la línea de balas. Un modelo computacional así entrenado permite la expulsión automática de las balas de celulosa de la línea de balas a base de la evaluación realizada por el modelo computacional.

El procedimiento según la invención hace posible por tanto una clasificación continua, automatizada, reproducible y objetiva de la bala de celulosa y de sus propiedades de calidad. En particular, es posible analizar propiedades de calidad específicas con el modelo computacional entrenado.

Una realización ventajosa del procedimiento es que la bala de celulosa es movida a una posición definida relativa al sistema de cámaras y el sistema de cámaras toma imágenes de la bala de celulosa en la posición definida. De este

modo, se minimiza la posible influencia del posicionamiento de la bala de celulosa con respecto a la cámara en la predicción del modelo computacional, ya que la disposición de la bala de celulosa es similar en las imágenes. Si un modelo computacional es entrenado entonces explícitamente para una línea de balas de una máquina de celulosa, un pequeño conjunto de datos de entrenamiento permite entrenar el modelo computacional de forma suficiente o rápida.

En otra realización ventajosa del procedimiento, se usa una fuente de luz para iluminar la bala de celulosa, y el sistema de cámaras toma imágenes de la bala de celulosa iluminada. La iluminación de la bala de celulosa con una fuente de luz al hacer las fotos permite establecer unas condiciones de iluminación definidas. Esto minimiza la influencia de las condiciones de iluminación en la predicción del modelo computacional, ya que las condiciones de iluminación están definidas o son constantes y las imágenes se crearon en las condiciones de iluminación definidas. Esto permite reducir el tamaño del conjunto de datos de entrenamiento, manteniendo al mismo tiempo la validez del modelo computacional.

En una realización favorable del procedimiento, con una fuente de luz para la proyección de una línea, en particular una fuente de luz coherente, por ejemplo, un láser de línea, se proyecta una línea sobre una superficie de la bala de celulosa. A partir de una distorsión de la línea en la superficie de la bala de celulosa, el modelo computacional puede evaluar las propiedades de calidad de la bala de celulosa, en particular la precisión de apilamiento o la calidad de corte de las hojas individuales. La precisión de apilamiento describe con qué exactitud las hojas de celulosa están dispuestas unas encima de otras formando la bala de celulosa. Cuanto menos exactamente las hojas de celulosa están dispuestas unas sobre otras para formar una bala de celulosa, más desiguales son los cantos de la bala de celulosa, por ejemplo, o más "rugosas" son las superficies de la bala de celulosa, lo que se traduce en una mayor distorsión de una línea proyectada sobre una superficie de la bala de celulosa. Cuando se utiliza una fuente de luz coherente, por ejemplo un láser de línea, la línea reproduce exactamente los salientes y los destalonamientos de las hojas de celulosa apiladas, como distorsiones o saltos en la línea proyectada. El modelo computacional evalúa las distorsiones o saltos de la línea proyectada y permite así determinar la precisión del apilamiento. La distorsión de la línea puede cuantificarse, por ejemplo, por el tamaño y la frecuencia de los saltos de la línea proyectados sobre la bala de celulosa.

En una realización ventajosa del procedimiento, el modelo computacional se calibró con un conjunto de datos de calibración, en el que el conjunto de datos de calibración comprende imágenes de calibración de balas de celulosa y, con respecto a las imágenes de calibración individuales, una cuantificación de los elementos geométricos de la bala de celulosa, por ejemplo, la longitud del canto, la superficie o el volumen de la bala de celulosa. Una vez calibrado, el modelo computacional permite hacer afirmaciones cuantitativas sobre la bala de celulosa y el modelo computacional puede, por ejemplo, emitir la longitud de canto, el volumen o la superficie de los lados individuales de la bala de celulosa. La cuantificación de los elementos geométricos en las imágenes de calibración puede realizarse, por ejemplo, fijando al menos una y preferiblemente dos escalas a una superficie de la bala de celulosa. El fondo de la bala de celulosa tiene un patrón de calibrado especialmente ventajoso, por ejemplo un patrón de tabla de ajedrez con dimensiones definidas.

La invención también se refiere a una línea de balas de una máquina de celulosa que comprende un sistema de cámaras y medios para la realización de los pasos de procedimiento según la invención.

La invención se refiere además a un producto de programa de ordenador, que comprende comandos, para llevar a cabo los pasos de procedimiento según la invención en una línea de balas de una máquina de celulosa según la invención.

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con la ayuda de los dibujos.

La figura 1 muestra una bala de celulosa en una línea de balas
La figura 2 muestra una bala de celulosa con superficies identificadas por el modelo computacional.
La figura 3 muestra una bala de celulosa con cantos identificados por el modelo computacional.

La figura 1 muestra una bala de celulosa sin embalar 1 apilada a partir de hojas de celulosa cortadas en una línea de balas. El ojo humano puede identificar bien los elementos geométricos de la bala de celulosa 1, por ejemplo las superficies individuales 2 o los cantos 3. Según la disposición relativa de la bala de celulosa 1 con respecto al sistema de cámaras de imágenes, pueden reconocerse tres superficies de la bala de celulosa. Con el modelo computacional implementado por ordenador para el análisis de imágenes según la invención puede ser evaluada la imagen mostrada en la figura 1. A este respecto, el modelo computacional identifica elementos geométricos de la bala de celulosa 1 en la imagen, seleccionados de un grupo formado por esquinas, cantos 3, superficies 2 y volumen de la bala de celulosa, y sobre la base de los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa 1 sin embalar evalúa las propiedades de calidad de la bala de celulosa 1, tales como la calidad de corte de las hojas de celulosa, así como la forma, la perpendicularidad y la precisión de apilamiento. La figura 1 también muestra una línea 4 proyectada sobre una superficie de la bala de celulosa 1, en la que en este paso opcional del procedimiento la línea 4 se proyecta sobre la superficie 2 de la bala de celulosa 1 con una fuente de luz para la proyección de una línea, en particular una fuente de luz coherente, por ejemplo un láser de línea. Este paso opcional del procedimiento permite, en particular, una evaluación ventajosa de la precisión del apilamiento o de la calidad del corte de las hojas individuales en función de la distorsión de la línea 4 en la superficie 2 de la bala de celulosa 1.

La figura 2 muestra una bala de celulosa 1 sin embalar y las zonas sombreadas 2 con esquinas esféricas identificadas

por el modelo computacional. De este modo, los cantos 3 como delimitación entre superficies contiguas también fueron identificados por el modelo computacional. La figura 3 muestra correspondientemente la bala de celulosa 1 y los cantos 3 identificados por el modelo computacional y representadas con líneas discontinuas, mientras que una bala de celulosa ideal se muestra como un cubo o paralelepípedo. El modelo computacional permite así vigilar las propiedades de calidad, en particular las propiedades geométricas, como por ejemplo la forma o la perpendicularidad, de la bala de celulosa 1. A partir de la forma de los cantos identificados por el modelo computacional, el modelo computacional puede, por ejemplo, evaluar más a fondo la calidad de corte de las hojas de celulosa y la precisión de apilamiento de la bala de celulosa. Mediante el uso opcional de una fuente de luz para la proyección de una línea sobre una superficie lateral de la bala de celulosa se hace posible una evaluación más precisa de diversas propiedades de calidad de la bala de celulosa 1, como por ejemplo la precisión de apilamiento o la calidad de corte, sobre la base de la evaluación de la distorsión de la línea proyectada.

La presente invención ofrece numerosas ventajas. Permite aumentar la eficiencia y la disponibilidad de la línea de balas mediante una vigilancia continua y automatizada de las propiedades de calidad de las balas de celulosa. La vigilancia de calidad de las balas de celulosa es realizada de forma objetiva y reproducible, por lo que las balas de celulosa de calidad insuficiente, que por ejemplo tienen propiedades geométricas insuficientes, en particular una forma insuficiente, pueden ser expulsadas de la línea de balas en una fase temprana sin causar problemas en los pasos posteriores del procedimiento. La presente invención permite además sacar conclusiones sobre el estado o la vigilancia del estado de los filos de corte utilizados en las cuchillas longitudinales o transversales.

Signo de referencia

- (1) Bala de celulosa
- (2) Superficie
- (3) Canto
- (4) Línea

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la vigilancia de las propiedades geométricas, como por ejemplo la forma, de una bala de celulosa (1) en una línea de balas de una máquina de celulosa, en el que hojas de celulosa cortadas están apiladas formando una bala de celulosa (1) y con un sistema de cámaras son tomadas imágenes de la bala de celulosa (1) y las imágenes son evaluadas con un modelo computacional implementado por ordenador para el análisis de imágenes, **caracterizado porque** el modelo computacional identifica en las imágenes elementos geométricos de la bala de celulosa (1) seleccionados de un grupo formado por esquinas, cantos (3), superficies (2) y volumen de la bala de celulosa, y evalúa las propiedades geométricas de la bala de celulosa (1) a partir de los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa (1), y el modelo computacional ha sido entrenado con un conjunto de datos de entrenamiento y el conjunto de datos de entrenamiento comprende imágenes de entrenamiento de balas de celulosa (1), y, con respecto a las imágenes de entrenamiento individuales, los elementos geométricos identificados de la bala de celulosa (1) y la evaluación de las propiedades geométricas de la bala de celulosa (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la bala de celulosa (1) es movida a una posición definida relativa al sistema de cámaras y el sistema de cámaras toma imágenes de la bala de celulosa (1) en la posición definida.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que se usa una fuente de luz para iluminar la bala de celulosa (1) y el sistema de cámaras toma imágenes de la bala de celulosa (1) iluminada.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que con una fuente de luz para la proyección de una línea (4), en particular una fuente de luz coherente, por ejemplo, un láser de línea, se proyecta una línea (4) sobre una superficie (2) de la bala de celulosa (1), y a partir de una distorsión de la línea (4) en la superficie (2) de la bala de celulosa (1), el modelo computacional evalúa la precisión de apilamiento de la bala de celulosa (1) o la calidad de corte de las hojas individuales.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que con el sistema de cámaras se toman imágenes de la bala de celulosa (1), la bala de celulosa está sin embalar y el modelo computacional evalúa la calidad de corte de las hojas de celulosa o la forma, perpendicularidad o precisión de apilamiento de la bala de celulosa (1).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que con el sistema de cámaras son tomadas imágenes de la bala de celulosa (1), la bala de celulosa (1) está embalada en un embalaje y el modelo computacional evalúa el estado, el plegado, el atado o la impresión del embalaje.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el modelo computacional se ha calibrado con un conjunto de datos de calibración y el conjunto de datos de calibración comprende imágenes de calibración de balas de celulosa (1) y, con respecto a las imágenes de calibración individuales, una cuantificación de los elementos geométricos de la bala de celulosa (1), por ejemplo, la longitud del canto (3), la superficie (2) o el volumen de la bala de celulosa (1).
8. Línea de balas de una máquina de celulosa con un sistema de cámaras y medios adecuados para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Producto de programa de ordenador que comprende comandos que hacen que el dispositivo de la reivindicación 8 lleve a cabo los pasos de procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.

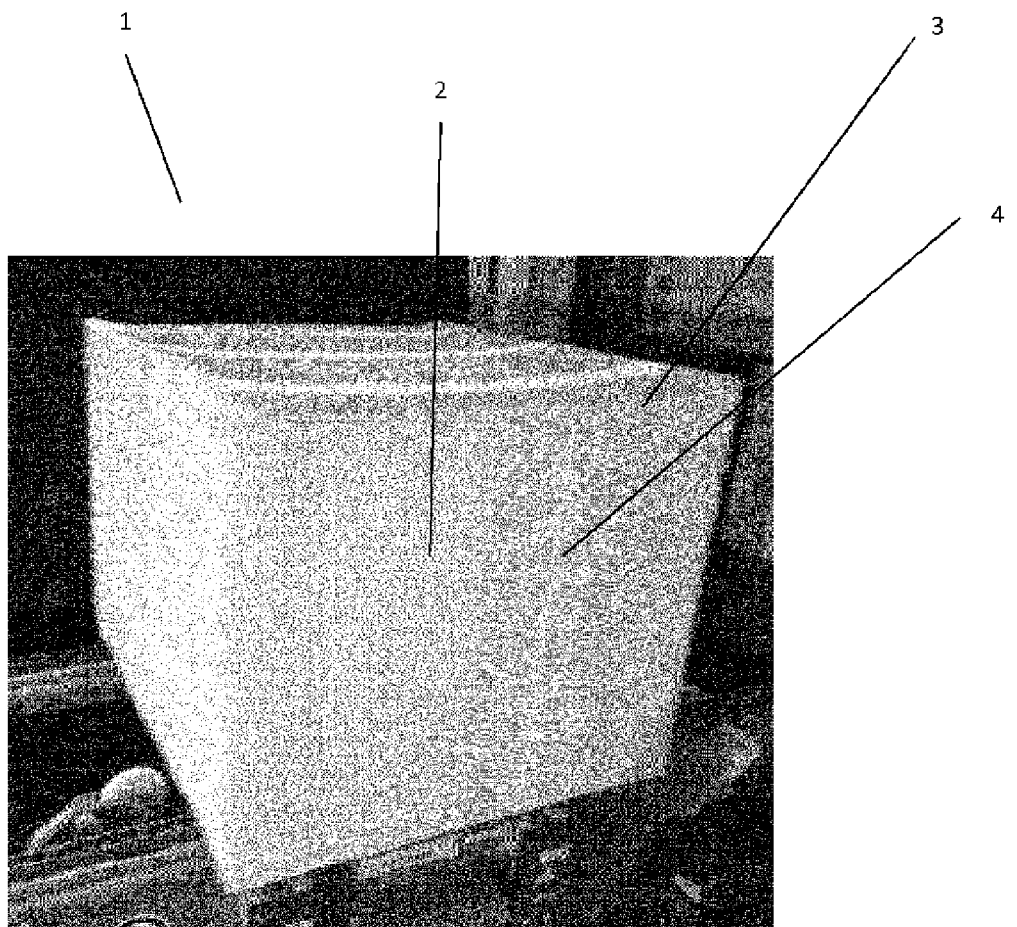


Fig. 1

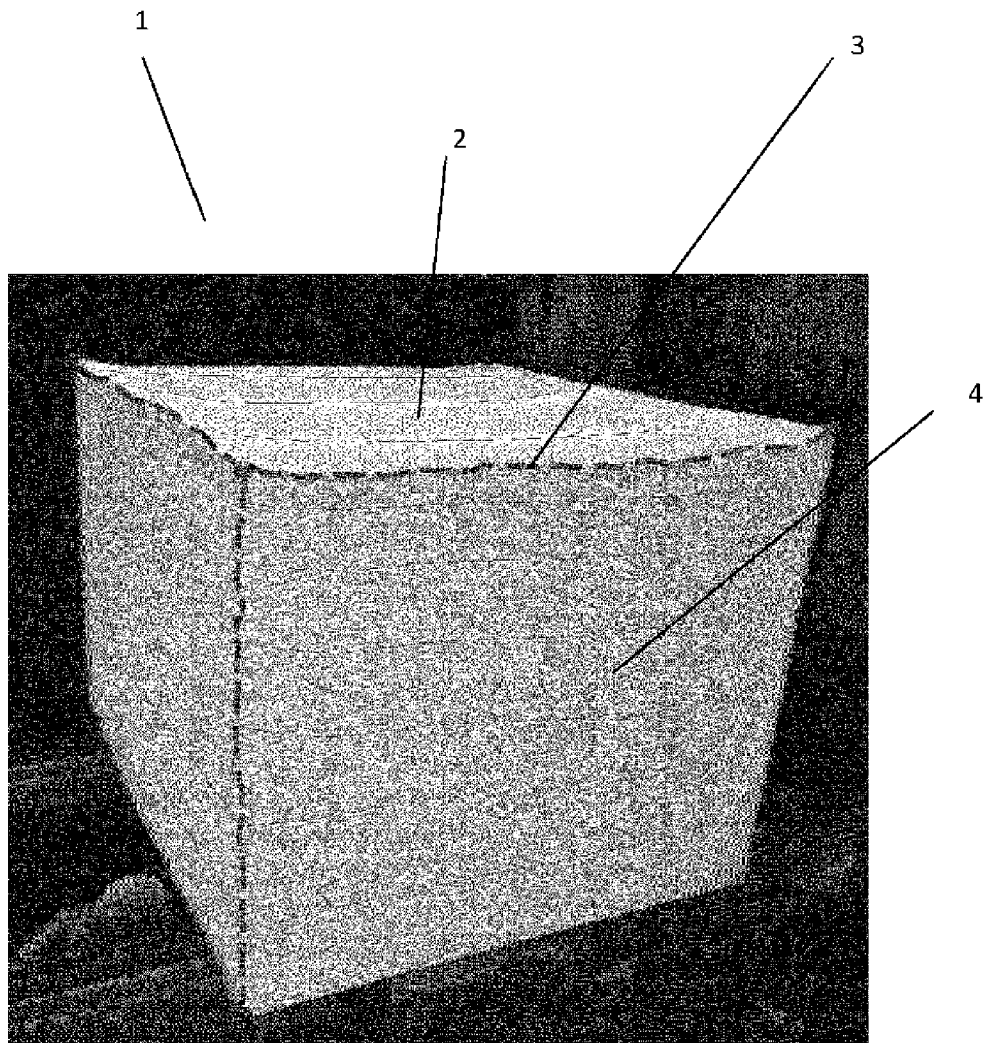


Fig. 2

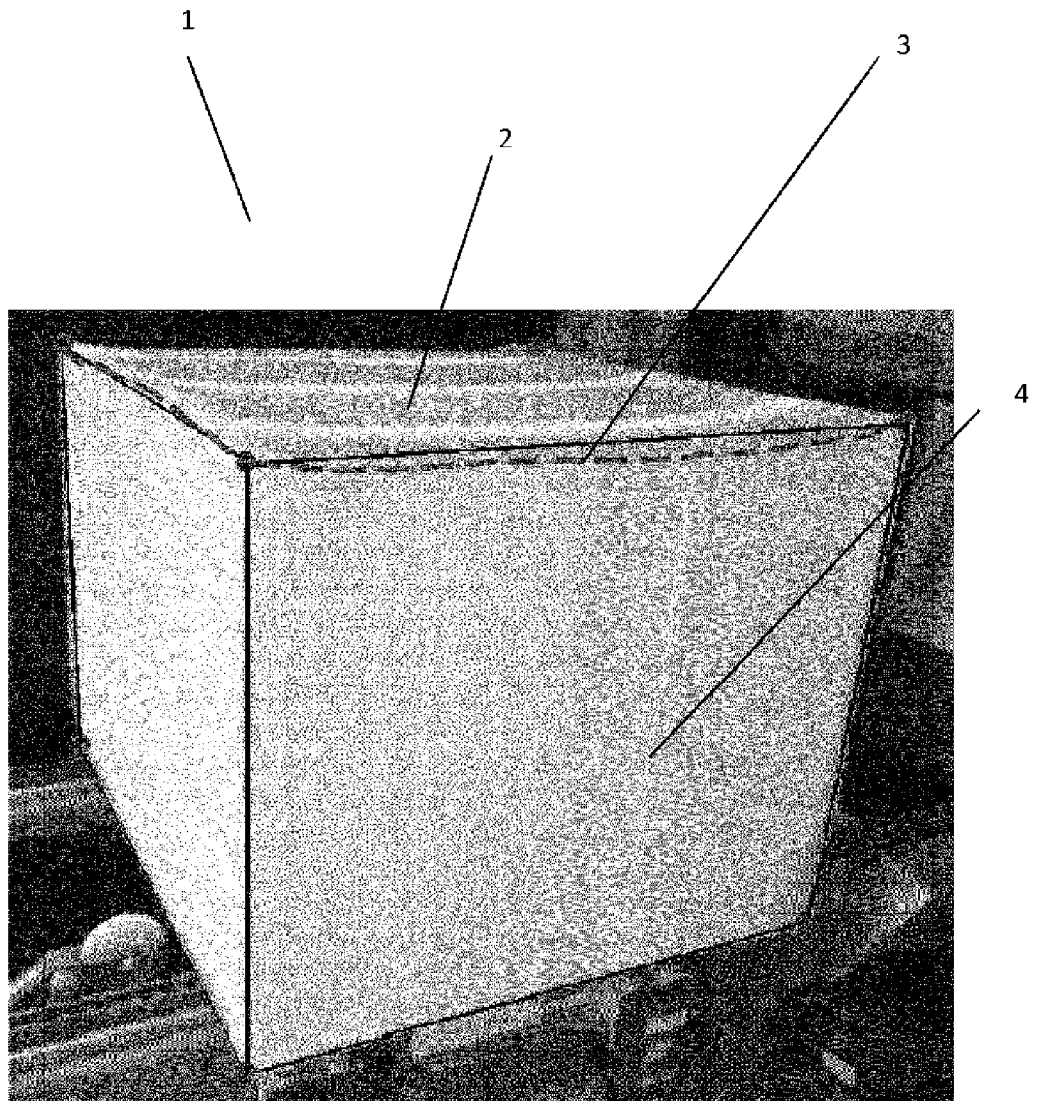


Fig. 3