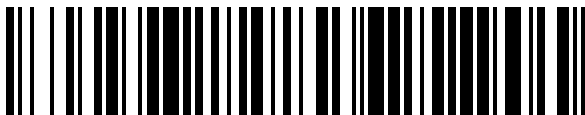


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 306 584**

21 Número de solicitud: 202430199

51 Int. Cl.:

A01K 47/00 (2006.01)

A01K 47/06 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

13.06.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.04.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
Plaza del Colegio de Santa Cruz 8
47002 Valladolid (Valladolid) ES

72 Inventor/es:

DE PRADO JIMENO, Rubén;
CASADO SANZ, Maria Milagrosa y
FUENTES PÉREZ, Juan Francisco

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **Colmena**

ES 1 306 584 U

DESCRIPCIÓN

5 Colmena

Campo de la invención

10 La presente invención pertenece al sector apícola, concretamente al campo de las colmenas, y más concretamente al uso de colmenas para colonias de abejas melíferas. La presente invención se refiere a una colmena que presenta medios adecuados de aislamiento para mejorar la producción apícola y el bienestar animal.

Antecedentes de la invención

15

La abeja melífera es uno de los seres vivos más importantes del planeta: ayudan a la polinización del 75% de alimentos de origen vegetal y contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad de numerosas especies de flora. Sin embargo, la abeja está siendo también una de las especies más castigadas en el Antropoceno, viéndose gravemente afectada a causa de los agroquímicos nocivos, la entrada de especies invasoras, la aparición de nuevas enfermedades y el calentamiento global, entre otros factores. Este último componente resulta uno de los más preocupantes en los últimos años: el verano cada vez es más largo, más seco y con temperaturas más extremas. Además son más comunes los eventos meteorológicos extremos, como las olas de frío o de calor.

25

Las colmenas más utilizadas en la actualidad son las colmenas de madera de pino con cuadros móviles, ideadas por Langstroth, que facilitan el manejo de las colonias ahorrando tiempo y mejorando la producción: permiten la fácil extracción de los productos apícolas, el desplazamiento de los cuadros, así como el tratamiento frente a diversas enfermedades que amenazan la supervivencia de las abejas. Sin embargo, presentan la desventaja de no poseer las mejores condiciones aislantes frente al frío invernal que podría hacer morir de hambre a una colonia ni contra el calor estival que podría deshacer sus paneles de cera y acabar con la colonia por golpe de calor. Existen diversas variantes de estas colmenas de Langstroth, tales como las de Dadant, Layens, etc., que difieren en sus dimensiones y/o la posición de sus módulos,

35

pero que están del mismo modo construidas en madera de pino, presentando las mismas desventajas de aislamiento que las del diseño Langstroth.

Tradicionalmente, hasta la invención de las colmenas de cuadros móviles, fue muy utilizada la colmena cilíndrica de corcho en las áreas con alcornoques naturales o en su defecto, con troncos de otras especies forestales (roble, castaño, etc). Era popularmente conocida como “truébano” y fue concebida por los primeros apicultores al imitar la naturaleza: Antaño, cuando había aún abejas melíferas silvestres, sus enjambres formaban panales en el interior de árboles huecos, de modo que las ramas y hojas de estos proporcionaban sombra al enjambre en los momentos más calurosos del verano. En invierno, al desaparecer las hojas, el sol llegaba hasta el tronco, calentando el enjambre alojado en su interior. De este modo, los primeros apicultores de estas zonas comenzaron la domesticación de la abeja situando sus enjambres en el interior de troncos huecos de alcornoque, cuyo corcho era buen aislante térmico tanto en épocas frías como calurosas. Sin embargo, este sistema no permitía una extracción efectiva de los productos de la colmena sin dañar la estructura del panal, de modo que debido a su baja productividad fue abandonado por la apicultura profesional.

Del mismo modo ha ocurrido con la colmena de paja tradicional, muy utilizada en áreas poco forestales del resto del Mediterráneo y en Oriente, fabricada a partir de las fibras de diversas plantas (cereal, mimbre, etc.) y mezclada en ocasiones con barro, para generar también una película aislante.

Fruto de la globalización, en los años 80 apareció en España el ácaro invasor Varroa destructor, originario de Asia, que parasita la abeja melífera, alimentándose de su hemolinfa y grasa corporal, suponiendo además un vector de transmisión de diferentes virus. Esta plaga se extendió rápidamente por todo el mundo, afectando a la mayoría de colonias de abejas y poniendo en grave riesgo su supervivencia. Las consecuencias de esta afección, a la larga mortales, en las colonias de abejas, obligó el paso de las colmenas tradicionales a las de cuadros móviles, para permitir el acceso no destructivo a los panales de abejas y asegurar su tratamiento eficaz.

En la actualidad, el único modelo de colmena existente en el mercado para la mejora de las condiciones higrotérmicas de las abejas melíferas frente a las actuales colmenas de madera, son las colmenas de poliestireno. Sin embargo, estas colmenas

no son permitidas en la obtención del sello ecológico al estar fabricadas con derivados plásticos, ya que puede favorecer la presencia de microplásticos en los productos apícolas. Además su precio es elevado frente a las colmenas convencionales, con escasa durabilidad y baja sostenibilidad en comparación, siendo un producto poco competitivo.

También ha surgido en los últimos años un nuevo modelo de colmena tecnológicamente revolucionaria, denominado “flow hive”, aunque presenta una serie de problemas graves que se desarrollan a continuación. Este nuevo sistema consiste en una colmena fabricada por completo a partir de plástico, característica que de nuevo la hace incompatible con una producción ecológica, cada vez más demandada en el mercado. Esta colmena está diseñada con dimensiones Langstroth pero cuenta con unos cuadros articulados que permiten extraer la miel desde la propia colmena sin la necesidad de transportar los panales al obrador donde son centrifugados en un extractor de miel.

Mediante una manivela, este sistema desacopla las paredes del cuadro de plástico, permitiendo el transcurso de la miel a través de la pared interior de cada celda donde aparece un hueco hacia un conducto situado en la zona central del cuadro. Desde este punto, se reconduce la miel a través de una serie de tuberías que une toda la red y permite la salida de la miel a través de un grifo situado en el exterior de la colmena. Por tanto, el sistema se presenta como un modo sencillo y práctico de extracción de miel en la colmena, directamente al tarro. Sin embargo, presenta graves problemas como; pérdidas de abejas al introducirse en las tuberías del sistema, no se incluye ningún filtro previo al envasado de la miel en tarros, la duración de los cuadros a largo plazo es complicada por el atasco de la red de tuberías y precio elevado entre otras desventajas hacen que sea un producto poco competitivo en el mercado.

Por tanto, debido a todas estas razones, la gran mayoría de los apicultores siguen utilizando las colmenas convencionales de madera, intentando mejorar el aislamiento térmico de las colmenas mediante métodos rudimentarios: colocando un poncho bajo la tapa del habitáculo en invierno y pintando el exterior de esta tapa de color blanco en verano, los cuales no son métodos eficaces.

Es por tanto deseable una colmena que proporcione un aislamiento eficiente, de forma sencilla y natural, evitando los inconvenientes de los sistemas existentes en el estado de la técnica.

5 Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante una colmena que presenta una cámara de cría formada a su vez por unas paredes laterales, y que alberga en su interior unos cuadros soporte de panales, siendo cerrada la cámara de cría mediante una tapa y un suelo. Adicionalmente la colmena tiene al menos una piquera para la entrada y salida de las abejas, que de forma preferente estará dispuesta en el suelo de la colmena.

De acuerdo con la presente invención, las paredes laterales están realizadas en paneles, dichos paneles formados por al menos una capa exterior y una capa interior. Según diferentes realizaciones particulares de la invención, tanto la capa exterior como la capa interior pueden estar realizadas en diferentes materiales.

Por ejemplo, o bien la capa exterior, o la capa interior, o ambas, podrían estar realizadas en fibra natural aislante, y particularmente en fibra natural aislante de baja densidad.

Preferentemente, la fibra natural aislante puede ser aglomerado de corcho blanco, aglomerado de corcho negro, fibras de madera, celulosa, combinación de todos éstos, u otras fibras de naturaleza lignocelulósica.

El uso de la fibra natural aislante de baja densidad generaría una colmena más ligera, facilitando su manipulación por parte del apicultor, quien sufriría de menos lesiones de espalda, frecuentes en su trabajo. El coste de transporte de colmenas sería más competitivo, especialmente para los apicultores trashumantes, que cada año viajan cientos de kilómetros en búsqueda de nuevas floraciones a donde trasladar sus numerosas colmenas. Además, esta fibra natural aislante favorece las condiciones higrotérmicas de la colonia de abejas y mejora la producción apícola, cumpliendo a su vez las funciones prácticas de una colmena moderna en cuanto a existencia de cuadros móviles, dimensiones estandarizadas y durabilidad. Esta fibra natural aislante

presenta la ventaja de mejorar el aislamiento de la colmena frente a una excesiva humedad, necesario para evitar en la época invernal enfermedades apícolas como la nosemosis y ascosferiosis.

5 La mejora en las condiciones de habitabilidad de la colmena aumentará la supervivencia de las colonias de abeja frente al cambio climático: la colonia de abejas debe mantener en el nido de cría una temperatura aproximada de 35 °C durante todo el año, tarea que se vuelve complicada frente a eventos meteorológicos extremos como las olas de frío y calor ocurridas en los últimos años. Además, este diseño
10 aislante mejorará la producción apícola de los diversos productos de la colmena (miel, polen, propóleo, etc) ya que la colonia requerirá un menor gasto energético en verano para llevar agua a la colmena con objetivo de producir su evaporación y disminuir su temperatura. También consumirá menos miel en invierno, al necesitar vibrar menos sus cuerpos para producir calor.

15 Alternativamente a lo anterior, o bien la capa exterior, o bien la capa interior, o ambas, pueden estar realizadas en materiales plásticos, como por ejemplo poliestireno extruido de alta densidad, aunque podría ser en cualquier otro. Estos materiales plásticos ofrecen una alternativa eficaz, y sobre todo más económica a las capas
20 realizadas en fibras naturales.

De acuerdo con una realización particular de la invención, las paredes laterales pueden estar realizadas en paneles tipo sándwich, en las que cada uno de los paneles presenta adicionalmente una capa intermedia.

25 Igualmente, y según diferentes combinaciones con las anteriores, esta capa intermedia puede estar realizada en diferentes materiales, tales como fibra natural aislante o plástico entre otros.

30 Además, de acuerdo con realizaciones particulares de la invención, la tapa tiene una cara externa realizada en material metálico y una plancha interior realizada en fibra natural aislante, la cual se une a la cara externa mediante elementos de unión metálicos. De forma preferente, la tapa posteriormente incluye una chapa de madera, quedando la plancha interior realizada en fibra natural protegida entre la cara externa y
35 la chapa de madera.

De acuerdo con realizaciones particulares de la colmena objeto de la presente invención, ésta tiene una entretapa dispuesta entre la tapa y la cámara de cría.

- 5 Según una realización preferente de la invención, la colmena tiene un sistema electrónico para la medición, almacenamiento y transmisión de parámetros medioambientales y físico acústicos.

- 10 Preferentemente, este sistema puede tener sensores de temperatura y humedad, es decir, sensores higrotérmicos, dispuestos en el interior y el exterior de la colmena, así como sensores acústicos y células de carga.

- 15 La integración de este sistema electrónico en las colmenas permite la toma continua de variables con relevante importancia para el apicultor, permitiéndole conocer información muy valiosa como:

- El periodo de actividad de las abejas al día, directamente relacionado con el tiempo de pecoreo durante el cual las abejas obreras llevan néctar, polen y propóleo a la colonia.
- El riesgo de sobrecalentamiento de la colonia en verano, extrapolable a las 20 necesidades hídricas requeridas en las cercanías de la colmena para que las abejas logren disminuir la temperatura mediante la evaporación de agua en el interior de los panales.
- La anticipación a la enjambrazón, momento de reproducción de la colonia.
- El momento de formación del racimo invernal, estrategia de supervivencia de la 25 colonia donde las abejas obreras protegen a la reina del frío envolviéndola con sus cuerpos y cambiando su posición cuando las del exterior de la bola comienzan a enfriarse.
- La humedad existente durante el periodo invernal, muy influyente en la aparición de enfermedades apícolas.
- 30 - Detectar si hay reina o no en la colmena.
- Determinar el mejor momento de recogida de la miel, sin riesgo de que se produzca fermentación

- 35 Mediante este sistema electrónico integrado en las colmenas se consigue una colmena inteligente con un diseño enfocado a mejorar las condiciones higrotérmicas y

- digitalizar las colonias de abeja melífera. La adecuación del medio interior de la colmena hacia condiciones ambientales más propicias para el ciclo biológico de estos insectos permitirá mejorar la producción apícola y bienestar animal del sector. Mientras que la integración de sensores en la toma de datos de la colonia, aportará al apicultor
- 5 información valiosa de modo automático y continuo, ayudándole a adecuar sus visitas al apiario a cuando realmente sean necesarias, adaptando su manejo y favoreciendo su capacidad de respuesta ante emergencias de la colonia, con la consecuente mejora productiva y reducción de costes derivados de actuaciones innecesarias.
- 10 El presente sistema electrónico puede incorporar una red sensorial que permite el manejo remoto y adaptativo de las colmenas, así como la aplicación de algoritmia para la estimación de estados y producción

Breve descripción de los dibujos

- 15 A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.
- 20 La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización de la colmena objeto de la presente invención, con su tapa, suelo y entretapa separadas de la cámara de cría para mayor claridad en la apreciación de los elementos esenciales.
- La figura 2 es una vista en perspectiva de la cámara de cría de la colmena de la presente invención en la que se ha retirado una de las paredes laterales para mostrar con claridad los paneles tipo sándwich de las paredes laterales.
- 25 La figura 3 es una vista en perspectiva de la cámara de cría de la figura 2 con las paredes laterales separadas para mostrar éstas con mayor claridad.
- 30 La figura 4 es una vista en perspectiva de la cámara de cría de la colmena de la presente invención, similar a la de la figura 4, en la que se ha retirado una de las paredes laterales para mostrar en este caso los paneles formados por únicamente una capa exterior y una capa interior.

35

La figura 5 es una vista en perspectiva inferior de una realización de la tapa de la colmena de la presente invención mostrando sus componentes principales.

La figura 6 es una vista en perspectiva de la tapa de la figura 5 con sus componentes
5 separados para mostrar éstos con mayor claridad.

La figura 7 es una vista en perspectiva inferior de la tapa de las figuras 5 y 6 en la que se ha retirado un lateral de ésta para mostrar los diferentes componentes.

10 En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:

1. cámara de cría
2. paredes laterales de la cámara de cría
3. cuadros soporte de panales
4. tapa
- 15 5. suelo
6. piquera
7. entretapa
8. capa exterior de las paredes laterales
9. capa interior de las paredes laterales
- 20 10. capa intermedia de las paredes laterales
11. cara externa de la tapa
12. plancha interior de la tapa
13. elementos de unión metálicos de la tapa
14. chapa de madera de la tapa
- 25 15. sistema electrónico

Descripción detallada de la invención

El objeto de la presente invención es una colmena, para colonias de abejas, con
30 medios de aislamiento para mejorar la producción apícola y el bienestar animal.

Tal y como se puede observar en las figuras, la colmena tiene una cámara de cría (1), la cual está formada a su vez por unas paredes laterales (2), y que alberga en su interior unos cuadros soporte (3) de panales. Como se observa de forma clara en la
35 figura 1, la cámara de cría (1) queda cerrada superiormente mediante una tapa (4) que

protegerá la cámara de cría (1) de la lluvia y otras inclemencias del tiempo, e inferiormente mediante un suelo (5), que podrá ser rígido o de tipo sanitario. Adicionalmente la colmena tiene al menos una piquera para la entrada y salida de las abejas, que de forma preferente estará dispuesta en el suelo (5), como se aprecia en la figura 1.

Según se puede ver en las figuras, las paredes laterales (2) están realizadas en paneles, dichos paneles formados por al menos una capa exterior (8) y una capa interior (9).

Estas paredes laterales (2) se unen entre sí mediante diversas técnicas, tales como cuadrículado, colas de milano, machihembrado, tirafondos, clavos, cola, etc. Preferentemente las paredes laterales (2) contarán con zonas laterales de agarre que favorecen transporte de la colmena y extracción de productos apícolas, tanto de forma manual por un operario, como de forma mecanizada mediante una grúa.

Según diferentes realizaciones particulares de la invención, tanto la capa exterior (8) como la capa interior (9) pueden estar realizadas en diferentes materiales.

Por ejemplo, o bien la capa exterior (8), o la capa interior (9), o ambas, podrían estar realizadas en fibra natural aislante, y particularmente en fibra natural aislante de baja densidad.

Según una realización preferente de la invención, esta fibra natural aislante puede ser aglomerado de corcho blanco, aglomerado de corcho negro, fibras de madera, celulosa, combinación de todos éstos u otras fibras de naturaleza lignocelulósica.

Alternativamente a lo anterior, o bien la capa exterior (8), o bien la capa interior (9), o ambas, pueden estar realizadas en materiales plásticos, como por ejemplo poliestireno extruido de alta densidad, aunque podría ser cualquier otro, que presentan la ventaja de cumplir con los requisitos de aislamiento a un precio más económico que las capas realizadas en fibras naturales.

Según una realización particular de la invención, las paredes laterales (2) pueden estar realizadas en paneles tipo sándwich, en las que cada uno de los paneles presenta

adicionalmente una capa intermedia (10). Esta capa intermedia (10) aumenta la función aislante de las paredes laterales (2).

5 Igualmente, y según diferentes combinaciones con las anteriores realizaciones de las otras capas, esta capa intermedia (10) puede estar realizada en diferentes materiales, tales como fibra natural aislante o plástico entre otros.

Así, si por ejemplo, la capa intermedia (10) está realizada en fibra natural, que ya cumple con su función de proporcionar un recubrimiento ligero y aislante, la capa
10 interior (9) puede estar realizado en otro material diferente, y esta capa interior (9) protegerá al material de esta capa intermedia (10) frente a la propia actividad de las abejas que propolizan y podrían triturar con sus pequeñas mandíbulas los materiales que les resultan extraños y poseen una baja densidad como esta fibra natural si estuviera en contacto directo con las abejas.

15 Además, de acuerdo con realizaciones particulares de la invención, la tapa (4) tiene una cara externa (11) realizada en material metálico y una plancha interior (12) realizada en fibra natural aislante, la cual se une a la cara externa (11) mediante elementos de unión (13) metálicos. Estos elementos de unión (13) metálicos aumentan
20 la resistencia de la tapa (4) frente a golpes.

De forma preferente la tapa (4) posteriormente incluye una chapa de madera (14), quedando la plancha interior (12) realizada en fibra natural protegida entre la cara externa (11) y la chapa de madera (14). Preferentemente la tapa (4) presenta una
25 extensión en su plancha interior (12) que permite levantar la tapa (4) a una distancia suficiente para permitir la introducción de comederos, alimentos y otros útiles apícolas.

De acuerdo con realizaciones particulares de la colmena objeto de la presente invención, ésta tiene una entretapa (7) dispuesta entre la tapa (4) y la cámara de cría
30 (1), tal y como se observa en la figura 1.

Según una realización preferente de la invención, la colmena tiene un sistema electrónico (15) para la medición, almacenamiento y transmisión de parámetros medioambientales, físicos y acústicos, que se muestra esquemáticamente en la figura
35 1. Preferentemente, este sistema electrónico (15) puede tener un abanico de sensores

como: temperatura y humedad dispuestos en el interior y el exterior de la colmena, sensores acústicos y células de carga, entre otros.

Los sensores podrán integrarse en el interior de la colmena de modo que permitan el
5 monitoreo preciso de las variables humedad y temperatura, aunque irán conectados a un circuito presente en una caja exterior, para facilitar su reparación y modificación. Los elementos electrónicos que se dirijan al interior de la colmena, como determinados sensores, serán recubiertos por una malla protectora que evite su propolización por las abejas o manchado por otros productos de la colmena, aumentando su vida útil y
10 operatividad, mientras que el circuito exterior presentará una cubierta IP67 que lo proteja de la meteorología. La batería del sistema electrónico (15) podrá ser conectada a una placa fotovoltaica con inversor de modo que la alimentación eléctrica se asegure a lo largo del tiempo. Sin embargo, no será completamente necesario al incluir un sistema de encendido-apagado con reloj programador que optimice la durabilidad de
15 las baterías a más de una temporada apícola. Preferentemente se implementará un sistema de telecomunicaciones, inicialmente consistente en radiodifusión que permitirá el envío de los datos en un radio de 9 km. En la normativa española está contemplado una distancia mínima entre apiarios y núcleos urbanos de 400 m, de modo que numerosos apicultores poseen sus apiarios dentro de este rango de distancia para
20 evitar desplazamientos mayores. El sistema de envío de datos mediante radiodifusión será más económico y sencillo frente a otros métodos, y aportará al prototipo una ventaja significativa en numerosos clientes interesados. En función de la casuística de instalación se pueden incorporar otros sistemas de telecomunicaciones como envío Bluetooth, WiFi, red móvil o a través de satélite, para el envío de datos en zonas
25 aisladas como áreas montañosas.

REIVINDICACIONES

1. Colmena, que comprende una cámara de cría (1) que comprende a su vez unas paredes laterales (2), dicha cámara de cría (1) albergando en su interior unos cuadros (3) soporte de panales, y siendo cerrada mediante una tapa (4) y un suelo (5), comprendiendo la colmena adicionalmente una piquera (6) configurada para la entrada y salida de las abejas, caracterizada por que las paredes laterales (2), están realizadas en paneles, comprendiendo cada uno de ellos al menos una capa exterior (8) y una capa interior (9).
2. Colmena, según la reivindicación 1, en la que la capa exterior (8) está realizada en fibra natural aislante.
3. Colmena, según la reivindicación 1, en la que la capa exterior (8) está realizada en plástico.
4. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la capa interior (9) está realizada en fibra natural aislante.
5. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la capa interior (9) está realizada en plástico.
6. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que las paredes laterales (2) están realizadas en paneles tipo sándwich, comprendiendo cada uno de ellos adicionalmente una capa intermedia (10).
7. Colmena, según la reivindicación 6, en la que la capa intermedia (10) está realizada en fibra natural aislante.
8. Colmena, según la reivindicación 6, en la que la capa intermedia (10) está realizada en plástico.
9. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la tapa (4) comprende una cara externa (11) realizada en material metálico y una plancha interior

(12) realizada en fibra natural aislante unida a la cara externa (11) mediante elementos de unión metálicos (13).

5 10. Colmena, según la reivindicación 9, en la que la tapa (4) comprende posteriormente una chapa de madera (14), quedando la plancha interior (12) protegida entre la cara externa (11) y la chapa de madera (14).

10 11. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende un sistema electrónico (15) configurado para la medición, almacenamiento y transmisión de parámetros medioambientales.

12. Colmena, según la reivindicación 11, en la que el sistema electrónico (15) comprende una pluralidad de sensores y un sistema de comunicación.

15 13. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en la que la fibra natural aislante está seleccionada entre aglomerado de corcho blanco, aglomerado de corcho negro, fibras de madera, celulosa, y combinación de éstos.

20 14. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que la piquera (6) está dispuesta en el suelo (4).

15. Colmena, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende una entretapa (7) dispuesta entre la tapa (4) y la cámara de cría (1).

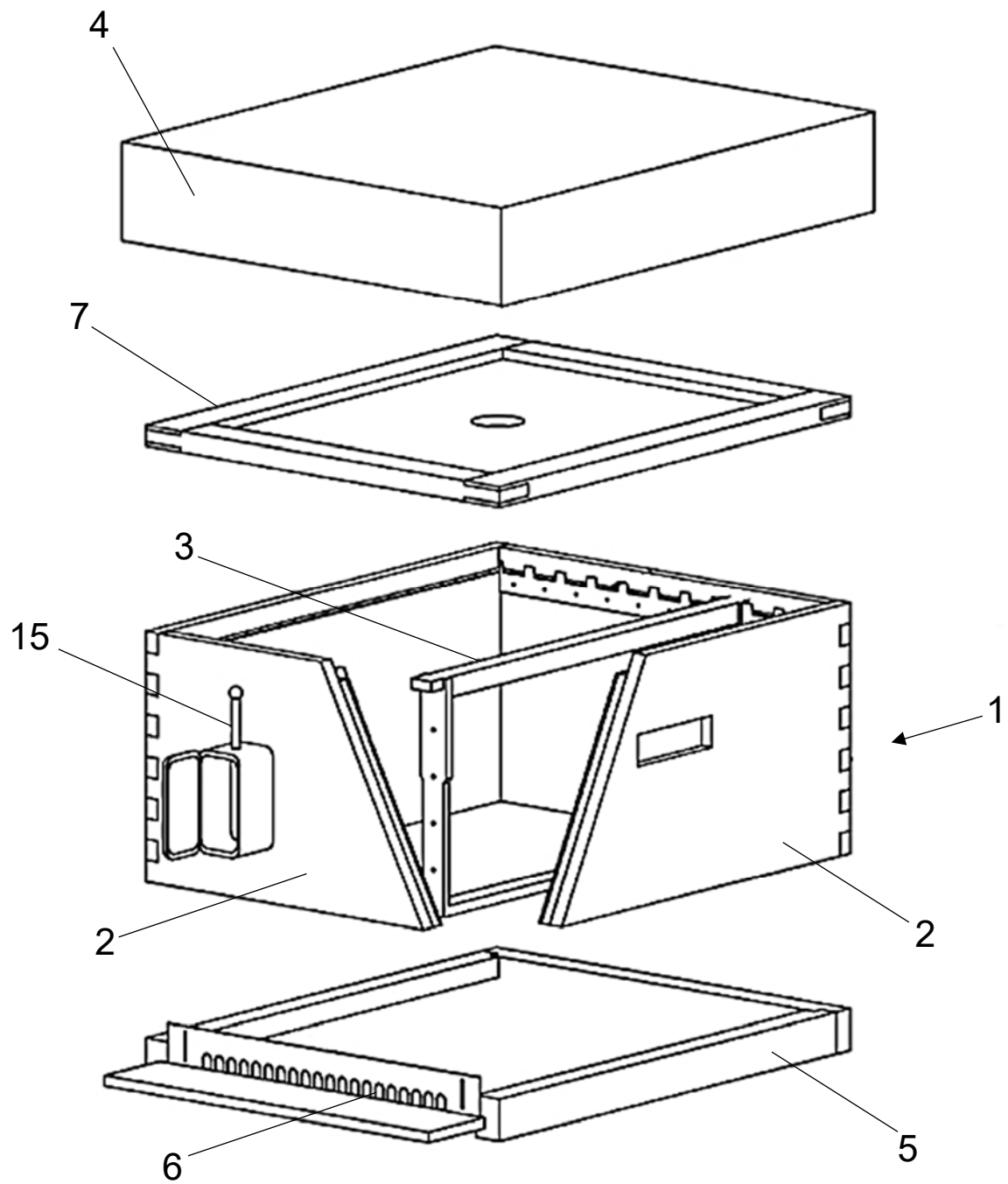


Fig. 1

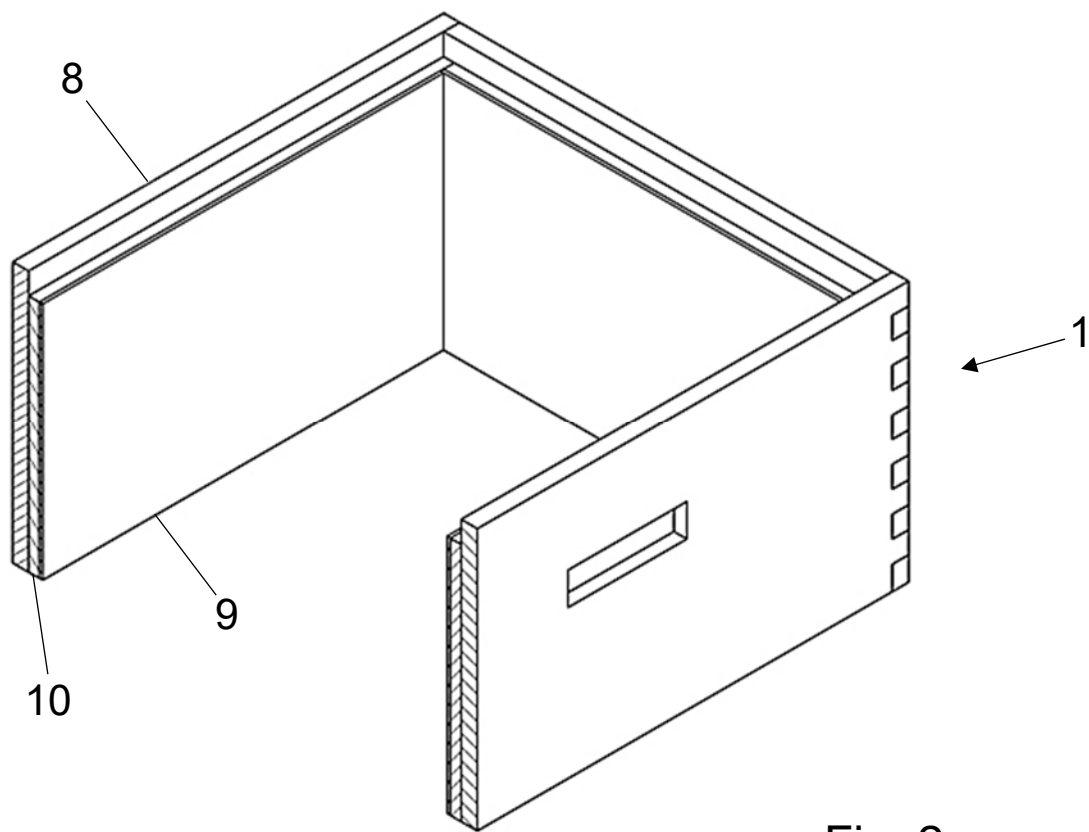


Fig. 2

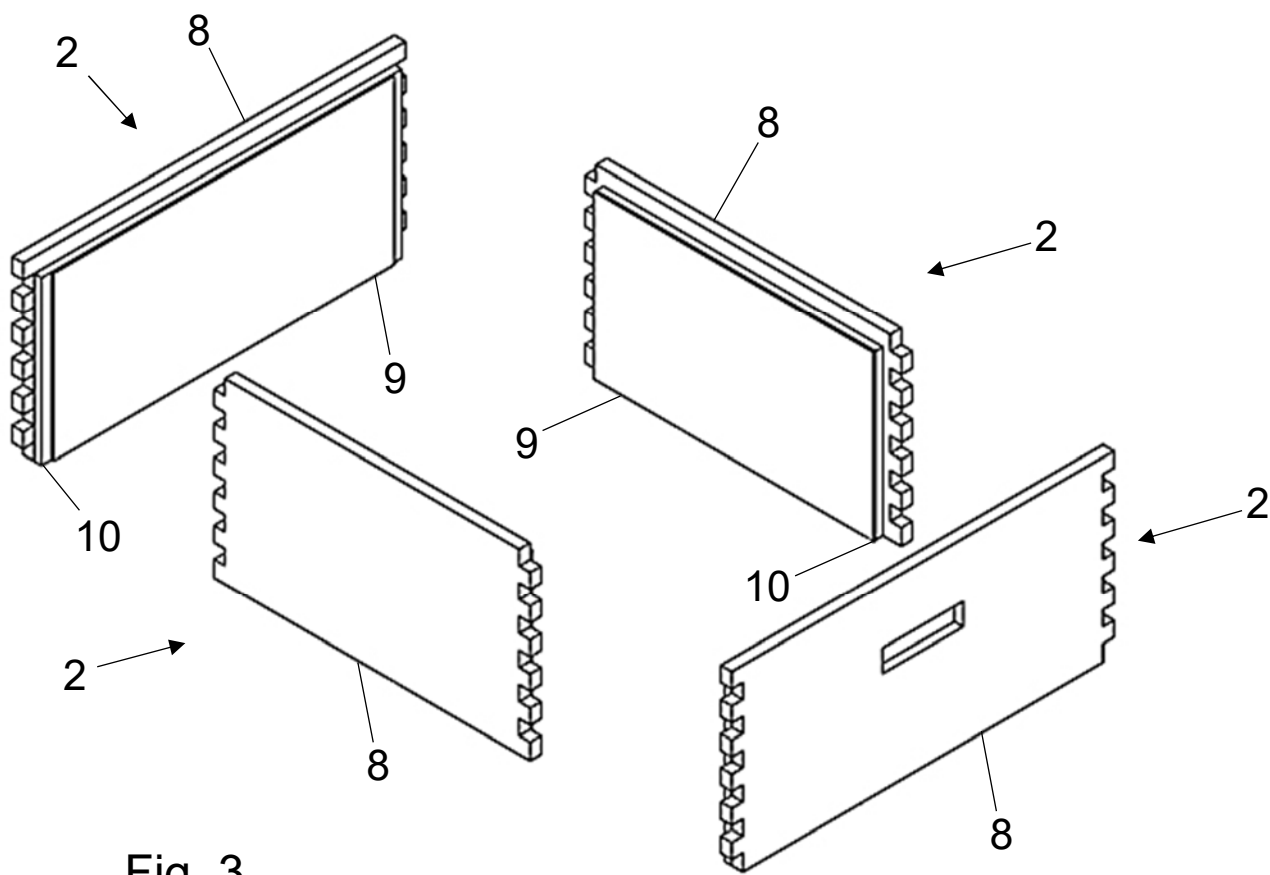


Fig. 3

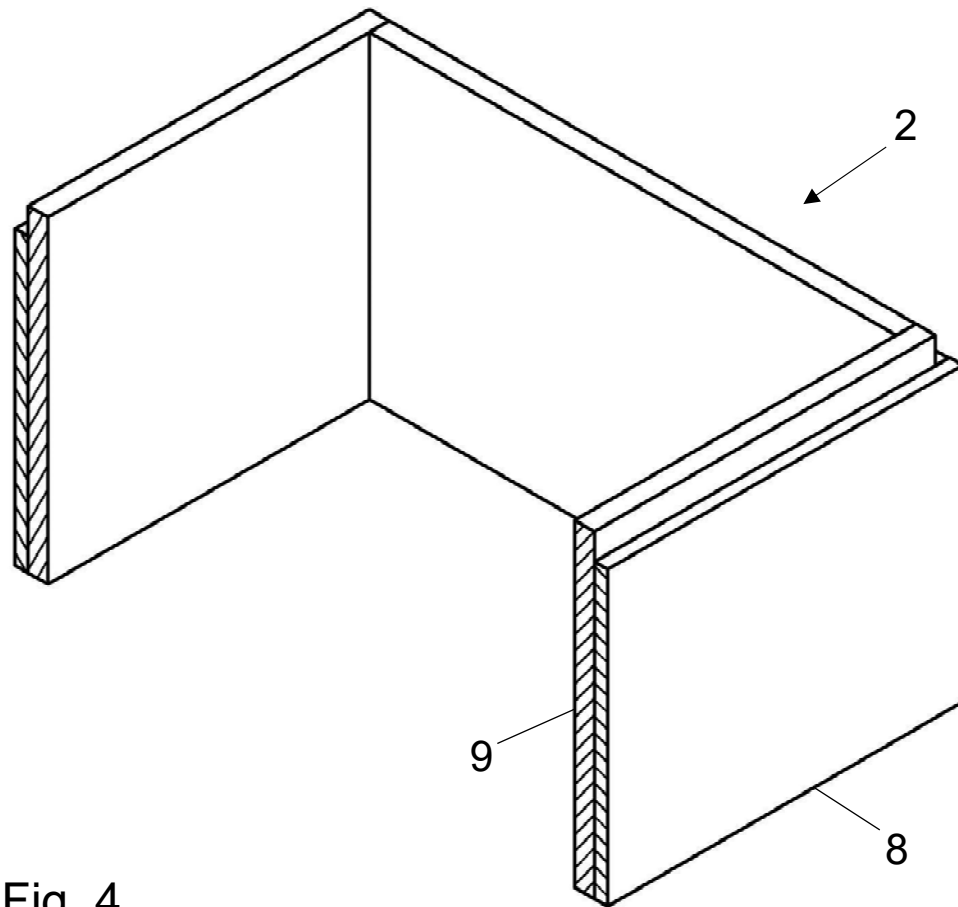


Fig. 4

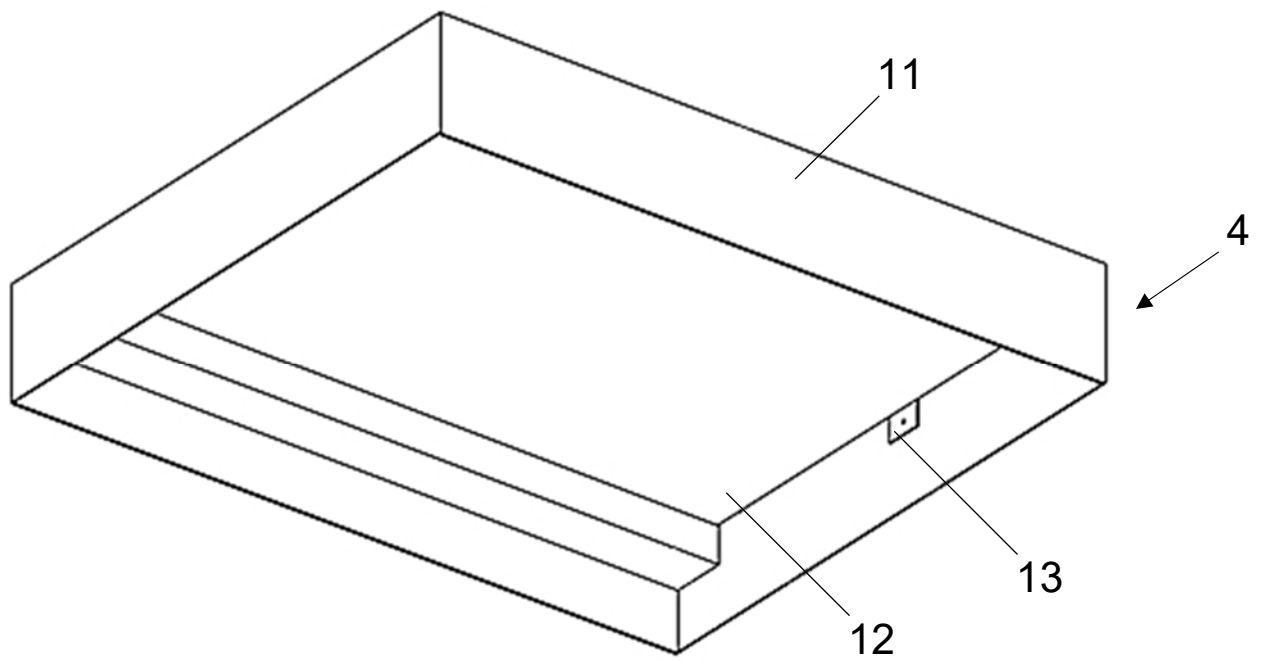


Fig. 5

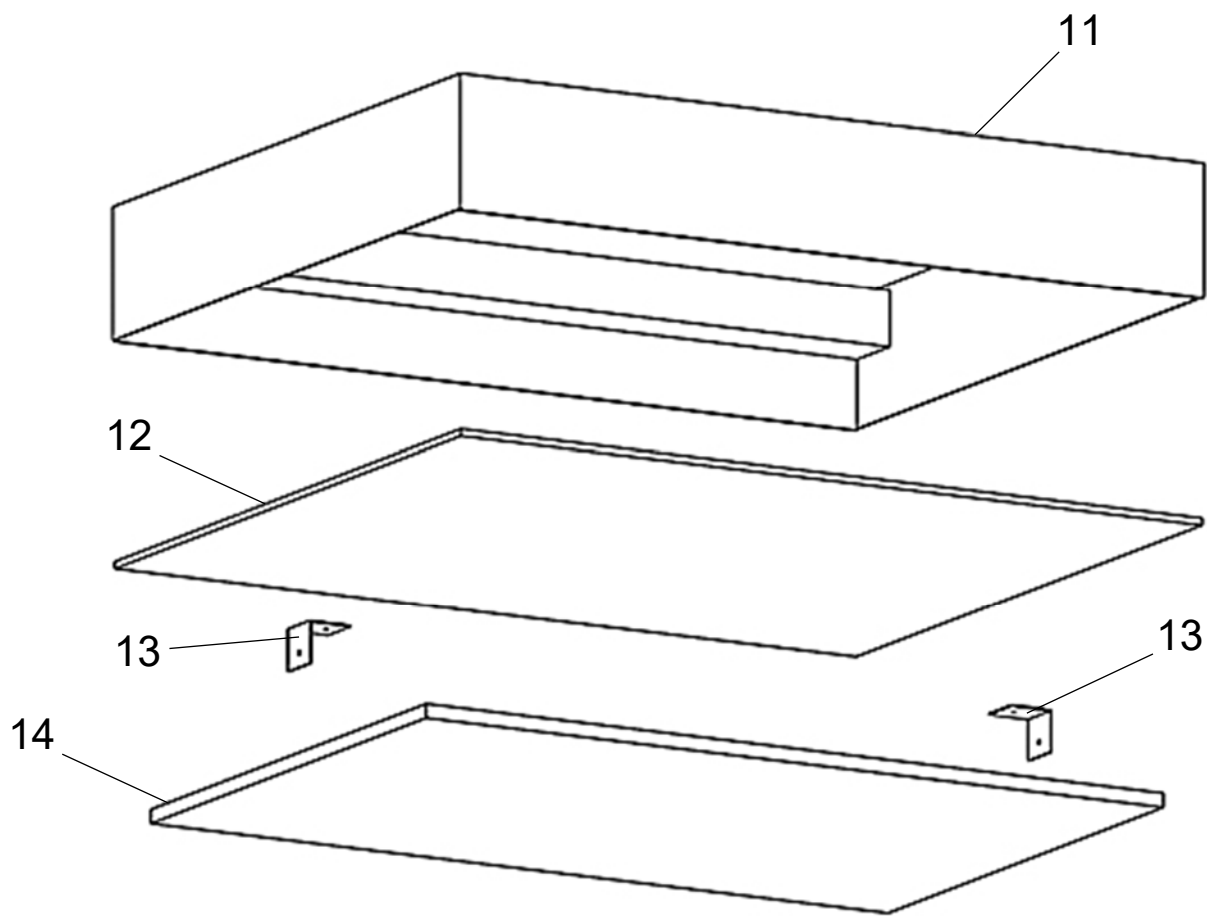


Fig. 6

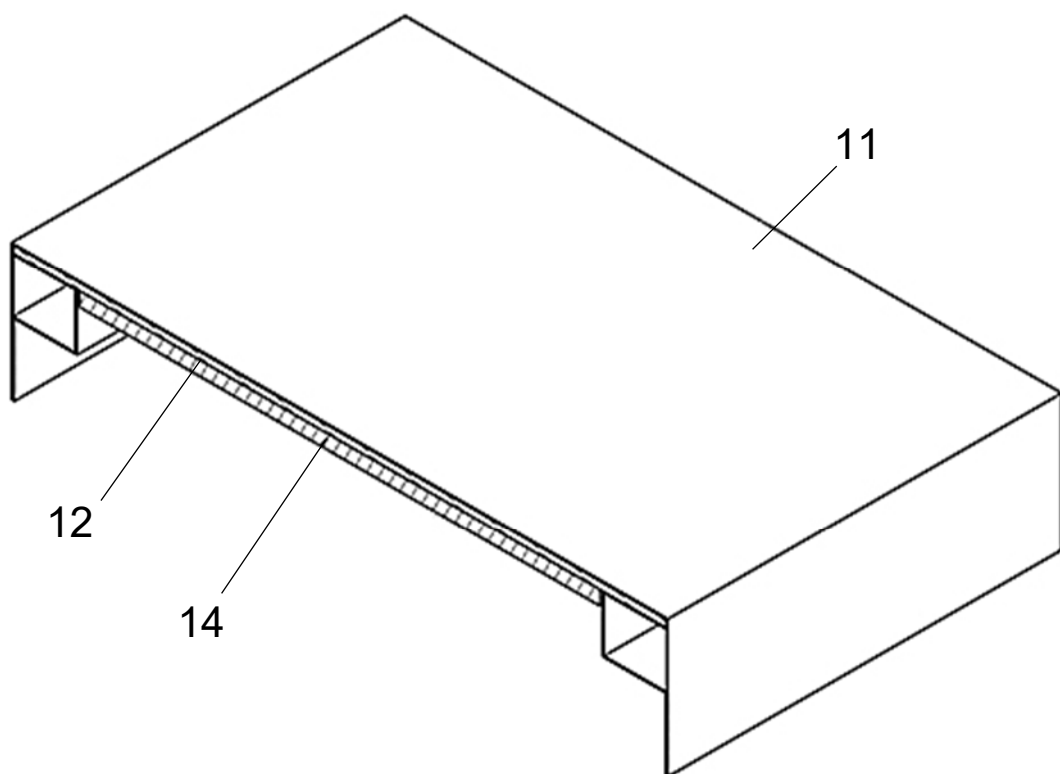


Fig. 7