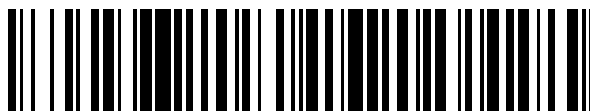


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 152**

51 Int. Cl.:

C12P 1/02 (2006.01)
C12N 1/14 (2006.01)
C12N 11/14 (2006.01)
A01G 1/04 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
C05D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2007 E 07870920 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2094856**

54 Título: **Método para producir materiales en crecimiento y productos hechos con los mismos**

30 Prioridad:

15.12.2006 US 875243 P
03.05.2007 US 927458 P
12.12.2007 US 1556

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2016

73 Titular/es:

RENSELAER POLYTECHNIC INSTITUTE (50.0%)
110 8TH STREET
TROY, NY 12180, US y
ECOVATIVE DESIGN LLC (50.0%)

72 Inventor/es:

BAYER, EBEN;
MCINTYRE, GAVIN y
SWERSEY, BURT L.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 574 152 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 producir materiales en crecimiento y productos hechos con los mismos

- 5 Esta invención se relaciona con un método para producir materiales en crecimiento y con los productos hechos por el método. Más particularmente, esta invención se relaciona con métodos para producir construcciones orgánicas. Todavía más particularmente, la invención se relaciona con métodos para producir aislamiento orgánico, empaque orgánico, enfriadores orgánicos, macetas orgánicas para plantas y similares.

Antecedentes de la invención

- 10 Los materiales son producidos actualmente utilizando un rango de procesos que varían desde crecimiento exterior intenso en el tiempo y recolección hasta producción centralizada en fábricas intensivas en energía. A medida que la demanda por materias primas y materiales aumenta, se eleva el coste asociado de tales materiales. Esto pone una presión mayor sobre las materias primas limitadas, tales como minerales, menas y combustibles fósiles, así como sobre materiales de cultivo típicos, tales como, árboles, plantas y animales. Adicionalmente, la producción de muchos materiales y composiciones
15 produce desventajas ambientales significativas en forma de polución, consumo de energía y una larga vida útil posterior a la utilización.

Materiales convencionales tales como espumas basadas en petróleo expandidas no son biodegradables y requieren de aportes significativos de energía para producir en la forma de equipo de manufactura, calor y energía primaria.

- 20 Materiales de cultivo convencionales tales como arboles, cultivos y plantas fibrosas, requieren luz solar, fertilizantes y grandes espacios de tierra cultivables.

Finalmente, todos estos procesos de producción tienen corrientes residuales asociadas, bien sea de origen agrícola o sintético.

- 25 Los hongos son algunos de los organismos conocidos que crecen más rápidamente. Exhiben excelente bioeficiencia de hasta 80%, y son apropiados para convertir aportes de materias primas en un rango de componentes y composiciones. Los hongos están compuestos primariamente de una célula que se extiende constantemente en las puntas de las hifas. La diferencia de la pared celular de una planta, que está compuesta primariamente de celulosa, o del componente estructural de una célula animal, el cual se basa en colágeno, los oligosacáridos estructurales de la pared celular de los hongos se basan primariamente en quitina. La quitina es una sustancia dura, fuerte, también encontrada en los exoesqueletos de los artrópodos. La quitina también se utiliza en múltiples industrias como una sustancia purificada. Estas incluyen: purificación de agua, aditivos alimentarios para estabilización, aglomerantes en textiles y adhesivos, hilos quirúrgicos, y aplicaciones médicas.
- 30

- 35 Dado los tiempos de crecimiento rápido de los hongos, su dura y fuerte pared celular, su alto nivel de bioeficiencia, su capacidad de utilizar múltiples nutrientes y fuentes de recursos, y, en los tipos filamentosos, su rápida extensión y exploración de un sustrato, los materiales y composiciones, producidos a través del crecimiento de hongos, pueden hacerse más eficientemente, más efectivos en costes y más rápidamente, que a través de otros procesos de crecimiento y también pueden hacerse más eficientemente y efectivamente en costes que muchos procesos sintéticos.

- 40 Existen numerosas patentes y procedimientos científicos para el cultivo de hongos para la producción de alimentos, y unas pocas patentes detallan los métodos de producción para hongos con el propósito de utilizar su estructura celular para propósitos diferentes a la producción de alimentos. Por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos No. 5,854,056 divulga un proceso para la producción de "pulpa fúngica" una materia prima que puede ser utilizada en la producción de productos de papel y textiles.

- 45 En la WO-A-2006/121354 se describen una composición y métodos de producción que incluyen material fúngico, un sustrato sólido y una composición de biopolímero. La composición se describe como estable cuando se almacena durante al menos 7 meses y también reduce las pérdidas en polvo atribuidas normalmente a las composiciones fúngicas. Se describen usos para la composición incluyendo tratamiento de plagas y malezas.

- 50 La KR-B-100288010 describe un proceso para preparar un medio comprimido para cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando cascarilla de arroz hinchada, en donde la cascarilla de arroz hinchada obtenida sumergiendo la cascarilla de arroz en agua bajo presión se mezcla con una fuente nutritiva tal como residuos secos de judías, salvado de arroz o similares, simultáneamente calentados y comprimidos. El

proceso es adecuado apropiadamente para utilización en granjas a pequeña escala.

La US-A-5888803 se relaciona con un método para producción de hongos, especialmente champiñones, utilizando un material de encajado que comprende gránulos y/o aglomerados de gránulos de una estructura fibrosa mineral, y con un material de encajado para el uso en la producción de hongos así como un método para la preparación de un material de encajado. También se describe una semilla de encaje utilizada para inoculación de un material de encaje. Las fibras minerales pueden ser fibras de lana de roca, fibras de lana de vidrio, fibras de lana de escoria, materiales fibrosos minerales de origen natural tales como wollastonita y similares. El material de encaje puede contener un agente de aglomeración, una fuente de nutrientes, una fuente de minerales, un agente humectante, un agente de ajuste del pH, un material formador de limo, un fertilizante, un agente quelatante y/o otros excipientes.

De acuerdo con lo anterior, es un objetivo de la invención proveer un método para el cultivo de hongos filamentosos específicamente para la producción de materiales y composiciones compuestos en parte, o completamente de hifas y su forma agregada, micelios y micelio.

Es otro objetivo de la invención proveer una estructura compuesta hecha en parte de un hongo cultivado.

Es otro de la invención proveer un recinto para composiciones en crecimiento.

Es otro objetivo de la invención proveer una mezcla de partículas para uso en el crecimiento de hongos filamentosos para producir un material compuesto.

En resumen, la invención provee un método para producir materiales en crecimiento y, en particular, proveer un método para utilizar el crecimiento de un organismo para producir materiales y composiciones.

De acuerdo con la invención, se cultiva un hongo para la producción de un material utilizando la fase vegetativa del hongo.

Este método utiliza el crecimiento de hifas, denominadas colectivamente como micelios o micelio, para crear materiales compuestos del tejido celular de los hongos. Este método incluye expresamente el crecimiento de hifas para crear composiciones, utilizando partículas, fibras, mallas, barras, elementos y otros agentes volumizantes, como componente interno de la composición, en donde las hifas y otros tejidos celulares y compuestos extracelulares actúan como agente aglomerante y componente estructural.

En una realización, el método para hacer un material compuesto comprende las etapas de formar un inóculo que incluye un hongo preseleccionado; formar una mezcla de un sustrato de partículas discretas y un material nutritivo que es capaz de ser digerido por los hongos; agregar el inóculo a la mezcla; y permitir que el hongo digiera el material nutritivo en la mezcla a lo largo de un período de tiempo suficiente para el crecimiento de las hifas y para permitir que las hifas formen una red de células de micelios interconectadas a través de y alrededor de las partículas discretas enlazando por lo tanto las partículas discretas entre sí para formar un material compuesto autosoportado.

Donde al menos uno del inóculo y de la mezcla incluye agua, el material compuesto autosoportante formado es calentado hasta una temperatura suficiente para matar el hongo o de otra forma secado para retirar cualquier agua residual para evitar el crecimiento adicional de hifas.

El método puede ser llevado a cabo por lotes colocando la mezcla y el inóculo en una forma tal que el material compuesto terminado toma la forma de la conformación. Alternativamente, el método puede ser llevado a cabo de una manera continua para formar una longitud sinfín de material compuesto.

El método emplea una etapa de crecimiento de hongos filamentosos si cualquiera de las divisiones del filum Fungi. Los ejemplos que se divulgan se enfocan en composiciones creadas a partir de basidiomicetos, por ejemplo, el "hongo champiñón" y la mayoría de hongos ectomicorizas. Pero los mismos procesos trabajarán con cualquier hongo que utilice estructuras de cuerpos filamentosos. Por ejemplo, tanto los hongos inferiores, oomicetos saprofiticos, los hongos superiores, divididos en zigomicetos y hongos endomicorizas así como los ascomicetos y deuteromicetos son todos ejemplos de hongos que poseen una etapa filamentosa en su ciclo de vida. Esta etapa filamentosa es la que permite que los hongos se extiendan a través de su ambiente creando tejido celular que puede ser utilizado para agregar resistencia estructural a un conglomerado suelto de partículas, fibras o elementos.

La invención también provee materiales y materiales compuestos, cuya forma final es influenciada por el recinto, o serie de recintos, dentro de y/o alrededor de los cuales ocurre el crecimiento.

Básicamente, la invención provee un material compuesto autosoportado compuesto de un sustrato de

partículas discretas y una red de células miceliarias interconectadas que se extienden a través y alrededor de las partículas discretas y unen las partículas discretas entre sí.

De acuerdo con la invención, las partículas discretas pueden ser de cualquier tipo adecuado para el uso para el cual está previsto el material. Por ejemplo, las partículas pueden ser seleccionadas del grupo consistente de al menos uno de vermiculita y perlita en donde el material compuesto va a ser usado como una pared resistente al fuego. También, las partículas pueden ser seleccionadas del grupo consistente de al menos uno de paja, heno, cáñamo, lana, algodón, cascarilla de arroz y aserrín reciclado en donde el material compuesto va a ser utilizado para aislamiento y la resistencia no es un criterio necesario. Las partículas también pueden incluir partículas aislantes sintéticas, tales como productos basados en espuma y polímeros.

La invención también provee miembros estructurales hechos a partir de material compuesto. Por ejemplo, en una realización, el miembro estructural es un panel que comprende el material compuesto autosoportado con un material de recubrimiento unido a al menos una superficie exterior. Típicamente, el panel es de forma rectangular pero puede ser de cualquier otra forma adecuada.

El recubrimiento puede ser hecho de cualquier material adecuado para el uso previsto del panel. Por ejemplo, el recubrimiento puede ser hecho de papel, tal como un papel Kraft pesado, o de cartón de fibra orientada, papel corrugado o tabique de cartón cuando se desea resistencia.

Estos y otros objetivos y ventajas serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunción con los dibujos acompañantes en donde:

La figura 1 ilustra un diagrama de flujo simplificado del método empleado para hacer un material aglomerado de hongos de acuerdo con la invención;

La figura 2 ilustra un ciclo de vida esquemático de *Pleurotus ostreatus*;

La figura 3 ilustra un sustrato inoculado antes del crecimiento en un recinto de acuerdo con la invención;

La figura 4 ilustra un sustrato inoculado después de tres días de crecimiento de acuerdo con la invención;

La figura 5 ilustra un sustrato inoculado cercano al final del crecimiento de acuerdo con la invención;

La figura 6 ilustra una composición final de una realización compuesto de partículas de nutriente y una partícula de volumización de acuerdo con la invención;

La figura 7 ilustra una composición final de una realización intercalada entre paneles de tableros de fibra orientada de acuerdo con la invención;

La figura 8 ilustra una composición con características internas de acuerdo con la invención;

La figura 9 ilustra un recinto que contiene un disco de filtro, sensor de temperatura, sensor de humedad y mecanismo de intercambio de calor de acuerdo con la invención;

La figura 10 ilustra una etapa de recinto con una extrusión rectangular de acuerdo con la invención;

La figura 11 ilustra una capa de sustrato en capas de acuerdo con la invención;

La figura 12 ilustra un sustrato en capas con una capa agregada de acuerdo con la invención;

La figura 13 ilustra el crecimiento de hifas en un sustrato en capas de acuerdo con la invención;

La figura 14 ilustra una red plástica que soporta el crecimiento de micelio de acuerdo con la invención;

La figura 15 ilustra un empaque para huevos de acuerdo con la invención;

La figura 16 ilustra una sección de un tablero de pared hecho de acuerdo con la invención;

La figura 17 ilustra una vista en perspectiva de un recinto para el crecimiento de un cuerpo frutescente de acuerdo con la invención; y

La figura 18 ilustra el recinto de la figura 17 después de un período de crecimiento del cuerpo frutescente.

Con referencia a la figura 1, el método de hacer un material estructural autosoportado está compuesto de las siguientes etapas.

- 5 0. Obtener constituyentes del sustrato, esto es, inoculo en estado bien sea sexual o asexual, una partícula de volumización o una variedad de partículas de volumización, una fuente de nutrientes o una variedad de fuentes de nutrientes, un material fibroso o una variedad de materiales fibrosos y agua.
- 10 1. Combinar los constituyentes del sustrato en un medio de crecimiento o suspensión mezclando los materiales del sustrato entre sí en relaciones volumétricas para obtener un medio sólido mientras que el inoculo es aplicado durante o después del proceso de mezcla.
- 15 2. Aplicar el medio de crecimiento a un recinto o serie de recintos que representan el final o cierre de la geometría final. El medio es colocado en un recinto con un volumen que denota la forma final de la composición incluyendo características internas y externas. El recinto puede contener otras geometrías encajadas en la suspensión para obtener una forma deseada.
- 20 3. Hacer crecer las micelas, esto es, hifas filamentosas, a través del sustrato. El recinto es colocado en una cámara de incubación controlada ambientalmente a medida que los micelios crecen uniendo las partículas de volumización y consumiendo los nutrientes asignados.
- 25 3a. Repetir las etapas 1-3 para aplicaciones en las cuales los materiales son colocados en capas o encajados hasta que se produce el medio de composición final.
- 30 4. Retirar la composición y hacer la composición biológicamente inerte. La composición viva, esto es, las partículas unidas por los micelios, es extraída del recinto y los organismos son muertos a medida que la composición se deshidrata.
- 35 5. Completar la composición. La composición es procesada posteriormente para obtener la geometría y acabado de superficie deseados y es laminada o recubierta.
- 40 El inoculo es producido utilizando uno cualquiera de los muchos métodos conocidos para el cultivo y producción de hongos incluyendo, pero no limitándose a, micelios fragmentados suspendidos, esporas y micelios suspendidos en líquido que crecen sobre nutrientes sólidos o líquidos.
- 45 El inoculo es combinado con el sustrato diseñado, el cual puede estar comprendido de partículas nutritivas y no nutritivas, fibras u otros elementos. Esta mezcla de inoculo y sustratos es colocada entonces en un recinto.
- 50 En la etapa 3, las hifas se hacen crecer a través del sustrato, con la forma neta del sustrato limitadas por las dimensiones físicas del recinto. Este recinto puede adaptar cualquier variedad de formas incluyendo rectángulos, cajas, esferas, y cualquier otra combinación de superficies que produzcan un volumen. El crecimiento puede ocurrir tanto dentro del recinto como fuera del recinto dependiendo de la forma final deseada. De manera similar, pueden combinarse múltiples recintos y anidarse para producir espacios vacíos en el sustrato final.
- 55 Otros elementos encajados con la suspensión pueden también integrarse en la composición final a través del crecimiento de las hifas.
- 60 Las hifas digieren los nutrientes y forman una red de células micelares interconectadas que crecen a través y alrededor de los nutrientes y a través y alrededor de las partículas no nutrientes, fibras o elementos. Este crecimiento provee estructura a las partículas, fibras, elementos y nutrientes anteriormente sueltos, uniéndolos efectivamente en su lugar a la vez que unen las hifas una con otra también.
- 65 En la etapa 4, el sustrato, ahora sostenido apretadamente entre sí por la red de micelios, es separado del recinto y se retira cualquier recinto o elemento interno, según se desee.
- 70 El método anterior puede ser llevado a cabo con un hongo filamentoso seleccionado del grupo consistente de ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos, oomicetos y zigomicetos. El método se lleva a cabo preferiblemente con hongos seleccionados de la clase: Holobasidiomicetos.
- 75 El método se lleva a cabo preferiblemente con un hongo seleccionado del grupo consistente de:

- *Pleurotus ostreatus*

- *Agrocybe brasiliensis*
- *Flammulina velutipes*
- *Hypholoma capnoides*
- *Hypholoma sublaterium*

- 5
- *Morchella angusticeps*
 - *Macrolepiota procera*
 - *Coprinus comatus*
 - *Agaricus arvensis*
 - *Ganoderma tsugae*

- 10
- *Inonotus obliquus*

15 El método permite la producción de material que puede, en diversas realizaciones, ser caracterizado como estructural, acústico, aislante, absorbente de choques, protector al fuego, biodegradable, flexible, rígido, absorbente de agua y resistente al agua y que puede tener otras propiedades en grados variables dependiendo de la selección de hongos y los nutrientes. Variando el tamaño, forma y tipo de nutrientes, la partícula, objeto, o fibra volumizante, tamaño, forma y tipo, las condiciones ambientales, y la cepa de hongo, puede producirse un rango diverso de tipos de materiales, características y apariencias utilizando el método descrito más arriba.

20 La presente invención utiliza el ciclo de crecimiento vegetativo de hongos filamentosos para la producción de materiales compuestos completamente, o parcialmente del cuerpo celular de dichos hongos colectivamente conocido como micelios.

La figura 2 muestra una representación esquemática del ciclo de vida del hongo filamentoso *Pleurotus ostreatus*. El área de interés para esta invención es el estado vegetativo de un ciclo de vida de los hongos en donde un hongo crece activamente a través de la extensión de su tubo como hifa.

En esta descripción, se usan específicamente las siguientes definiciones:

25 Espora: El brote asexual haploide o la unidad de reproducción sexual, o "semilla" de un hongo.

Hifa: El tubo celular similar a una hebra de hongos filamentosos que emerge y crece a partir de la germinación de una espore fúngica.

Micelio: La colección de tubos de hifa que se originan a partir de una espore individual y se ramifican hacia el ambiente.

30 Inoculo: Cualquier portador, sólido, aireado o líquido, de un organismo, que puede ser utilizado para transferir dicho organismo a otros medios, medio o sustrato.

Nutriente: cualquier cadena de carbohidrato, polisacárido, complejos, o grupos grasos, que un hongo filamentoso puede utilizar como fuente de energía para el crecimiento.

35 Cuerpo frutescente: Una estructura multicelular compuesta de hifas de hongos que se forman con el propósito de producir esporas, generalmente denominado como champiñón.

Cultivo de hongos para la producción de materiales

Metodología

Procedimientos para cultivar hongos filamentosos o producción de material

40 Todos los métodos divulgados para la producción de materiales de crecimiento requieren una etapa de inoculación en donde se utiliza un inoculo para transportar un organismo hacia un sustrato manipulado. El

5 inoculo que porta una cepa de hongos deseada, es producido en cantidades suficientes para inocular el volumen de los sustratos manipulados; el volumen de inoculación puede variar desde tan poco como 1% del volumen total del sustrato hasta tanto como 80% del volumen de los sustratos. El inoculo puede tomar la forma de un vehículo líquido, vehículo sólido o cualquier otro método conocido para transportar un organismo desde un ambiente de soporte del crecimiento a otro.

En general, el inoculo está constituido por agua, carbohidratos, azúcares, vitaminas, otros nutrientes y el hongo. Dependiendo de la temperatura, las cantidades iniciales de tejido, la humedad, las concentraciones de los constituyentes del inoculo y los períodos de crecimiento, la metodología de cultivo puede variar ampliamente.

10 **Ejemplo 1** – Producción de un material de crecimiento utilizando un recinto

El *Pleurotus ostreatus* o cualquier otro hongo filamentoso, es cultivado a partir de una línea de tejidos existente para producir una masa adecuada de inoculo. El inoculo puede tomar la forma de un portador sólido, portador líquido o cualquier otra variación de los mismos.

15 Para producir un material de crecimiento utilizando una técnica de manufactura basada en el recinto, se abordan las siguientes etapas:

1. Creación de un sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas, y otros elementos.
2. Disposición del sustrato dentro de un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
- 20 3. Inoculación del sustrato dentro del recinto con el inoculo que contiene la cepa de hongos deseada.
4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
5. Retiro del sustrato del recinto o recintos.

Alternativamente, el método puede utilizar las siguientes etapas:

- 25 1. Creación de un sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas y otros elementos.
2. Inoculación del sustrato diseñado con el inoculo que contiene la cepa de hongo deseada.
3. Disposición del sustrato dentro de un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
- 30 4. Crecimiento de la cepa de hongos deseada a través del sustrato manipulado dentro del recinto o recintos.
5. Retiro del sustrato manipulado unido del recinto o recintos.

Alternativamente, el método puede utilizar las siguientes etapas:

1. Creación de un sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas y otros elementos.
- 35 2. Inoculación del sustrato diseñado con el inoculo que contiene la cepa de hongos deseada. (Crecimiento del hongo a través del sustrato diseñado en un recinto de tal manera que el sustrato diseñado completo podría ser considerado como inoculo. El sustrato puede ser agitado parcialmente durante este tiempo, o desecho antes de proceder a la etapa 3).
3. Disposición del inoculo en sustrato diseñado con un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
- 40 4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
5. Retiro del sustrato diseñado unido del recinto o recintos.

Como en otras realizaciones divulgadas, la unión del material cultivado se deriva primariamente del cuerpo celular fúngico, micelios, que se forma a través y alrededor del sustrato diseñado. Las propiedades globales del material son fijadas por el comportamiento de múltiples partículas fibras y otros elementos, que actúan en concierto para impartir características materiales, particularmente en la creación de otras composiciones. El recinto o recintos fijan la forma final del material.

Con referencia a la figura 2, el ciclo de vida del *Pleurotus ostreatus* procede desde la formación de cigotos (1) hasta ascus (2) con multiplicidad de ascosporas (3) y luego a la formación de hifas (4), con las hifas llamándose colectivamente micelio (5).

Material de crecimiento dentro de un recinto, primera realización - Figuras 3-6

La figura 3 muestra una vista lateral de una realización, esto es una composición aislante, justo después de que se ha realizado la inoculación.

En esta realización, un grupo de partículas 1 nutritivas y un grupo de partículas 2 aislantes fueron colocados en un recinto 5 para formar un sustrato 6 diseñado dentro del mismo. El recinto 5 tiene una tapa abierta y determina la forma neta final de la composición en crecimiento. Después de esto, se aplicó un inoculo 3 directamente a la superficie del sustrato 6 diseñado.

Poco después de que el inoculo 3 fue aplicado a la superficie, las hifas 4 fueron visibles extendiéndose desde el inoculo 3 y hacia y alrededor de las partículas 1 nutritivas y las partículas 2 aislantes.

La figura 4 muestra una vista lateral de la misma realización descrita más arriba, esto es, una composición aislante, aproximadamente 3 días después de que el inoculo 3 fue aplicado a la superficie del sustrato 6 diseñado. Las hifas 3 han penetrado ahora en el sustrato 6 diseñado y está comenzando a unir las partículas 2 aislantes y las partículas 1 nutritivas en un todo coherente.

La figura 5 muestra una vista lateral de la misma realización de las figuras 3 y 4, esto es, una composición aislante, aproximadamente 7 días después de que el inoculo 3 fue aplicado a la superficie del sustrato 6 diseñado. Las hifas 3, denominadas colectivamente como micelios 7, han colonizado ahora por completo la mitad superior del sustrato 6 diseñado, uniendo las partículas 2 aislantes y las partículas 1 nutritivas en un todo coherente.

La figura 6 muestra una vista lateral de la misma realización de las figuras 3, 4 y 5, esto es, una composición aislante, después de que el sustrato 6 diseñado ha sido colonizado completamente y unidos por los micelios 7. Una vista en corte muestra un detalle de una partícula aislante individual rodeada por un cierto número de hifas 4. También se muestran en esta realización fibras 9 incluidas dentro de los micelios 8.

Ejemplo 2 – Moldeo en capas

Para producir un material de crecimiento utilizando una técnica de manufactura “basada en un recinto en capas”, se abordan las siguientes etapas:

1. Creación de sustrato diseñado compuesto parcial o completamente de partículas nutritivas, fibras y otros elementos, y compuesto parcial o completamente de partículas no nutritivas, fibras y otros elementos.

2. Disposición de una fracción del sustrato diseñado en un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.

3. Inoculación del sustrato dentro del recinto conteniendo el inoculo la cepa o tipo de hongos deseada. La inoculación también puede suceder durante la etapa de creación del sustrato, antes de mover el sustrato hacia el recinto o serie de recintos.

4. Crecimiento de la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.

5. Agregar, según se desee, capas adicionales del sustrato diseñado o capas adicionales de un sustrato diseñado con una composición diferente.

6. Cultivar la cepa de hongos deseada a través de la capa adicional del sustrato diseñado.

7. Repetir, según sea necesario, para desarrollar características deseadas de altura, tamaño de material y

composición de material.

8. Retiro del sustrato diseñado unido del recinto o recintos.

Alternativamente, el método puede utilizar las siguientes etapas:

- 5 1. Creación de un sustrato diseñado compuesto parcial o completamente de partículas nutritivas, fibras y otros elementos, y compuesto parcial o completamente de partículas no nutritivas, fibras y otros elementos.
2. Inoculación del sustrato diseñado dentro del recinto conteniendo el inóculo la cepa o tipo de hongo deseado.
- 10 3. Disposición de una fracción del sustrato diseñado en un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
4. Cultivar de la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
5. Agregar según se desea, capas adicionales del sustrato diseñado o capas adicionales de un sustrato diseñado con una composición diferente.
6. Cultivar la cepa de hongos deseada a través de la capa adicional del sustrato diseñado.
- 15 7. Repetir, según sea necesario, para desarrollar características deseadas de altura, tamaño de material y composición de material.
8. Retiro del sustrato diseñado unido del recinto o recintos.

Ejemplo 3 – Producción continua

20 Para producir un material en crecimiento utilizando una técnica de manufactura “basada en continuidad” se abordan las siguientes etapas:

1. Creación de un sustrato diseñado compuesto parcial o completamente de partículas nutritivas, fibras y otros elementos, y compuesto parcial o completamente de partículas no nutritivas, fibras y otros elementos.
- 25 2. Disposición del sustrato en un recinto o serie de recintos de extremo abierto con vacíos continuos diseñados para producir la forma final deseada.
3. Inoculación del sustrato dentro del recinto conteniendo el inóculo la cepa o tipo de hongos deseada. La inoculación también puede suceder durante la etapa de creación del sustrato, antes de mover el sustrato hacia el recinto o serie de recintos.
4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
- 30 5. Mover el sustrato a través del recinto con extremo abierto de tal manera que el volumen del sustrato inoculado inicial alcanza el extremo del recinto a medida que el crecimiento de las hifas ha alcanzado una densidad máxima.
6. Mover el sustrato diseñado unido fuera del recinto de extremo abierto.

Ejemplo 4 – Realización estática – Composición

35 La figura 6 muestra una vista en perspectiva de una realización de una composición unida por micelios compuesta de partículas nutritivas, partículas de volumización, fibras y partículas aislantes. En esta realización de una composición unida por micelios, se utilizaron las siguientes condiciones y materiales de crecimiento: El sustrato diseñado estaba compuesto de los siguientes constituyentes en los siguientes porcentajes en volumen seco:

- 40 1. Cascarrilla de arroz, obtenida de Rice World en Arkansas, 50% del sustrato.
2. Perlita para aplicación en horticultura, adquirida de World Mineral de Santa Barbará, California, 15% del sustrato.

3. DGS, granos de destilación secos, obtenidos de Troy Grain Traders de Troy NY, 10% del sustrato.
4. Celulosa molida, compuesta de papel reciclado molido en un tamaño de lámina promedio de 1 mm x 1 mm, 10% del sustrato.
5. Corteza de coco, obtenida de Mycosupply, 10% del sustrato.
- 5 6. Inoculo compuesto de grano de centeno e inoculado con *Pleurotus ostreatus*, 3% del sustrato.
7. Aserrín de abedul, triturado fino, 2% del sustrato por volumen.
8. Agua de acueducto del suministro municipal de agua de Troy, fue agregada hasta que la mezcla alcanzo capacidad de campo, un 30% adicional del volumen de sustrato seco total fue agregado en la forma de agua.
- 10 Estos materiales fueron combinados entre sí en un proceso de mezcla en seco utilizando un mezclador rotatorio para incorporar completamente las partículas, nutrientes y fibras. Se agrego agua en la etapa final de mezcla. El tiempo de mezcla total fue de 5 minutos.
- 15 Los recintos fueron incubados durante 14 días a 100% de humedad relativa y a una temperatura de 75°F (24°C). Los recintos sirven como microclimas individuales para cada conjunto de sustrato de crecimiento. Al controlar la rata de intercambio de gases, la humedad se puede variar entre humedad relativa del 100%, dentro de un recinto, y la humedad exterior, típicamente humedad relativa de 30-50%. Cada recinto rectangular contenía completamente el sustrato e inóculo evitando el intercambio gaseoso. La abertura de las tapas de los recintos después de 5 y 10 días permitió el intercambio gaseoso. En algunos casos, las tapas incluían discos de filtro que permiten un intercambio gaseoso continuo.
- 20 Después de 14 días de crecimiento, los recintos fueron retirados de la incubadora. Las partículas de relleno sueltas y las fibras que habían sido unidas en un todo cohesionado por el micelio del hongo produjeron un panel rectangular con dimensiones que coincidían cercanamente con las del recinto de crecimiento. Este panel fue retirado entonces del recinto retirando la tapa, invirtiendo el recinto de crecimiento y presionando suavemente sobre la parte inferior.
- 25 El panel unido por los micelios fue transferido entonces a una parrilla de secado dentro de un horno de convección. Se hizo circular aire alrededor del panel hasta que estaba completamente seco, aproximadamente durante 4 horas. La temperatura del aire se mantuvo a 130°F (54°C).
- 30 Después del secado, la composición ahora terminada es adecuada para aplicación directa dentro de una pared, o puede ser procesada posteriormente para incluir otras características o adiciones incluyendo recubrimientos resistentes a la piel, caras de paneles exteriores rígidas y coberturas de papel.
- 35 Dentro de la realización anterior, las relaciones y porcentajes de partículas de volumización, partículas aislantes, fibras, nutrientes, inoculo y agua pueden ser variadas para producir composiciones con un cierto rango de propiedades. Los materiales expandidos con composición de perlita pueden variar de 5%-95% de la composición por volumen. Otras partículas, incluyendo vermiculita exfoliada, tierra de diatomáceas y plásticos molidos pueden ser combinados con la perlita o sustituirla completamente. Los tamaños de partícula, de perlita grado hortícola hasta perlita grado filtro son todos adecuados para la composición compuesta y muchos tipos de composición diferentes pueden ser creados variando la relación tamaño de partícula de perlita o el tamaño de partícula de vermiculita o tierra de diatomáceas.
- 40 La cascarilla de arroz puede constituir cualquier valor desde 5-95% del material de la composición en volumen. Las fibras pueden comprender de 1-90% del material en volumen. El DGS puede comprender entre 2-30% del sustrato en volumen. El inoculo, cuando está en la forma de grano, puede comprender entre 1-70% del sustrato en volumen. El inoculo, cuando está en otras formas puede comprender hasta 100% del sustrato. La celulosa molida, proveniente de papel residual, puede constituir desde 1-30% del sustrato en volumen.
- 45 Otras realizaciones pueden utilizar un conjunto completamente diferente de partículas de otras fuentes agrícolas o industriales en proporciones suficientes para soportar el crecimiento de hongos filamentosos a través de su masa.
- 50 Aunque no se detalla en esta realización preferida, el sustrato diseñado puede contener también elementos y características que incluyen: barras, cubos, paneles, redes y otros elementos con una dimensión mínima dos veces mayor que el diámetro medio del tamaño de partícula promedio más grande.

En esta realización, la cepa fúngica *Pleurotus ostreatus* fue cultivada a través del sustrato para producir una composición unida. Muchos otros hongos filamentosos podrían ser utilizados para producir un resultado de unión similar con diferentes características de resistencia, flexibilidad y absorción de agua de la composición final.

- 5 En esta realización, el sustrato fue inoculado utilizando *Pleurotus ostreatus* que crece sobre grano de centeno. Otros métodos de inoculación, incluyendo la inoculación de esporas en líquido, e inoculación de tejidos en líquido, podrían ser utilizados con un resultado similar.

- 10 La incubación de la composición fue llevada a cabo a 100% de humedad relativa a 75°F (24°C). La incubación exitosa puede llevarse a cabo a temperaturas tan bajas como 35°F (2°C) y tan altas como 130°F (54°C). La humedad relativa puede variar también hasta un valor tan bajo como 40%.

El secado fue logrado utilizando un horno de convección pero otros métodos, incluyendo microondas y la exposición de la composición a una corriente de aire frío seco, son ambas metodologías viables para la eliminación de la humedad.

Ejemplo 5 – Figura 7 – Realización estática – Sistema de panel con núcleo de la composición

- 15 Con referencia a la figura 7, al agregar caras exteriores rígidas a un panel rectangular descrito en el Ejemplo 2 (figura 6), puede crearse un sistema de paneles compuesto de un núcleo unido por micelios y un sistema de caras exterior. Este sistema en paneles tiene características de resistencia superiores debido a la adición de caras exteriores rígidas.

- 20 La figura 7 muestra una vista en perspectiva de esta realización. Utilizando un núcleo 10, tal como se produce en el Ejemplo 2, las dos caras primarias del panel 10 rectangular son unidas a dos láminas 11 de tablero de fibras orientado (OSB). Se utilizó un adhesivo de curado al aire en conjunción con pinzas para asegurar las caras OSB al núcleo unido por micelios.

- 25 El proceso descrito más arriba produce una realización de la composición aislante unida por micelios con caras exteriores. Este panel, compuesto de un núcleo unido por micelios y dos caras exteriores rígidas, es adecuado para utilización en un rango de aplicaciones que incluyen: puertas, paredes para cubículos, paneles para sótanos, construcción de casas SIP, aplicaciones aislantes convencionales, aislamiento de techos, cubiertas de mesas y otras aplicaciones en las que se utiliza un sistema de panel/núcleo.

- 30 En este ejemplo, se utiliza un adhesivo de curado al aire, tal como goma gorila. Sin embargo, podría utilizarse un rango de adhesivos incluyendo resinas termofijables y de otros tipos para producir una unión entre el núcleo de la composición unida por micelios y las caras exteriores.

- 35 En otra realización, también se han producido muestras en donde las caras exteriores se colocan *in vitro* durante el proceso en la incubadora. El crecimiento de los hongos filamentosos une directamente las caras exteriores al núcleo de la composición unida por micelios produciendo un sistema de paneles que puede ser utilizada inmediatamente después del secado. Se considera que en el caso de una cubierta exterior de celulosa (OSB) ocurre la unión a través tanto de la adhesión en la superficie de los micelios y a través del crecimiento de hongos en la celulosa de la cubierta exterior. En el caso de una cubierta exterior no digerible, se cree que la unión ocurre a través de la adhesión mecánica entre las características, rangos de superficie y las hifas de los micelios.

Ejemplo 6 – Realización estática – Composición con forma única y rasgos internos

- 40 La figura 8 muestra una vista en perspectiva de una realización de una composición unida por micelios compuesta en partículas nutritivas, partículas de volumización, fibras y partículas aislantes. Esta realización incluye un vacío cerca al centro que es conservado en la composición final. El uso preferido para esta composición es un material de empaque en donde el dispositivo que va a ser empacado es colocado completa o parcialmente dentro de un vacío o serie de vacíos formados por la composición en crecimiento.

En esta realización de una composición unida por micelios, se utilizaron las siguientes condiciones de crecimiento y materiales: El sustrato diseñado estaba compuesto de los siguientes constituyentes en los siguientes porcentajes en volumen seco:

1. Cascarrilla de arroz, adquirida de Rice World en Arkansas, 50% del sustrato.
- 50 2. Perlita horticultura, adquirida de World Mineral de Santa Bárbara, California, 15% del sustrato.

ES 2 574 152 T3

3. DGS, granos de destilación secos, adquiridos en Troy Grain Traders de Troy NY, 10% del sustrato.
4. Celulosa molida, compuesta de papel reciclado molido en un tamaño de lámina promedio de 1 mm x 1 mm, 10% del sustrato.
5. Corteza de coco, adquirida de Mycosupply, 10% del sustrato.
- 5 6. Inoculo compuesto de grano de centeno e inoculado con *Pleurotus ostreatus*, 3% del sustrato.
7. Aserrín de abedul, triturado fino, 2% del sustrato en volumen.
8. Agua de acueducto, del suministro municipal de agua de Troy, fue agregada hasta que la mezcla alcanzó su capacidad de campo, un 30% adicional del volumen de sustrato seco total fue agregado en la forma de agua.
- 10 Estos materiales fueron combinados entre sí en un proceso de mezcla en seco utilizando un mezclador rotatorio para incorporar completamente las partículas, nutrientes y fibras. Se agregó agua en la etapa final de mezcla. El tiempo de mezcla total fue de 5 minutos.
- 15 Después de la mezcla, el sustrato inoculado fue transferido a una serie de recintos rectangulares. Se colocaron tapas sobre los recintos que contenían extrusiones en forma de bloque. Estas extrusiones produjeron vacíos de forma neta correspondientes en partículas de relleno sueltas como se indica en la figura 8.
- 20 Los recintos fueron incubados durante 14 días a 100% de humedad relativa y a una temperatura de 75°F (24°C). Los recintos sirven como microclimas individuales para cada conjunto de sustrato en crecimiento. Al controlar la tasa de intercambio gaseoso, la humedad puede variarse entre 100% de humedad relativa dentro de un recinto, y la humedad exterior, típicamente 30-50% de humedad relativa. Cada recinto rectangular contenía completamente el sustrato y el inoculo previniendo el intercambio gaseoso. Al abrir las tapas de los recintos después de 5 y 10 días se permitió el intercambio gaseoso. En algunos casos, las tapas incluían discos de filtración que permiten intercambio gaseoso continuo.
- 25 Después de 14 días de crecimiento, los recintos fueron retirados de la incubadora. Las partículas de relleno y fibras flojas habían sido ahora unidas en un todo cohesionado por el micelio del hongo produciendo un objeto rectangular con una forma neta que coincide cercanamente con la del recinto de crecimiento. Esta forma neta incluye un vacío correspondiente donde la extrusión de la tapa del recinto interceptaba el sustrato. Este panel fue retirado entonces del recinto removiendo la tapa, invirtiendo el contenedor de crecimiento y presionando suavemente sobre el fondo.
- 30 El panel unido por micelios fue transferido entonces a una rejilla de secado dentro de un horno de convección. Se hizo circular aire alrededor del panel hasta sequedad completa, aproximadamente durante 4 horas. La temperatura del aire se mantuvo a 130°F (54°C).
- 35 Después del secado, la composición ahora terminada es adecuada para aplicación directa como material de empaque o puede ser procesada para incluir otras características o adiciones incluyendo recubrimientos resistentes al agua, caras de paneles exteriores rígidas y caras de papel.
- 40 Dentro de la realización anterior, las relaciones y porcentajes de las partículas de volumización, partículas aislantes, fibras, nutrientes, inoculo y agua pueden variarse para producir composiciones con un rango de propiedades. Los materiales que expanden las composiciones de perlita pueden variar de 5%-95% de la composición por volumen. Otras partículas, incluyendo vermiculita exfoliada, tierra de diatomeas y plásticos molidos, pueden combinarse con la perlita o sustituirla completamente. Los tamaños de partícula, desde la perlita grado hortícola hasta la perlita grado filtro son adecuados todos para componer la composición y pueden crearse muchos tipos de composición diferentes variando la relación del tamaño de partícula de la perlita o vermiculita o el tamaño de partícula de las tierras de diatomeas.
- 45 La cascarilla de arroz puede componer en cualquier lugar de 5-95% del material compuesto en volumen. Las fibras pueden componer de 1-90% del material en volumen. DGS puede componer entre 2-30% del sustrato en volumen. El inóculo, cuando está en forma de grano, puede componer entre 1-30% del sustrato en volumen. La celulosa molida, procedente de residuos de papel, puede componer 1-30% del sustrato en volumen.
- 50 Otras realizaciones pueden utilizar un conjunto totalmente diferente de las partículas ya sea de fuentes agrícolas o industriales en proporciones suficientes para apoyar el cultivo de hongos filamentosos a través de su masa.

Aunque no se detalla en esta realización preferida, el sustrato diseñado también puede contener elementos internos, incluyendo: barras, cubos, paneles, redes, y otros elementos con una dimensión mínimos 5 veces más grande que el diámetro medio del tamaño más grande promedio de partícula.

5 En esta realización, la cepa de hongos *Pleurotus ostreatus* fue cultivada a través del sustrato para producir un compuesto unido. Muchos otros hongos filamentosos podrían ser utilizados para producir un resultado de unión similar con diferentes características de resistencia, flexibilidad y absorción de agua de la composición final.

10 En esta realización, el sustrato fue inoculado utilizando *Pleurotus ostreatus* que crece sobre granos de centeno. Otros métodos de inoculación, incluyendo la inoculación de esporas líquido, e inoculación de tejidos en líquido, podrían ser utilizados con un resultado similar.

La incubación de la composición fue llevada a cabo a 100% de humedad relativa a 75°F (24°C). La incubación exitosa puede llevarse a cabo a temperaturas tan bajas como 35°F (2°C) y tan altas como 130°F (54°C). La humedad relativa puede variar también hasta un valor tan bajo como 40%.

15 En esta realización, se mostró sólo un vacío de una forma cuadrada, pero tal producto podría incluir múltiples vacíos en muchas formas para que coincida con las dimensiones del producto encerrado dentro de los vacíos.

Ejemplo 7 - recinto de crecimiento - Figura 9

20 Haciendo referencia a la Figura 9, un recinto cuadrado de crecimiento está provisto de una tapa para producir paneles compuestos con una forma neta equivalente. Los paneles se fabrican utilizando un proceso similar al descrito en el ejemplo 1 y 2.

La forma del recinto utilizado para la producción de composiciones determina la forma eventual del producto final. En la Figura 9, los lados orientados ortogonalmente, izquierdo 13 y delantero 14, forman una esquina con la parte inferior 15, esta característica de esquina, puesto que otro recinto indujo formas netas, se replicará en la composición en crecimiento.

25 Más allá de la producción de la forma neta equivalente de una composición en crecimiento, el recinto provee un número de otras funciones únicas. Estas incluyen: la regulación del intercambio de gases, regulación de la humedad, sensor de humedad, sensor de temperatura, y eliminación de calor.

30 La figura 9 muestra un disco 16 de filtro que está dimensionada y calibrada para la forma y el volumen del recinto de crecimiento. Este disco 16 de filtro permite que el organismo en crecimiento respire, liberando CO₂ y tomando O₂, sin el intercambio de otras partículas en el ambiente. Este disco 16 también permite un poco de humedad para viajar del sustrato al ambiente de la incubación, y viceversa. Típicamente, un sistema de disco de filtro sería pasivo, diseñada para permitir la tasa de respiración correcta para el sustrato específico, el tipo de hongos, y el volumen de material, que crece dentro del recinto. En algunos casos, cuando se desea el control activo sobre un ambiente de incubación individual, un disco de filtro podría tener una abertura que se altera dinámicamente para disminuir o incrementar la tasa de intercambio gaseoso con el ambiente de incubación.

40 La figura 9 también muestra un mecanismo 17 de control de la temperatura, compuesto por una red de tubos 20, que se puede utilizar para eliminar o agregar calor al recinto. El crecimiento de los hongos se basa en una reacción de descomposición. Por lo tanto, en la mayoría de los casos en que se requiere un control de calor adicional más allá de la provista por las interacciones de convección que se producen a lo largo de la superficie de los recintos exteriores, será en forma de eliminación de calor. Una red de tubos u otro mecanismo de intercambio de calor permiten tanto el control más preciso sobre la cantidad de calor eliminado o agregado al recinto y permite que una mayor cantidad total de calor sea eliminada o adicionada al recinto de crecimiento en un período más corto de tiempo.

45 La figura 9 muestra también un sensor 18 de temperatura y sensor 19 de humedad. Estos sensores miden la temperatura interna y la humedad del recinto, respectivamente. Estos datos pueden transmitirse a una unidad de recolección para el análisis, o se utiliza para modificar el ambiente del recinto a través del redimensionamiento dinámico de una abertura de disco de filtro o a través de cambios en la temperatura que son posibles a través del mecanismo de control de temperatura.

50 La figura 10 muestra una tapa del recinto de crecimiento con un saliente 21. Cuando esta tapa se utiliza conjuntamente con un recinto de crecimiento inferior coincidente, el saliente 21 afectará la forma neta global de las características que producen el volumen encerrado en la composición en crecimiento que se relacionan directamente con aquellas en la tapa, tal como el saliente 21. Tal proceso fue usado para producir la composición mostrada en la Figura 8, donde la tapa, que se muestra en la Figura 10 tiene un

saliente 20, que modifica el volumen neto encerrado de su recinto de crecimiento que produce una característica 12 única dentro de la composición 10 (véase la figura 8).

Ejemplo 8 – Recinto de crecimiento - Figuras 11, 12 y 13.

5 Los recintos de crecimiento pueden llegar a ser parte del producto final en parte, o en su totalidad. Las Figuras 11 hasta 13 ilustran sólo un caso tal.

En la figura 11, el recinto 5 de crecimiento y el micelio 4 creciente están limitadas solamente por la parte inferior y los lados del recinto de crecimiento.

10 En la Figura 12, una lámina 11 rígida compuesta de OSB (tableros de cadenas orientadas) u otro revestimiento adecuado se agrega al recinto 5, que define completamente el volumen del recinto de crecimiento. En este caso, la cubierta del recinto se seleccionó de un grupo que comprende madera, y otras estructuras celulósicas. Como tal, los hongos, ostreatus Plearotus, un agente de descomposición celulósica, que se cultivan a través del recinto, fue capaz de unir naturalmente a sí mismo la parte superior del panel por crecimiento a lo largo y en la superficie del material.

15 La Figura 12 ilustra el crecimiento de micelio 4 en la lámina 11 rígida. Cuando este compuesto se retira del recinto, la lámina 11 rígida se incluirá en el producto final.

La Figura 13 ilustra una realización alternativa de este mismo concepto en donde la lámina 11 rígida está encerrada entre dos capas opuestas de núcleos unidos de micelios.

20 Los recintos de crecimiento compuesto en su totalidad o en parte de láminas 11 rígidas o flexibles pueden estar unidos de forma permanente a una parte o la totalidad del producto terminado a través del crecimiento del micelio. Esto incluye bolsas que mantienen una forma, las bolsas que son flexibles y se pueden formar en formas dentro de un recinto, y otros medios para contener una suspensión.

25 Otro ejemplo en el que se puede producir un proceso de este tipo utiliza una bolsa de papel flexible como el recinto de crecimiento. Esta bolsa se llena con el sustrato diseñado y se cultiva el micelio a través del sustrato como se describe en el Ejemplo 1. La unión del sustrato a la bolsa se produce a través del crecimiento del micelio y, cuando se seca, se produce un producto que comprende un sustrato diseñado unido y de piel de papel exterior

30 Los métodos anteriores de unión suponen que las interacciones celulares debido a la descomposición de celulosa del recinto de sustrato son el método principal de unión, pero esto no tiene por qué ser el único caso de micelio y de adhesión parcial del recinto (el recinto en este caso está destinado a comprender cualquier material rígido o flexible en contacto con un sustrato diseñado durante el crecimiento).

35 Otros métodos de unión incluyen "rugosidad" a la superficie del objeto que se va a unir o agregar salientes a la superficie de dicho objeto. Estos salientes pueden ser sólo de una fracción de un milímetro de altura (en el caso de rugosidad) o pueden ser de hasta 20 cm de altura, que se extiende en el sustrato diseñado. Los salientes pueden adoptar la forma de: ganchos, postes circulares, conos, columnas rectangulares, columnas o postes tapados, triángulos u otras formas de características que permiten a los micelios interactuar favorablemente con la superficie para producir una fuerza de unión

Ejemplo 9- Estructura o redes para el crecimiento del micelio - Figura 14

40 Las composiciones a base de micelios pueden ser cultivadas sin el uso explícito de un sustrato de partículas de relleno suelto. De hecho, mediante la creación de un sustrato de crecimiento altamente organizado, se pueden crear formaciones de composiciones de micelios que normalmente no pueden surgir cuando se permite que el crecimiento se propague naturalmente a través de partículas sueltas.

45 Una manera de agregar una estructura diseñada de composiciones de micelio es producir un marco 3-d digerible o no digerible dentro del cual crece el micelio. Este marco puede estar formado a partir del grupo que incluye: almidón, plástico, madera, o fibras. Este marco puede estar orientado ortogonalmente u orientado de otras maneras para producir crecimiento de micelios principalmente a lo largo del eje de la rejilla. Además, esta rejilla puede ser flexible o rígida. El espacio entre elementos de la rejilla puede variar de 0.1 mm hasta arriba de 10 cm.

50 El crecimiento a lo largo de estas rejillas o redes diseñadas da como resultado composiciones de micelio con las cadenas de hifas muy organizadas que permiten el diseño y producción de composiciones con mayor fuerza en direcciones escogidas debido a la naturaleza organizada de la estructura de soporte de micelios.

De esta forma también permite el desarrollo de estructuras organizadas de micelio compuestas principalmente de hifas en lugar de aumento en volumen y de las partículas nutritivas.

Para producir una realización de una estructura de este tipo se siguen los pasos siguientes:

En referencia a la figura 14, una red tridimensional, formada de conjuntos de rejillas 14 de plástico de 1 mm x 1 mm orientadas ortogonalmente, se recubre en una mezcla de almidón y agua. Esta mezcla se compone de 50% de almidón, y 50% de agua del grifo en volumen. Estos materiales se obtienen de fuentes tales como harina de arroz integral orgánico y agua del grifo, del suministro de agua municipal de Troy NY, respectivamente.

Esta red se coloca sobre un lecho de inóculo que contiene *Pleurotus ostreatus* en un portador de nutriente adecuado. La red y el lecho de inóculo se colocan entonces en un ambiente mantenido a la temperatura correcta, entre 55-95°F (13-35°C), y humedad, entre 75% HR y 100% de HR, para estimular el crecimiento de micelias.

La Figura 14 muestra un corte de un compuesto de micelio basado en la rejilla. Solamente se muestran dos rejillas de intersección, pero el material compuesto en realidad se compondría de una serie de rejillas que se extienden axialmente espaciadas 1 mm aparte. Las cuadrículas tienen una longitud de arista de 1 mm. Aquí, el micelio 8 se muestra creciendo a través de las rejillas 14. Esta estera de micelios formada densamente forma la masa de volumen del material compuesto.

El micelio se cultiva sobre y a través de la rejilla que produce una densa red de hifas orientadas. Con el tiempo, las hifas se entretrejarán produciendo una densa estera 3-D. Después de 1 a 2 semanas de crecimiento, la rejilla se retira de la incubadora y se seca, utilizando bien sea un horno de convección, o por otros medios para eliminar el agua de la masa de micelio. Una vez seco el material compuesto de micelios se puede utilizar directamente, o se puede procesar posteriormente para otras aplicaciones.

Dentro de esta realización, la rejilla puede o no proveer a los micelios una fuente de nutrientes, pero si los nutrientes no se proveen en el marco de rejilla, la rejilla debe ser colocada en las proximidades de un inóculo que contenga una fuente de nutrientes como para permitir que los hongos transporten nutrientes en el micelio con base de rejilla para una expansión celular adicional.

Ejemplo 10 - Una maceta biodegradable para plantas

Utilizando uno de los métodos de producción delineados en los Ejemplos 1 y 2, se puede cultivar una composición de micelio que se asemeje a una maceta convencional para plantas. Este compuesto podría tener una composición y procesos de producción similares a los descritos en el Ejemplo 4, o podría tener diferentes de nutrientes y partículas de volumización, así como las diferentes fibras. Las características clave de un material compuesto de este tipo serían

- Una forma similar a macetas existentes para plantas con un vacío para el suelo
- Una forma compuesta de partículas y fibras delimitadas por micelio de tal manera que las raíces de una planta fácilmente podrían crecer a través de la forma.
- una forma similar a macetas existentes para plantas sin un vacío para el suelo en donde la semilla o el semillero se coloca directamente en el material compuesto.
- Una forma compuesta de partículas y fibras delimitadas por micelio de tal manera que las raíces de una planta podrían fácilmente crecer a través de dicha forma.
- Una forma compuesta de partículas y fibras y nutrientes suficientes para apoyar el continuo crecimiento de las plantas

Ejemplo 11 - Un panel de amortiguación acústica

De acuerdo con el procedimiento delineado en los Ejemplos 1 y 2 y la partícula y las condiciones crecimiento delineadas en el Ejemplo 4, se podría producir un panel de amortiguación acústica para uso en el hogar, automóvil, u otra situación en la que se desea atenuación de sonido. Este producto podría usar una variedad de fibras y partículas unidas para producir paneles con diferentes niveles de atenuación de sonido para un rango fijo de frecuencias.

Ejemplo 12 - Una pared cortafuego rígida

De acuerdo con el procedimiento delineado en los Ejemplos 1 y 2 y la partícula y las condiciones de crecimiento delineadas en el Ejemplo 4, se podría producir un panel de pared cortafuego para uso en el hogar, automóvil, u otra situación en la que se desea la protección contra incendios. En este panel las partículas unidas estarían compuestas principalmente de Perlita, Cascarilla de arroz, o Vermiculita.

Ejemplo 13 - Producción usando moldeo de características

La producción de un material en crecimiento usando un recinto y moldeo de características, esto es, una herramienta u otro objeto para crear un relieve característico dentro de una forma en crecimiento de sustrato.

- 5 El *Pleurotus ostreatus* o cualesquiera otros hongos filamentosos, se cultiva a partir de una línea de tejido existente para producir una masa adecuada de inóculo. El inóculo puede adoptar la forma de un portador sólido, portador líquido, o cualquier otra variación del mismo.

Para producir un material en crecimiento usando una técnica de fabricación basada en moldeo, se siguen las siguientes etapas:

- 10 1. Crear sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas, y otros elementos.
2. Disponer el sustrato dentro de un recinto o una serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
3. Inocular el sustrato dentro del recinto con el inóculo que contiene la cepa de hongos deseada.
4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
- 15 5. Moldear vigorosamente características adicionales en el sustrato diseñado mediante la compresión de una pieza de herramientas con características extrudidas en una de las caras del sustrato diseñado.
6. Permitir que el sustrato vivo se recupere.
7. Eliminar el sustrato del recinto o recintos.

Alternativamente, el método puede utilizar las siguientes etapas:

- 20 1. Crear sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas, y otros elementos.
2. Inocular el sustrato diseñado con el inóculo que contiene la cepa de hongos deseada.
3. Disponer el sustrato dentro de un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
- 25 4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos.
5. Moldear vigorosamente características adicionales en el sustrato diseñado mediante la compresión de una pieza de herramientas con características extrudidas en una de las caras del sustrato diseñado.
6. Permitir que el sustrato vivo se recupere.
7. Eliminar el sustrato diseñado unido del recinto o recintos

30 **Ejemplo 14 – Empaque para huevos - Figura 15**

Usando el proceso de fabricación descrito en los Ejemplos 1 y 2, se puede crear un material de empaque claramente único que hace uso de la capacidad de unión del micelio para formar un material continuo. Mediante la colocación de un objeto tridimensional que se va a empacar en un recinto y luego rodear el objeto con un sustrato diseñado, unido por micelio, se puede crear un material de empaque que se ajuste exactamente a cada superficie del objeto empacado. Este material de empaque es continuo alrededor del objeto empacado, y debido a su ajuste apretado protegerá mejor un objeto empacado que el estado actual de la técnica que utiliza amortiguadores de empaque de "forma neta" cerca" para sujetar objetos en su lugar.

40 un producto de este tipo se detalla en la Figura 15, en donde un material de empaque continuo se formó alrededor de un objeto 23 para formar un paquete.

El material de empaque se caracteriza en que es rompible en secciones discretas a lo largo de una superficie 25 de rotura, como se muestra en la Figura 15, para permitir la retirada de las secciones del objeto 23. Alternativamente, una cinta 24 se puede envolver sobre el objeto 23 para extenderse a través del material de empaque a una superficie externa del material de empaque para romper el material empacado en secciones discretas para la retirada del objeto 23.

Tras la recepción del empaque para huevo, el usuario final abre el empaque para huevo ya sea mediante la ruptura del material a lo largo de uno de sus ejes, o tirando de una cinta 24 incluida, como se muestra, o una cadena o pestaña. Una vez abierto, el usuario puede retirar el objeto 23 protegido.

- 5 Un empaque para huevo se puede hacer usando el mismo sustrato y los procedimientos descritos en el ejemplo 4 y los ejemplos 1 y 2 respectivamente. La partícula de sustrato y la selección de la fibra se regirán por las características de los materiales generales del huevo. Un material de empaque más denso necesitará partículas de volumización más densas, mientras que un huevo compresiblemente más ligero podría basarse en partículas más ligeras, tal como cascarilla de arroz.

En resumen, pueden llevarse a cabo las siguientes etapas para producir un empaque para huevo:

- 10 Para producir un empaque creciente para huevos usando una técnica de fabricación basada en el recinto, se toman las siguientes etapas:
1. Crear un sustrato diseñado compuesto de partículas alimenticias, fibras, partículas no nutritivas, y otros elementos.
 - 15 2. Disponer el sustrato dentro de un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
 3. Disponer el producto que se va a empacar dentro del sustrato suelto.
 4. Inocular el sustrato dentro del recinto con el inóculo que contiene la cepa hongos deseada.
 5. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos y alrededor del material que se va a empacar.
 - 20 6. Eliminar el sustrato del recinto o recintos.

Alternativamente, el método puede utilizar las siguientes etapas:

1. Crear un sustrato diseñado compuesto de partículas nutritivas, fibras, partículas no nutritivas, y otros elementos.
2. Inocular el sustrato diseñado con el inóculo que contiene la cepa de hongos deseada.
- 25 3. Disponer el sustrato dentro de un recinto o serie de recintos con vacíos diseñados para producir la forma final deseada.
4. Disponer el producto que se va a empacar dentro del sustrato suelto.
4. Cultivar la cepa de hongos deseada a través del sustrato diseñado dentro del recinto o recintos y alrededor del material empacado ya mencionado.
- 30 5. Eliminar el sustrato diseñado unido del recinto o recintos

Alternativamente, el producto que se va a empacar se puede colocar en el recinto antes de la adición del sustrato, durante la adición del sustrato, o después de la adición del sustrato.

- 35 El crecimiento, el tipo de sustrato, la cepa hongos, y los detalles de incubación son similares a los descritos en el Ejemplo 4, aunque todas estas variables se pueden modificar para producir empaques para huevos con diferentes propiedades y comportamiento de los materiales

Brevemente, un empaque para huevo está compuesto de un elemento completamente interno o parcialmente interno rodeado por una piel continua de material de pared. Esta pared se compone preferiblemente de partículas, fibras y otros elementos unidos por el micelio que ha crecido a través de los elementos.

- 40 El empaque para huevo, como se describe, tiene un número de ventajas únicas. En primer lugar, el material es biodegradable, por lo que el usuario puede disponer del material en su jardín, o en otro espacio natural, después de su uso, reduciendo la carga de relleno sanitario. En segundo lugar, la naturaleza continua del material de empaque cultivado provee tanto una mejor protección durante el transporte y actúa como un sello a prueba de manipulación que previene el acceso no autorizado al
- 45 elemento de paquete. En tercer lugar, el empaque para huevo puede ser producido con un coste mínimo de herramientas puesto que el sustrato formable asumirá la forma neta tanto del recinto como del elemento empacado.

Ejemplo 15 - Panel de pared con características moldeadas - Figura 16

La figura 16 muestra un panel de material compuesto, producido de acuerdo con los procesos de producción descritos en los Ejemplos 1, 2, y 3, con una realización estática y composición similar a la descrita en el Ejemplo 4.

El panel, que también incluye un número de elementos de pared, tales como un conducto 26, una toma 27 de corriente y cables 28, que están encajados en el material compuesto del panel y tienen un extremo en comunicación con una superficie exterior del material compuesto. Estos elementos se incluyen dentro del panel durante los procesos de crecimiento, de tal manera que se convierten en parte de la composición monolítica final. Estos elementos pueden ser seleccionados entre los grupos que comprenden: conducto genérico, cableado eléctrico, tomas de corriente, interruptores de luz, sensores, controles de temperatura, marcos de ventanas, jambas de las puertas, conductos de calefacción, o tuberías.

Adicionalmente, tales elementos pueden estar situados dentro del panel de tal manera que cuando los paneles se colocan borde con borde, los elementos internos se ponen en interfaz a lo largo del borde de acoplamiento.

un panel de este tipo podría ser producido y vendido como es, sin procesamiento adicional, o se podría combinar con las caras exteriores rígidas, como se describe en el Ejemplo 5, para producir una sección completa para su uso en el montaje de una casa. Tal sección de pared podría tener todos los elementos relevantes incluidos durante el crecimiento de tal manera que el montaje final constituiría solo conectando los paneles coincidentes y los elementos internos entre sí.

Ejemplo 16 – Fabricación de cuerpo fructífero- Figura 17 y Figura 18

Todas las realizaciones descritas previamente han utilizado el micelio, o "estructura de raíz", de hongos que crecen para unir partículas, fibras y objetos, en los cuerpos compuestos. Alternativamente, la porción frutescente de un hongo puede ser moldeada durante su crecimiento para su uso como material de unión.

La Figura 17 detalla tal proceso. Aquí un elemento 29 de iluminación se utiliza para inducir la fructificación dentro de una especie que muestra una respuesta sensible a la luz. Otros métodos conocidos de la inducción de la fructificación son también válidos incluyendo diversas condiciones atmosféricas, el tiempo, la temperatura o la humedad.

Una vez que se ha iniciado la fructificación, uno o más cuerpos 31 fructíferos comienzan a crecer fuera de un sustrato 32, como se ha descrito más arriba. Estos cuerpos fructíferos se expandirán rápidamente de tamaño en los próximos días. Al encerrar los cuerpos fructíferos dentro de un recinto 33, se puede controlar la forma final del cuerpo fructífero. Esto permite la producción de materiales compuestos de "forma neta" compuesto en su totalidad de las hifas de hongos. Estos materiales compuestos pueden ser moldeados en cualquier forma dentro del ámbito de tamaño del cuerpo fructífero incluyendo: ladrillos, cilindros, esferas, y cualquier otra combinación de superficies que producen un volumen.

Adicionalmente, los cuerpos fructíferos pueden crecer alrededor de los elementos u objetos, ya sea para agregar características de los materiales adicionales, tales como resistencia a la tensión, al material compuesto final, o como un método para encerrar un elemento para el envío. La Figura 17 detalla tal disposición en la que un elemento 30 cilíndrico está situado dentro del recinto 33 y por encima de los cuerpos 31 fructíferos.

La Figura 18 detalla la misma disposición de la Figura 17 después de 4 días de crecimiento. Ahora los cuerpos 31 fructíferos se han expandido en tamaño tomando la forma neta global del recinto 33. También se han visto obligados a crecer hacia arriba y alrededor del elemento 30 cilíndrico que envuelve parcialmente el elemento 30 cilíndrico con el tejido compuesto de hifas.

Después de 4 días adicionales, los cuerpos 31 fructíferos llenarán completamente el recinto 33 mientras que también rodearán el elemento 30 cilíndrico. La masa de hifas, ahora en la forma neta del recinto 33, y que contiene el elemento 30 cilíndrico, pueden ser retirados del recinto y se seca. Este producto es ahora adecuado para su aplicación como material de construcción, en forma de bloques, o como un material de empaque donde el elemento 30 cilíndrico es el elemento deseado que se va a proteger durante el transporte.

Cuando los elementos se incluyen dentro del cuerpo fructífero moldeado, el producto final puede ser considerado algo análogo al del empaque para huevo descrito en el Ejemplo 14, que tiene muchas de las mismas ventajas, incluyendo:

En primer lugar, el material es biodegradable, por lo que el usuario puede disponer del material en su jardín, o en otro espacio natural, después de su uso, reduciendo la carga de relleno sanitario. En segundo

lugar, la naturaleza continua del material de empaque crecido provee tanto una mejor protección durante el transporte, como también actúa como un sello a prueba de manipulaciones, que impide el acceso no autorizado al elemento empacado. En tercer lugar, el producto se puede producir con costes mínimos de herramientas puesto que el cuerpo fructífero formable asumirá la forma neta tanto del recinto como del elemento empacado.

Para producir una realización de un producto moldeado de cuerpo fructífero, se siguen las siguientes etapas:

Se crea un sustrato 32 adecuado para soportar el crecimiento de los hongos de la especie preferida. Las diferentes especies de hongos crean una inmensa variedad de cuerpos fructíferos, algunos tan duros como la madera con la resistencia significativa a la pudrición, y algunos de biodegradación bastante débil rápidamente después de la exposición a la humedad. Dentro del rango de los cuerpos fructíferos, cada crecimiento tiene diferentes áreas de aplicación desde los materiales de construcción hasta los materiales de embalaje.

En una realización, el sustrato 32 está compuesto de granos de centeno esterilizado procedente de Troy Grain Traders en Troy NY. El grano se satura con agua y luego se esteriliza en autoclave a 15 psi (7 kPa) durante 45 minutos. Después de enfriar, el grano se inocula con *Pleurotus ostreatus*. Se deja que estos hongos colonicen el grano en un tarro de grano mantenido entre 55-85 °F (13-29 °C) durante 1-3 semanas, o hasta que el grano está completamente colonizado.

Después que los hongos se han establecido completamente en el grano, el sustrato 32 inoculado se transfiere entonces a un recinto de fructificación adecuado, tal como se describe en las figuras 17 y 18. La fructificación del *Pleurotus ostreatus* se logra mediante la reducción de la concentración de CO₂ en la atmósfera ambiente, bajando la temperatura ligeramente, y exponiendo el sustrato a una luz. Estas etapas ayudan a iniciar la fijación, un proceso de pre-fructificación. Una vez ha comenzado la fijación, un recinto adecuado, en este caso una caja rectangular de 3 pulgadas de alto y 2 pulgadas a cada lado, se coloca sobre el sustrato de la fijación.

Los cuerpos fructíferos de los hongos, setas de cardo en este caso, se cultivan entonces en el recinto tomando la forma neta de la caja. Durante este tiempo, el sustrato 32 y el recinto 33 y se mantienen a 75°F (24° C) y la humedad relativa 90-100%.

Después de que los cuerpos fructíferos de cultivo alcanzan la parte superior del recinto 33, todo el elemento, compuesto de cuerpo fructífero y el recinto, son separados del sustrato 32. Este cuerpo fructífero, que ahora ha asumido la forma neta del recinto, se retira y se seca y ahora se puede utilizar como un material de construcción, u otro producto, o puede ser además postprocesado para otros productos, incluyendo que sea cortado en láminas o formado.

El sustrato 32 puede ser frutado múltiples veces en múltiples lugares para producir un número de cuerpos fructíferos formados.

Sustratos alternativos

Los materiales orgánicos se pueden implementar en el proceso de crecimiento de aislamiento del micelio como partículas aislantes y carbohidratos complejos. Actualmente, las partículas aislantes tales como vermiculita o perlita están unidas dentro de la matriz celular de micelio, pero otros materiales naturales tienen idénticas si no características de aislamiento superiores, tales como:

Paja/Heno/Cáñamo: el material se teje ya sea en una malla o establecidos dentro de la mezcla de suspensión, a medida que el micelio crece el material se une formando un panel de aislamiento con espesor de capa variable.

Lana/algodón: el material se teje en una malla fibrosa o fragmentada formando pequeñas partículas aislantes que se unen dentro del micelio a medida que crece. La suspensión se puede aplicar directamente a la malla o las partículas pueden ser mezcladas durante la producción de la suspensión. El material de partículas se puede cultivar u obtener de ropa reutilizada que contiene un gran porcentaje de lana/algodón.

El serrín reciclado puede reemplazar el polisacárido actual, que es una forma de almidón o granos, como la fuente de alimento del micelio durante las primeras etapas de crecimiento. El serrín se puede recolectar de negocios que crean el polvo como un subproducto o de métodos de recolección naturales.

Las partículas aislantes pueden consistir de partículas sintéticas nuevas, recicladas, reutilizadas, las cuales ya se sabe que tienen propiedades aislantes o dejan una huella ambiental perjudicial. Los materiales considerados actualmente incluyen:

Productos a base de espuma: aislantes de espuma reciclados y reutilizados o desperdicio de espuma, tal como tazas de estiroespuma y empaques, que se rompe en pequeñas partículas de diversos tamaños o congruentes y se aplica a la suspensión. El material de espuma se puede obtener de los productos actuales dispuesto de materiales o recién fabricados.

- 5 Caucho/Polímeros: estos materiales se pueden encontrar en una gran variedad de productos, los cuales pueden ser reutilizados después de que se alcanza el ciclo de vida deseado del producto antes mencionado. El material se puede aplicar en la suspensión como una partícula molida o implementado como un miembro estructural dentro del crecimiento en diversas configuraciones.
- 10 La invención provee así un nuevo método de producción de materiales en crecimiento. Estos materiales pueden ser flexibles, rígidos, estructurales, biodegradables, aislantes, absorbentes de choque, hidrófobos, hidrofílicos, no inflamables, una barrera de aire, transpirable, acústicamente absorbente y similares. Todas las realizaciones de esta invención pueden tener sus características materiales modificadas mediante la variación de la cepa del organismo, fuente de nutrientes, y otras partículas, fibras, elementos, u otros ítems, incluidos en el proceso de crecimiento.
- 15 Además, la invención provee un material compuesto que puede ser utilizado para diversos propósitos, tales como, para paneles de construcción, tableros de pared, y similares donde se requieren características resistentes al fuego. También, la invención provee un material compuesto que es biodegradable.
- 20 El método preferido descrito anteriormente para matar al organismo en crecimiento, esto es, un hongo, con el fin de detener un crecimiento adicional es por calentamiento por encima de 110°F (43°C), hay un número de otras maneras de que se puede lograr esta misma tarea. Estos incluyen (a) deshidratación - colocando el sustrato de micelio unido en condiciones en un ambiente de baja humedad; (b) irradiación - usando una técnica similar a la encontrada en la conservación de alimentos; (c) congelación - en donde el sustrato unido de micelio tiene su temperatura baja a menos de 32°F (0°C); y (d) químicamente - en donde el sustrato unido de micelio está expuesto a una sustancia química conocida para causar la muerte celular en los hongos, incluyendo, pero no limitado a, las soluciones de blanqueo, altas concentraciones de productos petroquímicos, y altas concentraciones de ácidos.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un material compuesto caracterizado en las etapas de formar un inóculo que incluye un hongo preseleccionado
- 5 formar una mezcla de un sustrato de partículas discretas y un material de nutrientes, siendo capaz dicho material nutriente de ser digerido por dichos hongos;
- agregar dicho inóculo a dicha mezcla; y
- 10 dejar que dicho hongo digiera dicho material nutriente en dicha mezcla durante un período suficiente para el crecimiento de hifas y permitir que dichas hifas formen una red de células de micelio interconectadas a través y alrededor de dichas partículas discretas uniendo de ese modo dichas partículas discretas entre sí para formar un material compuesto autoportante.
2. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado porque además al menos uno de dichos inóculo y dicha mezcla incluyen agua y en la etapa adicional de eliminación de agua del material compuesto autoportante formado inhibe el crecimiento adicional de las hifas.
- 15 3. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado además en la etapa de tratar el material compuesto autoportante formado por al menos uno de calentamiento, irradiación, congelación, deshidratación y químicamente para matar dicho hongo
4. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado porque dicho hongo se selecciona del grupo que consiste de al menos uno de *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus arvensis*, *Ganoderma tsugae* e *Inonotus obliquus*.
- 20 5. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado además en la etapa de colocar dicha mezcla en una cavidad de forma predeterminada en una forma y agregar dicho inóculo a dicha mezcla en dicha cavidad mediante el cual el material compuesto autoportante resultante adopta la forma de dicha cavidad .
- 25 6. Un método como se define en la reivindicación 5, caracterizado además en la etapa de cubrir la forma después de la adición de dicho inóculo para prevenir la exposición del inóculo a la luz solar.
7. Un método como se define en la reivindicación 1 caracterizado porque el material nutriente es al menos uno de un carbohidrato complejo, cadena de polisacárido, y un grupo graso capaz de ser utilizado por un hongo filamentosos como fuente de energía para el crecimiento.
- 30 8. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado porque dicho hongo seleccionado es un hongo filamentosos de cualquiera de las divisiones de hongos phylum que poseen una etapa filamentosos en un ciclo de vida de los mismos.
9. Un método como se define en la reivindicación 1, caracterizado porque dicho hongo se selecciona del grupo que consiste de al menos uno de *Agrocybe brasiliensis*, *Flammulina velutipes*, *Hypholoma capnoides*, *Hypholoma sublaterium*, *Morchella angusticeps*, *Macrolepiota procera* y *Coprinus comatus*.
- 35 10. Un método como se define en la reivindicación 1 que comprende además la etapa de agregar elementos a dicha mezcla, en donde dichos elementos se seleccionan del grupo que incluye conductos, cables eléctricos, tomas de corriente, interruptores de luz, sensores, controles de temperatura, marcos de ventanas, jambas de la puerta, y tubería.
- 40 11. Un método como se define en la reivindicación 1 que comprende además las etapas de colocar dicha mezcla en una cavidad de forma predeterminada en una forma, colocar una lámina rígida de un material seleccionado de un grupo que comprende madera y otras estructuras celulósicas en dicha mezcla y agregar dicho inóculo a dicha mezcla en dicha cavidad, en donde el hongo es un agente de descomposición celulósica que crece a través de dicha cavidad y se une naturalmente en sí mismo a dicha lámina rígida, con lo cual el material compuesto autoportante resultante adopta la forma de dicha
- 45 cavidad con dicha lámina rígida unido al mismo.
12. Un método como se define en la reivindicación 1 que comprende además las etapas de colocar dicha mezcla en una cavidad de forma predeterminada en una forma, colocar una lámina rígida de material dentro de dicha mezcla y agregar dicho inóculo a dicha mezcla en dicha cavidad con lo cual el material compuesto autoportante resultante adopta la forma de dicha cavidad con dicha lámina rígida incluida en el
- 50 mismo.
13. Un método de fabricación de un material compuesto caracterizado en las etapas de

formar un inóculo que incluye un hongo preseleccionado;

formar una mezcla de un sustrato de partículas discretas y un material nutriente, siendo capaz dicho material nutriente de ser digerido por dichos hongos;

colocar dicha mezcla en un recinto;

5 agregar dicho inóculo a dicha mezcla dentro de dicho recinto;

dejar que dicho hongo digiera dicho material nutriente en dicha mezcla durante un período de tiempo suficiente para crecer en un cuerpo fructífero que se extiende fuera de dicho sustrato y llenar dicho recinto; y

eliminar dicho cuerpo de dicho recinto.

10 14. Un método como se define en la reivindicación 13, caracterizado además en las etapas de colocar un objeto dentro de dicho recinto en relación espaciada con dicho sustrato para permitir que dicho cuerpo fructífero crezca alrededor de dicho objeto antes de la eliminación de dicho cuerpo de dicho recinto.

15 15. Un material compuesto autoportante que comprende un sustrato (6) de partículas (1) discretas y caracterizado en que tiene una red de células (7) miceliales interconectadas que se extienden a través y alrededor de dichas partículas (1) discretas y que unen dichas partículas (1) discretas entre sí.

16. Un material compuesto autoportante tal como se define en la reivindicación 15 caracterizado porque dichas partículas (1) se seleccionan del grupo que consiste de al menos uno de heno y cascarillas de arroz.

20 17. Un material compuesto autoportante tal como se define en la reivindicación 15 caracterizado porque dichas partículas (1) incluyen partículas aislantes sintéticas que incluyen productos a base de espuma y polímeros.

18. Un material compuesto autoportante tal como se define en la reivindicación 15 caracterizado porque dichas partículas (1) se seleccionan del grupo que consiste de al menos uno de paja, cáñamo, lana, algodón y aserrín reciclado.

25 19. Un panel que comprende un material (10) compuesto autoportante que tiene al menos una superficie exterior de una longitud predeterminada y un espesor inferior que dicha longitud y un material (11) de revestimiento unido a dicha superficie exterior, caracterizado porque dicho material compuesto está formado de un sustrato de partículas (1) discretas y una red de células (7) de micelio interconectadas que se extiende a través y alrededor de dichas partículas (1) discretas y que unen dichas partículas discretas (1) entre sí.

30 20. Un panel tal como se define en la reivindicación 19 caracterizado porque dicho material (10) compuesto es de forma rectangular y dicho material (11) de revestimiento está hecho de uno de papel y cartón de fibra orientada.

35 21. Un panel como se define en la reivindicación 19 caracterizado porque dichas partículas (1) discretas se seleccionan del grupo que consiste de paja, cáñamo, lana, aserrín reciclado y algodón, dichas células (7) de micelio se producen del grupo que consiste de al menos uno de *Agrocybe brasiliensis*, *Flammulina velutipes*, *Hypholoma capnoides*, *Hypholoma sublaterium*, *Morchella angusticeps*, *Macrolepiota procera* y *Coprinus comatus* y en el donde dicho panel es un panel aislante estructural.

40 22. Un panel como se define en la reivindicación 21 caracterizado porque dicho material (10) compuesto es de forma rectangular y dicho material de chapa (11) está hecho de uno de papel y cartón de fibra orientada.

23. Un panel como el expuesto en la reivindicación 21 caracterizado porque dicho material compuesto (10) es de forma rectangular con un par de dichas superficies exteriores y con un material (11) de revestimiento unido a cada una de dichas superficies exteriores.

45 24. Un panel que comprende un material (6) compuesto autoportante que tiene al menos una superficie exterior y al menos un elemento (26,28) de pared encajado en dicho material (6) compuesto y que tiene un extremo en comunicación con dicha superficie exterior de dicho material (6) compuesto caracterizado porque dicho material (6) compuesto está formado de un sustrato de partículas (1) discretas y una red de células (7) de micelio interconectadas que se extiende a través y alrededor de dichas partículas (1) discretas y que unen dichas partículas (1) discretas entre sí.

25. Un panel como se define en la reivindicación 24 caracterizado porque dichas partículas (1) discretas se seleccionan del grupo que consiste de paja, cáñamo, lana, aserrín reciclado, y fibras de algodón y dichas células (7) de micelio se producen del grupo que consiste de al menos uno de *Agrocybe brasiliensi*, *Flammulina velutipes*, *Hypholoma capnoides*, *Hypholoma sublaterium*, *Morchella angusticeps*, *Macrolepiota procera* y *Coprinus comatus*.
26. Un paquete que comprende un objeto (23) de forma tridimensional; y un material de empaque autoportante que encaja dicho objeto (23) en su interior en relación de ajuste apretado, caracterizado dicho material de empaque en que incluye una pluralidad de partículas (1) discretas y una red de células (7) de micelio interconectadas que se extiende a través y alrededor de dichas partículas (1) discretas y que unen dichas partículas (1) discretas entre sí.
27. Un paquete como se define en la reivindicación 26 en donde dicho material de empaque se caracteriza en que es rompible en secciones discretas para permitir la retirada de dichas secciones de dicho objeto (23).
28. Un paquete como se define en la reivindicación 26 caracterizado además en que tiene una cinta (24) envuelta alrededor de dicho objeto (23) y que se extiende a través de dicho material de empaque a una superficie externa de dicho material de empaque para romper dicho material de empaque en secciones discretas para la retirada de dicho objeto (23).
29. Un recinto de crecimiento que comprende una forma (33) moldeada que define una cavidad con una parte superior abierta y una tapa para el montaje en la dicha forma moldeada para cerrar dicha parte superior abierta de la misma caracterizado porque dicha forma moldeada contiene un sustrato de partículas discretas, un material nutriente, un inóculo incluyendo un hongo preseleccionado para el crecimiento dentro de dicho sustrato y un disco de filtro dimensionado y calibrado para la forma y el volumen de dicha cavidad montado en dicha tapa para permitir el paso de dióxido de carbono desde el interior de dicha cavidad hacia el exterior de dicha tapa y para permitir el paso de oxígeno desde el exterior de dicha tapa al interior de dicha cavidad.
30. Un recinto de crecimiento tal como se define en la reivindicación 29, caracterizado además en que tiene un mecanismo de control de temperatura que incluye una red de tubos alrededor de dicha forma moldeada para regular la temperatura dentro de dicha cavidad.

Fig. 1

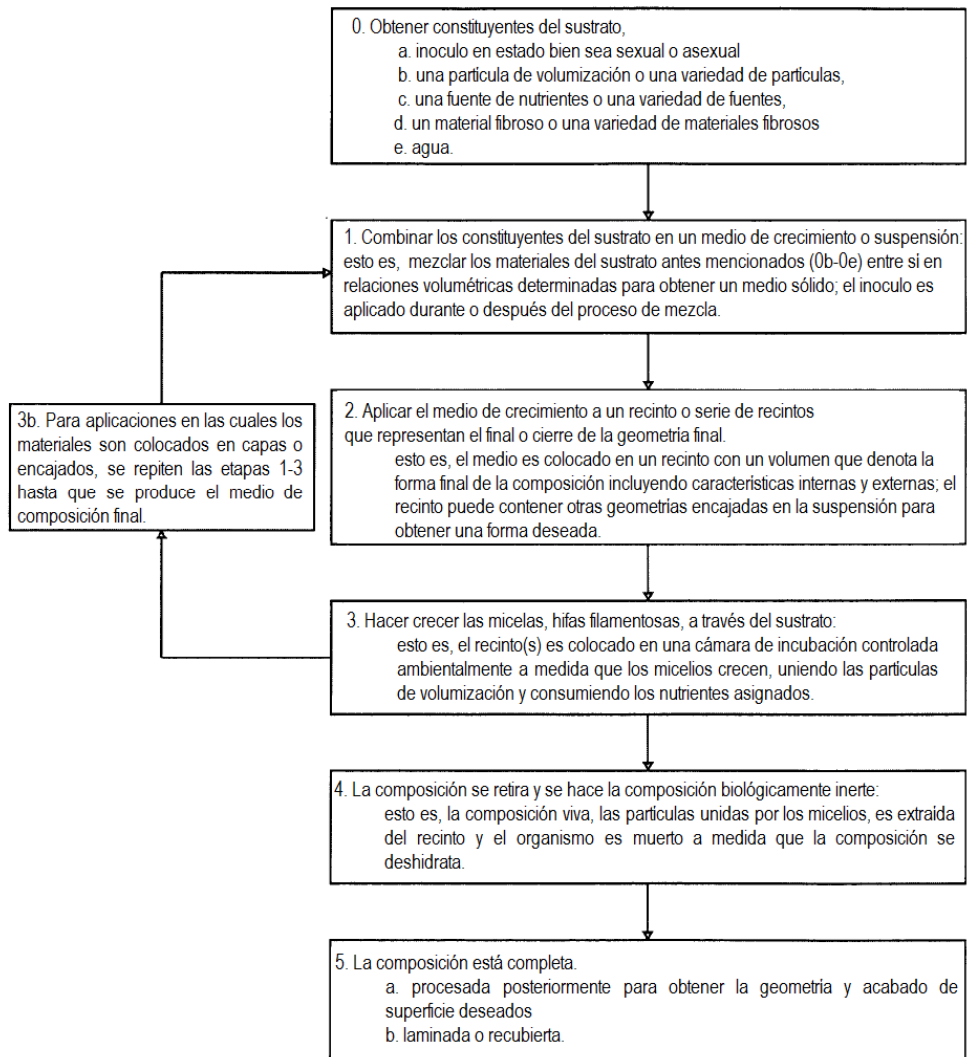


Fig. 2

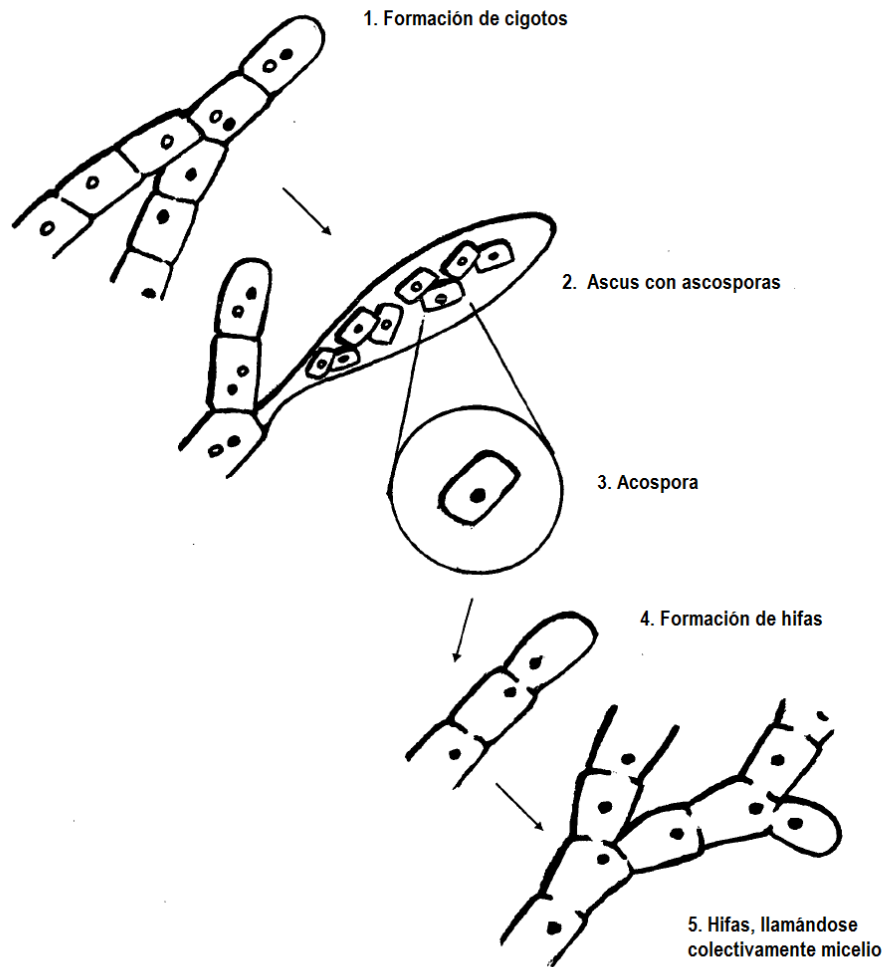


Fig. 3

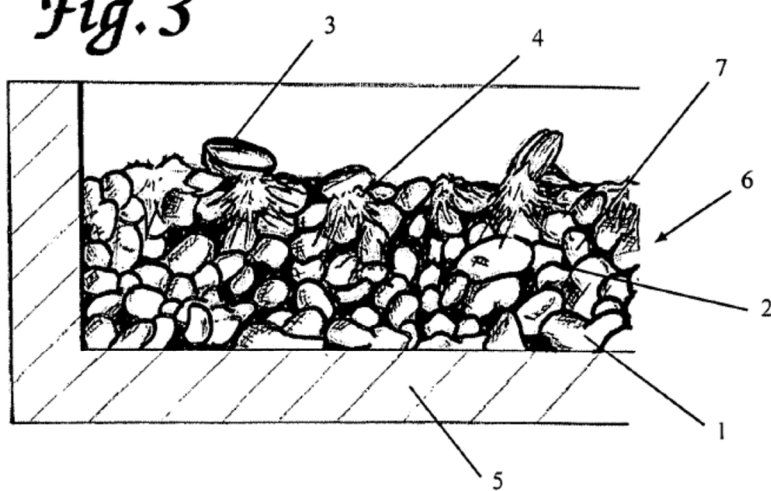


Fig. 4

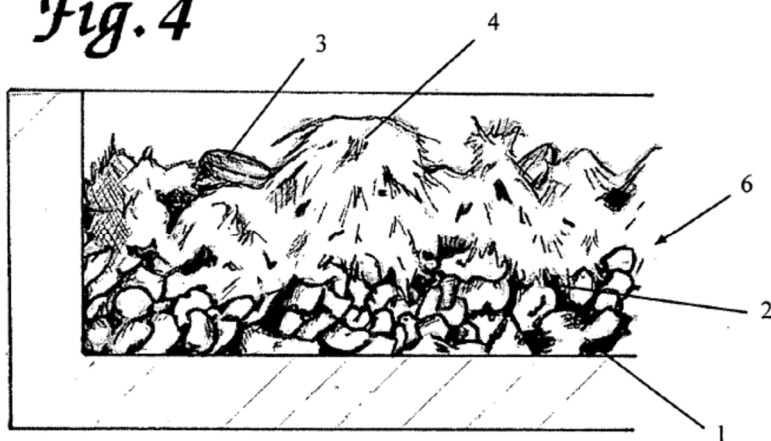


Fig. 5

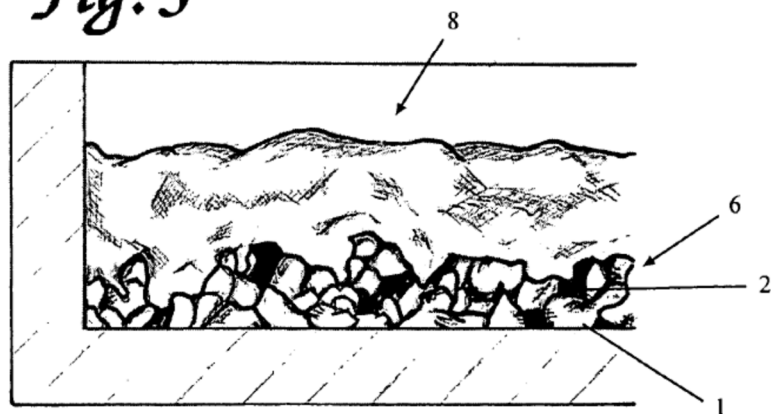


Fig. 6

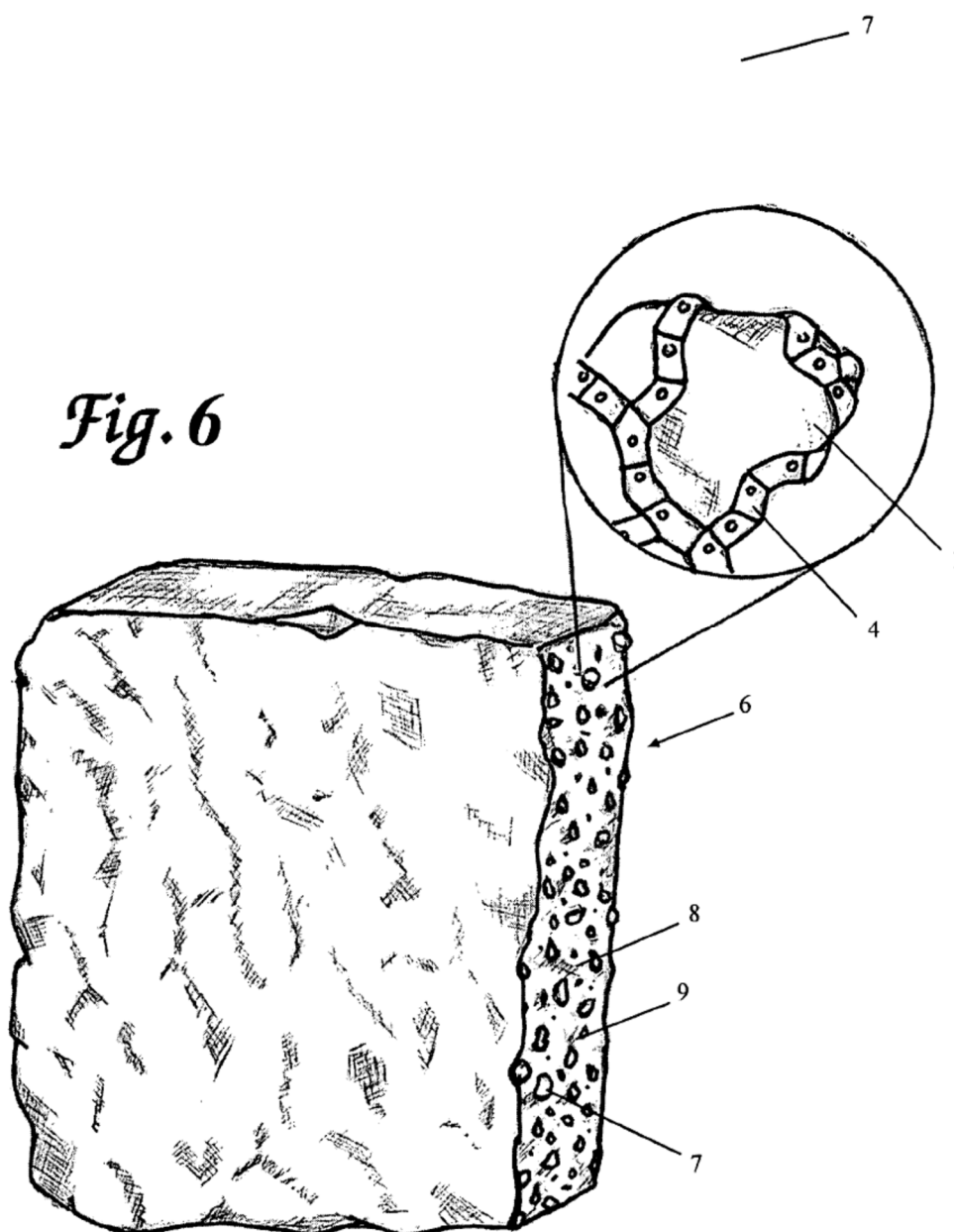


Fig. 7

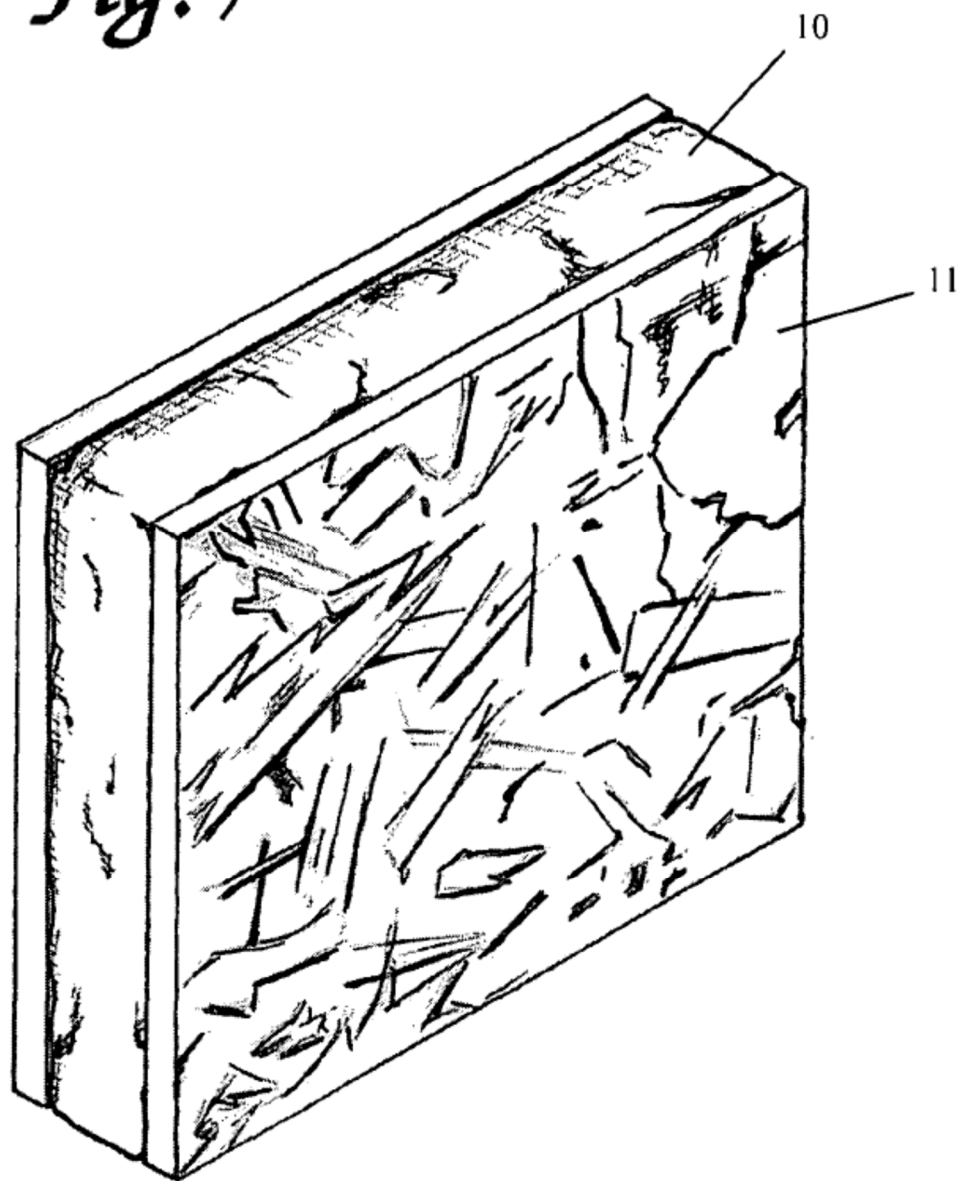
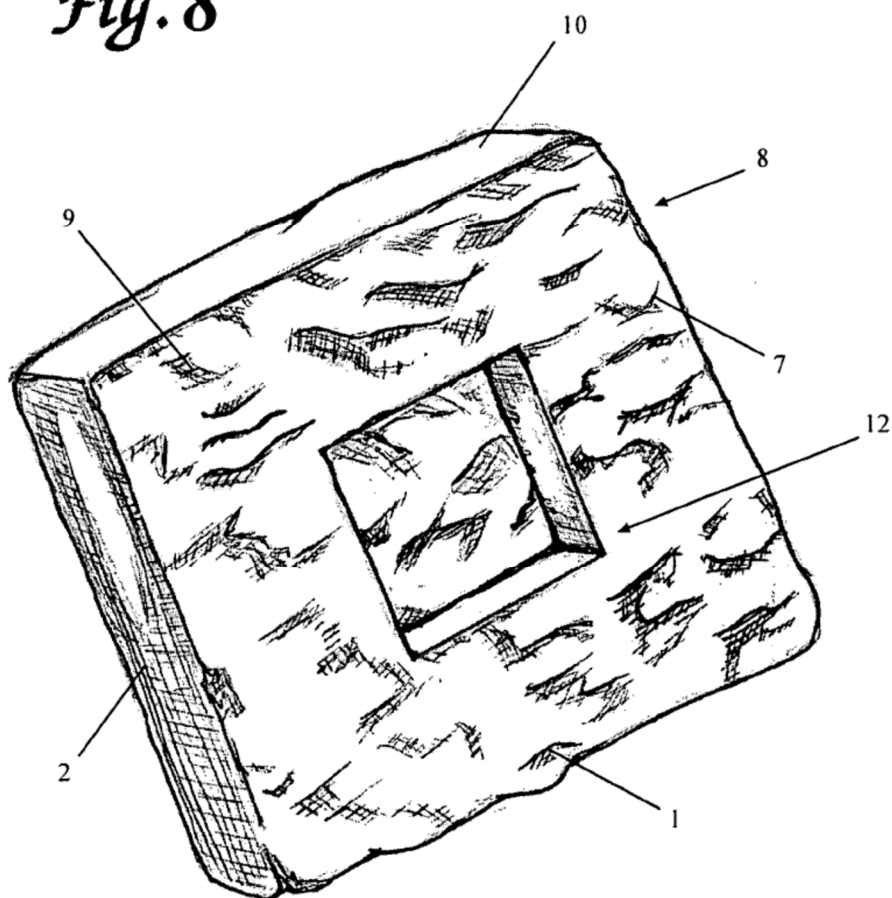


Fig. 8



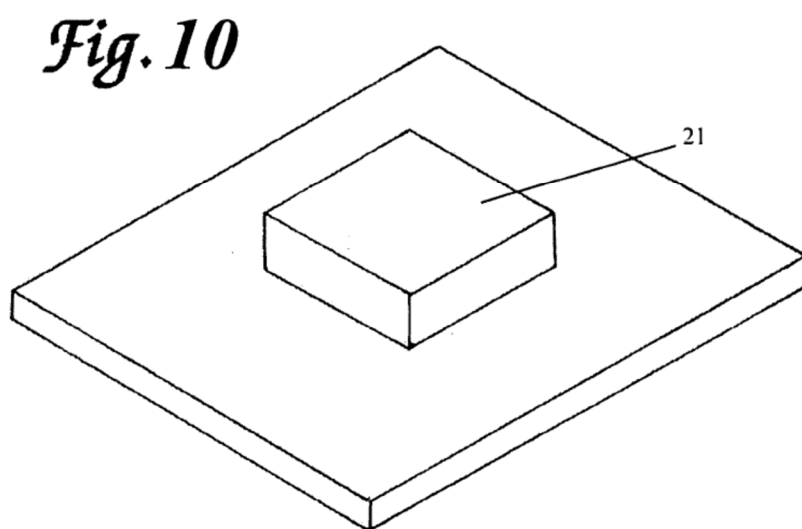
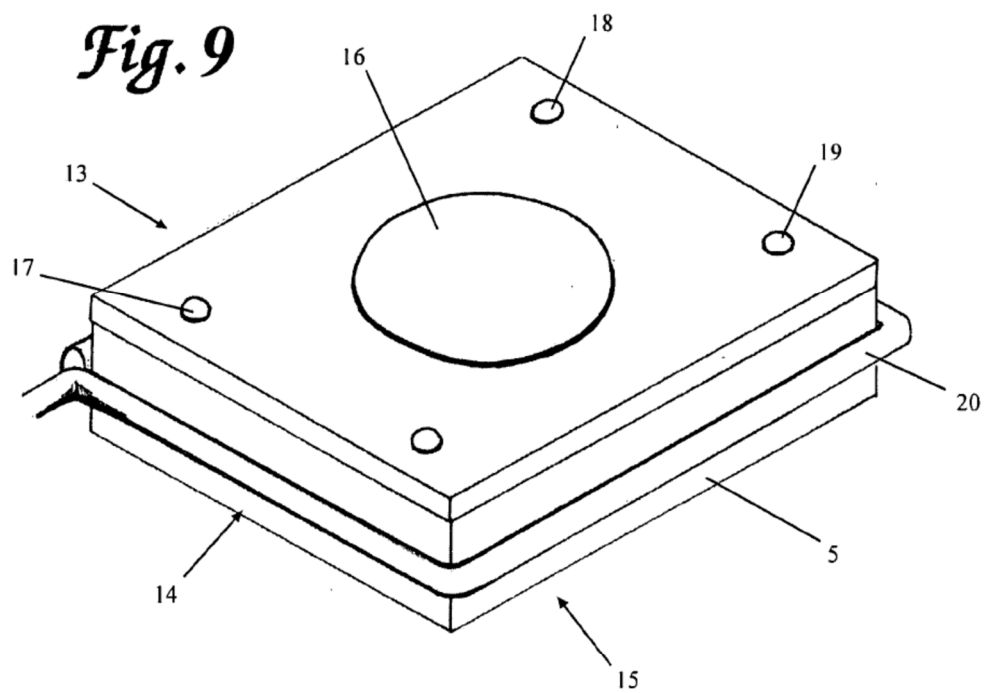


Fig. 11

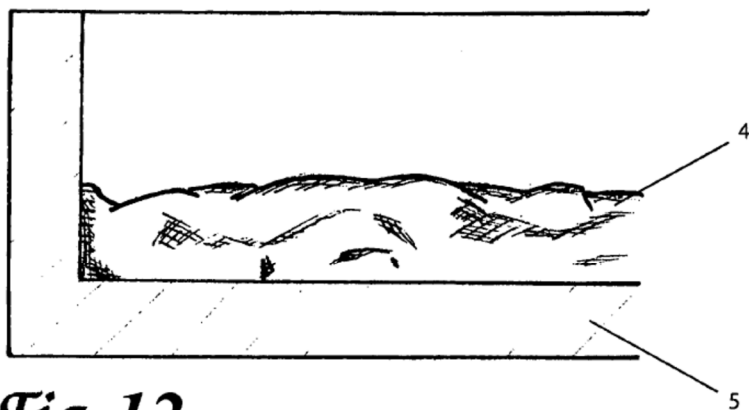


Fig. 12

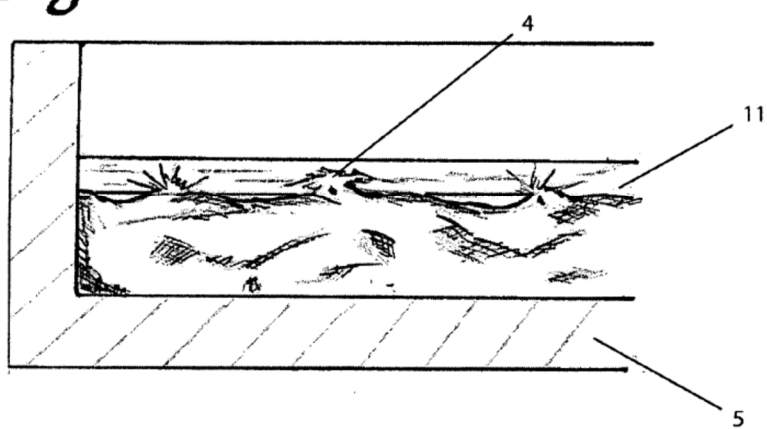


Fig. 13

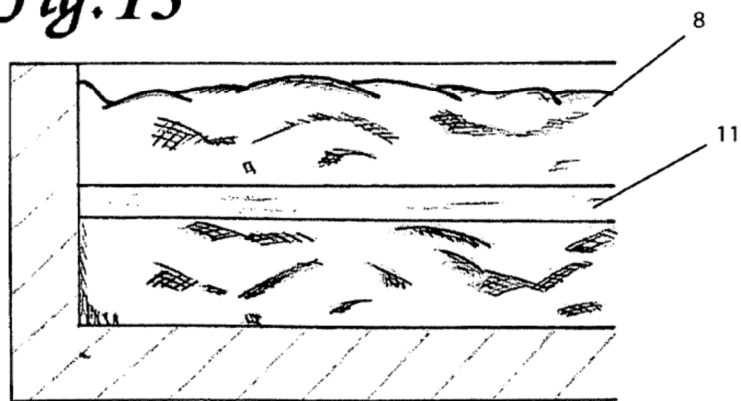


Fig. 14

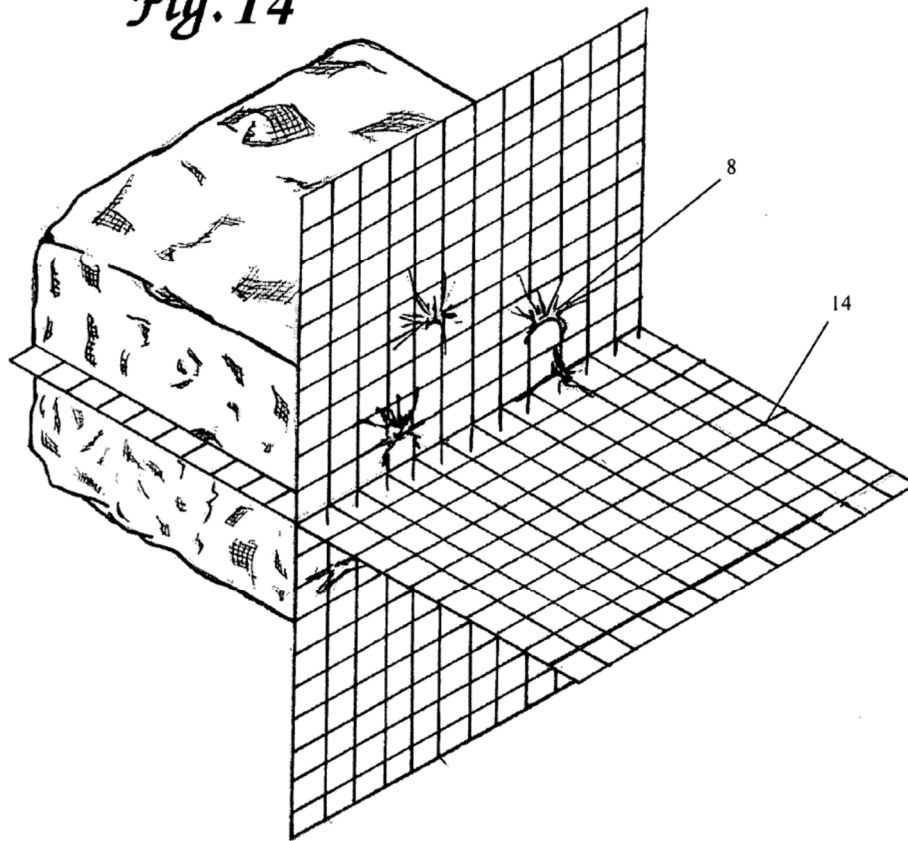


Fig. 15

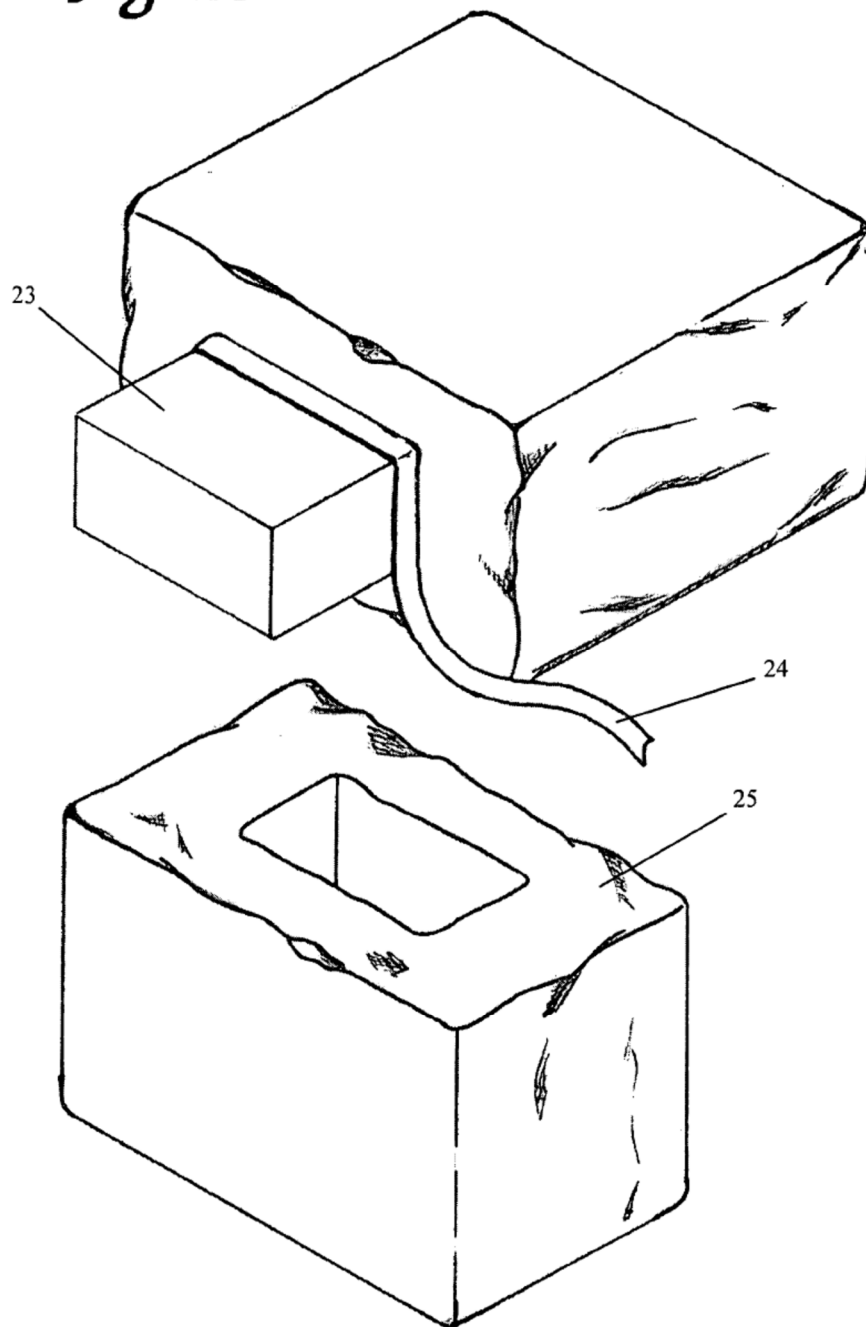


Fig. 16

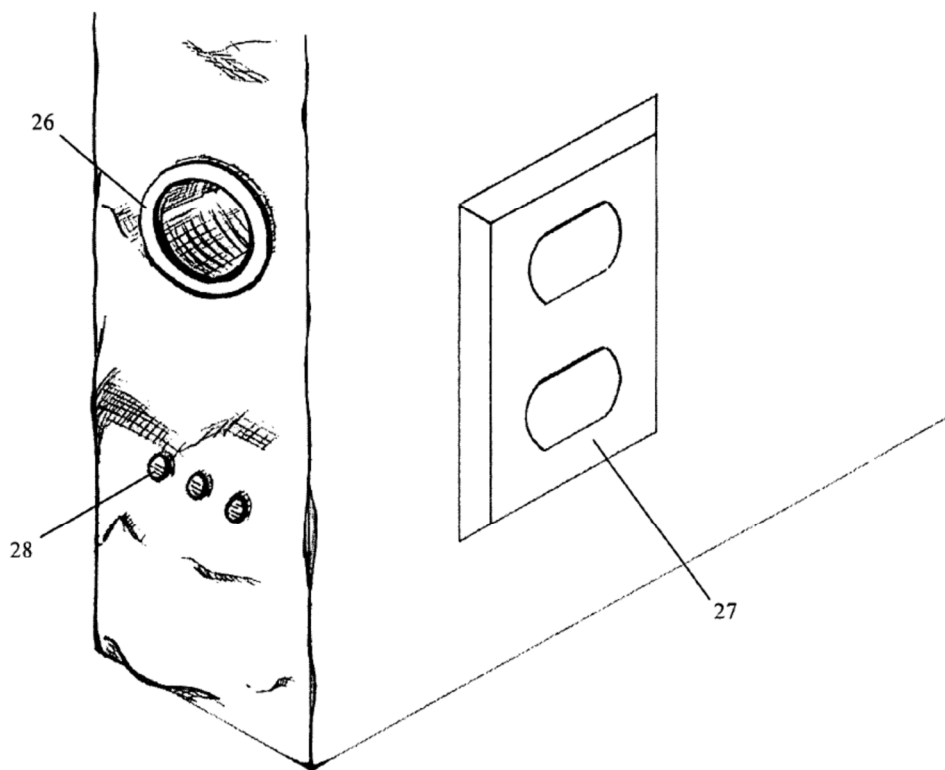


Fig. 17

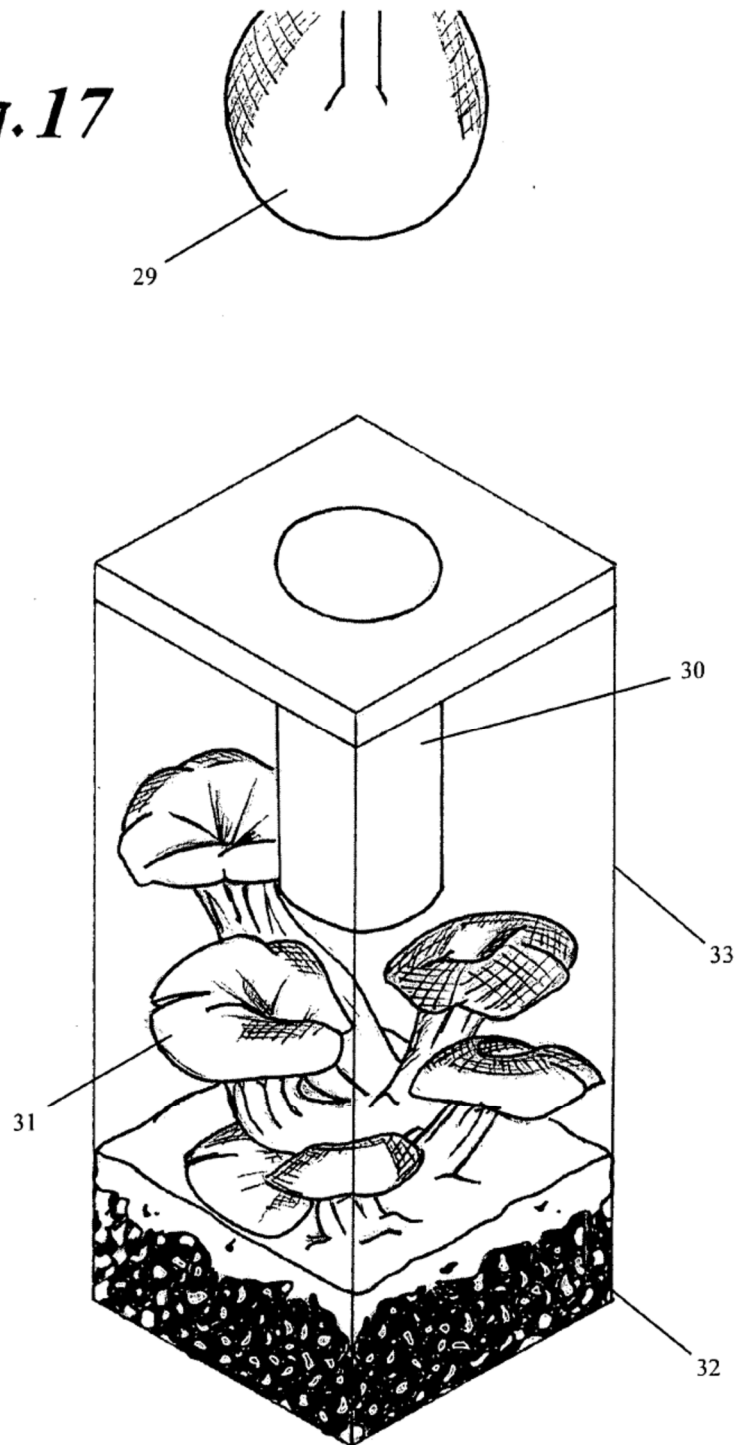


Fig. 18

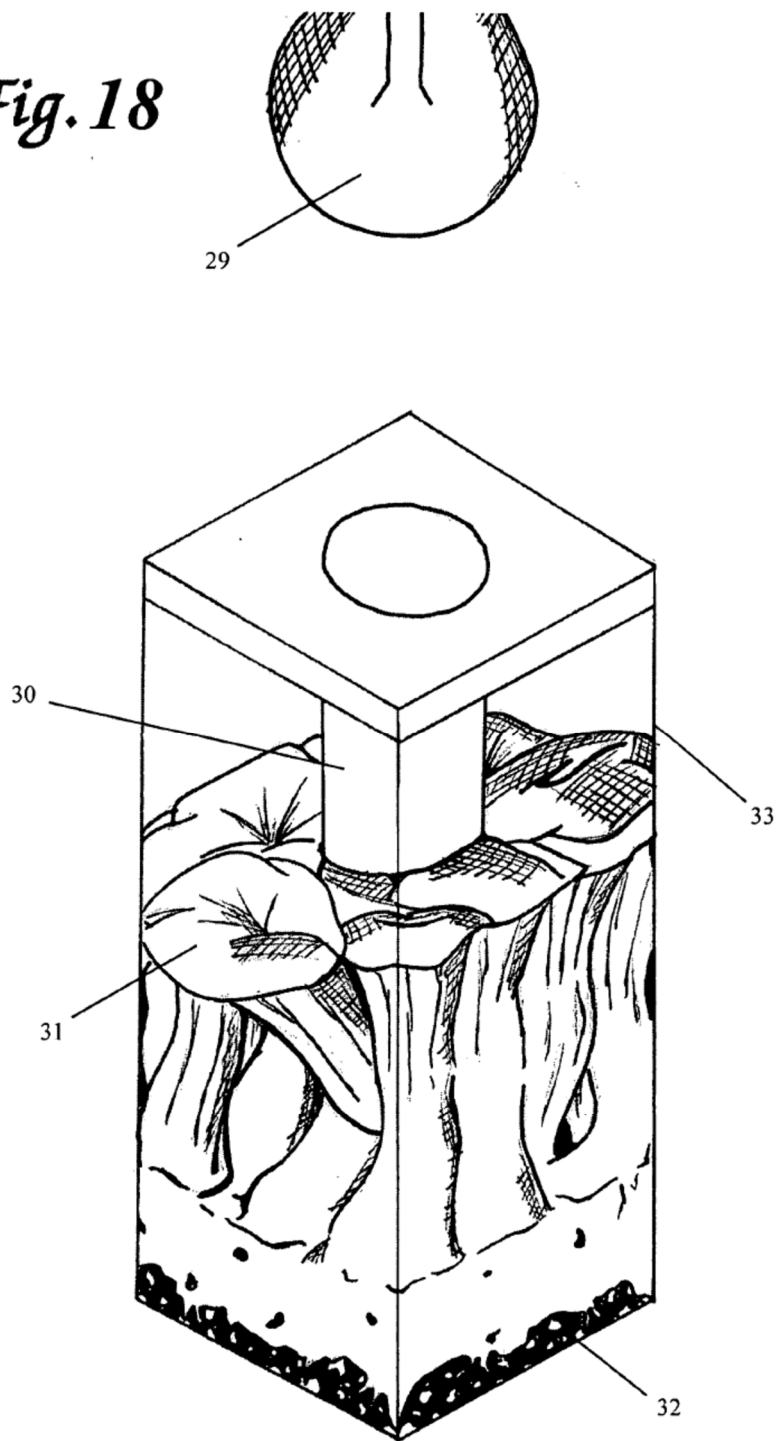


Fig. 19