

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 448**

51 Int. Cl.:

B01F 7/00 (2006.01)

B01F 7/04 (2006.01)

C05F 17/00 (2010.01)

C05F 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2013 PCT/SG2013/000524**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14092648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2013 E 13863573 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2931411**

54 Título: **Aparato para el tratamiento de masa orgánica**

30 Prioridad:

14.12.2012 GB 201222641

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

30.12.2020

73 Titular/es:

**BIOMAX HOLDINGS PTE LTD (100.0%)
Blk 4 Kaki Bukit Avenue 1 No. 05-07-08
Singapore 417939, SG**

72 Inventor/es:

**SIM, ENG TONG;
CHUA, SIOK LUI y
PUAH, CHUM MOK**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 800 448 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

Aparato para el tratamiento de masa orgánica

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un aparato para tratar la masa orgánica. Más particularmente, se describe un sistema para reciclar el amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica.

10 Antecedentes de la invención

[0002] Anualmente se generan grandes cantidades de residuos orgánicos de plantaciones agrícolas, granjas de animales, molinos, plantas de procesamiento de alimentos y plantas industriales. La cantidad de residuos orgánicos generados ha aumentado cada año a medida que se expanden las industrias agroalimentarias. En consecuencia, la eliminación de estos residuos ha sido una preocupación importante en los últimos años.

[0003] El compostaje ha sido reconocido como una forma eficaz de abordar el problema de la eliminación de residuos orgánicos. El compostaje convierte los residuos orgánicos en fertilizantes mediante un proceso microbiológico. Sin embargo, el compostaje natural de los residuos orgánicos por microorganismos de origen natural puede tardar hasta meses e incluso años en madurar, y típicamente da como resultado un producto con valores relativamente bajos de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) debido a las grandes cantidades de amoníaco, iones amonio, fósforo, potasio y elementos traza esenciales que se pierden en el medio ambiente durante el periodo de compostaje. Dichas pérdidas disminuyen la cantidad de elementos esenciales en el producto compostado final. Los fertilizantes orgánicos con bajos valores de NPK son menos útiles y menos valiosos comercialmente.

[0004] Para aumentar la velocidad del compostaje, los residuos orgánicos se airean agitando los residuos o suministrando aire a los residuos. Existen muchos sistemas domésticos de compostaje conocidos en la técnica que comprenden tambores agitados o rotativos dotados de aireación natural o sopladores de aire. También hay otros sistemas domésticos que incluyen gusanos o microbios para aumentar la velocidad del compostaje. La aireación ayuda a la digestión aerobia de los residuos orgánicos, evitando así la producción de malos olores cuando se establecen condiciones anaerobias. Si bien el periodo de compostaje se reduce a unas pocas semanas, no obstante, estos sistemas no pueden garantizar una aireación homogénea y tienden a existir bolsas de microambientes anaerobios.

[0005] En el frente comercial, hay muchos sistemas de compostaje comerciales conocidos que incluyen compostadores en hileras y compostadores en túnel. Aunque los sistemas de compostaje en hileras y pilas estáticas pueden manejar grandes cantidades de residuos orgánicos, requieren una cantidad igualmente grande de tierra y, por lo tanto, su uso se limita a las afueras de las áreas urbanas.

[0006] Los sistemas de compostaje en túnel y los sistemas en recipientes, por otro lado, no pueden lograr una operación a gran escala. Aunque estos sistemas pueden permitir, como máximo, la descomposición a media escala en un espacio cerrado, requieren un alto consumo de energía, lo que los hace relativamente más caros. Además, los fertilizantes orgánicos producidos son de calidad inconsistente. Los sistemas de compostaje en recipientes conocidos pueden proporcionar buenas capacidades de mezcla en pequeños volúmenes de hasta 3 toneladas. Sin embargo, la ampliación es problemática debido a la mayor presencia de bolsas de microambientes anaerobios en recipientes de más de 3 toneladas. Estos espacios muertos no solo dan como resultado la producción de malos olores, sino que también comprometen la calidad de los fertilizantes orgánicos producidos.

[0007] El documento DE29906703U1 describe un dispositivo de mezcla para la preparación de suspensiones.

[0008] Existe otro compostador conocido que comprende una pluralidad de palas para facilitar la mezcla del material de compost. Sin embargo, dichos compostadores consumen grandes cantidades de energía y no son económicos.

[0009] El documento DE29906703U1 mencionado anteriormente describe un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1.

[0010] Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar un aparato y un sistema para tratar los residuos orgánicos que superen, o al menos mejoren, una o más de las desventajas descritas anteriormente.

60 Resumen de la invención

[0011] Los anteriores y otros problemas se resuelven y se logra un avance en la técnica mediante un aparato mejorado para el compostaje de masa orgánica, tal como residuos orgánicos. También se describe un sistema para reciclar el amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica por el aparato. Por lo tanto, la presente invención se refiere a un aparato para tratar medios orgánicos según las reivindicaciones adjuntas.

- 5 **[0012]** Las ventajas del aparato y el sistema incluyen, pero sin limitación, las siguientes. El aparato proporciona un medio para ampliar las operaciones de compostaje. Sin embargo, no requiere grandes cantidades de espacio para la mayor cantidad de rendimiento. El aparato permite una aireación homogénea a través de los residuos orgánicos, reduciendo así los malos olores. Los residuos orgánicos se pueden tratar para que maduren bien en un periodo de tiempo relativamente corto, por ejemplo, menos de un día. El aparato y el sistema producen fertilizantes orgánicos con mayores valores de NPK, por ejemplo, un valor de NPK de más de 6. El aparato y el sistema evitan la pérdida de nutrientes de la masa orgánica. El aparato y el sistema proporcionan una solución al problema de eliminación de residuos al convertir los residuos orgánicos en fertilizantes orgánicos útiles.
- 10 **[0013]** Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para tratar la masa orgánica según la reivindicación 1. El aparato comprende una cámara para contener una mezcla de masa orgánica y uno o más microorganismos seleccionados para degradar la masa orgánica; y medios de agitación proporcionados en la cámara para agitar la mezcla. Los medios de agitación comprenden un eje giratorio que se extiende a través de un orificio central de la cámara; una pluralidad de brazos agitadores que se extienden desde el eje; y una pala conectada a cada uno de la pluralidad de brazos agitadores. La pala está dispuesta para formar un primer ángulo con respecto al eje longitudinal del brazo agitador conectado y un segundo ángulo con respecto al eje longitudinal del eje. La pluralidad de brazos agitadores con cada brazo conectado con la pala en ángulo en el primer y segundo ángulos permite una mezcla homogénea de la mezcla sin derramamiento fuera de la cámara en respuesta a la rotación del eje.
- 15 **[0014]** Los medios de agitación permiten una mezcla homogénea de la masa orgánica, aumentando así el área superficial de la masa orgánica expuesta al oxígeno. Por lo tanto, la velocidad de degradación aerobia de la masa orgánica puede aumentarse, y la velocidad de degradación anaerobia de la masa orgánica puede reducirse ventajosamente. La reducción de la velocidad de degradación anaerobia reduce ventajosamente la generación de malos olores durante el tratamiento de la masa orgánica.
- 20 **[0015]** La calidad de la masa orgánica tratada depende de la cantidad de elementos esenciales de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (o NPK para abreviar) presentes en el producto final. Generalmente, cuanto mayor es el valor de NPK, mejor es la calidad de la masa orgánica tratada, es decir, más nutrientes hay en la masa orgánica tratada. Por ejemplo, puede obtenerse una masa orgánica tratada con valores de NPK de 6 y superiores en un día mediante esta invención.
- 25 **[0016]** El segundo ángulo de la pala de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores se dispone en un ángulo diferente para dirigir la mezcla en diferentes direcciones. El segundo ángulo de la pala de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores recorre secuencialmente de 0° a 180°. Preferentemente, el segundo ángulo de la pala de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores recorre secuencialmente de 0°, 45°, 90°, 135° a 180°.
- 30 **[0017]** Preferentemente, el primer ángulo está dentro de un intervalo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°. Preferentemente, el primer ángulo de la pala de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores está dispuesto en un ángulo diferente.
- 35 **[0018]** Preferentemente, los medios de agitación comprenden además un elemento conectado a la pala para formar un medio para dirigir la mezcla. Preferentemente, el elemento está dispuesto sustancialmente en perpendicular a la pala en un plano que forma una configuración sustancialmente en forma de T. Preferentemente, el elemento está dispuesto en un borde de la pala en un plano que forma una configuración sustancialmente en forma de L.
- 40 **[0019]** Preferentemente, la pluralidad de brazos agitadores está espaciados uniformemente a lo largo de la longitud del eje. Preferentemente, el orificio central de la cámara es sustancialmente paralelo al suelo.
- 45 **[0020]** Preferentemente, la cámara está hecha de un material capaz de resistir la mezcla. Preferentemente, la cámara tiene una capacidad dentro de un intervalo de 4.000 l a 80.000 l. Preferentemente, la pared interna de la cámara comprende estructuras de tipo pasador.
- 50 **[0021]** Preferentemente, la pala está formada integralmente con cada uno de la pluralidad de brazos agitadores. Preferentemente, cada uno de la pluralidad de brazos agitadores está formado integralmente con el eje.
- 55 **[0022]** Preferentemente, los medios de agitación comprenden además una pluralidad de palas conectadas a cada uno de la pluralidad de brazos agitadores.
- 60 **[0023]** Según las realizaciones de esta invención, el aparato comprende además medios para controlar el entorno dentro de la cámara. Los medios de control de entorno incluyen medios de control de temperatura, medios de control de pH, medios de control de humedad y/o medios de aireación. Preferentemente, los medios de control de temperatura incluyen aceite de calentamiento que encapsula al menos una porción del perímetro de la cámara.
- 65 **[0024]** Preferentemente, el uno o más microorganismos se seleccionan de un grupo que consiste en

microorganismos de *Bacillus sp.*, microorganismos de *Pseudomonas sp.*, microorganismos de *Bifidobacterium sp.*, microorganismos de *Lactobacillus sp.*, microorganismos de *Streptomyces sp.*, microorganismos de *Corynebacterium sp.*, y mezclas de los mismos.

- 5 **[0025]** Preferentemente, el aparato comprende además un sistema para reciclar amoniaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica. El sistema incluye medios para recoger el amoniaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica; y medios para distribuir el amoniaco recogido por los medios de recogida en los que los medios de distribución están conectados de manera fluida a los medios de recogida.
- 10 **[0026]** Preferentemente, el amoniaco recogido se recicla de regreso a la cámara. Preferentemente, el amoniaco recogido se recicla a la masa orgánica tratada fuera del aparato. Preferentemente, los medios de recogida son una tubería capaz de resistir el amoniaco. Preferentemente, los medios de distribución son una tubería capaz de resistir el amoniaco.
- 15 **[0027]** El amoniaco reciclado aumenta la cantidad de nitrógeno esencial presente en el producto final. La masa orgánica tratada posee un alto valor de NPK y, por lo tanto, posee una gran cantidad de nutrientes. Por lo tanto, la masa orgánica tratada puede usarse ventajosamente como fertilizante orgánico de alta calidad.

Definiciones

- 20 **[0028]** Las siguientes palabras y términos utilizados en esta invención tendrán el significado indicado: La palabra "sustancialmente" no excluye "completamente" por ejemplo, una composición que está "sustancialmente libre" de Y puede estar completamente libre de Y. Cuando sea necesario, la palabra "sustancialmente" puede omitirse de la definición de la invención.
- 25 **[0029]** A menos que se especifique de otro modo, los términos "que comprende" y "comprenden", y las variantes gramaticales de los mismos, pretenden representar el lenguaje "abierto" o "inclusivo" de modo que incluyan elementos citados, pero también permitan la inclusión de elementos adicionales no citados.
- 30 **[0030]** Como se usa en esta invención, el término "aproximadamente", en el contexto de concentraciones de componentes de las formulaciones, típicamente significa +/- 5 % del valor indicado, más típicamente +/- 4 % del valor indicado, más típicamente +/- 3 % del valor indicado, más típicamente, +/- 2 % del valor indicado, aún más típicamente +/- 1 % del valor indicado, y aún más típicamente +/- 0,5 % del valor indicado.
- 35 **[0031]** A lo largo de esta descripción, ciertas realizaciones pueden describirse en un formato de intervalo. Debe entenderse que la descripción en formato de intervalo es meramente por conveniencia y brevedad y no debe interpretarse como una limitación inflexible en el alcance de los intervalos descritos. Por consiguiente, se debe considerar que la descripción de un intervalo ha descrito específicamente todos los subintervalos posibles, así como los valores numéricos individuales dentro de ese intervalo. Por ejemplo, se debe considerar que la descripción de un intervalo tal como del 1 al 6 ha descrito específicamente subintervalos tales como del 1 al 3, del 1 al 4, del 1 al 5, del 2 al 4, del 2 al 6, de 3 a 6, etc., así como números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.

Breve descripción de los dibujos

- 45 **[0032]** Los dibujos adjuntos ilustran las realizaciones descritas y sirven para explicar los principios de las realizaciones descritas. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados con fines ilustrativos únicamente, y no como una definición de los límites de la invención.
- 50 La figura 1 muestra una vista interna en perspectiva de una realización de un aparato para tratar la masa orgánica. La figura 2a muestra una vista en perspectiva de otra realización de un aparato para tratar la masa orgánica. La figura 2b muestra una vista interna en perspectiva del aparato ilustrado en la figura 2a. La figura 3a muestra una vista en perspectiva del lado opuesto del aparato ilustrado en la figura 2a. La figura 3b muestra una vista interna en perspectiva del aparato ilustrado en la figura 3a.
- 55 La figura 4a muestra una vista en perspectiva de una realización de un medio de agitación. La figura 4b muestra una vista final lateral de los medios de agitación ilustrados en la figura 4a. La figura 4c muestra una vista superior de los medios de agitación ilustrados en la figura 4a. La figura 4d muestra vistas en primer plano del brazo agitador ilustrado en la figura 4a con una pala y un elemento conectado a ésta.
- 60 La figura 5 muestra un diagrama esquemático de una realización de un sistema para reciclar amoniaco.

Descripción detallada de la invención

- [0033]** La masa orgánica que puede tratarse por el aparato de la presente invención incluye, pero sin limitación, 65 desechos agrícolas, desechos de alimentos, desechos orgánicos, efluentes de extractoras, desechos municipales,

aguas residuales, lodos, desechos animales y desechos industriales. Los desechos agrícolas ejemplares incluyen, pero sin limitación, racimo de fruta vacío de palma aceitera (EFB), cáscara de oliva, mazorca de maíz, cáscara de grano de café, cáscara de arroz, paja de arroz, compost de setas usado, follaje de palma, tronco de palma, cáscaras de almendra de palma, fibra de palma, efluentes agrícolas, desechos de mataderos, lodos de biogás, lodos de aguas residuales, desechos de cuero, esquejes de flores, compost de flores gastado, paja de trigo, desechos de frutas, desechos vegetales, y similares. Los desechos animales ejemplares incluyen, pero sin limitación, animales muertos, plumas de animales y estiércol animal, tal como estiércol de aves de corral, estiércol de vaca, estiércol de cabra, estiércol de caballo, estiércol de oveja y estiércol de cerdo. El estiércol de aves pueden ser excrementos de pollo. Los desechos animales también pueden incluir aguas residuales humanas. El efluente de extractoras puede ser, por ejemplo, efluente de extractoras de aceite de palma (POME) y lodo de POME.

[0034] La masa orgánica a tratar puede seleccionarse basándose en criterios tales como la disponibilidad debido, por ejemplo, a la variabilidad geográfica o estacional, el coste, la idoneidad, el producto deseado y las propiedades del producto, y similares. Por ejemplo, en las regiones productoras de aceite de palma, se generan anualmente aproximadamente 8 millones de toneladas de racimos de frutas vacíos (EFB) y, por lo tanto, proporcionan una fuente abundante de residuos orgánicos que pueden tratarse para convertir, al menos parcialmente, el EFB en fertilizante orgánico útil. De manera similar, una planta de procesamiento de alimentos típica puede generar entre aproximadamente 1,5 a aproximadamente 2 toneladas de lodo al día, mientras que un matadero de aves de corral puede generar aproximadamente 300 m³/día de aguas residuales, lo que da como resultado abundantes fuentes de residuos orgánicos para su uso en el sistema descrito.

[0035] Como se puede apreciar, la masa orgánica puede estar húmeda y/o densa. Por consiguiente, se pueden añadir materiales de carga a la mezcla en la zona de tratamiento del aparato para reducir la densidad de la mezcla y permitir que el aire penetre en la mezcla. Como los materiales de carga son típicamente secos y porosos, evitan ventajosamente que tenga lugar la fermentación anaerobia en la zona de tratamiento. Los ejemplos de materiales de carga incluyen, pero sin limitación, aserrín, cáscaras de arroz, EFB, posos de café, trigo trillado y paja de arroz, compost de setas gastado y hojas secas.

[0036] La figura 1 muestra una vista interna en perspectiva del aparato 100 para tratar la masa orgánica. El aparato 100 comprende la cámara 106 para contener una mezcla de masa orgánica y uno o más microorganismos seleccionados para degradar la masa orgánica. La cámara 106 también se denomina zona de tratamiento, ya que este es el lugar en el que se tratará la masa orgánica. Preferentemente, la cámara 106 es un recipiente cilíndrico en forma de U. La mezcla se agita por medios de agitación 120 proporcionados en la cámara 106. Los medios de agitación 120 comprenden un eje giratorio 114, una pluralidad de brazos agitadores 116 y una pala 118 conectada a cada brazo agitador 116. El eje 114 se extiende a través de un orificio central de la cámara 106 y puede girar en torno a su eje longitudinal x1 accionado por el motor 108. Preferentemente, el orificio central de la cámara 106 es sustancialmente paralelo al suelo. La velocidad de rotación del eje 114 se puede ajustar a través de la caja de engranajes 107. El motor 108 y la caja de engranajes 107 están unidos por la correa en V 113. La pala 118 puede incluir un elemento 119 para formar un medio para dirigir la mezcla dentro de la cámara 106.

[0037] La masa orgánica a tratar se introduce en la cámara 106 mediante la cinta transportadora 101. La cinta transportadora 101 transporta la masa orgánica a la entrada 103 y a la cámara 106. Los microorganismos utilizados para degradar la masa orgánica también se introducen en la cámara 106 a través de entrada 103. El aparato 100 puede tener uno o más sopladores de aire 105 que proporcionan oxígeno a la mezcla para acelerar la degradación aerobia de la masa orgánica. Cualquier exceso o subproducto de gases generados durante el tratamiento de la masa orgánica puede ser expulsado de la cámara 106 a través de la rejilla de ventilación 104. La mezcla en la cámara 106 se calienta mediante aceite de calentamiento que encapsula todo o al menos una porción del perímetro de la cámara 106 por la bomba de circulación de aceite 109. La temperatura del aceite de calentamiento se mantiene en el tanque de aceite térmico 102 por el elemento de calentamiento 112. La masa orgánica tratada se descarga desde la cámara 106 a través de la salida 110 que puede ser operada por una válvula neumática. El fertilizante descargado (masa orgánica tratada) es transportado fuera del aparato 100 por la cinta transportadora 111.

[0038] Como se muestra en la figura 1 (o las figuras 4a y 4c), los brazos agitadores 116 (o 316) se extienden desde el eje longitudinal x1 del eje 114 (o 314). Los brazos agitadores 116 (o 316) pueden extenderse en cualquier ángulo adecuado con respecto al eje longitudinal x1 del eje 114 (o 314). Preferentemente, los brazos agitadores 116 (o 316) son sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal x1 del eje 114 (o 314). En algunas realizaciones, el brazo agitador 116 (o 316) puede extenderse desde el eje 114 (o 314) en un ángulo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 100°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 90°, o de aproximadamente 80° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 90° a aproximadamente 110°, con respecto al eje longitudinal x1 del eje 114 (o 314). Puede haber dos o más brazos agitadores 116 (o 316) que se extienden desde el eje 114 (o 314). En una realización mostrada en la figura 4a, diez brazos agitadores 116 (o 316) se extienden desde el eje 114 (o 314). La pala 118 (o 318) está conectada a cada brazo agitador 116 (o 316) para agitar y mover la mezcla en la cámara 106. La pala 118 (o 318) puede tener cualquier forma y tamaño adecuados, por ejemplo, puede ser una pala plana sustancialmente rectangular. En algunas realizaciones, cada brazo agitador 116 (o 316) puede tener conectado más de una pala 118 (o 318). Por ejemplo, cada brazo agitador

- 116 (o 316) puede tener dos palas 118 (o 318). La pala 118 (o 318) se puede conectar a cada brazo agitador 116 (o 316) en cualquier parte de la pala 118 (o 318) que sea adecuada para agitar o mover la mezcla. Por ejemplo, la pala 118 (o 318) está conectada al brazo agitador 116 (o 316) aproximadamente en la parte intermedia de la pala 118 (o 318) (véase la figura 4d). Además, la pala 118 (o 318) puede conectarse a cualquier parte a lo largo del eje longitudinal x2 del brazo agitador 116 (o 316). Preferentemente, la pala 118 (o 318) está conectada adyacente a una porción final del brazo agitador 116 (o 316) opuesta al extremo conectado al eje 114 (o 314). La pala 118 (o 318) que se conecta a la porción extrema del brazo agitador 116 (o 316) y proximal a la pared interna de la cámara 106 promueve una mezcla homogénea. El hueco entre la pala 118 (o 318) y la pared interna de la cámara 106 puede ser de 15 mm.
- 10 **[0039]** La pala 118 (o 318) como se muestra en las figuras 4c y 4d) está dispuesta para formar un primer ángulo α con respecto al eje longitudinal x2 del brazo agitador 116 (o 316) y un segundo ángulo β con respecto al longitudinal eje x1 del eje 114 (o 314). El primer ángulo α de la pala 118 (o 318) está dentro de un intervalo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°. Preferentemente, el primer ángulo α es de aproximadamente 90°, es decir, la pala 118 (o 318) está sustancialmente perpendicular al eje longitudinal x2 del brazo agitador 116 (o 316). En algunas realizaciones, el primer ángulo α puede ser un valor de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 100°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 90°, o de aproximadamente 80° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 90° a aproximadamente 110°. El primer ángulo α de la pala 118 de cada brazo agitador 116 puede formar un ángulo en el mismo ángulo o en otro diferente.
- 15 **[0040]** El segundo ángulo β de la pala 118 (o 318) está dentro de un intervalo de 0° a 180°. Cuando el segundo ángulo β es 0°, el eje longitudinal de la pala 118 (o 318) es sustancialmente paralelo al eje longitudinal x1 del eje 114 (o 314). Cada pala 118 (o 318) forma un ángulo en un segundo ángulo β diferente, de modo que la mezcla se dirige en diferentes direcciones para permitir una mezcla completa. El segundo ángulo β recorre secuencialmente de 0° a 180°. En algunas realizaciones, el segundo ángulo β recorre secuencialmente de 0°, 45°, 90°, 135° a 180°. Como tal, la mezcla dirigida a lo largo de una trayectoria de recorrido por una pala puede ser recogida por la siguiente pala en ángulo secuencial. Por consiguiente, las palas en ángulo secuencial aseguran ventajosamente que la mezcla se agita constantemente.
- 20 **[0041]** La pala 118 (o 318) puede tener conectado el elemento 119 (o 319) para formar un medio para dirigir la mezcla dentro de la cámara 106. El elemento 119 (o 319) puede tener cualquier forma y tamaño adecuados, tal como una estructura plana sustancialmente rectangular. El elemento 119 (o 319) puede ser integral a la pala 118 (o 318) para formar una sola pieza, o estar acoplado/unido a la pala 118 (o 318). Durante el uso, la pala 118 (o 318) y el elemento 119 (o 319) giran en movimiento junto con el eje giratorio 114 (o 314) para dirigir una porción de la mezcla a lo largo de una dirección de recorrido. El elemento 119 (o 319) está dispuesto en la pala 118 (o 318) en un plano y en ángulo desde el plano de la pala 118 (o 318) de modo que la mezcla es atrapada por la pala 118 (o 318) y el elemento 119 (o 319) y se dirige a lo largo de una dirección de recorrido. Por lo tanto, el elemento 119 (o 319) proporciona un efecto de cuchara mejorado de la pala 118 (o 318). El elemento 119 (o 319) puede estar dispuesto sobre la pala 118 (o 318) en un plano, en un ángulo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 100°, o de aproximadamente 70° a aproximadamente 90°, o de aproximadamente 80° a aproximadamente 110°, o de aproximadamente 90° a aproximadamente 110°, con respecto a la pala 118 (o 318). Preferentemente, el elemento 119 (o 319) es sustancialmente perpendicular a la pala 118 (o 318) en un plano de tal forma que la pala 118 (o 318) y el elemento 119 (o 319) formen una configuración de estructura sustancialmente en forma de T (véase la figura 4d). En algunas realizaciones, el elemento 119 (o 319) está dispuesto en un borde de la pala 118 (o 318) en un plano, formando una estructura sustancialmente en forma de L.
- 25 **[0042]** Preferentemente, la pala 118 (o 318) se dispone proximal a la superficie interna (pared) de la cámara 106 para facilitar el movimiento de bolsas sin mezclar de la mezcla proximal a los lados de la cámara 106. La pala 118 (o 318) evita que la mezcla se empuje hacia los lados o la parte superior de la cámara 106. Por lo tanto, la pala 118 (o 318) puede evitar ventajosamente que la mezcla se derrame fuera de la cámara 106 durante la mezcla. La pala 118 (o 318) puede formarse integralmente con el brazo agitador 116 (o 316), y el brazo agitador 116 (o 316) puede formarse integralmente con el eje giratorio 114 (o 314). En algunas realizaciones, el eje giratorio 114 (o 314), el brazo agitador 116 (o 316) y la pala 118 (o 318) pueden estar acoplados entre sí. Por ejemplo, el brazo agitador 116 (o 316) puede soldarse sobre el eje giratorio 114 (o 314), y la pala 118 (o 318) está soldada sobre el brazo agitador 116 (o 316).
- 30 **[0043]** La masa orgánica en la cámara 106, tal como los desechos animales y el lodo, puede ser viscosa y/o densa. Por lo tanto, puede ser difícil lograr una mezcla suficiente de dicha masa orgánica densa para maximizar el área superficial de la masa orgánica expuesta a los microorganismos y las condiciones óptimas para el tratamiento de la masa orgánica en la cámara 106. Por lo tanto, los medios de agitación 120 están hechos de un material capaz de resistir la mezcla o agitación de material denso. Por ejemplo, los medios de agitación 120 pueden estar hechos de acero inoxidable, tal como acero inoxidable de grado SUS 304.
- 35 **[0044]** Los brazos agitadores 116 (o 316) pueden estar espaciados/dispuestos regularmente/uniformemente a intervalos predeterminados λ a lo largo de la longitud del eje giratorio 114 (o 314). Esta configuración permite ventajosamente maximizar el mezclado de la mezcla en la cámara 106. La distancia entre cada brazo agitador 116 (o 316) dispuesto a lo largo del eje giratorio 114 (o 314) depende de la capacidad de la cámara 106 del aparato 100.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

Típicamente, la distancia λ entre cada brazo agitador 116 (o 316) puede ser de aproximadamente 200 mm a aproximadamente 450 mm. Para un ejemplo de cámara 106 que tiene una capacidad de 4.000 litros, la distancia entre cada brazo agitador es de aproximadamente 252,5 mm. Para otro ejemplo de cámara 106 que tiene una capacidad de 22.000 litros u 80.000 litros, la distancia entre cada brazo agitador 116 es de aproximadamente 415 mm. En otras realizaciones, la distancia λ es de aproximadamente 277 mm para una cámara de 22.000 litros, y aproximadamente 367 mm para una cámara de 22.000 litros. La longitud longitudinal del eje 114 (o 314) puede variar de aproximadamente 3,8 m (por ejemplo, para una cámara de 22.000 l) a aproximadamente 5 m (por ejemplo, para una cámara de 80.000 l). El diámetro del eje 114 puede variar de aproximadamente 26 cm (por ejemplo, para una cámara de 22.000 l) a aproximadamente 35 cm (por ejemplo, para una cámara de 80.000 l).

10

[0045] Los brazos agitadores 116 (o 316) pueden estar regularmente espaciados alrededor de la circunferencia del eje giratorio 114 (o 314) para maximizar el mezclado de la mezcla en la cámara 106. En algunas realizaciones, cuando se ve la sección transversal del eje giratorio 114 (o 314) perpendicular al orificio central, dos brazos agitadores 116 (o 316) pueden desplazarse entre sí en un ángulo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°. Para una realización mostrada en la figura 4b, los brazos agitadores 316 están desplazados entre sí a aproximadamente 90°.

15

[0046] El brazo agitador 116 (o 316) puede tener cualquier forma y tamaño adecuados que sea suficiente para mover o agitar la mezcla en la cámara 106. Por ejemplo, como se ilustra en las figuras, el brazo agitador 116 (o 316) tiene una forma de tipo varilla. En otras realizaciones, el brazo agitador 116 (o 316) tiene forma de tipo aleta. En algunas realizaciones, los bordes del brazo agitador 116 (o 316) son afilados o ahusados y pueden cortar a través de la masa orgánica para maximizar el mezclado de la mezcla. Ventajosamente, la mezcla aumenta el área superficial de la masa orgánica que está expuesta a los microorganismos, y por lo tanto aumenta el contacto de la masa orgánica con los microorganismos.

20

[0047] El eje giratorio 114 (o 314) puede girarse por cualquier medio conocido en la técnica, tal como un motor. El motor debe tener suficiente potencia para girar el eje 114 (o 314) para agitar o mezclar suficientemente la mezcla en la cámara 106. La masa orgánica puede ser viscosa y/o densa y, por lo tanto, puede ser difícil de mezclar. Por lo tanto, la velocidad de rotación del eje 114 (o 314) debe configurarse para garantizar una agitación suficiente de la mezcla. La velocidad de rotación es ajustable dependiendo del tipo de masa orgánica utilizada.

30

[0048] Ventajosamente, los medios de agitación 120 (o 320) (que comprenden el eje giratorio 114 (o 314), los brazos agitadores 116 (o 316) y las palas 118 (o 318)) son más rentables que tener una pluralidad de agitadores independientes o palas dispuestas en la zona de tratamiento. Ventajosamente, el coste de construir el aparato 100 es menor que el coste de construir un aparato que tenga una pluralidad de agitadores o palas independientes. Además, el coste operativo del aparato 100 puede ser menor que el de un aparato con una pluralidad de agitadores o palas independientes debido al menor consumo de energía y al menor coste de mantenimiento debido a la menor cantidad de piezas móviles en el aparato 100.

35

[0049] Las figuras 1 y 2a muestran que la cámara 106 es una cámara cilíndrica cerrada. Sin embargo, la cámara 106 puede tener cualquier otra forma adecuada. Ventajosamente, una cámara cilíndrica puede reducir la posibilidad de espacios muertos, es decir, bolsas sin mezclar, que pueden estar presentes en la cámara con esquinas angulares. La cámara 106 puede tener cualquier capacidad que varíe de aproximadamente 4.000 litros (l) a aproximadamente 80.000 litros (l). Por ejemplo, la cámara 106 puede tener una capacidad de 4.000 l, 22.000 l, 60.000 l u 80.000 l. El tratamiento de la masa orgánica puede realizarse a escala industrial utilizando el aparato 100, y no requiere una cantidad excesiva de espacio. Además, se puede evitar que los olores desagradables o las emisiones gaseosas se liberen a los alrededores. Por lo tanto, cualquier olor desagradable o emisión gaseosa que pueda causar problemas respiratorios o alérgicos a los seres humanos se puede reducir o evitar. El uso del aparato 100 no está restringido a su ubicación. Por ejemplo, el aparato 100 puede estar situado cerca del sitio de generación de residuos para una mayor conveniencia y accesibilidad a la biomasa orgánica. Como alternativa, el aparato 100 puede estar situado en zonas urbanizadas. La capacidad del aparato 100 puede reducirse a tan solo 10 litros y aumentarse hasta 400.000 litros.

45

50

[0050] La cámara 106 puede fabricarse a partir de cualquier material adecuado que sea capaz de resistir mezclas ácidas o alcalinas, tal como el pH de racimo de fruta vacío (EFB) que es de aproximadamente pH 6, el pH de la cáscara de cítricos que es de aproximadamente pH 4, y el pH del estiércol de pollo que es de aproximadamente pH 9. Por ejemplo, la cámara 106 puede estar hecha de acero inoxidable, tal como acero inoxidable de grado SUS 304. Como alternativa, la cámara 106 puede estar hecha de un material polimérico que incluye, pero sin limitación, un epoxi, ésteres de vinilo, plásticos termoestables de poliéster o resinas de fenol formaldehído. El material polimérico puede ser un compuesto reforzado con fibras. Los ejemplos de fibras que se pueden usar incluyen, pero sin limitación, vidrio, carbono, aramida, papel, madera o asbesto. En algunas realizaciones, la cámara 106 está hecha de plástico reforzado con fibra.

55

60

[0051] La pared interna de la cámara 106 puede comprender estructuras de tipo pasador que se extienden hasta la zona de tratamiento. Las estructuras de tipo pasador pueden ser espigas. Las estructuras de tipo pasador pueden romper la masa orgánica agitada por medios de agitación 120 en la cámara 106 y aumentar así el área

65

superficial de la masa orgánica que está expuesta a los microorganismos. Por lo tanto, se garantiza un contacto máximo de la masa orgánica con los microorganismos.

[0052] El aparato 100 puede comprender además medios para controlar el entorno dentro de la cámara 106.

5 Los medios de control de entorno pueden incluir medios de control de temperatura, medios de control de pH, medios de control de humedad y/o medios de aireación. El aparato 100 también puede comprender una unidad de control para controlar el entorno dentro de la cámara 106. Los medios de control de temperatura están en comunicación térmica con la cámara 106 para controlar la temperatura de la mezcla. Los medios de control de temperatura pueden configurarse para controlar la temperatura de la mezcla de masa orgánica y los microorganismos situados en la cámara
10 106. Típicamente, los medios de control de temperatura son capaces de controlar la temperatura de la mezcla a un intervalo de temperaturas, tal como de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 150 °C. Ventajosamente, el medio de control de temperatura proporciona un control preciso de la temperatura de la cámara 106. El control preciso de la temperatura de la cámara 106 asegura que la actividad metabólica de los microorganismos opera a un nivel óptimo para tratar la masa orgánica. En algunas realizaciones, la masa orgánica tratada, es decir, fertilizante orgánico, con
15 altos valores de NPK (por ejemplo, 6 y superiores) se puede lograr ventajosamente en menos de 48 horas, o menos de 36 horas, o menos de 24 horas, o menos de 12 horas.

[0053] Los medios de control de temperatura pueden comprender medios de calentamiento y medios de enfriamiento. Los medios de calentamiento pueden ser cualquier medio adecuado conocido en la técnica. Los medios

20 de calentamiento pueden comprender uno o más elementos de calentamiento eléctricos, o uno o más intercambiadores de calor, a través de los cuales, por ejemplo, circula el aceite de calentamiento. Los medios de calentamiento también pueden comprender calentadores eléctricos o de gas, o chorros de aire caliente que pueden dirigirse específicamente a la cámara 106. Los medios de calentamiento pueden ser un generador de vapor. Los medios de calentamiento también pueden ser una fuente de calor residual, una fuente de calor solar o una fuente de
25 calor geotérmica. Ejemplos de fuentes de calor residual incluyen gases de combustión de turbinas de gas en plantas de energía e incineradores, gases de proceso de operaciones químicas y metalúrgicas, y calor residual de otros procesos industriales. Los medios de calentamiento pueden aislarse adicionalmente usando cualquier técnica de aislamiento adecuada conocida en la técnica para minimizar la pérdida de calor. Típicamente, los medios de calentamiento son capaces de calentar la masa orgánica de aproximadamente 80 °C a aproximadamente 150 °C.

[0054] Los medios de enfriamiento pueden ser cualquier medio adecuado conocido en la técnica. Los medios de enfriamiento pueden ser una corriente de nitrógeno gaseoso frío. Los medios de enfriamiento también pueden comprender uno o más intercambiadores de calor. Típicamente, los medios de enfriamiento son capaces de reducir la temperatura de la masa orgánica de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 75 °C.

[0055] Los medios de control de pH pueden ajustar el pH de la mezcla. El pH puede controlarse a valores de aproximadamente 3 a aproximadamente 10. Si el pH es mayor o menor que el valor deseado, puede añadirse un tampón de pH apropiado tal como un tampón fosfato, un tampón acetato, un tampón Tris y similares.

[0056] Los medios de control de humedad mantienen el nivel de humedad de la mezcla de masa orgánica y microorganismos a un nivel adecuado. La degradación de la masa orgánica por los microorganismos se ve reforzada por la presencia de humedad en la mezcla a niveles de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 22 % en peso. Los niveles de humedad de la mezcla pueden ajustarse por medios bien conocidos por los expertos en la técnica. Por ejemplo, si el contenido de humedad de la mezcla es demasiado alto, se puede soplar aire caliente
45 sobre la mezcla a través de sopladores de aire. Como alternativa, la masa orgánica puede mezclarse con otra masa orgánica que tenga un contenido de humedad inferior, tal como cáscara de arroz, paja de arroz, aserrín y similares, para lograr el nivel de contenido de humedad deseado. Por el contrario, si el contenido de humedad de la mezcla es demasiado bajo, se puede rociar agua sobre la mezcla a través de barras de rociado.

[0057] La degradación anaerobia de la masa orgánica genera mal olor. Además, la actividad metabólica de los microorganismos disminuye cuando aumenta la concentración de dióxido de carbono. Por lo tanto, el aparato 100 puede comprender medios de aireación para la cámara de aireación 106 durante el tratamiento de la masa orgánica. La aireación de la masa orgánica en la cámara 106 aumenta la velocidad de degradación aerobia y disminuye la velocidad de degradación anaerobia de la masa orgánica. Ventajosamente, las condiciones predominantemente
55 aerobias aceleran la velocidad de degradación de la masa orgánica por la acción de los microorganismos. Más ventajosamente, se reduce la emisión de los subproductos malolientes del proceso de degradación anaerobia, tal como el metano. Dado que las emisiones de metano generalmente están reguladas por las agencias medioambientales nacionales, la reducción de las emisiones de metano ayuda a cumplir los estándares de regulación de emisiones.

[0058] Los medios de aireación pueden ser un soplador de aire. El soplador de aire puede suministrar aire a una presión suficiente para garantizar que el aire alcance la masa orgánica de forma rápida y fácil. Como se puede apreciar, la presión de aire requerida depende de la capacidad del aparato 100. Para lograr la presión de aire requerida, el número de sopladores de aire usados puede variar de dos a ocho. Además, el aire puede proporcionarse
65 continuamente durante el tratamiento, o puede proporcionarse periódicamente según un régimen predeterminado. En

una realización particular, el aparato 100 puede comprender cuatro sopladores de aire 105, proporcionando cada uno una presión de aire de 37 milímetros de agua (mmAq). Por ejemplo, los sopladores de aire 105 pueden estar dispuestos para funcionar durante 10 minutos con un espacio de 20 minutos entre cada operación. El aparato 100 también puede comprender una o más rejillas de ventilación 104 para expulsar el exceso de gas del aparato 100.

5

[0059] El aparato 100 tiene una entrada 103 para recibir la masa orgánica a tratar. La masa orgánica puede introducirse manualmente en la cámara 106 o introducirse automáticamente en la cámara 106 mediante la cinta transportadora 101. El aparato tiene una salida 110 a través de la cual se descarga la masa orgánica tratada,

10 es decir, el fertilizante orgánico. La masa orgánica tratada puede descargarse manualmente del aparato 100 o descargarse automáticamente y transferirse del aparato 100 por la cinta transportadora 111.

[0060] Los microorganismos útiles para el tratamiento y/o degradación de la masa orgánica son aquellos que son capaces de degradar compuestos de carbono o fijar compuestos de nitrógeno. Ventajosamente, se usan cultivos mixtos de los microorganismos para obtener un amplio espectro de degradación o fijación. La selección de los microorganismos depende del tipo de masa orgánica que se va a tratar. Los microorganismos seleccionados para degradar la masa orgánica pueden seleccionarse del grupo que consiste en microorganismos de *Bacillus sp.*, microorganismos de *Pseudomonas sp.*, microorganismos de *Bifidobacterium sp.*, microorganismos de *Lactobacillus sp.*, microorganismos de *Streptomyces sp.* y microorganismos de *Corynebacterium sp.* En algunas realizaciones, el uno o más microorganismos se seleccionan del grupo que consiste en microorganismos de *Bacillus sp.*, microorganismos de *Pseudomonas sp.*, microorganismos de *Bifidobacterium sp.*, microorganismos de *Lactobacillus sp.*, microorganismos de *Streptomyces sp.*, microorganismos de *Corynebacterium sp.*, y mezclas de los mismos.

[0061] La masa orgánica tratada, o fertilizante orgánico, puede tener un valor de NPK de más de 6. El valor de NPK determina la cantidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) presente en el fertilizante orgánico. Estos nutrientes típicamente se pierden en el medio ambiente cuando se utilizan procedimientos y sistemas de compostaje convencionales. Por lo tanto, los valores altos de NPK indican un fertilizante orgánico que posee una gran cantidad de nutrientes y, por lo tanto, es un fertilizante de alta calidad. Ventajosamente, el aparato 100 puede producir el fertilizante orgánico maduro con altos valores de NPK (6 y superiores) en un día.

30

[0062] El aparato 100 puede disponerse sobre un soporte elevado, tal como patas o pedestales. El soporte puede estar diseñado para soportar el peso de todo el aparato. Por consiguiente, el tamaño del soporte depende del tamaño del aparato. El aparato 100 puede comprender una escalera y una plataforma de operación para facilitar el acceso a, por ejemplo, la entrada 103. El aparato 100 puede comprender además características de seguridad tal como un dispositivo de parada de emergencia. El dispositivo de parada de emergencia puede detener la energía del aparato 100 en caso de emergencia, por ejemplo, una reacción de fuga, o cuando los medios de agitación están atascados. Otras características de seguridad pueden incluir barandas de seguridad a lo largo de la escalera y la plataforma de operación.

[0063] El aparato 100 puede comprender además un sistema para reciclar el amoníaco generado a partir de la masa orgánica tratada. El sistema comprende medios para recoger el amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica y medios para distribuir el amoníaco recogido. Los medios de distribución están conectados de forma fluida a los medios de recogida para distribuir el amoníaco recogido. Por lo tanto, el sistema evita la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco. Dado que las emisiones de amoníaco típicamente están reguladas por las agencias medioambientales nacionales, la reducción de las emisiones de amoníaco ayuda ventajosamente a cumplir los estándares de regulación de emisiones.

[0064] El amoníaco recogido puede reciclarse de regreso a la cámara 106 para aumentar el valor de NPK de la masa orgánica tratada. Como alternativa, el amoníaco recogido puede reciclarse a la masa orgánica tratada fuera del aparato 100. Ventajosamente, el amoníaco reciclado aumenta el valor de NPK de la masa orgánica. Más ventajosamente, el subproducto de amoníaco emitido se reutiliza. Los medios de recogida y los medios de distribución pueden ser de cualquier medio adecuado. Por ejemplo, los medios de recogida y los medios de distribución son tuberías. Las tuberías deben estar hechas de un material capaz de resistir el amoníaco. Por ejemplo, las tuberías están hechas de acero inoxidable, tal como acero inoxidable de grado SUS 304. Como alternativa, las tuberías pueden estar hechas de un material polimérico que incluye, pero sin limitación, un epoxi, ésteres de vinilo, plásticos termoestables de poliéster o resinas de fenol formaldehído. El material polimérico puede ser un compuesto reforzado con fibras. Los ejemplos de fibras que se pueden usar incluyen, pero sin limitación, vidrio, carbono, aramida, papel, madera o asbesto. En algunas realizaciones, las tuberías están hechas de plástico reforzado con fibra. El sistema puede comprender además medios de prueba para monitorizar el porcentaje de recuperación de amoníaco. Los medios de prueba pueden ser cualquier medio adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, el sistema puede comprender un biofiltro. El biofiltro puede ser uno conocido en la técnica. El sistema recupera más del 80 % del amoníaco emitido por la degradación de la masa orgánica.

[0065] El aparato 100 puede ser modular en el que comprende dos o más cámaras 106. Las dos o más cámaras 106 pueden estar dispuestas paralelas entre sí o en cualquier otra disposición. El uso de dos o más cámaras puede

aumentar el rendimiento de la masa orgánica a tratar. Las figuras 2a, 2b, 3a y 3b muestran que el aparato 200 comprende dos cámaras 206 dispuestas paralelas entre sí para aumentar el rendimiento de la masa orgánica a tratar. Los componentes presentes en el aparato 200 son similares a los componentes presentes en el aparato 100. La masa orgánica a tratar se introduce en las respectivas cámaras 206 del aparato 200 por la cinta transportadora 201. La cinta transportadora 201 tiene dos extremos por encima de las entradas 203 de las cámaras respectivas 206 para la entrega de la masa orgánica en las cámaras 206. La cinta transportadora 201 tiene una configuración en forma de T. Son posibles otras formas y medios adecuados para transferir la masa orgánica a las entradas 203. Cada cámara 206 posee medios de agitación 220. De forma similar a los medios de agitación 120, los medios de agitación 220 comprenden un eje giratorio 214, brazos agitadores 216 y palas 218. El eje giratorio 214 gira en torno a su eje longitudinal por el motor 208 en un extremo de la cámara 206 y se fija en el otro extremo de la cámara 206 con el cojinete 217 (véanse las figuras 3a y 3b). La mezcla de masa orgánica y microorganismos en la cámara 206 se calienta mediante aceite de calentamiento que encapsula la totalidad o al menos una porción del perímetro de la cámara 206. El aceite de calentamiento se calienta mediante un tanque de aceite térmico (no mostrado). La masa orgánica tratada se descarga a través de la salida 215 y se transporta fuera por la cinta transportadora 211.

15 **[0066]** Las figuras 4a, 4b y 4c muestran diferentes vistas de los medios de agitación 320 según una realización de la presente invención. La figura 4a muestra que los medios de agitación 320 comprenden diez brazos agitadores 316 que se extienden desde el eje giratorio 314. Los medios de agitación 320 pueden tener cualquier número adecuado de brazos agitadores 316, dependiendo de la capacidad de la cámara de tratamiento. Por ejemplo, una cámara de 20 22.000 l puede tener de 10 a 14 brazos agitadores 316, y una cámara de 80.000 l puede tener de 14 a 16 brazos agitadores 316. La pala 318 está conectada a cada brazo agitador 316. Cada brazo agitador 316 se extiende sustancialmente en perpendicular desde el eje longitudinal del eje giratorio 314. Las bridas 324 conectan dos extremos del eje giratorio 314 al exterior de la zona de tratamiento.

25 **[0067]** La vista final lateral de los medios de agitación 320 se muestra en la figura 4b. Se puede ver en la figura 4b que los brazos agitadores 316 están desplazados entre sí a aproximadamente 90°. La vista superior de los medios de agitación 320 se muestra en la figura 4c. La distancia λ entre dos brazos agitadores 316 a lo largo de la longitud del eje giratorio 314 depende de la capacidad del aparato. Por ejemplo, cuando el aparato descrito tiene una cámara de 4.000 l de capacidad, la distancia λ es de aproximadamente 252,5 mm. Para otro ejemplo, la distancia λ es de 30 aproximadamente 415 mm cuando el aparato tiene una cámara de 22.000 l u 80.000 l de capacidad.

[0068] Los diagramas de primer plano de la pala 318 dispuesta en una porción final del brazo agitador 316 se muestran en la figura 4d. El elemento 319 está conectado a la pala 318 para formar una estructura en forma de T para dirigir la mezcla. El elemento 319 también puede estar conectado a un borde de la pala 318 para formar una estructura 35 en forma de L.

[0069] Un diagrama esquemático del sistema 500 para reciclar el amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica por el aparato como se describe anteriormente se muestra en la figura 5. Las tuberías 502, 504 y 506 conectan la cámara 106 (o 206) del aparato 100 (o 200) a otras áreas. Por ejemplo, la tubería 502 conecta la 40 zona de tratamiento 106 a los medios de prueba 400, la tubería 504 conecta la cámara 106 al producto fertilizante terminado 300, y la tubería 506 recicla el amoníaco generado de regreso a la cámara 106.

[0070] El amoníaco emitido por el tratamiento de la masa orgánica sale de la cámara 106 a lo largo de las tuberías 502, 504 y 506. La tubería 502 dirige el amoníaco a los medios de prueba 400 para poder monitorizar la 45 cantidad de amoníaco recuperado. La tubería 504 dirige el amoníaco al producto fertilizante terminado 300 para aumentar el valor de NPK del producto 300. La tubería 506 recicla el amoníaco de regreso a la cámara 106 como fuente de nutrientes para el tratamiento de la masa orgánica.

[0071] Será evidente que diversas otras modificaciones y adaptaciones de la invención serán evidentes para 50 el experto en la técnica después de leer la descripción anterior y se pretende que todas estas modificaciones y adaptaciones entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para tratar la masa orgánica que comprende:
- 5 una cámara (106) para contener una mezcla de masa orgánica y uno o más microorganismos seleccionados para degradar la masa orgánica; y medios de agitación (120) proporcionados en la cámara para agitar la mezcla, comprendiendo los medios de agitación:
- 10 un eje giratorio (114) que se extiende a través de un orificio central de la cámara, una pluralidad de brazos agitadores (116) que se extienden desde el eje, y una pala (118) conectada a cada uno de la pluralidad de brazos agitadores, la pala está dispuesta para formar un primer ángulo con respecto al eje longitudinal del brazo agitador conectado y está dispuesta en un segundo ángulo con respecto al eje longitudinal del eje;
- 15 en el que la pluralidad de brazos agitadores (116), cada uno conectado con la pala (118) en ángulo en el primer y segundo ángulos, permite una mezcla homogénea de la mezcla sin derramamiento fuera de la cámara (106) en respuesta a la rotación del eje, **caracterizado porque** el segundo ángulo de la pala (118) de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores (116) está dispuesto en un ángulo diferente para dirigir la mezcla en diferentes direcciones, y
- 20 **porque** el segundo ángulo de la pala (118) de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores (116) recorre secuencialmente de 0° a 180°.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que el segundo ángulo de la pala (118) de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores (116) recorre secuencialmente de 0°, 45°, 90°, 135° a 180°.
- 25 3. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer ángulo está dentro de un intervalo de aproximadamente 70° a aproximadamente 110°.
4. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer ángulo de la pala
- 30 (118) de cada uno de la pluralidad de brazos agitadores (116) está dispuesto en un ángulo diferente.
5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de agitación (120) comprenden además un elemento (119) conectado a la pala (118) para formar un medio para dirigir la mezcla.
- 35 6. El aparato según la reivindicación 5, en el que el elemento (119) está dispuesto sustancialmente en perpendicular a la pala en un plano que forma una configuración sustancialmente en forma de T.
7. El aparato según la reivindicación 5, en el que el elemento (119) está dispuesto en un borde de la pala en un plano que forma una configuración sustancialmente en forma de L.
- 40 8. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara tiene una capacidad dentro de un intervalo de 4.000 l a 80.000 l.
9. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de agitación (120)
- 45 comprenden además una pluralidad de paletas conectadas a cada uno de la pluralidad de brazos agitadores.
10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además: medios para controlar el entorno dentro de la cámara, en el que los medios de control de entorno incluyen medios de control de temperatura, medios de control de pH, medios de control de humedad y/o medios de aireación.
- 50 11. El aparato según la reivindicación 10, en el que los medios de control de temperatura incluyen aceite de calentamiento que encapsula al menos una porción del perímetro de la cámara.
12. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el uno o más microorganismos
- 55 se seleccionan de un grupo que consiste en microorganismos de *Bacillus sp.*, microorganismos de *Pseudomonas sp.*, microorganismos de *Bifidobacterium sp.*, microorganismos de *Lactobacillus sp.*, microorganismos de *Streptomyces sp.*, microorganismos de *Corynebacterium sp.*, y mezclas de los mismos.
13. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema para
- 60 reciclar amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica, el sistema incluye:
- medios para recoger el amoníaco generado a partir del tratamiento de la masa orgánica; y medios para distribuir el amoníaco recogido en los que los medios de distribución están conectados de forma fluida a los medios de recogida.
- 65

14. El aparato según la reivindicación 13, en el que el amoniaco recogido se recicla de regreso a la cámara.
15. El aparato según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en el que el amoniaco recogido se recicla a la masa orgánica tratada fuera del aparato.

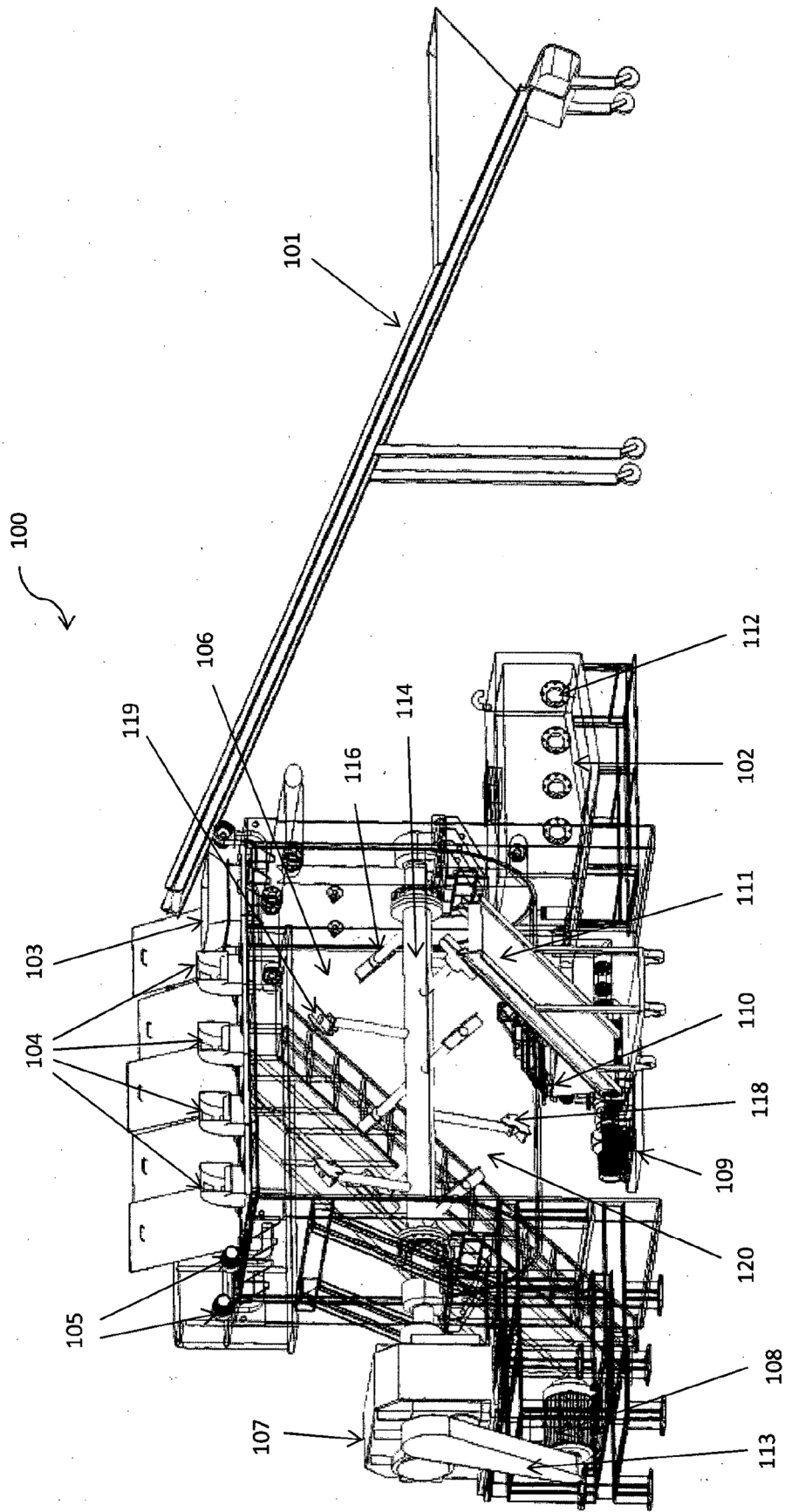


Fig. 1

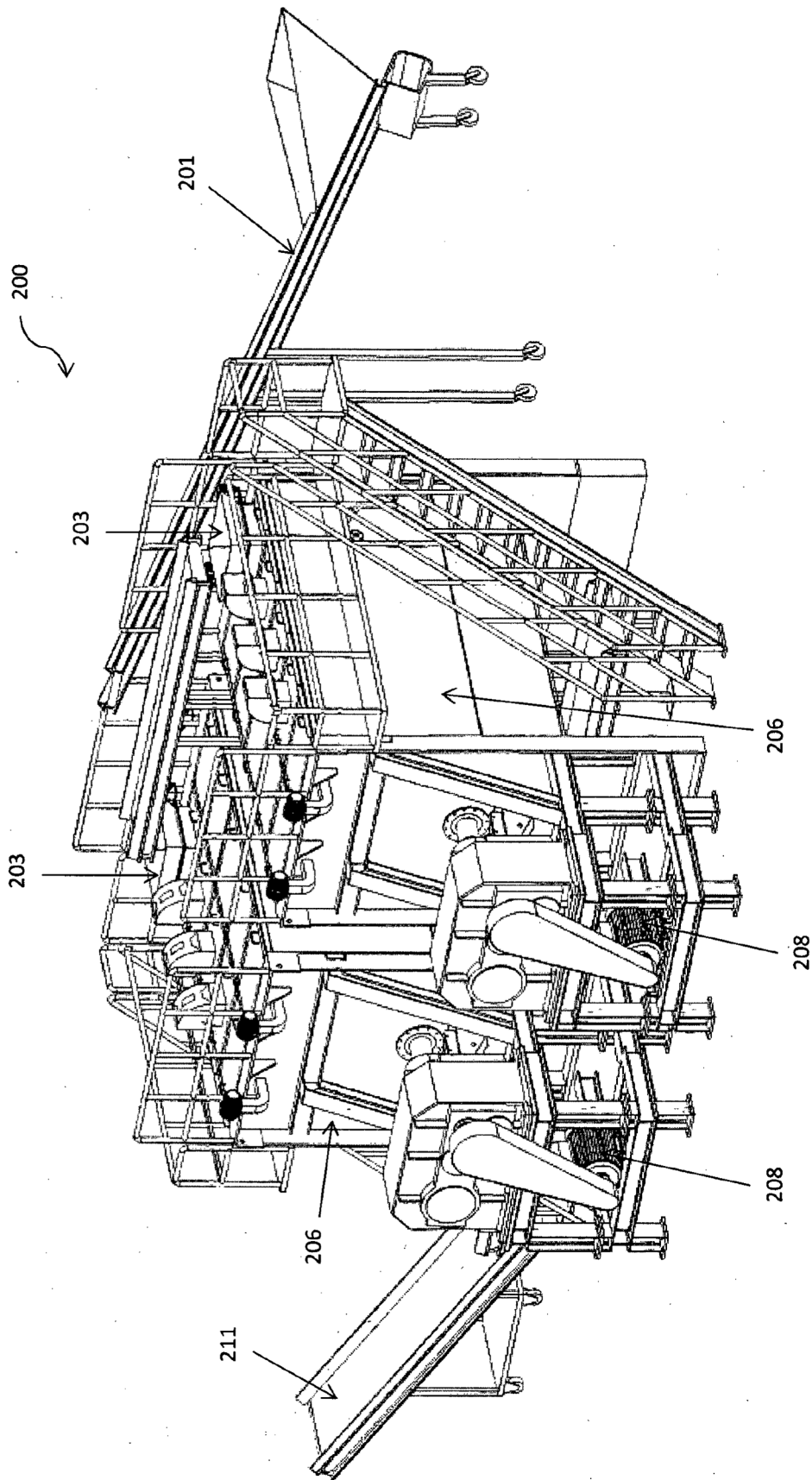


Fig. 2a

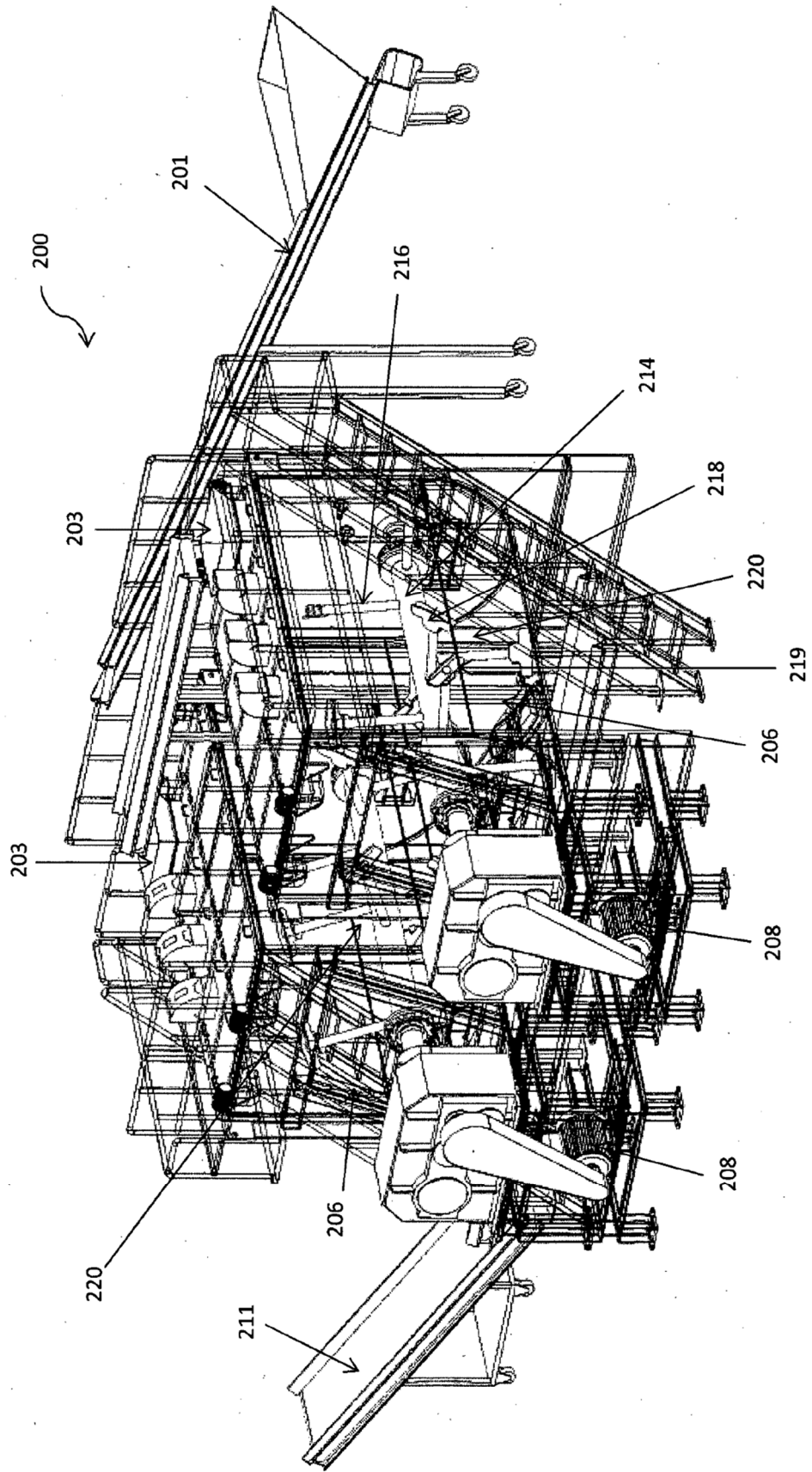


Fig. 2b

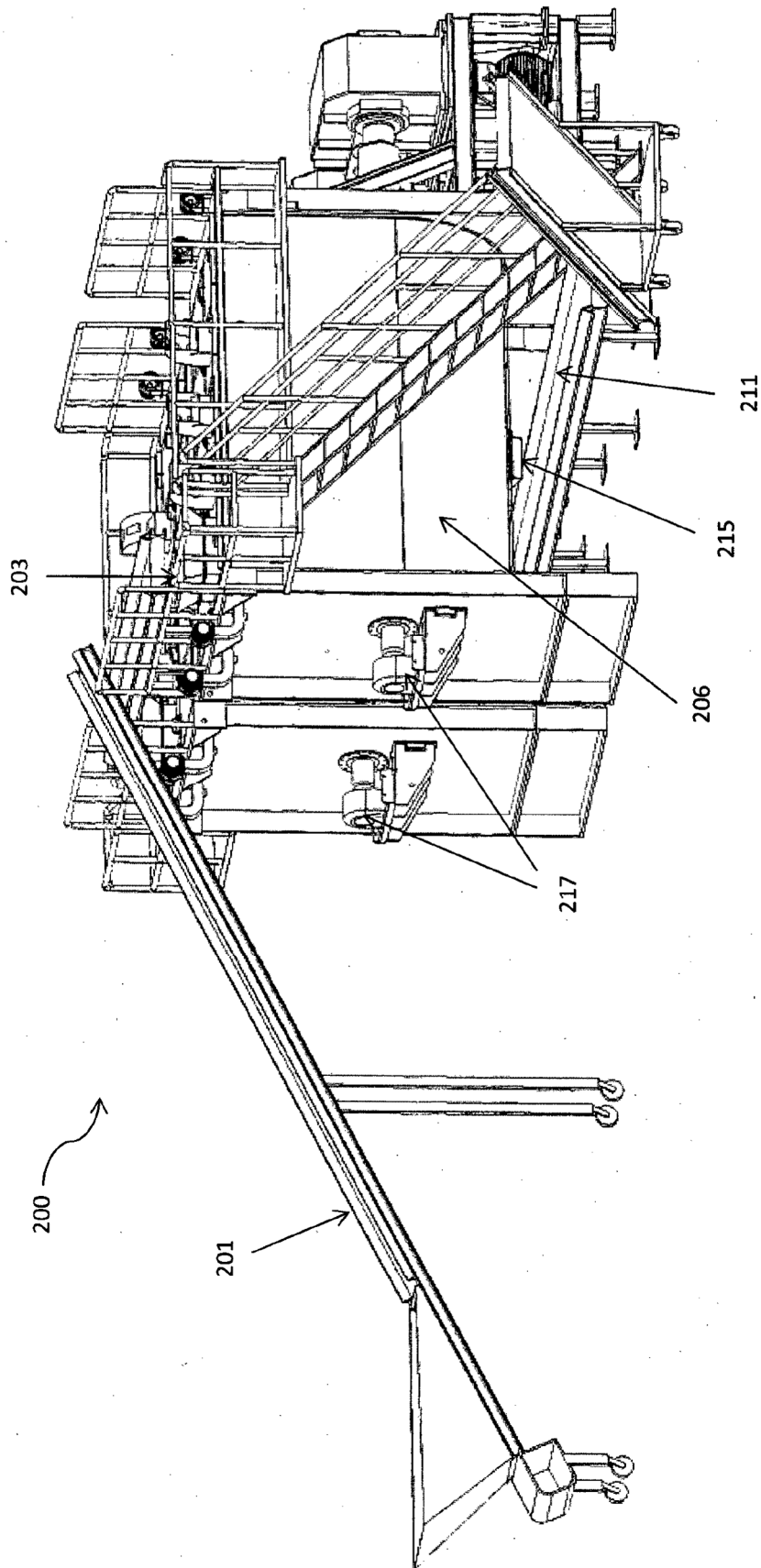


Fig. 3a

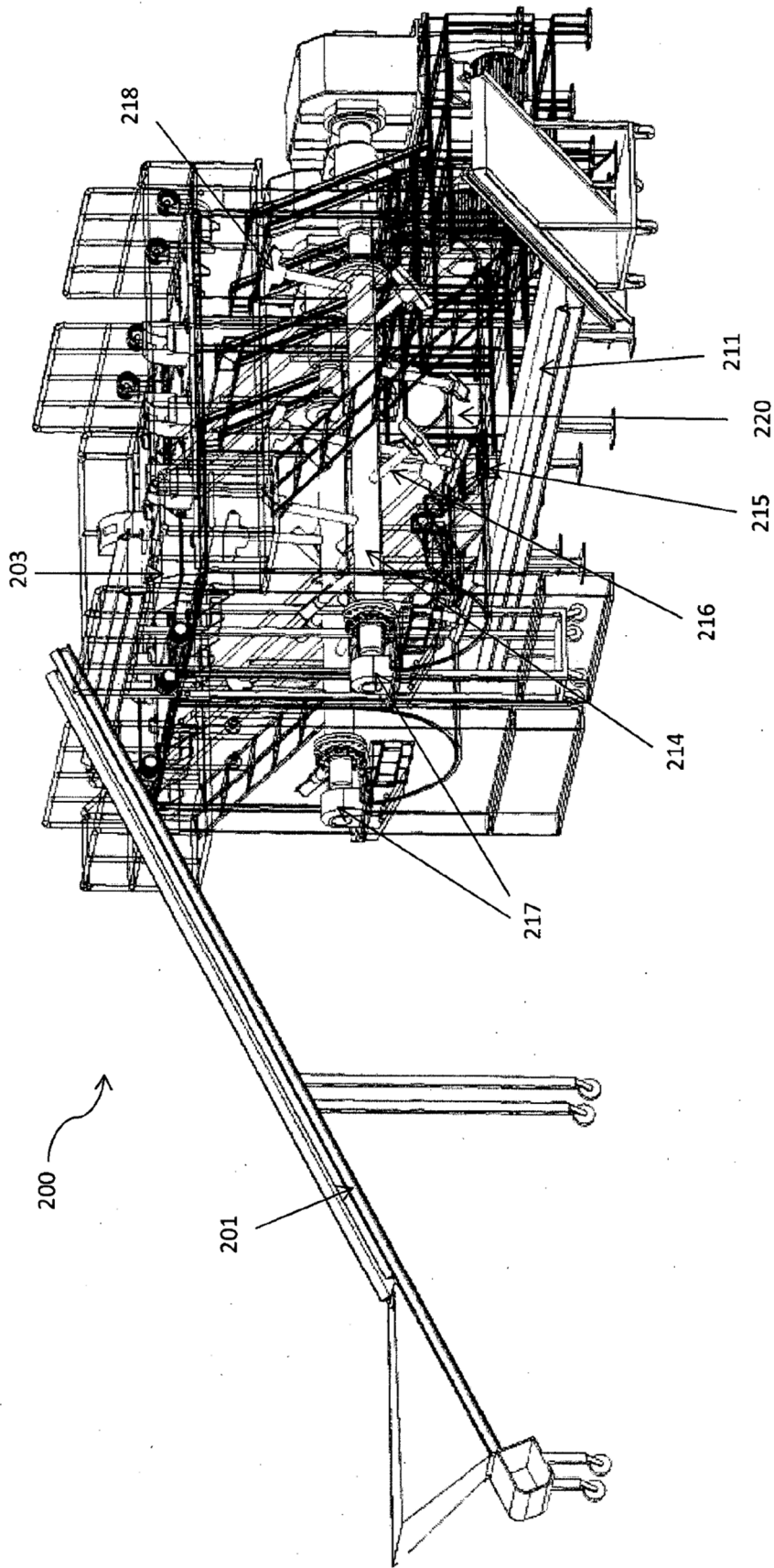


Fig. 3b

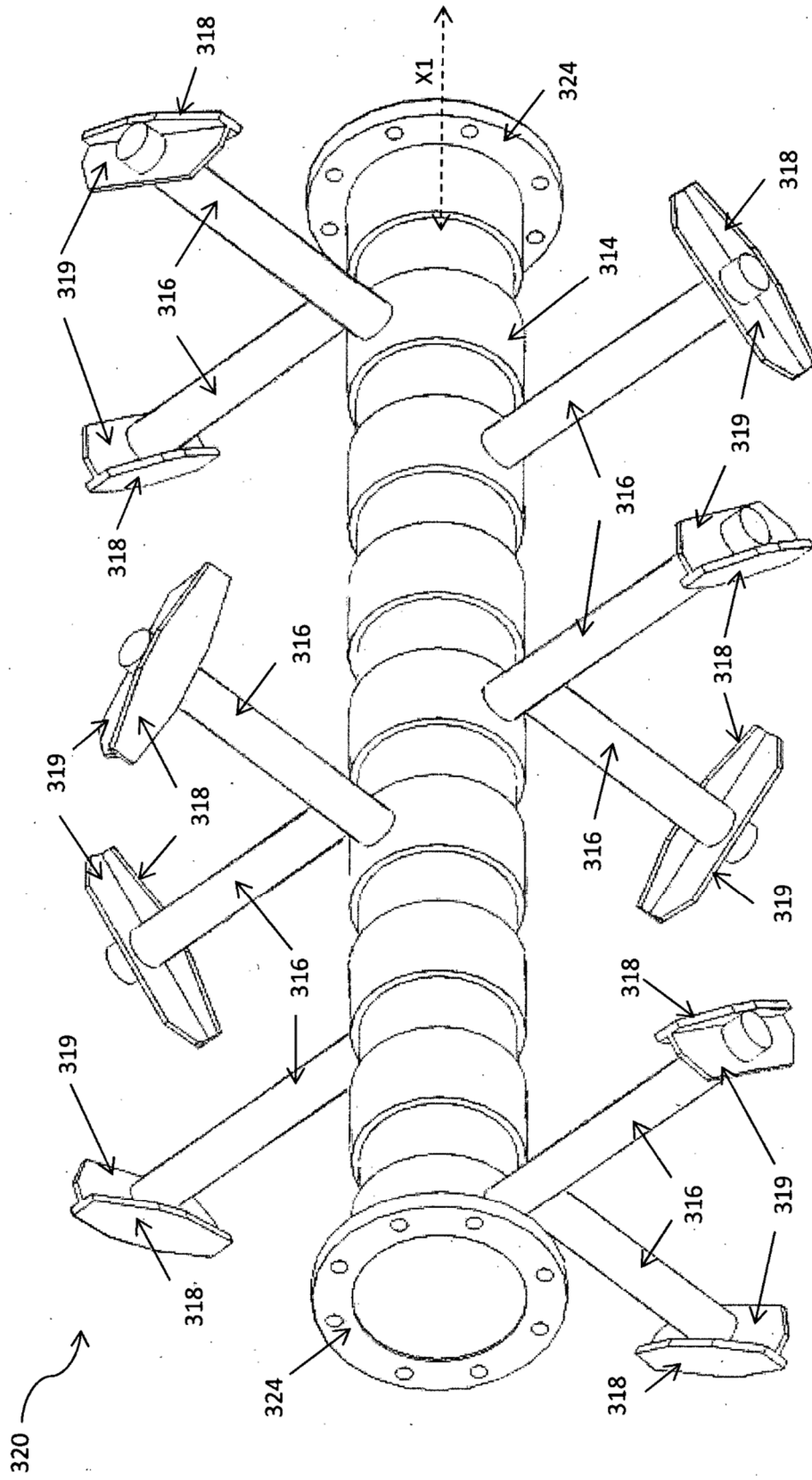


Fig. 4a

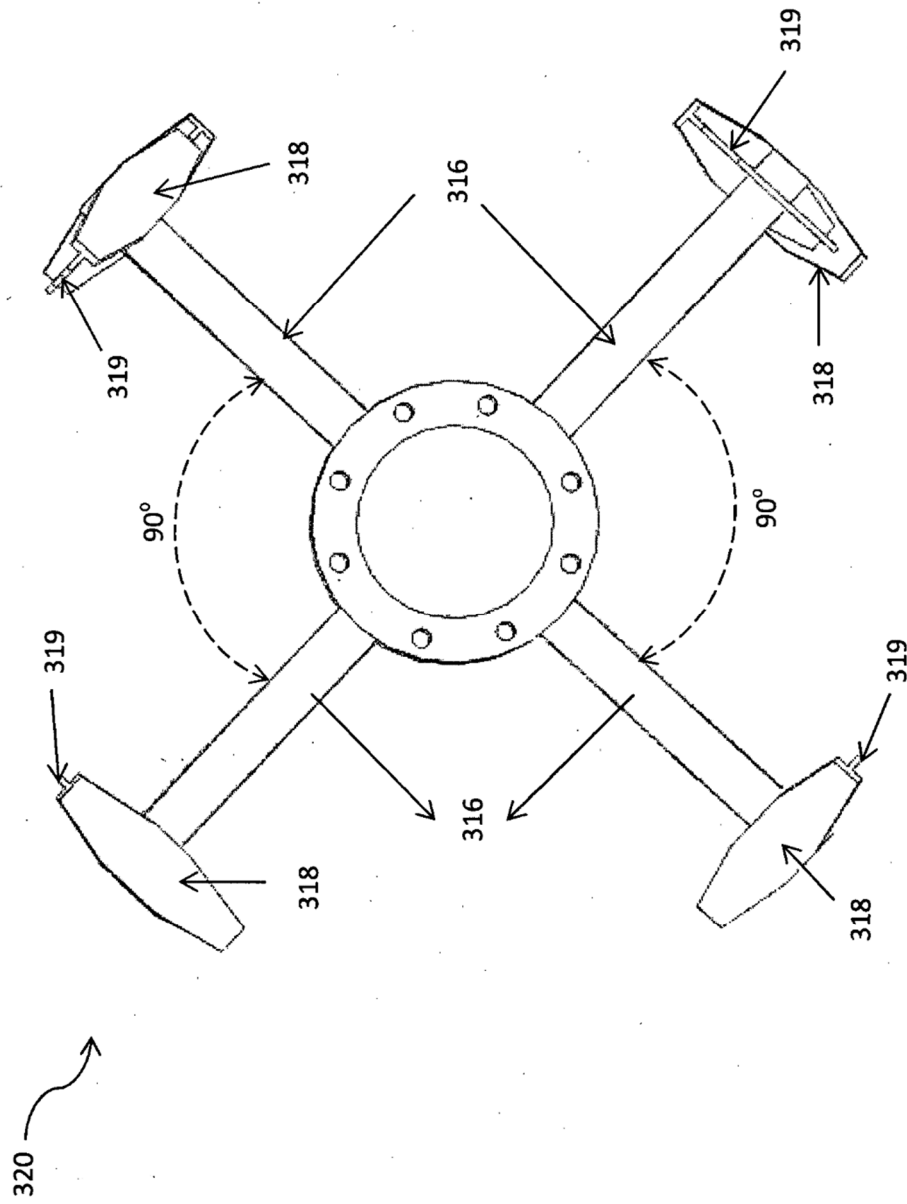


Fig. 4b

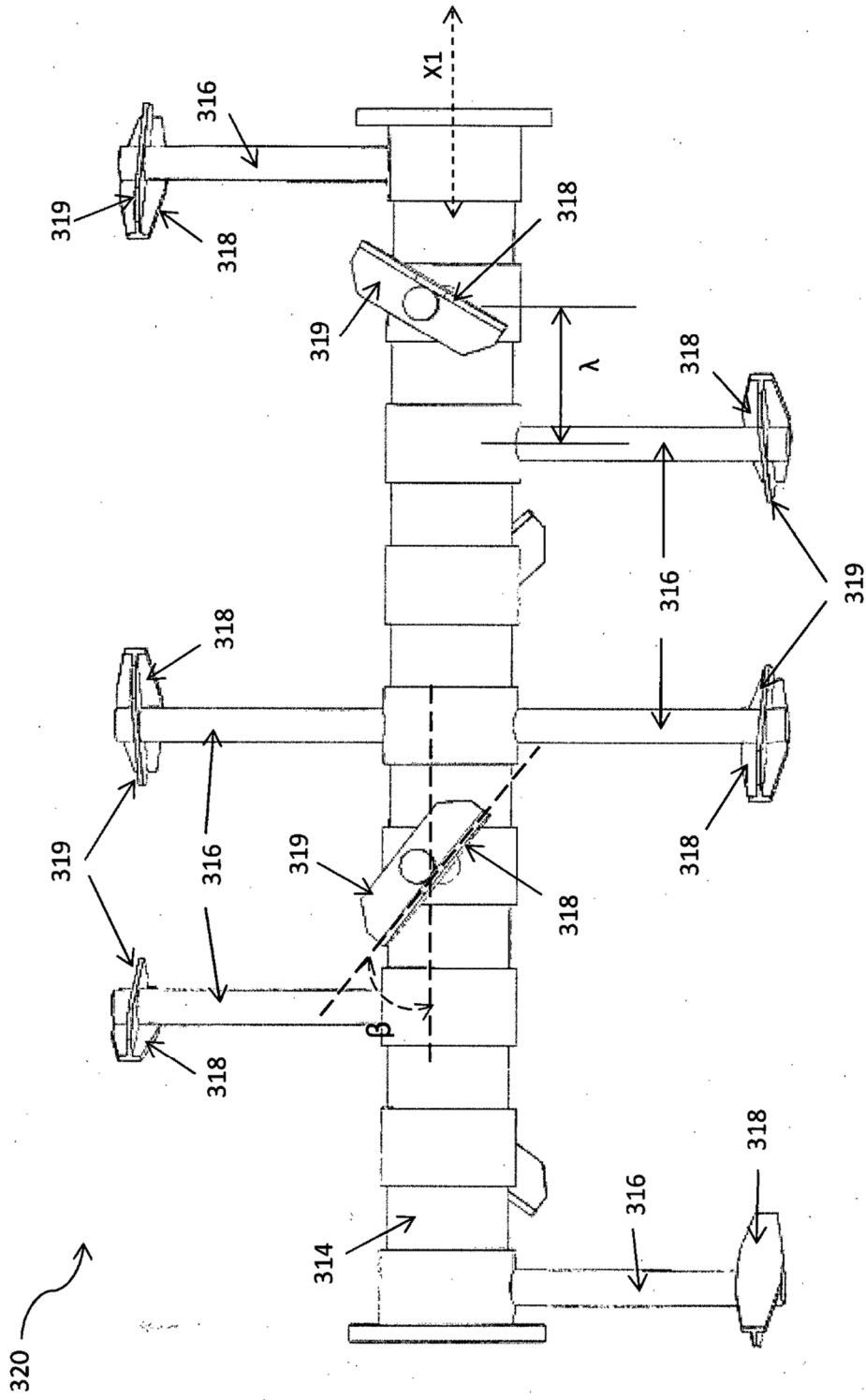


Fig. 4c

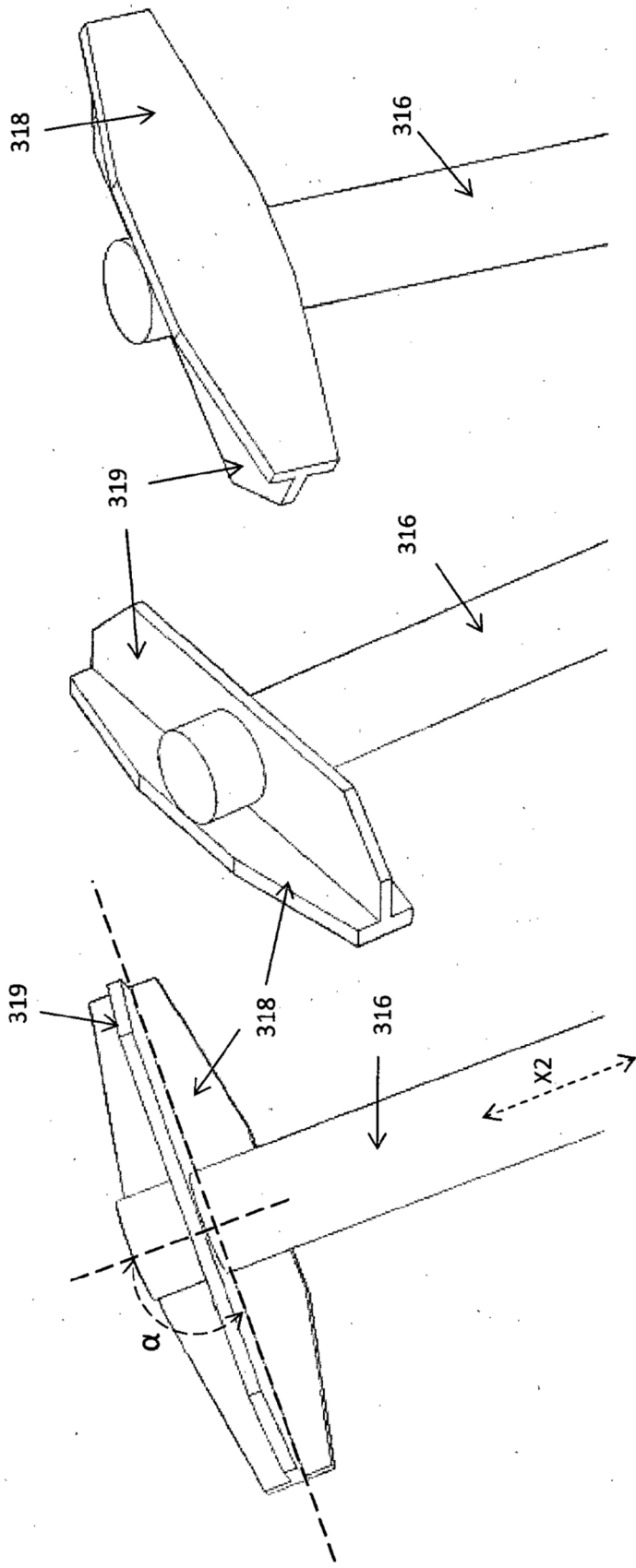


Fig. 4d

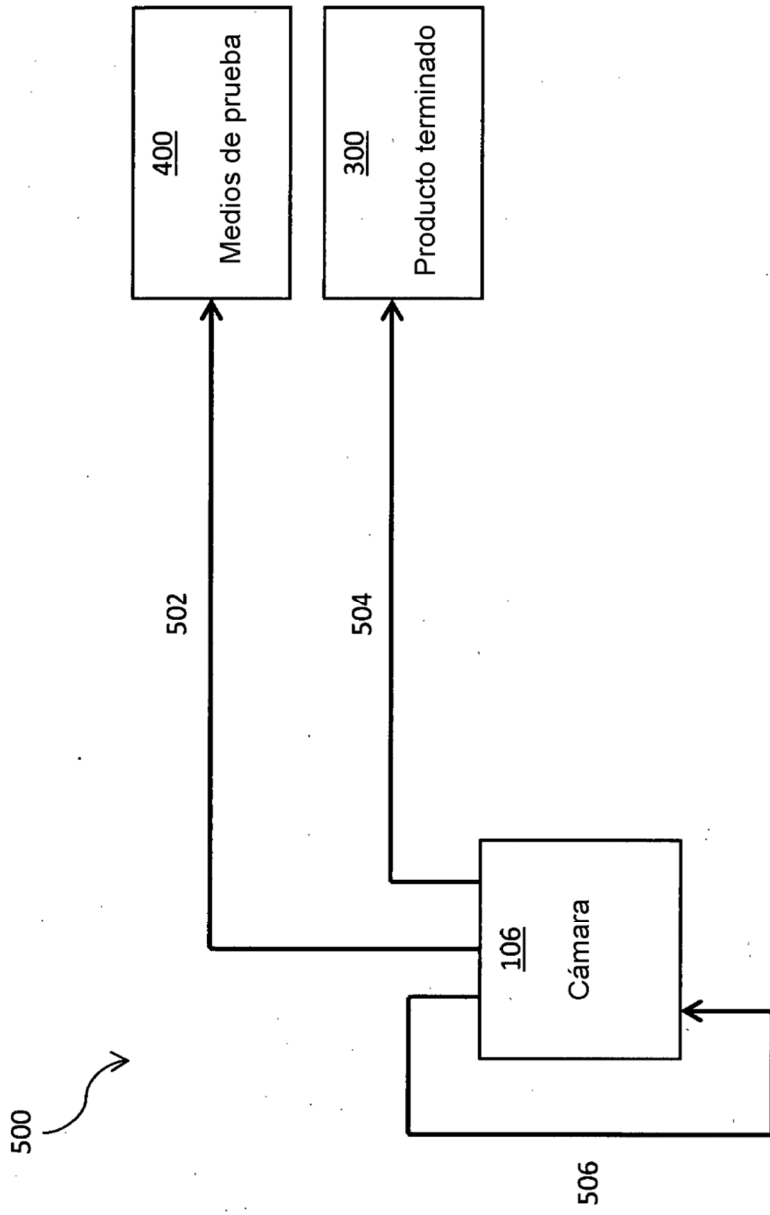


Fig. 5