

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 359**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105 (2006.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2017** E 17182710 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** EP 3434392

54 Título: **Método de conformación tridimensional**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2020

73 Titular/es:

MATSUURA MACHINERY CORPORATION
(100.0%)
4-201 Higashimorida
Fukui City, Fukui, JP

72 Inventor/es:

AMAYA, KOUICHI;
ISHIMOTO, KOUSUKE y
YAMADA, TAKESHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 746 359 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 de conformación tridimensional

5 **[Campo técnico]**

La presente invención se refiere a un método para producir un cuerpo conformado con una forma tridimensional, por laminación en la que se repiten la formación de una capa de polvo y la sinterización de la capa de polvo por un haz láser o haz de electrones.

10

[Técnica anterior]

En dicho método de conformación tridimensional, hoy día es imposible evitar completamente los defectos de sinterización, debido a las razones siguientes:

15

A. Un problema con el sistema de control del haz láser o del haz de electrones puede dar lugar a un exceso o una insuficiencia del haz suministrado, formando una superficie de sinterización no plana con una condición no uniforme generalmente regular, en comparación con cuando cada haz es suministrado normalmente.

20

B. Debido a la formación de la condición no uniforme de A anterior o la infiltración de virutas durante la formación de la capa de polvo suministrada por el aparato de suministro de polvo, el movimiento de la rasqueta queda obstaculizado y es difícil lograr una superficie plana uniforme, o la fusión con la capa previamente sinterizada puede ser incompleta, produciendo anomalías en la superficie de la capa de polvo que dan lugar a una superficie no plana de la capa de polvo con una condición no uniforme irregular.

25

Sin embargo, dado que, en un método de conformación tridimensional, los pasos de laminación y sinterización se repiten en un aparato sellado, es inevitable que tales defectos de sinterización indicados en A y B anteriores sean pasados por alto y solamente sean observados después de la terminación de todos los pasos de laminación y todos los pasos de sinterización que se han repetido.

30

La detección del deterioro o los defectos generados en estructuras por irradiación y dispersión de luz es de conocimiento público, como se describe en los Documentos de Patente 1, 2 y 3, por ejemplo.

35

Además, la detección de las posiciones de las fisuras en estructuras tales como cuerpos cerámicos por la dispersión de luz también es conocida públicamente, como se describe en los Documentos de Patente 4 y 5, por ejemplo.

40

Además, US 2009/0152771 A1 describe un método de fabricar objetos tridimensionales, donde se detecta la radiación IR emitida localmente desde una capa de polvo aplicada para obtener una imagen de la radiación IR. En base a la radiación IR se determinan los defectos de la imagen y/o las irregularidades geométricas de la capa de polvo aplicada.

Sin embargo, la técnica anterior no describe ni sugiere el uso apropiado de tecnología relativa a la reflexión de luz para métodos de conformación tridimensional.

45 **[Documentos de la técnica anterior]**

[Documentos de Patente]

50

Documento de Patente 1: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2008-241658

Documento de Patente 2: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2010-243375

Documento de Patente 3: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2013-083493

55

Documento de Patente 4: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2003-247943

Documento de Patente 5: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2004-093300

60 **[Resumen de la invención]**

[Problema técnico]

65

A la luz de la técnica anterior antes descrita, la presente invención proporciona un método de conformación tridimensional que puede evitar la generación de productos conformados tridimensionales defectuosos debido a la inclusión de zonas de defecto de sinterización, detectando rápidamente defectos de sinterización en el paso de formación de capa de polvo y el paso de sinterización.

[Solución del problema]

Con el fin de resolver dichos problemas, la presente invención tiene las configuraciones básicas siguientes.

5 (1) Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir alternativamente un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

10 a. medir la intensidad de reflexión del haz láser o haz de electrones irradiado durante cada paso de sinterización, o la irradiación de luz distinta del haz láser en toda la zona de sinterización y la intensidad de reflexión de dicha luz, en cada paso de sinterización,

15 b. ordenar continuar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a está dentro de un rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,

20 c. ordenar cancelar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo bajo una determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a se ha desviado del rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,

25 d. tomar imágenes espectrales para el haz láser o haz de electrones, o la luz reflejada distinta del haz láser que se ha reflejado de la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización causando la orden del proceso c, y de la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, en base a la intensidad correspondiente a cada longitud de onda según una función espectral,

30 e. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o haz de electrones, cuando cada imagen espectral en el proceso d no cambia o sólo cambia gradualmente, y

35 determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada imagen espectral en el proceso d cambia rápidamente.

40 (2) Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir alternativamente un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

a. medir la intensidad de reflexión del haz láser o haz de electrones irradiado durante cada paso de sinterización, o la irradiación de luz distinta del haz láser en toda la zona de sinterización y la intensidad de reflexión de dicha luz, en cada paso de sinterización,

45 b. ordenar continuar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a está dentro de un rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,

50 c. ordenar cancelar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo bajo una determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a se ha desviado del rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,

55 f. registrar las intensidades de reflexión en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,

60 g. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o haz de electrones, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f no cambia o sólo cambia gradualmente, y

determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f cambia rápidamente.

65 **[Efectos ventajosos de la invención]**

5 Con las configuraciones básicas (1) y (2), el paso de sinterización en la unidad de tiempo siguiente, o el siguiente paso de formación de capa de polvo, puede ser cancelado por detección de un defecto de sinterización con la orden del proceso c, haciendo posible evitar pasos innecesarios de laminación y sinterización adicionales después de haberse producido un defecto de sinterización, y así detectar zonas de defecto de sinterización, y en consecuencia evitar la generación de productos conformados tridimensionales defectuosos.

10 Además, cuando la causa de un defecto de sinterización ha sido identificada y corregida, y toda la zona de sinterización en la que se produjo el defecto de sinterización, o toda esa zona y las zonas de sinterización ya laminadas, se quitan por fusión o ablandamiento, o todas las zonas de sinterización se quitan con una herramienta de corte, y se repiten un nuevo paso de laminación y un paso de sinterización, es posible llevar a la práctica eficientemente la producción de un producto conformado tridimensional a pesar de la generación de los defectos de sinterización.

15 **[Breve descripción de los dibujos]**

20 La figura 1 es un par de diagramas esquemáticos que representan un aparato para llevar a cabo el método de conformación tridimensional de la invención, (a) representa un caso en el que la intensidad de reflexión del haz láser o el haz de electrones usado para sinterizar en cada paso de sinterización se mide según las configuraciones básicas (1) y (2), y (b) representa un caso en el que, después de la irradiación de toda la zona de sinterización en cada paso de sinterización con luz distinta de un haz láser, se mide la intensidad de reflexión de dicha luz, según las configuraciones básicas (1) y (2).

25 La figura 2 es un diagrama de flujo que representa los procesos a, b y c de las configuraciones básicas (1) y (2).

30 La figura 3 es un par de imágenes espectrales que representa el principio para elucidar la causa de problemas de sinterización por análisis espectral de la luz reflejada, (a) representa la diferencia en base al cambio de la imagen espectral debido a un problema con el control según A según la técnica anterior, y (b) representa la diferencia en base a cambio en la imagen espectral debido a un problema con la superficie de laminación según B según la técnica anterior.

35 Obsérvese que las líneas de puntos representan las imágenes espectrales en niveles donde se ha producido un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, mientras que las líneas continuas representan las imágenes espectrales posteriores.

La figura 4 es un diagrama de flujo relativo a distinguir entre causas en base a las diferencias en el estado de cambio como se representa en la figura 3.

40 La figura 5 es un par de gráficos que representan comparaciones entre transición de unidades de tiempo de intensidad de reflexión en el caso de un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y transición de unidades de tiempo de intensidad de reflexión normales, (a) representa el estado de cambio de intensidad de reflexión que tiene un problema con el sistema de control según A según la técnica anterior, y (b) representa el estado de cambio de intensidad de reflexión que tiene un problema con la superficie de laminación según B según la técnica anterior.

45 Obsérvese que las líneas de puntos indican las intensidades de reflexión en niveles donde se ha producido un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, mientras que las líneas continuas indican las intensidades de reflexión posteriores.

50 La figura 6 es un diagrama de flujo relativo a distinguir entre causas en base a diferencias en el estado de cambio como se representa en la figura 5.

[Descripción de realizaciones]

55 Según las configuraciones básicas (1) y (2), representadas en la figura 1(a), la construcción es la misma que la técnica anterior porque requiere una plataforma 2 que soporta polvo a laminar y un producto sinterizado del polvo en un depósito (recipiente) 1, un dispositivo de suministro de polvo 3 para el depósito 1, una rasqueta 4 usada para aplanar el polvo proporcionado, una fuente de suministro de haz láser o haz de electrones 5 y un escáner 6 capaz de mover los haces, y un controlador 10, pero también incluye un aparato medidor de intensidad de reflexión 8 para el haz láser irradiado o el haz de electrones, o como se representa en la figura 1(b), incluye los mismos elementos constituyentes que la técnica anterior, pero también incluye un aparato medidor de intensidad de reflexión no para la intensidad de reflexión del haz láser irradiado o el haz de electrones, sino más bien para rayos de luz irradiada sobre toda la zona de irradiación de una fuente de luz radiante 11 (obsérvese que, en la figura 1(b), el haz láser o haz de electrones 7 reflejado no se representa).

65

La fuente de luz distinta de la destinada al haz láser puede ser no solamente rayos de luz visibles, sino también rayos de luz distintos de los rayos de luz visibles, tal como rayos ultravioleta, rayos infrarrojos o rayos del infrarrojo lejano.

5 La medición de la intensidad de reflexión en el proceso a de las configuraciones básicas (1) y (2) asume que, en cada paso de laminación, la intensidad de reflexión del haz reflector 7 o la luz reflejada 9 puede ser medida en toda la zona de sinterización, mientras la zona de sinterización cambia de orden.

10 En base a este supuesto, cuando se ha de medir la intensidad de reflexión de luz distinta de un haz láser, es esencial que la irradiación de luz sea realizada sobre toda la zona de sinterización.

15 Cuando la intensidad de reflexión del proceso a es del haz reflector 7 de un haz láser o luz reflejada 9, la medición se realiza con un dispositivo de conversión fotoeléctrica, y cuando es el haz reflector 7 de un haz de electrones, la medición se realiza por inducción electromagnética.

La intensidad para medición por conversión fotoeléctrica puede usar luminosidad o iluminancia como estándar.

20 Para medición por inducción electromagnética, por otra parte, se usa como estándar un valor de voltaje o valor de corriente en base a inducción electromagnética.

Con el fin de evaluar la intensidad de reflexión en el proceso b y c de las configuraciones básicas (1) y (2), la unidad de tiempo se pone de manera que esté dentro de cada paso de sinterización, siendo la razón una evaluación más eficiente, dado que es muy engorroso y tampoco tiene sentido realizar una evaluación por cada medición.

25 La unidad de tiempo también incluye casos donde es el tiempo de cada paso de sinterización, pero también puede seleccionarse como un tiempo que es de 1/10 a 1/2 de dicho tiempo.

30 Los procesos de los procesos a, b y c de las configuraciones básicas (1) y (2) se representan en el diagrama de flujo de la figura 2, que indica que cuando la intensidad de reflexión es tal que no se ha producido defecto de sinterización y está dentro del rango de intensidad de reflexión previamente puesto como el estándar, entonces se ordena continuar la sinterización durante la unidad de tiempo siguiente, o el siguiente paso de formación de capa de polvo, como se ha descrito en el proceso b, pero cuando la intensidad de reflexión es tal que se ha producido un defecto de sinterización y está fuera del rango de intensidad de reflexión previamente puesto como el estándar, es decir, es mayor o menor que el rango estándar, entonces se cancela la sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo.

35 El rango estándar en el que se supone que no se ha producido defecto de sinterización se pone de antemano, por datos en los rangos numéricos que sirven como el estándar de luminosidad o iluminancia (para el haz reflector 7 de un haz láser o luz reflejada 9) y el valor de voltaje o valor de corriente (para el haz reflector 7 de un haz de electrones) cuando se ha confirmado que no se producen defectos de sinterización, para cada paso de sinterización.

Los datos para los rangos numéricos estándar se ponen de la siguiente manera.

45 En un método de conformación tridimensional, un rango apropiado de intensidad de haz láser o haz de electrones se define según el tipo de objeto a conformar.

50 Así, el estándar para evitar una condición no uniforme producida por un suministro anormal del haz según a según la técnica anterior puede preestablecerse incrementando y disminuyendo sucesivamente la cantidad suministrada normal de un haz láser o haz de electrones a partir del estado normal, para la unidad de tiempo preestablecida y en la posición de medición preestablecida para cada tipo de objeto a conformar, efectuándose el suministro de modo que llegue a los límites para la condición no uniforme apropiada, midiendo la luminosidad o iluminancia y el valor de voltaje o valor de corriente en los niveles límite, y determinando el máximo justo antes de que la cantidad de suministro llegue a un nivel excesivo y el mínimo justo antes de que llegue a un nivel insuficiente.

55 Por otra parte, la mayor parte de los tipos de objetos de conformación tridimensional son comunes uno con otro por tener una superficie de polvo normal, es decir, plana.

60 Según la consideración relativa a dicho estado común, el estándar para evitar una condición no uniforme anormal según B según la técnica anterior puede preestablecerse, mediante experimentos separados en los que, definiendo una condición de pobre movimiento de la rasqueta 4 que puede interferir con la obtención de una superficie plana, que es producida por infiltración de virutas, o un estado incompleto fundido debido a insuficiente sinterización, durante la unidad de tiempo preestablecida o en la posición de medición preestablecida, el grado de irregularidad y el grado de incompletitud son reducidos gradualmente, confirmando los niveles límite para una condición plana normal y una condición no uniforme anormal, midiendo la luminosidad o iluminancia y el valor de voltaje o valor de corriente en los niveles confirmados, y determinando el mínimo justo antes de alcanzarse una condición irregular.

La cancelación, como en el proceso c cuando la intensidad de reflexión, medida según el proceso a, se desvía de dicho rango estándar, se basa en lo siguiente.

5 Cuando se ha producido un problema relativo a control del haz láser o el haz de electrones según A anterior, si los haces exceden de la cantidad apropiada que no genera defectos de sinterización, entonces la intensidad de reflexión también excede del rango apropiado, o si los haces son insuficientes, entonces la intensidad de reflexión debe ser menos que el rango numérico.

10 En cualquier caso, si los haces superan el rango apropiado numérico o son insuficientes, esto quiere decir que, a condición de que se forme una condición no uniforme esencialmente regular en la superficie de sinterización en comparación con la sinterización normal, si la intensidad de reflexión se desvía del rango numérico preestablecido, entonces era apropiado seleccionar la cancelación en el proceso c, en respuesta a la generación de un defecto de sinterización.

15 Por otra parte, en el caso de un problema con la superficie de la capa de polvo según B anterior, el haz láser irradiado o el haz de electrones experimenta reflexión difusa en la superficie problemática y la intensidad de reflexión medida con el aparato medidor de intensidad de reflexión 8 representado en la figura 1(a) y (b) cambia a un valor menor en comparación con una superficie normal en la que no se ha producido un defecto de sinterización, y se llega a la conclusión de que la selección en el proceso c fue apropiada.

20 Además, un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c se debe a las causas A y B en la mayoría de los casos.

25 En consecuencia, es altamente apropiado ordenar la cancelación con respecto al proceso c en base al rango estándar para la intensidad de reflexión cuando no se producen defectos de sinterización, y ordenar la prevención de los pasos sin sentido e inútiles de la laminación y sinterización repetidas adicionales, de modo que es posible evitar la producción de un producto conformado tridimensional con defectos.

30 El rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización diferirá dependiendo del material del objeto a conformar, la intensidad de radiación de cada haz y las prestaciones del aparato de medición que mide el haz reflector 7 o la luz reflejada 9, y es imposible especificar el rango numérico para el rango estándar de manera general.

35 Por lo tanto, es indispensable considerar cada uno de los factores y especificar el rango numérico en base a experiencia acumulada.

Cuando se ha producido un defecto de sinterización que da lugar a la orden del proceso c, su causa es diagnosticada en general.

40 Con el fin de diagnosticar la causa del defecto de sinterización, se puede adoptar el proceso siguiente según la configuración básica (1):

45 d. tomar imágenes espectrales para el haz láser o el haz de electrones, o luz reflejada distinta del haz láser que ha sido reflejada de la zona de sinterización donde se ha producido el defecto de sinterización causando la orden del proceso c, y de la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, en base a la intensidad correspondiente a cada longitud de onda según una función espectral,

50 e. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada imagen espectral en el proceso d no cambia o sólo cambia gradualmente, y

determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada imagen espectral en el proceso d cambia rápidamente.

55 El proceso de determinación e en base a la imagen espectral del proceso d deriva de la regla empírica de que un cambio producido en el estado de reflexión del haz láser o la luz que da lugar a un cambio en intensidad de reflexión debe conducir necesariamente a un cambio en la imagen espectral en base a la intensidad de reflexión.

60 El proceso de determinación e se basa en lo siguiente.

65 Cuando A es un defecto de sinterización producido por un problema relativo al sistema de control, el estado anormal de la irradiación del haz láser o el haz de electrones continúa y la forma no uniforme producida por la irradiación es esencialmente regular, y por lo tanto la condición del haz láser reflejado 7 y la luz reflejada 9 no exhibirá ningún cambio (incluyendo también ausencia de cambio en términos aproximados, o esencialmente ningún cambio), o solamente un pequeño cambio, con una zona de sinterización diferente.

En consecuencia, la imagen espectral para la zona de sinterización posterior no exhibirá cambio o solamente exhibirá un pequeño cambio en comparación con la imagen espectral en la zona del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, según el proceso d.

5 Como resultado, se aprecia poca diferencia entre ambas imágenes espectrales, como se representa en la figura 3(a).

10 En contraposición, cuando un problema de la superficie de la capa de polvo es la causa del defecto de sinterización, según B, la zona del defecto de sinterización no es necesariamente continua, y la condición no uniforme de la capa de polvo es irregular.

15 En consecuencia, cuando, después de una zona de sinterización con el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, el defecto de sinterización permanece en la zona de sinterización en la que se midió la intensidad de reflexión, la condición no uniforme irregular difiere claramente de la condición no uniforme del defecto de sinterización original, mientras que si el defecto de sinterización ya ha desaparecido en la zona de sinterización donde la intensidad de reflexión se mide posteriormente, la condición del haz reflector 7 o la luz reflejada 9 será naturalmente claramente diferente.

20 Por lo tanto, la imagen espectral en base a la intensidad de reflexión en la zona de sinterización posterior cambia rápidamente con respecto a la imagen espectral en base a la intensidad de reflexión del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c.

25 Como resultado, como se representa en la figura 3(b), se obtienen imágenes espectrales que difieren claramente entre la primera y la última.

Así, debido a la distinta diferencia en la transición del estado de reflexión entre el caso de A y el caso de B, el cambio en la imagen espectral también difiere, y el proceso de determinación e se puede llevar a cabo.

30 La determinación según e se puede hacer visualmente en base al estado de cambio entre la imagen espectral para el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la imagen espectral en la zona de sinterización posterior.

35 Sin embargo, es necesario un control numérico preestablecido si la determinación ha de ser automatizada y visualizada.

40 Así, puede adoptarse una realización como la representada en el diagrama de flujo de la figura 4, donde, de entre las imágenes espectrales del proceso d, se seleccionan la zona de sinterización en la que se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores, y si la diferencia de valor máxima para una frecuencia específica en ambas imágenes espectrales está dentro de un rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones, según A anterior,

45 mientras que, si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo según B anterior.

50 El establecimiento previo del rango numérico preestablecido como un estándar puede ser realizado tomando imágenes espectrales con antelación para cada paso de sinterización en múltiples posiciones durante cada unidad de tiempo cuando el problema con el sistema de control relativo al haz láser o haz de electrones según A está en su estado máximo, creando los datos para el estado de cambio de valor máximo para una frecuencia específica con antelación, y luego para la determinación real, usando el valor numérico para la relación de valor máximo o diferencia entre las dos zonas de sinterización.

55 Este valor numérico también diferirá dependiendo del material del objeto a conformar, la intensidad de radiación de cada haz y las prestaciones del aparato de medición que mide el haz reflector 7 o la luz reflejada 9, y es imposible especificar de manera general el rango numérico para el rango estándar.

60 Para diagnosticar la causa del defecto de sinterización, se puede adoptar el proceso siguiente según la configuración básica (2).

f. registrar las intensidades de reflexión en la zona de sinterización donde el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,

g. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f no cambia o sólo cambia gradualmente, y

- 5 determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f cambia rápidamente.

A continuación se expone el razonamiento según el que se puede efectuar una determinación según el proceso g registrando la intensidad de reflexión como en el proceso f.

- 10 Como se ha explicado con respecto a la formación de imágenes en el proceso d y el proceso de determinación e, cuando la causa es A, el haz reflector 7 o la luz reflejada 9 no cambia (incluyendo también ausencia de cambio en términos aproximados, o esencialmente sin cambiar), o solamente cambia ligeramente.

- 15 Como resultado, la intensidad de reflexión tampoco exhibe cambio o solamente exhibe un pequeño cambio, como se representa en la figura 5(a).

- 20 En contraposición, cuando la causa es B, la condición no uniforme de la superficie de la capa de polvo cambia rápidamente, y como resultado la intensidad de reflexión en la zona de sinterización que era la causa de la orden del proceso c y la intensidad de reflexión en la zona de sinterización posterior cambian rápidamente como se representa en la figura 5(b).

- 25 Así, el caso de A y el caso de B se pueden determinar según el proceso g en base a la clara diferencia en la transición del cambio en la intensidad de reflexión.

- El proceso de determinación g se puede hacer visualmente en base al estado de cambio entre la intensidad de reflexión para el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la intensidad de reflexión en la zona de sinterización posterior.

- 30 Sin embargo, es necesario un control numérico preestablecido para que la determinación sea automatizada y visualizada.

- 35 Así, puede adoptarse una realización como la representada en el diagrama de flujo de la figura 6, de tal manera que, entre las intensidades de reflexión según el proceso f, si la diferencia en las intensidades de reflexión de la zona de sinterización en la que se produjo un defecto de sinterización dando lugar a la orden del proceso c y al menos una zona de sinterización posterior está dentro de un rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones, mientras que si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo.

- 40 El establecimiento previo del rango numérico preestablecido como un estándar puede ser realizado creando los datos para la transición de la intensidad de reflexión para la unidad de tiempo de cada paso de sinterización, cuando el problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones según a está en su estado máximo, y luego para la determinación real, usando el valor numérico estándar para la relación o la diferencia relativa a las intensidades de reflexión para las dos zonas de sinterización.

- 45 Este valor numérico también diferirá dependiendo del material del objeto a conformar, la intensidad de la radiación de cada haz y las prestaciones del aparato de medición que mide el haz reflector 7 o la luz reflejada 9, de tal manera que es imposible especificar de manera general el rango numérico para el rango estándar.

- 50 La descripción se hará a continuación según Ejemplos.

[Ejemplo 1]

- 55 En el Ejemplo 1, toda la zona de sinterización incluyendo la posición de sinterización en la que la causa de un defecto de sinterización ha sido corregida y la orden en el proceso c ha sido realizada, o toda la zona de sinterización y toda la zona de sinterización que ya ha sido laminada debajo de dicha zona, se ha fundido o ablandado por un haz láser o un haz de electrones, y entonces se quita solamente la porción del grosor de la zona fundida o ablandada, o la porción del grosor de la zona de sinterización sinterizada y laminada, o alternativamente se quita la totalidad de cada una de las zonas de sinterización con una herramienta de corte, y el paso de laminación y el paso de sinterización se repiten a partir de las zonas recién quitadas.

- 60 Como una explicación en términos de la idea técnica esencial del Ejemplo 1, incluso aunque la posición del defecto de sinterización que era la causa de la orden en el proceso c, y su proximidad, se ha fundido y quitado con el haz

láser o el haz de electrones, la nueva laminación y sinterización en dicha zona requiere análisis de imagen de la zona fundida y quitada y nueva laminación y sinterización en base a dicho análisis.

5 Sin embargo, es altamente complicado e ineficiente realizar tal análisis de imagen, y llevar a la práctica el paso de formación de capa de polvo y el paso de sinterización en una zona local en base al análisis de imagen.

10 Por lo tanto, en el Ejemplo 1, toda la zona de sinterización incluyendo la posición en la que el defecto de sinterización fue producido por cada haz, o no solamente toda la zona de sinterización, sino también toda la zona de sinterización que ya se ha formado, se funden, y entonces, en base a medición dimensional exacta, la porción del grosor de la zona de sinterización se quita, o alternativamente se quitan la porción del grosor de toda la zona y toda la zona de sinterización que ya se ha formado debajo, realizando entonces de forma continua la nueva laminación y sinterización.

15 En el caso del Ejemplo 1, es posible utilizar efectivamente la capa sinterizada que ya se ha formado, excepto para la zona fundida y quitada de esta manera, de modo que se puede producir un producto conformado tridimensional sin defectos incluso cuando se ha detectado un defecto de sinterización.

[Ejemplo 2]

20 En el Ejemplo 2, una señal luminosa y/o una señal audio indican la presencia de un problema de sinterización durante la orden en el proceso c.

Esta configuración permite quitar rápidamente los defectos de sinterización.

25 Específicamente, si se seleccionan señales de luz de color diferente o se seleccionan diferentes señales audio dependiendo de si la causa del defecto de sinterización es A o B anteriores, será posible determinar y eliminar rápidamente la causa del defecto de sinterización.

[Aplicabilidad industrial]

30 Como se ha explicado anteriormente, en la presente invención, los defectos de sinterización pueden ser detectados rápidamente, y se puede producir eficientemente productos conformados tridimensionales.

35 Por otra parte, en la presente invención, la producción de productos conformados tridimensionales con defectos puede evitarse, y por ello la invención es útil en todos los métodos de conformación tridimensional.

[Lista de signos de referencia]

40 1: Depósito (recipiente)

2: Plataforma

3: Dispositivo de suministro de polvo

45 4: Rasqueta

5: Fuente de suministro de haz láser o haz de electrones

50 6: Escáner

7: Haz reflector

8: Aparato medidor de haz reflector

55 81: Detector de haz reflector

82: Instrumento de medición de haz reflector

60 9: Luz reflejada

10: Controlador

11: Fuente de luz irradiante

65

REIVINDICACIONES

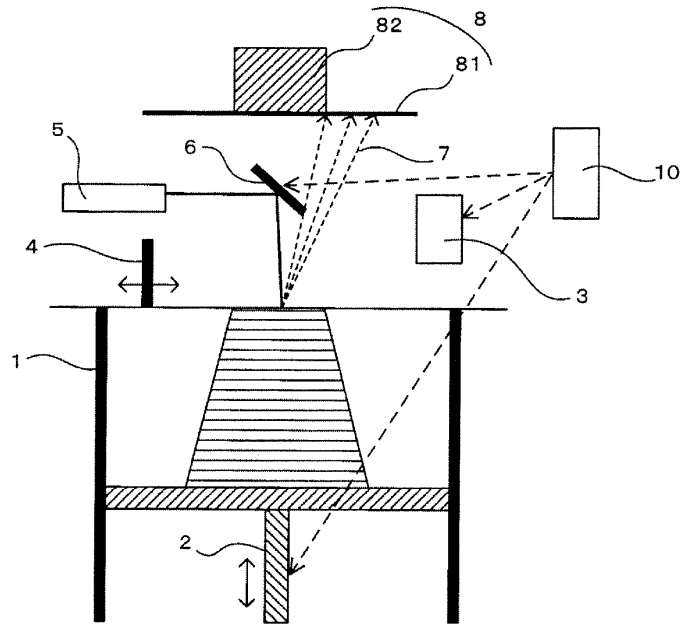
1. Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir de forma alterna un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:
- a. medir la intensidad de reflexión del haz láser o haz de electrones irradiado durante cada paso de sinterización, o irradiación de luz distinta del haz láser en toda la zona de sinterización, y medir la intensidad de reflexión de dicha luz, en cada paso de sinterización,
- b. ordenar continuar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a está dentro de un rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,
- c. ordenar cancelar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo bajo una determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a se ha desviado del rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,
- caracterizado el método por
- d. tomar imágenes espectrales para el haz láser o haz de electrones, o luz reflejada distinta del haz láser que ha sido reflejada de la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización causando la orden del proceso c, y de la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, en base a la intensidad correspondiente a cada longitud de onda según una función espectral,
- e. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o haz de electrones, cuando cada imagen espectral en el proceso d no cambia o sólo cambia gradualmente, y
- determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada imagen espectral en el proceso d cambia rápidamente.
2. Un método de conformación tridimensional según la reivindicación 1, donde, de entre las imágenes espectrales del proceso d, se selecciona la zona de sinterización en la que se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores, y si la diferencia de valor máxima para una frecuencia específica en ambas imágenes espectrales está dentro de un rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relativo al haz láser o haz de electrones,
- mientras que, si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo.
3. Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir de forma alterna un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:
- a. medir la intensidad de reflexión del haz láser o haz de electrones irradiado durante cada paso de sinterización, o la irradiación de luz distinta del haz láser en toda la zona de sinterización, y medir la intensidad de reflexión de dicha luz, en cada paso de sinterización,
- b. ordenar continuar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a está dentro de un rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,
- c. ordenar cancelar la sinterización en la unidad de tiempo siguiente o el siguiente paso de formación de capa de polvo bajo una determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la intensidad de reflexión del proceso a se ha desviado del rango estándar para la intensidad de reflexión en el que no se producen defectos de sinterización,

caracterizado el método por

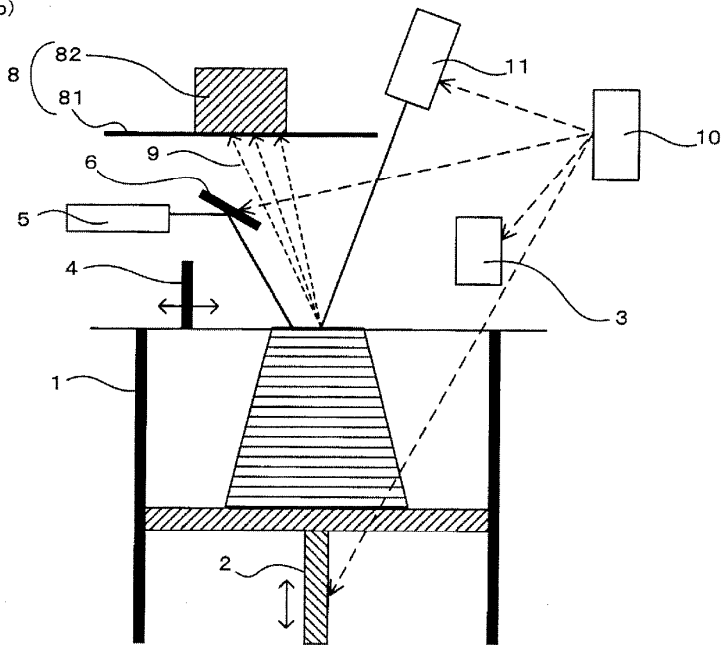
- 5 f. registrar las intensidades de reflexión en la zona de sinterización donde se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,
- g. determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o haz de electrones, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f no cambia o sólo cambia gradualmente, y
- 10 determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie formada de la capa de polvo, cuando cada intensidad de reflexión en el proceso f cambia rápidamente.
4. Un método de conformación tridimensional según la reivindicación 3, donde, entre las intensidades de reflexión según el proceso f,
- 15 si la diferencia en las intensidades de reflexión de la zona de sinterización en la que se produjo un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y al menos una zona de sinterización posterior está dentro de un rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c es un problema con el sistema de control relativo al haz láser o haz de electrones,
- 20 mientras que, si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como un estándar, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo.
- 25 5. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4, donde toda la zona de sinterización incluyendo la posición de sinterización en la que la causa de un defecto de sinterización ha sido corregida y la orden del proceso c ha sido realizada, o toda la zona de sinterización y toda la zona de sinterización que ya ha sido laminada debajo de dicha zona, es fundida o ablandada por un haz láser o haz de electrones, y entonces se quita solamente la porción del grosor de la zona fundida o ablandada, o la porción del grosor de la zona de sinterización sinterizada y laminada, o alternativamente se quita la totalidad de cada una de dichas zonas de sinterización con una herramienta de corte, y el paso de laminación y el paso de sinterización se repiten a partir de las zonas recién quitadas.
- 30 6. Un método de conformación tridimensional según la reivindicación 1 o 3, donde, durante la orden del proceso c, el problema de sinterización se indica por una señal luminosa y/o una señal audio.
7. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 2, 4 o 6, donde una señal luminosa de un color diferente se selecciona para la causa del defecto de sinterización.
- 40 8. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 2, 4 o 6, donde una señal audio diferente se selecciona para la causa del defecto de sinterización.

[Fig.1]

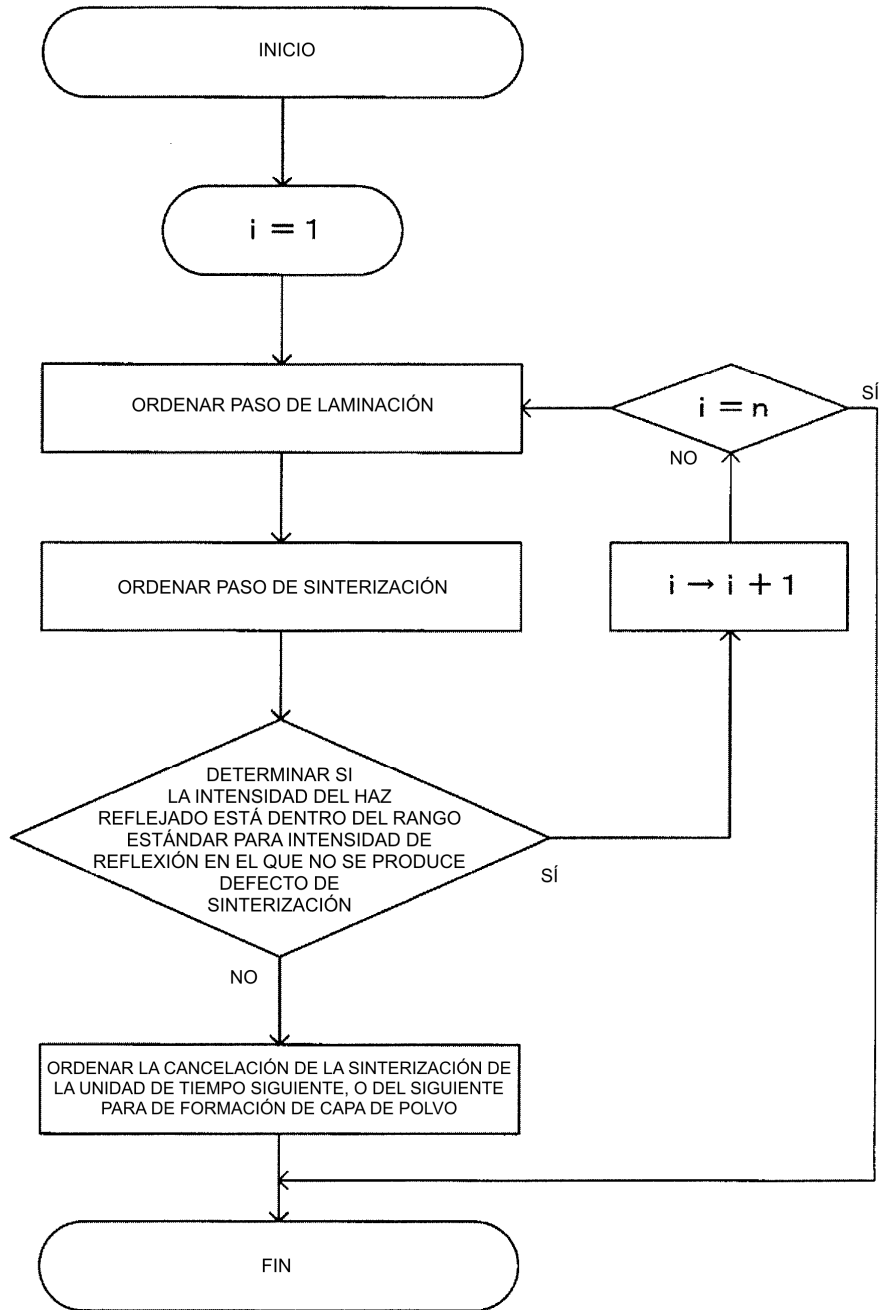
(a)



(b)



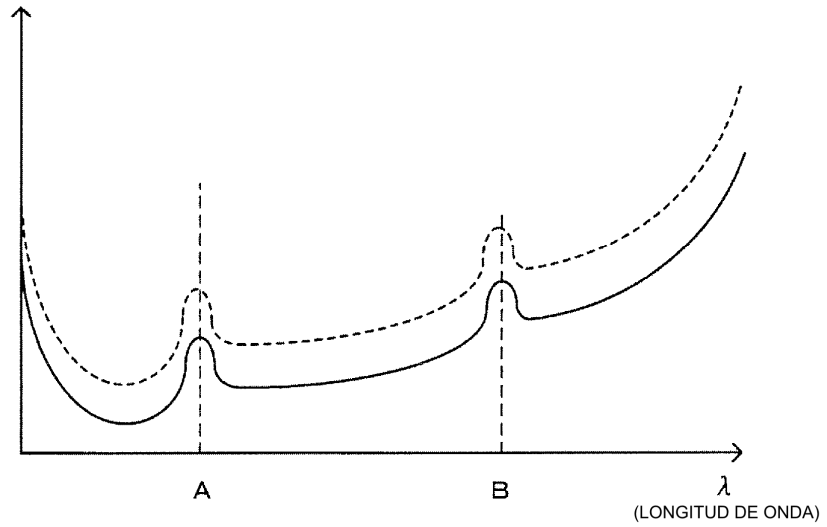
[Fig.2]



[Fig.3]

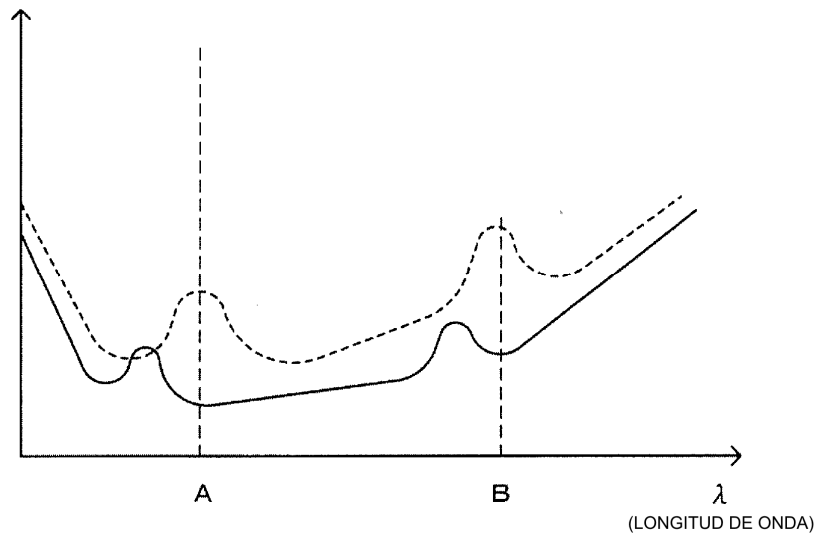
(a)

INTENSIDAD DE REFLEXIÓN

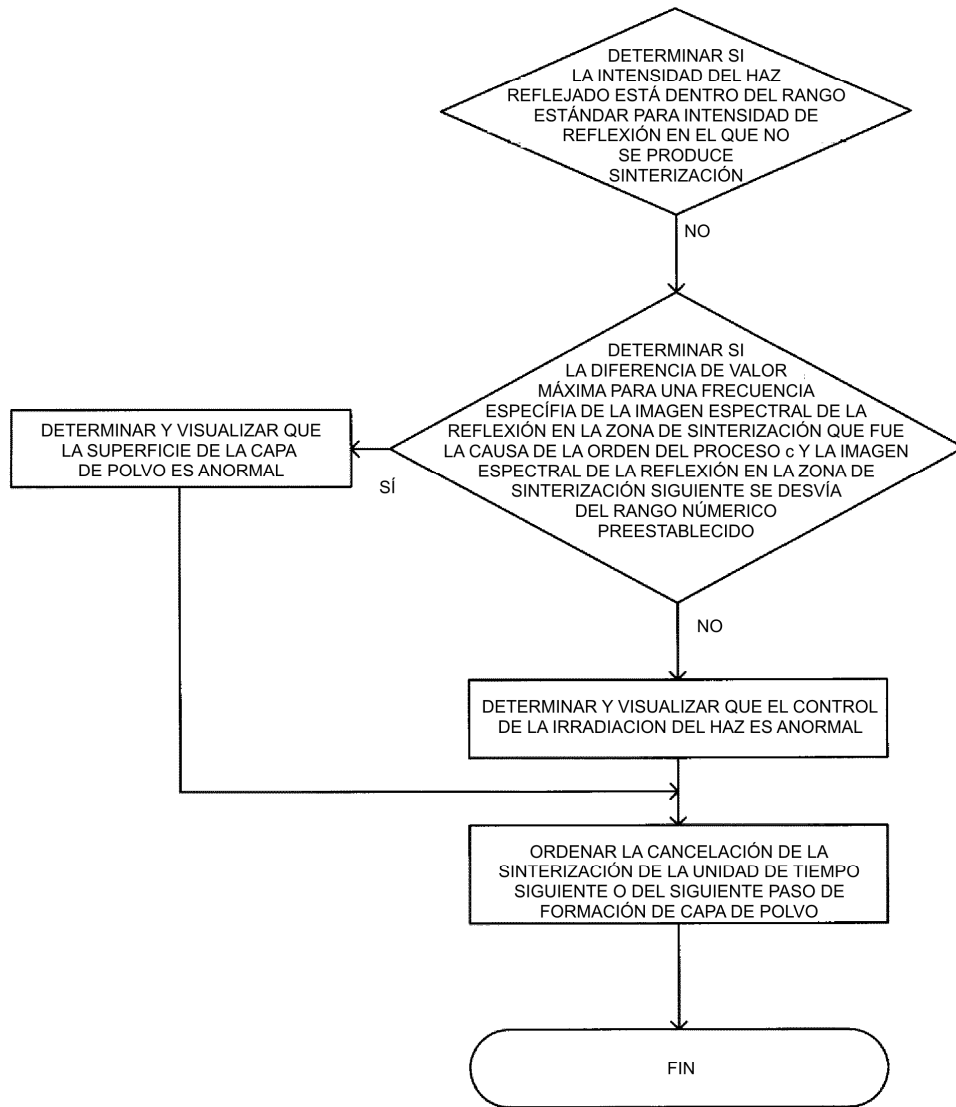


(b)

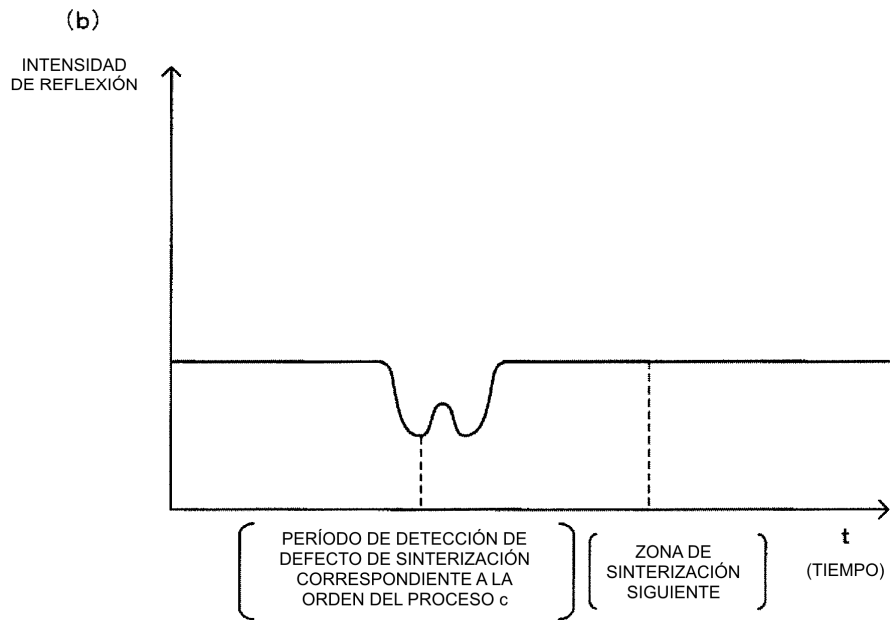
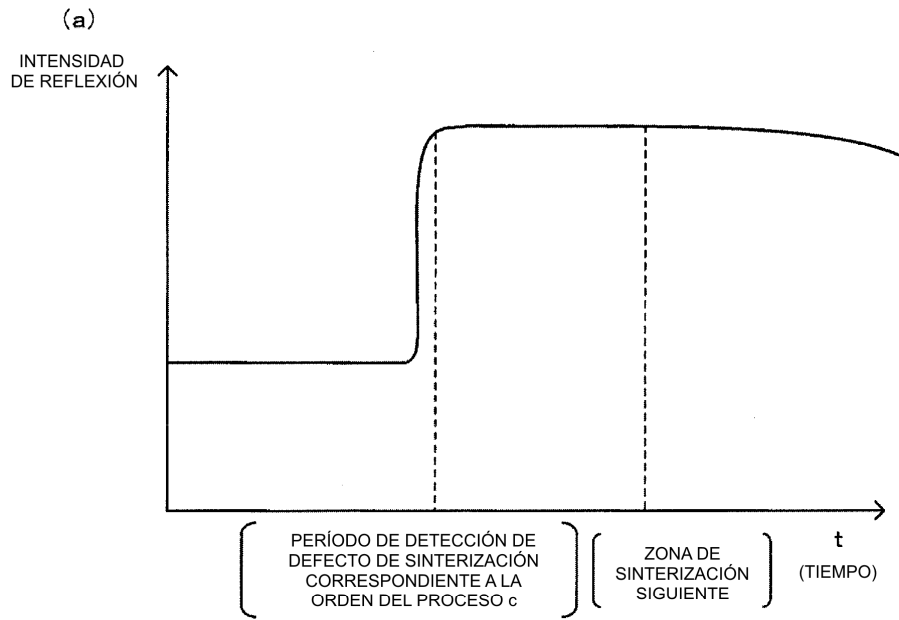
INTENSIDAD DE REFLEXIÓN



[Fig. 4]



[Fig.5]



[Fig. 6]

