

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 229**

51 Int. Cl.:

B23K 26/00 (2014.01)
B23K 26/06 (2014.01)
B23K 26/067 (2006.01)
B23K 26/073 (2006.01)
G02F 1/061 (2006.01)
B41M 5/26 (2006.01)
B23K 26/03 (2006.01)
B23K 26/064 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2009** E 16185966 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018** EP 3138654

54 Título: **Dispositivo de procesamiento láser y método de procesamiento láser**

30 Prioridad:

26.08.2008 JP 2008216742

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

03.05.2018

73 Titular/es:

**HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (100.0%)
1126-1, Ichino-cho Higashi-ku
Hamamatsu-shiShizuoka 435-8558, JP**

72 Inventor/es:

**MATSUMOTO, NAOYA;
INOUE, TAKASHI;
FUKUCHI, NORIHIRO y
ITO, HARUYASU**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 666 229 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

Dispositivo de procesamiento láser y método de procesamiento láser

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento.

10 **Antecedentes de la técnica**

Condensar mediante un sistema óptico de condensación una luz láser emitida desde una fuente de luz láser e irradiar la luz láser a un objeto de procesamiento permite procesar el objeto de procesamiento. Si simplemente condensando la luz láser mediante el uso de una lente, barrer la luz láser a una posición de condensación permite procesar un objeto de procesamiento en la forma deseada. Sin embargo, en este caso, el tiempo requerido para el procesamiento es largo.

El método más simple para acortar el tiempo de procesamiento es realizar un procesamiento simultáneo multipunto condensando e irradiando simultáneamente luz láser a una pluralidad de posiciones de condensación. Por ejemplo, el uso de una pluralidad de fuentes de luz láser y de luces láser de condensación emitidas desde las respectivas fuentes de luz láser mediante una lente permite realizar un procesamiento simultáneo multipunto. Sin embargo, en este caso, se usa una pluralidad de fuentes de luz láser, lo que da lugar a un alto coste y a un área de instalación y a un sistema óptico complicados.

En la Literatura de patentes 1 (véase también el documento EP-A-0679469) se ha divulgado una invención concebida para resolver tales problemas En esta invención divulgada en la Literatura de patentes 1, se presenta un holograma en un modulador espacial de luz de modulación de fase, una luz láser emitida desde una fuente de luz láser se modula en fase mediante el modulador espacial de luz y la luz láser modulada en fase se condensa y se irradia simultáneamente a una pluralidad de posiciones mediante un sistema óptico de condensación. El holograma presentado en el modulador espacial de luz tiene una distribución de modulación de fase tal que la luz láser se condensa en una pluralidad de posiciones de condensación mediante un sistema óptico de condensación.

Lista de citas

35 **Literatura de patentes**

Literatura de patentes 1: Patente japonesa N.º 2723798

Sumario de la invención

40 **Problema técnico**

Mientras, en la invención divulgada en la Literatura de patentes 1, es deseable que la energía de la luz láser a irradiar a cada una de una pluralidad de posiciones de condensación sea uniforme. En este caso, la energía de la luz láser a irradiar a las respectivas posiciones de condensación generalmente es inversamente proporcional al número de posiciones de condensación o al área de una región de condensación. Por ejemplo, cuando hay dos posiciones de condensación, la energía de la luz láser a irradiar a las respectivas posiciones de condensación es la mitad en comparación con cuando hay una posición de condensación.

Por otra parte, se sabe que, cuando se realiza el procesamiento de una superficie metálica por abrasión mediante el uso de una luz láser de femtosegundo, la velocidad de abrasión es diferente dependiendo de la energía de la luz láser. Es decir, en la invención divulgada en la Literatura de patentes 1, debido a una variación en el número de posiciones de condensación, la energía de la luz láser a irradiar a las posiciones de condensación varía, de modo que el grado de procesamiento en las respectivas posiciones de condensación varía.

Para resolver tales problemas, puede considerarse mantener constante la energía de la luz láser a irradiar a las respectivas posiciones de condensación, independientemente del número de posiciones de condensación, insertando un filtro ND (filtro de densidad neutra) con un factor de atenuación necesario de acuerdo con el número de posiciones de condensación. Sin embargo, reemplazar el filtro ND cada vez que se cambia el número de posiciones de condensación da lugar a una reducción significativa de la eficiencia.

La presente invención se ha realizado para resolver los problemas anteriores, y un objetivo de la misma es proporcionar un dispositivo y un método para procesar una región de procesamiento de un objeto de procesamiento irradiando simultáneamente luz láser a una pluralidad de posiciones de condensación o a una región de condensación que tiene una área constante mediante el uso de un modulador espacial de luz de modulación de fase en el que se presenta un holograma, y que permite mantener fácilmente casi constante la energía de la luz láser a

irradiar a las respectivas posiciones de condensación o a la región de condensación, incluso cuando el número de posiciones de condensación de la luz láser en la región de procesamiento o el área de la región de condensación varía.

5 **Solución al problema**

Para resolver los problemas anteriores, la invención propone el método de acuerdo con la reivindicación 1 y el aparato de acuerdo con la reivindicación 4.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista que muestra una configuración de un dispositivo de procesamiento láser 1.
 La figura 2 es una vista que explica un primer modo de escribir un holograma a partir de una sección de activación 21 en un modulador espacial de luz 20 mediante una sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 15 La figura 3 es una vista que explica un segundo modo de escribir un holograma a partir de la sección de activación 21 en el modulador espacial de luz 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 4 es una vista que explica un tercer modo de escribir un holograma a partir de la sección de activación 21 en el modulador espacial de luz 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 5 son vistas que explican un método de procesamiento láser de un ejemplo comparativo en la explicación del primer ejemplo.
 La figura 6 son vistas que explican un primer modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 25 La figura 7 son vistas que explican un segundo modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 8 son vistas que explican un tercer modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 30 La figura 9 son vistas que explican un cuarto modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 10 es una vista que explica un quinto modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 11 es una vista que explica un quinto modo de un método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo.
 35 La figura 12 es un diagrama de flujo de un método de alteración de holograma de acuerdo con la invención en el primer ejemplo.
 La figura 13 son vistas que explican un método de procesamiento láser de acuerdo con un segundo ejemplo.
 La figura 14 es una vista que explica un método de procesamiento láser de acuerdo con un segundo ejemplo.
 40 La figura 15 son vistas que explican un ejemplo comparativo, en explicación del Ejemplo 1.
 La figura 16 son vistas que explican el Ejemplo 1.
 La figura 17 es una tabla que resume las energías de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el ejemplo comparativo, en la explicación del Ejemplo 1.
 La figura 18 es una tabla que resume las energías de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el Ejemplo 1.
 45 La figura 19 son vistas que explican el Ejemplo 2.
 La figura 20 es una tabla que resume las energías de la luz láser en las respectivas regiones de condensación en el Ejemplo 2.
 La figura 21 es una vista que explica un cuarto modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 22 es una vista que explica un quinto modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 23 es una vista que explica un sexto modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 55 La figura 24 es una vista que explica un séptimo modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 25 es una vista que explica un octavo modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 26 es una vista que explica un noveno modo de escribir un holograma en el modulador espacial de luz 20, en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 60 La figura 27 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 La figura 28 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.
 65 La figura 29 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.

La figura 30 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.

La figura 31 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.

5

Lista de signos de referencia

1 ... dispositivo de procesamiento láser, 10 ... fuente de luz láser, 11 ... filtro espacial, 12 ... lente colimadora, 13, 14 ... espejo, 20 ... modulador espacial de luz, 21 ... sección de activación, 22 ... sección de control, 10 30 ... sistema óptico de condensación, 90 ... sistema óptico de procesamiento, 91 ... región de procesamiento, 92 ... región de no procesamiento.

De aquí en adelante, se describirá en detalle el mejor modo para llevar a cabo la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Además, los mismos componentes se denotarán con los mismos números de referencia en la descripción de los dibujos, y se omitirá la descripción superpuesta.

(Primer ejemplo)

[Configuración del dispositivo de procesamiento láser 1]

En primer lugar, se dará una descripción de un primer ejemplo de un dispositivo de procesamiento láser y de un método de procesamiento láser. La figura 1 es una vista que muestra una configuración de un dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo. El dispositivo de procesamiento láser 1 mostrado en esta figura es un dispositivo para procesar un objeto de procesamiento 90 condensando e irradiando luz láser sobre una 25 región de procesamiento 91 y sobre una región 92 (véanse las figuras 6 etc., que se describirá más adelante) distinta de la región de procesamiento 91 en el objeto de procesamiento 90 e incluye una fuente de luz láser 10, un filtro espacial 11, una lente colimadora 12, un espejo 13, un espejo 14, un modulador espacial de luz 20, una sección de activación 21, una sección de control 22 y un sistema óptico de condensación 30.

La fuente de luz láser 10 es para emitir la luz láser que necesita irradiarse a la región de procesamiento 91 del objeto de procesamiento 90 y a la región 92 distinta de la región de procesamiento 91, y preferentemente es una fuente de luz láser de pulsos tal como una fuente de luz láser de femtosegundo y una fuente de luz láser Nd:YAG. Una luz láser emitida desde esta fuente de luz láser 10 pasa a través del filtro espacial 11, y a continuación se colima mediante la lente colimadora 12, se refleja mediante el espejo 13 y el espejo 14, y entra al modulador espacial de 35 luz 20.

El modulador espacial de luz 20 es de un tipo de modulación de fase, y la entrada con una luz láser emitida desde la fuente de luz láser 10 presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles ordenados bidimensionalmente, y emite la luz láser modulada en fase. El holograma de fase que debe 40 presentarse en este modulador espacial de luz 20 preferentemente es un holograma determinado por cálculo numérico (Holograma generado por ordenador, CGH, por sus siglas en inglés, Computer-Generated Hologram).

Este modulador espacial de luz 20 puede ser de tipo de reflexión y puede ser de tipo de transmisión. Como modulador espacial de luz 20 reflectivo, puede usarse cualquiera del tipo LCOS (cristal líquido sobre silicio, LCOS, por sus siglas en inglés, Liquid Crystal on Silicon), del tipo MEMS (sistemas microelectromecánicos, MEMS, por sus siglas en inglés, Micro Electro Mechanical Systems) y del tipo de direccionamiento óptico. Además, como modulador espacial de luz 20 transmisivo, puede usarse una LCD (pantalla de cristal líquido, LCD, por sus siglas en inglés, Liquid Crystal Display) o similar. En la figura 1, se muestra un modulador espacial de luz 20 de tipo de reflexión.

La sección de activación 21 sirve para ajustar la cantidad de modulación de fase en cada uno de una pluralidad de píxeles ordenados bidimensionalmente del modulador espacial de luz 20, y proporciona una señal para ajustar la cantidad de modulación de fase de cada píxel al modulador espacial de luz 20. La sección de activación 21 ajusta la cantidad de modulación de fase en cada uno de una pluralidad de píxeles ordenados bidimensionalmente del modulador espacial de luz 20 para hacer que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

El sistema óptico de condensación 30 se proporciona en una fase posterior del modulador espacial de luz 20, y se alimenta con una luz láser modulada en fase y emitida para cada píxel en el modulador espacial de luz 20. Particularmente, este sistema óptico de condensación 30 incluye una lente que Fourier transforma una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20. Se forma una imagen transformada de Fourier de la misma en un plano focal posterior de la lente transformadora de Fourier.

La sección de control 22 está formada, por ejemplo, por un ordenador, y controla el funcionamiento de la sección de activación 21 para hacer que se escriba un holograma a partir de la sección de activación 21 en el modulador espacial de luz 20. En este momento, la sección de control 22 hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma para condensar una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en una pluralidad de 65 posiciones de condensación mediante el sistema óptico de condensación 30.

Particularmente, en el presente ejemplo, la sección de control 22 hace que el modulador espacial de luz 20 presente secuencialmente una pluralidad de hologramas. A continuación, la sección de control 22, al hacer que una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado respectivamente una pluralidad de hologramas, se introduzca en el sistema óptico de condensación 30, en una posición de condensación existente en la región de procesamiento 91 (refiérase a las figuras 6, etc.) de una pluralidad de posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, provoca que una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía (intensidad) constante no inferior a un umbral X predeterminado ("luz contributiva" como se describirá más adelante). Por otro lado, la sección de control 22, en una posición de condensación existente en la región 92 (refiérase a las figuras 6 etc.) distinta de la región de procesamiento 91 de las posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, provoca que una parte restante de la luz láser modulada en fase se disperse y se condense como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X ("luces no contributivas" como se describirán más adelante) para procesar de este modo el objeto de procesamiento 90.

La figura 2 a la figura 4 son, cada una, una vista que explica un modo de escribir un holograma a partir de la sección de activación 21 en el modulador espacial de luz 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo.

En un primer modo mostrado en la figura 2, la sección de control 22 incluye una unidad central de procesamiento 221, una unidad de comunicación 222 y una unidad de memoria 223. La unidad central de procesamiento 221 crea por adelantado los datos de una pluralidad de hologramas CGH1 a CGH3 necesarios para hacer que el modulador espacial de luz 20 los presente, y almacena los datos en la unidad de memoria 223. Para hacer que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma, la unidad central de procesamiento 221 lee los datos de holograma de la unidad de memoria 223 y envía la lectura de datos de holograma a la unidad de comunicación 222, y la unidad de comunicación 222 transmite los datos de holograma a una unidad de procesamiento 211 de la sección de activación 21. Entonces, la unidad de procesamiento 211 de la sección de activación 21 envía los datos de holograma recibidos desde la sección de control 22 al modulador espacial de luz 20, y hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

En un segundo modo mostrado en la figura 3, una unidad de memoria 213 de la sección de activación 21 almacena por adelantado los datos de una pluralidad de hologramas CGH1 a CGH3 necesarios para hacer que el modulador espacial de luz 20 los presente. Para hacer que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma, la sección de control 22 especifica, a la sección de activación 21, los datos de holograma almacenados en la unidad de memoria 213, hace que los datos de holograma especificados se envíen al modulador espacial de luz 20, y hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

En un tercer modo mostrado en la figura 4, la unidad de memoria 223 incluida en la sección de control 22 almacena por adelantado los datos de los patrones 1 a 3 deseados de las posiciones de condensación cuando la luz láser se condensa mediante el sistema óptico de condensación 30. Para hacer que el modulador especial de luz 20 presente un holograma, la unidad central de procesamiento 221 lee los datos del patrón deseado de la unidad de memoria 223, crea un holograma que puede reproducir la lectura del patrón deseado, y envía los datos del holograma a la unidad de comunicación 222, y la unidad de comunicación 222 transmite los datos de holograma a la unidad de procesamiento 211 de la sección de activación 21. Entonces, la unidad de procesamiento 211 de la sección de activación 21 envía los datos de holograma recibidos desde la sección de control 22 al modulador espacial de luz 20, y hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

En un cuarto modo mostrado en la figura 21, un modulador espacial de luz y una sección de activación están formados por un solo módulo 2A. Una unidad de modulación de luz 2A0 corresponde aquí al modulador espacial de luz 20. Para hacer que la unidad de modulación de luz 2A0 presente un holograma, la sección de control 22 especifica los datos de holograma almacenados en la unidad de memoria 223, hace que los datos de holograma especificados se envíen a la unidad de modulación de luz 2A0, y hace que la unidad de modulación de luz 2A0 presente un holograma.

En un quinto modo mostrado en la figura 22, una sección de activación y una memoria están formadas por un solo módulo 2B. Una unidad de memoria 2B3 del módulo 2B almacena por adelantado los datos de una pluralidad de hologramas CGH1 a CGH3 necesarios para hacer que una unidad de modulación de luz 2B0 los presente de este modo. Para hacer que la unidad de modulación de luz 2B0 presente un holograma, la sección de control 22 especifica, al módulo 2B, los datos de holograma almacenados en la unidad de memoria 2B3, hace que los datos de holograma especificados se envíen a la unidad de modulación de luz 2B0, y hace que la unidad de modulación de luz 2B0 presente un holograma.

En un sexto modo mostrado en la figura 23, una sección de activación y una sección de control están formadas por un solo módulo 2C. Para hacer que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma, el módulo 2C especifica los datos de holograma almacenados en una unidad de memoria 2C3, hace que los datos de holograma especificados se envíen al modulador espacial de luz 20, y hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

En un séptimo modo mostrado en la figura 24, un modulador espacial de luz, una sección de activación y una sección de control están formados por dicho módulo 2D en el que están integrados.

En un octavo modo mostrado en la figura 25, la unidad de memoria 2C3 incluida en el módulo 2C almacena datos de los patrones 1 a 3 deseados de las posiciones de condensación cuando la luz del láser se condensa mediante el sistema óptico de condensación 30. Para hacer que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma, una unidad central de procesamiento 2C1 lee los datos del patrón deseado de la unidad de memoria 2C3, crea un holograma que puede reproducir la lectura del patrón deseado, y envía los datos de holograma a una unidad de procesamiento 2C4. La unidad de procesamiento 2C4 convierte los datos en una señal apropiada para accionar el modulador espacial de luz 20, y posteriormente envía la señal a una unidad de comunicación 2C2, y la unidad de comunicación 2C2 transmite la señal al modulador espacial de luz 20 y hace que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma.

En un noveno modo mostrado en la figura 26, una unidad de memoria 2D3 incluida en el módulo 2D almacena por adelantado datos de los patrones 1 a 3 deseados de las posiciones de condensación cuando la luz láser se condensa mediante el sistema óptico de condensación 30. Para hacer que una unidad de modulación de luz 2D0 presente un holograma, una unidad central de procesamiento 2D1 lee datos del patrón deseado de la unidad de memoria 2D3, crea un holograma que puede reproducir la lectura del patrón deseado, y envía los datos del holograma a una unidad de procesamiento 2D4. La unidad de procesamiento 2D4 convierte los datos en una señal apropiada para accionar la unidad de modulación de luz 2D0, y posteriormente envía la señal a la unidad de modulación de luz 2D0, y hace que la unidad de modulación de luz 2D0 presente un holograma.

En cualquier modo mostrado en la figura 2 a la figura 4 y en la figura 21 a la figura 26, cuando se crea un holograma a partir de un patrón deseado de una posición de condensación, el holograma puede crearse por cualquiera de los métodos de un tipo de transformada de Fourier o de un tipo de placa de zona de Fresnel. El tipo de transformada de Fourier permite crear un holograma por algoritmos, tal como un método GS, y el tipo de placa de zona de Fresnel permite crear un holograma por algoritmos, tal como un método ORA (ángulo de rotación óptimo, ORA, por sus siglas en inglés, optimal-rotation-angle).

Además, el método GS se ha descrito en una literatura "R. W. Gerchberg y W. O. Saxton, 'A practical algorithm for the determination of phase from image and diffraction plane pictures', *Optik*, vol. 35, pp. 237-246(1972)". Además, el método ORA se ha descrito en una literatura "Jorgen Bengtsson, *Kinoform design with an optimal-rotation-angle method*", *Applied Optics*, Vol. 33, No. 29, pp. 6879-6884 (1994)."

Además, pueden considerarse varios modos como la configuración de un dispositivo de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo. Por ejemplo, puede considerarse uno sin espejos 13, 14 como se muestra en la figura 27. Además, también puede considerarse un sistema óptico de este tipo que usa un prisma 108 como se muestra en la figura 28 en el que existen coaxialmente una luz incidente y una luz de emisión.

Además, la figura 29 muestra un sistema óptico en el que las lentes de relé 109, 110 están dispuestas entre el modulador espacial de luz 20 y el sistema óptico de condensación 30 de la figura 1. Al disponer las lentes de relé, la información sobre la fase o similar modulada por el modulador espacial de luz 20 se propaga al sistema óptico de condensación 30 sin influencia de la difracción de Fresnel. Además, estas lentes de relé pueden aplicarse también a los dispositivos de procesamiento de la figura 27 y de la figura 28.

En el dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización, es preferible que el sistema óptico esté configurado para procesarse como una sección operativa para moverse como se muestra en la figura 30, o que el objeto de procesamiento 90 se mueva junto con el movimiento de una plataforma 111 como se muestra en la figura 31.

[Método de procesamiento láser]

A continuación, se comparará, mientras se describe, el funcionamiento del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el primer ejemplo con un ejemplo comparativo. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia al objeto de procesamiento 90 para llevar a cabo una visualización multipunto de tres caracteres alfabéticos "H", "P" y "K" para procesar el objeto de procesamiento 90.

[Método de procesamiento láser, ejemplo comparativo]

Las figuras 5 son vistas que explican un método de procesamiento láser de un ejemplo comparativo. Los círculos muestran posiciones de condensación de luz láser en cada una de la figura 5(a) a la figura 5(c). La figura 5(a) muestra un estado de luz láser que se irradia a 12 puntos de posiciones de condensación para procesar el carácter "H". La figura 5(b) muestra un estado de luz láser que se irradia a 11 puntos de posiciones de condensación para procesar el carácter "P". Además, la figura 5(c) muestra un estado de luz láser que se irradia a 10 puntos de posiciones de condensación para procesar el carácter "K".

En este ejemplo comparativo, primero se presenta un holograma para permitir el procesamiento del carácter "H" en el modulador espacial de luz, luego se presenta un holograma para permitir el procesamiento del carácter "P" en el modulador espacial de luz, y finalmente se presenta un holograma para permitir el procesamiento del carácter "K" en el modulador espacial de luz. Por lo tanto, en el caso de procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "P" y "K", dado que el número de posiciones de condensación de luz láser es diferente dependiendo del carácter, la energía de irradiación de la luz láser de las posiciones de condensación respectivas es diferente dependiendo del carácter, y por lo tanto, la irregularidad de procesamiento se produce dependiendo del carácter.

Además, para una comprensión más fácil, si la energía total de una luz láser a irradiar al objeto de procesamiento 90 es, por ejemplo, $12,0 \text{ GW/cm}^2$, en la figura 5(a), una luz láser que tiene una energía de $1,0 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $12,0/12=1,0$) debe condensarse en cada uno de los 12 puntos de las posiciones de condensación. Por otro lado, en la figura 5(b), una luz láser que tiene una energía de $1,0909 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $12,0/11=1,0909$) debe condensarse en cada uno de los 11 puntos de las posiciones de condensación, y en la figura 5(c), una luz láser que tiene una energía de $12,0 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $12,0/10=1,2$) debe condensarse en cada uno de los 10 puntos de las posiciones de condensación. Por lo tanto, en el ejemplo comparativo, la energía de irradiación de luz láser de las posiciones de condensación respectivas es diferente dependiendo del carácter, y por lo tanto, la irregularidad de procesamiento se produce dependiendo del carácter.

Por otra parte, en el presente ejemplo, cuando una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado respectivamente una pluralidad de hologramas se introduce en el sistema óptico de condensación 30, en una posición de condensación existente en la región de procesamiento 91 (véanse las figuras 6, etc.) de una pluralidad de posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, una parte de la luz láser modulada en fase se condensa como una luz láser con una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado ("luz contributiva" como se describirá más adelante). Por otro lado, en una posición de condensación existente en la región 92 (refiérase a las figuras 6, etc.) distinta de la región de procesamiento 91 de las posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, una parte restante de la luz láser modulada en fase se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X ("luces no contributivas" como se describirán más adelante) para procesar de ese modo el objeto de procesamiento 90. A continuación, se describirá en detalle el método de procesamiento láser.

[Método de procesamiento láser, primer modo]

Las figuras 6 son vistas que explican un primer modo del método de procesamiento láser. La figura 6(a) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "H", se irradia a 12 puntos de las posiciones de condensación h1 a h12 dentro de la región de procesamiento 91. Los 12 puntos de las posiciones de condensación h1 a h12 mostrados en la figura 6(a) existen todos dentro de la región de procesamiento 91, y en las respectivas posiciones de condensación, una luz láser modulada en fase (en lo sucesivo denominada "luz incidente") emitida desde el modulador espacial de luz 20 se condensa como una luz de láser que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Aquí, el umbral X predeterminado, que es un valor que indica la energía de la luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento 91, es, por ejemplo, de $0,9 \text{ GW/cm}^2$ aunque esto depende del material y similares del objeto de procesamiento 90. Dado que la luz del láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91, la región de procesamiento 91 se procesa con un patrón del carácter "H" después de condensar e irradiar la luz láser. Además, en la presente memoria descriptiva, una luz láser que tiene una energía no inferior a un umbral X predeterminado y que contribuye al procesamiento de una parte de la región de procesamiento 91 a la que se ha condensado e irradiado la luz láser después de la condensación y de la irradiación se denomina una "luz contributiva". Es decir, la luz láser a irradiar a las posiciones de condensación h1 a h12 es una luz contributiva.

Además, la "región de procesamiento 91" es una región en una superficie exterior del objeto de procesamiento 90 o una región dentro del mismo, y, por ejemplo, en la figura 6(a), es una región que necesita procesarse por láser para procesar el carácter "H" en el objeto de procesamiento 90. En el dibujo, la región de procesamiento 91 se visualiza con líneas discontinuas. Además, la "región 92 distinta de la región de procesamiento 91" es una región en una superficie exterior del objeto de procesamiento 90 o una región dentro del mismo, y es una región que excluye la región de procesamiento 91 de toda la región del objeto de procesamiento 90. En lo que sigue, la región 92 distinta de la región de procesamiento 91 se describirá como una "región de no procesamiento 92".

Además, para una comprensión más fácil, si la energía total de una luz incidente es, por ejemplo, de $12,0 \text{ GW/cm}^2$, en la figura 6(a), la luz incidente se condensa completamente en la región de procesamiento 91, y una luz láser que tiene una energía de 1 GW/cm^2 (aquí, $12,0/12=1,0$) se condensa en cada una de las posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91.

La figura 6(b) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "P", se irradia a 11 puntos de las posiciones de condensación p1 a p11 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a cuatro puntos de las posiciones de condensación p12 a p15 dentro de la región de no procesamiento 92. En los 11 puntos de las posiciones de condensación p1 a p11 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado.

Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación p1 a p11 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la región de procesamiento 91 en la que se ha condensado e irradiado la luz láser se procesa con un patrón del carácter "P" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otro lado, en los cuatro puntos de las posiciones de condensación p12 a p15 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación p1 a p11, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90, en lo sucesivo, una "luz innecesaria") se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado.

Además, en la presente memoria descriptiva, una luz láser que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado y que no contribuye al procesamiento de una parte en la que se ha condensado e irradiado la luz láser después de la condensación y la irradiación se denomina una "luz no contributiva". Es decir, la luz láser a irradiar a las posiciones de condensación p12 a p15 es una luz no contributiva. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación p12 a p15 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de la condensación y de la irradiación de la luz no contributiva. Además, en los dibujos con respecto al primer ejemplo, por conveniencia de la descripción, se expresa una diferencia en la energía de la luz láser proporcional al tamaño de los círculos blancos. Dichos CGH diferentes en energía pueden crearse, por ejemplo, en el método GS, diferenciando la amplitud de los patrones objetivo.

En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, de 12 GW/cm^2 , una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92 en la figura 6(b). Más específicamente, una luz láser que tiene la misma energía (es decir, $1,0 \text{ GW/cm}^2$) como en el caso de la figura 6(a) se condensa en cada una de las posiciones de condensación p1 a p11 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 1 GW/cm^2 excluyendo 11 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación p1 a p11, de 12 GW/cm^2 que es la energía total de la luz incidente, se dispersa cada $0,25 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $1,0/4=0,250$) y se condensa en los cuatro puntos de las posiciones de condensación p12 a p15 de la región de no procesamiento 92. Es decir, en comparación con la figura 6(a), las posiciones de condensación de la luz láser existentes en la región de procesamiento 91 se reduce en una en la figura 6(b), pero una luz láser de una energía ($1,0 \text{ GW/cm}^2$) correspondiente a las mismas se dispersa y se condensa como una pluralidad (cuatro puntos) de luces láser débiles que tienen una energía ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) no superior al umbral X en la región de no procesamiento 92.

La figura 6(c) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "K", se irradia a 10 puntos de las posiciones de condensación k1 a k10 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a ocho puntos de las posiciones de condensación k11 a k18 dentro de la región de no procesamiento 92. En los 10 puntos de las posiciones de condensación k1 a k10 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 en la que se ha condensado e irradiado la luz láser se procesa con un patrón del carácter "K" después de la condensación y de la irradiación de la luz del laser. Por otro lado, en los ocho puntos de las posiciones de condensación k11 a k18 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces no contributivas que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación k1 a k10, una luz innecesaria). Dado que la luz láser que tiene una energía inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación k11 a k18 existentes en la región de no condensación 92, la región de no condensación 92 no se procesa incluso después de condensar e irradiar la luz del láser.

En el ejemplo descrito anteriormente, en el que se supone una energía total de una luz incidente de, por ejemplo, 12 GW/cm^2 , una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92 en la figura 6(c). Más específicamente, una luz láser que tiene la misma energía (es decir, $1,0 \text{ GW/cm}^2$) como en el caso de la figura 6(a) se condensa en cada una de las posiciones de condensación k1 a k10 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 2 GW/cm^2 excluyendo 10 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación k1 a k10, de 12 GW/cm^2 que es la energía total de la luz incidente, se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $2,0/8=0,250$) y se condensa a los ocho puntos de las posiciones de condensación k11 a k18 de la región de no procesamiento 92. Es decir, en comparación con la figura 6(a), las posiciones de condensación de luz láser existentes en la región de procesamiento 91 se reducen en dos en la figura 6(c), pero una luz láser de una energía ($2,0 \text{ GW/cm}^2$) correspondiente a las mismas se dispersa y se condensa como una pluralidad (ocho puntos) de luces láser débiles que tienen una energía ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) no superior al umbral X en la región de no procesamiento 92.

En el primer modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente los hologramas correspondientes a "H", "P" y "K", respectivamente, se condensa, mediante el sistema óptico de condensación 30, en las posiciones de condensación (h1 a h12, p1 a p11, k1 a k10) existentes en la región de procesamiento 91 como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado, mientras que en las posiciones de condensación (p12 a p15, k11 a k18) existentes en la región de no procesamiento 92, se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces no contributivas que tienen una energía inferior al umbral X.

Por lo tanto, incluso en el caso de procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "P" y "K", independientemente del carácter, tratando una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse independientemente del carácter.

[Método de procesamiento láser, segundo modo]

Las figuras 7 son vistas que explican un segundo modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo. La figura 7(a) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "H", se irradia a 12 puntos de las posiciones de condensación h1 a h12 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a cinco puntos de condensación de las posiciones h13 a h17 dentro de la región de no procesamiento 92. En comparación con la figura 6(a) del primer modo anterior, existe una diferencia en que la luz láser se irradia también a los cinco puntos de las posiciones de condensación h13 a h17 dentro de la región de no procesamiento 92. La figura 7(b) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "P", se irradia a 11 puntos de las posiciones de condensación p1 a p11 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a nueve puntos de condensación de las posiciones p12 a p20 dentro de la región de no procesamiento 92. En comparación con la figura 6(b) del primer modo anterior, existe una diferencia en que la luz láser se irradia no solo a cuatro posiciones de condensación p12 a p15 dentro de la región de no procesamiento 92, sino también a cinco puntos de las posiciones de condensación p16 a p20. La figura 7(c) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "K", se irradia a 10 puntos de las posiciones de condensación k1 a k10 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a 13 puntos de las posiciones de condensación k11 a k23 dentro de la región de no procesamiento 92. En comparación con la figura 6(c) del primer modo anterior, existe una diferencia en que la luz láser se irradia no solo a ocho posiciones de condensación k11 a k18 dentro de la región de no procesamiento 92, sino también a cinco puntos de condensación de las posiciones k19 a k23.

Más específicamente, también en este segundo modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente los hologramas correspondientes a "H", "P" y "K", respectivamente, se condensa, mediante el sistema óptico de condensación 30, en una parte de la luz incidente, como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado en las posiciones de condensación (h1 a h12, p1 a p11, k1 a k10) existentes en la región de procesamiento 91, al tiempo que se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces no contributivas que tienen una energía inferior al umbral X en las posiciones de condensación (h13 a h17, p12 a p20, k11 a k23) existentes en la región de no procesamiento 92.

Sin embargo, en el primer modo, el carácter "H" (una "región de procesamiento predeterminada" en las reivindicaciones) requiere la mayor energía para el procesamiento, y una luz láser que tiene la misma energía (por ejemplo, $1,2 \text{ GW/cm}^2$) como la requerida para el procesamiento del carácter "H" se hace incidente. A continuación, en la figura 6(a), la luz láser incidente se condensa completamente como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior al umbral X en las posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91, y no existe luz innecesaria.

Por otro lado, el segundo modo es un caso en el que una luz láser que tiene una energía (por ejemplo, 13 GW/cm^2) mayor que la energía requerida para el procesamiento del carácter "H" (por ejemplo, 12 GW/cm^2) se hace incidente. Posteriormente, en la figura 7(a), siendo la energía total de la luz incidente de, por ejemplo, 13 GW/cm^2 , una parte (por ejemplo, 12 GW/cm^2) para procesar el carácter "H" se hace que se condense como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior al umbral X en las posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91, respectivamente. Luego, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 1 GW/cm^2 excluyendo 12 GW/cm^2 , de la luz incidente de, por ejemplo, 13 GW/cm^2 , condensada como una luz contributiva, se hace que se disperse cada $0,20 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $1,0/5=0,20$) y que se condense en los cinco puntos de las posiciones de condensación h13 a h17 de la región de no procesamiento 92, como una luz no contributiva que tiene una energía inferior al umbral X.

Es decir, en comparación con la figura 6(a), en la figura 7(a), la luz láser restante de la luz incidente después de procesar el carácter "H", que requiere la mayor energía para el procesamiento, se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser débiles que tienen una energía inferior al umbral X en la región de no procesamiento 92. Además, tal ajuste en la energía de la luz láser como en el anterior puede llevarse a cabo mediante la sección de control 22 que provoca que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma apropiado.

El segundo modo descrito anteriormente, cuando la energía de una luz incidente es grande, permite configurar apropiadamente la magnitud de una energía de irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91, y por lo tanto es preferible. Cuando la energía de una luz incidente es grande, aumentando el número de posiciones de condensación existentes en la región de no procesamiento 92 (por ejemplo, h13 a h17), puede mantenerse apropiadamente la magnitud de una energía de irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91. Además, tal ajuste puede realizarse mediante el método de configuración y el uso de un holograma.

Además, en el primer modo o en el segundo modo, al procesar los caracteres respectivos "H", "P" y "K", independientemente del carácter, tratando una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse independientemente del carácter.

[Método de procesamiento láser, tercer modo]

Las figuras 8 son vistas que explican un tercer modo del método de procesamiento láser. En cada una de las figuras 8(a) a la figura 8(c), los círculos blancos indican las posiciones de condensación de la luz láser, y los círculos negros indican las posiciones ya procesadas. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia a la región de procesamiento 91 y a la región de no procesamiento 92 del objeto de procesamiento 90 para llevar a cabo una visualización multipunto de tres caracteres alfabéticos "H", "T" y "V" para procesar el objeto de procesamiento 90. Sin embargo, los caracteres no se procesan uno por uno en el orden de "H", "T" y "V", sino que primero se procesa una parte de cada uno de los caracteres "H" y "T", a continuación se procesa la parte restante de cada uno de los caracteres "H" y "T" y por último se procesa el carácter "V" completo.

La figura 8(a) muestra el estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente tres hologramas que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia a ocho puntos de las posiciones de condensación a1 a a8 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a 20 puntos de las posiciones de condensación a9 a a28 dentro de la región de no procesamiento 92. En los ocho puntos de las posiciones de condensación a1 a a8 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91, en la que se ha condensado e irradiado la luz láser, se procesa con un patrón de barras horizontales del carácter "H" y del carácter "T" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los 20 puntos de las posiciones de condensación a9 a a28 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación a1 a a8, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90) se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación a9 a a28 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de condensar y de irradiar la luz no contributiva.

Además, para una comprensión más fácil, si la energía total de una luz incidente es, por ejemplo, 13 GW/cm^2 , en la figura 8(a), una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92. Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm^2 se condensa en cada una de las posiciones de condensación a1 a a8 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, es decir, una luz láser de 5 GW/cm^2 excluyendo 8 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación a1 a a8, de 13 GW/cm^2 que es la energía total de la luz incidente, se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $5,0/20=0,250$) y se condensa en los 20 puntos de las posiciones de condensación a9 a a28 de la región de no procesamiento 92.

La figura 8(b) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente tres hologramas que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia a 12 puntos de las posiciones de condensación b1 a b12 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a cuatro puntos de las posiciones de condensación b13 a b16 dentro de la región de no procesamiento 92. En los 12 puntos de las posiciones de condensación b1 a b12 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91, en la que se ha condensado e irradiado la luz láser, se procesa con un patrón de barras verticales del carácter "H" y del carácter "T" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los cuatro puntos de las posiciones de condensación b13 a b16 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación b1 a b12, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90) se dispersa y se condensa como una pluralidad de

luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación b13 a b16 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de la condensación y de la irradiación de la luz no contributiva.

5 En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, de 13 GW/cm², una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92 de la figura 8(b). Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm² se condensa en cada una de las posiciones de condensación b1 a b12 existentes en la región de procesamiento 91, 10 Posteriormente, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 1 GW/cm² excluyendo 12 GW/cm² irradiados a las posiciones de condensación b1 a b12, de 13 GW/cm² que es la energía total de la luz láser irradiada, se dispersa cada 0,250 GW/cm² (aquí, 1,0/4=0,250) y se condensa en los cuatro puntos de las posiciones de condensación b13 a b16 de la región de no procesamiento 92.

15 La figura 8(c) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente tres hologramas que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia a nueve puntos de las posiciones de condensación c1 a c9 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a 16 puntos de las posiciones de condensación c10 a c25 dentro de la región de no procesamiento 92. En los nueve puntos de las posiciones de condensación c1 a c9 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91, en la que se ha condensado e irradiado la luz láser, se procesa con un patrón de dos 20 barras oblicuas del carácter "V" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otro lado, en los 16 puntos de las posiciones de condensación c10 a c25 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación c1 a c9, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90) se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al 30 umbral X se condensa en las posiciones de condensación c10 a c25 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de condensar y de irradiar la luz no contributiva.

35 En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, de 13 GW/cm², una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92 de la figura 8(c). Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm² se condensa en cada una de las posiciones de condensación c1 a c9 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 4 GW/cm² excluyendo 9 GW/cm² irradiados a las posiciones de condensación c1 a c9, de 13 GW/cm² que es la energía total de la luz láser irradiada, se dispersa cada 0,250 GW/cm² (aquí, 4,0/16=0,250) y se condensa en los 16 puntos de las posiciones de condensación c10 a c25 de la región de no procesamiento 92.

45 Por lo tanto, incluso en el caso de no procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "T" y "V", sino de procesarlos en un orden predeterminado, tratando una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse independientemente del carácter.

50 Además, el tercer modo, al igual que el segundo modo, cuando la energía de una luz incidente es grande, permite configurar apropiadamente la magnitud de una energía de irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91, y por lo tanto es preferible. Cuando la energía de una luz incidente es grande, aumentando el número de posiciones de condensación existentes en la región de no procesamiento 92 (por ejemplo, b13 a b16), puede mantenerse apropiadamente la magnitud de una energía de 55 irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91.

[Método de procesamiento láser, cuarto modo]

60 Las figuras 9 son vistas que explican un cuarto modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo. En cada una de las figuras 9(a) a la figura 9(c), los círculos blancos indican las posiciones de condensación de la luz láser y los círculos negros indican las posiciones ya procesadas. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia a la región de procesamiento 91 y a la región de no procesamiento 92 del objeto de procesamiento 90 para llevar a cabo una visualización multipunto de un solo carácter alfabético "H" para procesar el objeto de procesamiento 90. Además, primero se procesa una parte del carácter "H", a continuación se procesa otra parte del carácter "H" y 65 finalmente se procesa la parte restante del carácter "H".

La figura 9(a) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia a seis puntos de las posiciones de condensación d1 a d6 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a ocho puntos de las posiciones de condensación d7 a d14 dentro de la región de no procesamiento 92. En los seis puntos de las posiciones de condensación d1 a d6 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación d1 a d6 existentes en la región de procesamiento 91, la región de procesamiento 91 se procesa después de condensar y de irradiar la luz láser. Por otro lado, en los ocho puntos de las posiciones de condensación d7 a d14 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación d1 a d6, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90) se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación d7 a d14 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de condensar y de irradiar la luz no contributiva.

Además, para una comprensión más fácil, si la energía total de una luz incidente es, por ejemplo, 8 GW/cm^2 , en la figura 9(a), una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92. Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm^2 se condensa en cada una de las posiciones de condensación d1 a d6 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, es decir, una luz láser de 2 GW/cm^2 excluyendo 6 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación d1 a d6, de 8 GW/cm^2 que es la energía total de la luz incidente, se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $2,0/8=0,250$) y se condensa en los cuatro puntos de las posiciones de condensación d7 a d14 de la región de no procesamiento 92.

La figura 9(b) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia completamente a ocho puntos de las posiciones de condensación e1 a e8 dentro de la región de procesamiento 91. En los ocho puntos de las posiciones de condensación e1 a e8 existentes en la región de procesamiento 91, se condensa la parte completa de la luz incidente como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación e1 a e8 existentes en la región de procesamiento 91, la región de procesamiento 91 se procesa después de condensar y de irradiar la luz láser.

En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, de 8 GW/cm^2 , la luz incidente se condensa por completo en la región de procesamiento 91 de la figura 9(b). Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm^2 se condensa en cada una de las posiciones de condensación e1 a e8 existentes en la región de procesamiento 91.

La figura 9(c) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 que, mediante el sistema óptico de condensación 30, se irradia a tres puntos de las posiciones de condensación f1 a f3 dentro de la región de procesamiento 91 y se irradia a 20 puntos de las posiciones de condensación f4 a f23 dentro de la región de no procesamiento 92. En los tres puntos de las posiciones de condensación f1 a f3 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación f1 a f3 existentes en la región de procesamiento 91, la región de procesamiento 91 se procesa después de condensar y de irradiar la luz láser. Por otro lado, en los 20 puntos de las posiciones de condensación f4 a f23 existentes en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en las posiciones de condensación f1 a f3, que es una luz láser innecesaria en la superficie de procesamiento del objeto de procesamiento 90) se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil inferior al umbral X predeterminado. Dado que la luz no contributiva que tiene una energía débil inferior al umbral X se condensa en las posiciones de condensación f4 a f23 existentes en la región de no procesamiento 92, la región de no procesamiento 92 no se procesa incluso después de la condensación y de la irradiación de la luz no contributiva.

En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, de 8 GW/cm^2 , una parte de la luz incidente se condensa en la región de procesamiento 91, y el resto se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía débil en la región de no procesamiento 92 de la figura 9(c). Más específicamente, una luz láser que tiene una energía constante de, por ejemplo, 1 GW/cm^2 se condensa en cada una de las posiciones de condensación f1 a f3 existentes en la región de procesamiento 91. Posteriormente, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 5 GW/cm^2 excluyendo 3 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación f1 a f3, de 8 GW/cm^2 que es la energía total de la luz láser irradiada, se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $5,0/20=0,250$) y se condensa en los 20 puntos de las posiciones de condensación f4 a f23 de la región de no procesamiento 92.

Por lo tanto, incluso en el caso de procesar el carácter "H" en tres etapas, tratando, para cada momento, una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse para cada momento.

[Método de procesamiento láser, quinto modo]

La figura 10 y la figura 11 son vistas que explican un quinto modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo. La figura 10 y la figura 11 muestran claramente que la región de procesamiento 91 puede proporcionarse no solo en la superficie de una superficie superior del objeto de procesamiento 90 sino también dentro del objeto de procesamiento 90. Además, en este caso, la sección de control 22 puede hacer, como se muestra en la figura 10, que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma a través de la sección de activación 21 de modo que la altura H_1 de una posición de condensación g_1 existente en la región de procesamiento 91 con referencia a una superficie inferior 93 del objeto de procesamiento 90 y la altura H_2 de una posición de condensación g_2 existente en la región de no procesamiento 92 con referencia a la superficie inferior 93 se vuelven iguales. Alternativamente, la sección de control 22 puede hacer, como se muestra en la figura 11, que el modulador espacial de luz 20 presente un holograma a través de la sección de activación 21 de modo que la altura H_1 de una posición de condensación g_1 existente en la región de procesamiento 91 con referencia a una superficie inferior 93 del objeto de procesamiento 90 y la altura H_2 de una posición de condensación g_2 existente en la región de no procesamiento 92 con referencia a la superficie inferior 93 son diferentes. Además, en la figura 10 y en la figura 11, para una descripción simple, la posición de condensación g_1 existente en la región de procesamiento 91 y la posición de condensación g_2 existente en la región de no procesamiento 92 solo se visualizan una cada vez, pero en realidad, las posiciones de condensación g_1 y g_2 pueden estar cada una en números plurales, como se muestra en las figuras de la 6 a 9. Además, las cuestiones distintas a las anteriores son comunes con el primer modo.

También en el quinto modo como este, una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se ha presentado un holograma predeterminado se condensa, mediante el sistema óptico de condensación 30, en una parte de la luz incidente, como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado en la posición de condensación g_1 existente en la región de procesamiento 91, al tiempo que se condensa como una luz no contributiva que tiene una energía inferior al umbral X en la posición de condensación g_2 existente en la región de no procesamiento 92. De este modo, incluso cuando la región de procesamiento 91 está provista no solo en la superficie de una superficie superior del objeto de procesamiento 90 sino también dentro del objeto de procesamiento 90, tratando una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía menor que un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad de procesamiento puede suprimirse.

[Método de alteración de holograma]

Como se ha descrito anteriormente, los hologramas pueden crearse mediante el método GS, el método ORA o similares, pero cuando se hace que el modulador espacial de luz 20 presente los hologramas creados respectivos, y se hace que una luz láser emitida después de ser modulada en fase mediante el modulador espacial de luz 20 se condense en posiciones de condensación predeterminadas mediante el sistema óptico de condensación 30, en realidad, hay un caso en el que la energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 no es constante. En tal caso, es necesario alterarla mediante hologramas de retroalimentación creados mediante el método descrito anteriormente. La figura 12 es un diagrama de flujo de un método de alteración de holograma de acuerdo con la invención en el primer ejemplo.

Para alterar un holograma, se hace que el modulador espacial de luz 20 presente el holograma, se hace que una luz láser emitida después de modularse en fase mediante el modulador espacial de luz 20 se condense en posiciones de condensación predeterminadas mediante el sistema óptico de condensación 30 (etapa S21), y la energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación se mide mediante un CCD (Dispositivo de acoplamiento de carga, CCD, por sus siglas en inglés, Charge Coupled Device) (etapa S22). Si la energía medida de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación es la deseada (Sí en la etapa S23), el proceso finaliza aquí. Por otro lado, si la energía medida de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación no es la deseada (No en la etapa S23), se determina la energía I_{base} de un punto de referencia de cualquiera de las posiciones de condensación de medición (etapa S24), la amplitud de una luz láser que necesita reproducirse en las respectivas posiciones de condensación en un patrón deseado se cambia de acuerdo con ello (etapa S25), y se recrea un holograma generado por ordenador (etapa S26).

La energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación medida en la etapa S22 se proporciona como I_n . En la etapa S25, se determina la relación de la energía I_{base} del punto de referencia determinado en la etapa S24 y la energía I_n de las respectivas posiciones de condensación, y se determina un tono t_n de los puntos respectivos después de la alteración, con el tono de un punto utilizado como base en un patrón original como t_{base} , mediante una fórmula " $t_n = t_{base}(I_{base}/I_n)^{1/2}$ ". A continuación, en la etapa S26, basándose en el tono t_n de los puntos

respectivos después de la alteración, se recrea un holograma generado por ordenador mediante el método GS, el método ORA o similares.

5 Además, la retroalimentación del método ORA se ha descrito en "Hidetomo Takahashi, Satoshi Hasegawa and Yoshio Hayasaki, 'Holographic femtosecond laser processing using optimal-rotation-angle method with compensation of spatial frequency response of liquid crystal spatial frequency response of liquid crystal spatial light modulator.' Applied Optics, Vol. 46, Issue 23, pp. 5917-5923."

10 Tal alteración de holograma por retroalimentación puede aplicarse también cuando intencionalmente se hace que la energía de la luz láser no sea uniforme en las posiciones de condensación de luz láser en la región de procesamiento 91 en cada momento de procesamiento.

(Segundo ejemplo)

15 A continuación, se dará una descripción de un segundo ejemplo de un dispositivo de procesamiento láser y de un método de procesamiento láser. Existe una diferencia en que en el primer ejemplo anterior, la unidad de condensación y procesamiento es un "punto (punto, posición de condensación)", mientras que en el segundo ejemplo, la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto" sino un "patrón (región de condensación) que tiene un área constante". Además, esta frase "patrón que tiene un área constante" connota una "línea". Además, dado que el segundo ejemplo es básicamente el mismo que el primer ejemplo anterior excepto porque la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto" sino un "patrón que tiene un área constante", a continuación se dará una breve descripción principalmente de la diferencia del primer ejemplo.

[Configuración del dispositivo de procesamiento láser 1]

25 La configuración general del dispositivo de procesamiento láser 1 de acuerdo con el segundo ejemplo es casi la misma que la mostrada en la figura 1. Sin embargo, existe una diferencia en la función de la sección de control 22. Más específicamente, la sección de control 22 de acuerdo con el segundo ejemplo hace que el modulador espacial de luz 20 presente secuencialmente una pluralidad de hologramas. Posteriormente, la sección de control 22, al hacer que una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado respectivamente una pluralidad de hologramas, se introduzca en el sistema óptico de condensación 30, en una región de condensación existente en la región de procesamiento 91 de una región de condensación predeterminada del objeto de procesamiento 90, hace que una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado (luz contributiva). Por otro lado, la sección de control 22, en una región de condensación existente en la región de no procesamiento 92 de la región de condensación predeterminada del objeto de procesamiento 90, hace que una parte restante de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía débil inferior al umbral X (luz no contributiva) para procesar de este modo el objeto de procesamiento 90.

40 [Método de procesamiento láser, correspondiente al primer modo del primer ejemplo]

Lo mismo que en el primer modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo descrito anteriormente se aplica al segundo ejemplo en el que la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto" sino un "patrón que tiene un área constante". Las figuras 13 son vistas para explicar lo mismo. La figura 13(a) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "H", se irradia a una región de condensación (patrón h) que tiene un área Y1 dentro de la región de procesamiento 91. La región de condensación (patrón h) que tiene un área Y1 mostrada en la figura 13(a) existe en su totalidad dentro de la región de procesamiento 91, y la parte completa de la luz incidente se irradia al patrón h como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 en la que se ha condensado e irradiado la luz láser se procesa con un patrón del carácter "H" después de la condensación y de la irradiación de la luz del láser. Además, como en el primer ejemplo, el carácter "H" (una "región de procesamiento predeterminada" en las reivindicaciones) requiere la mayor energía para el procesamiento entre los caracteres "H", "P" y "K" de las figuras 13, y la figura 13(a) es un caso en el que una luz láser que tiene la misma energía que la requerida para procesar el carácter "H" se hace incidente.

La figura 13(b) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "P", se irradia a una región de condensación (patrón p) que tiene un área Y2 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a una región de condensación (patrón p1) que tiene un área Y3 dentro de la región de no procesamiento 92. En la región de condensación (patrón p) que tiene un área Y2 existente en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 en la que se ha condensado e irradiado la luz del láser se procesa con un patrón del carácter "P" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en la región de condensación (patrón p1) que tiene un área Y3 existente en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en el patrón p,

una luz innecesaria) se condensa como una luz láser que tiene una energía débil inferior al umbral X predeterminado.

5 La figura 13(c) muestra un estado de luz láser que, para procesar el carácter "K", se irradia a una región de condensación (patrón k) que tiene un área Y4 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a una región de condensación (patrón k1) que tiene un área Y5 dentro de la región de no procesamiento 92. En la región de condensación (patrón k) que tiene un área Y4 existente en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado. Dado que la luz del láser que tiene una energía no inferior al umbral X se condensa, una parte de la
10 región de procesamiento 91 en la que se ha condensado e irradiado la luz del láser se procesa con un patrón del carácter "K" después de la condensación y de la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en la región de condensación (patrón k1) que tiene un área Y5 existente en la región de no procesamiento 92, una parte restante de la luz incidente (es decir, la luz incidente de la que se ha excluido la parte de la luz láser condensada en el patrón k, una luz innecesaria) se condensa como una luz láser que tiene una energía débil inferior al umbral X
15 predeterminado.

En la descripción anterior que hace referencia a las figuras 13, Y1, Y2 e Y4 son ejemplos del área de una región de condensación existente dentro de la región de procesamiento 91, y la relación de tamaño entre estos es, por ejemplo, $Y1 > Y2 > Y4$. Además, cuando se parafrasea la relación de tamaño entre Y1, Y2 e Y4, puede suponerse en asociación con el primer modo (figura 6) del primer ejemplo descrito anteriormente que, por ejemplo, el área Y1 es un área para 12 puntos, el área Y2 es un área para 11 puntos y el área Y4 es un área para 10 puntos. En este caso, en el que la energía total de una luz láser a irradiar al objeto de procesamiento 90 es, por ejemplo, $12,0 \text{ GW/cm}^2$, una luz láser que tiene una energía constante (1 GW/cm^2) no inferior al umbral X se condensa en el patrón h para 12 puntos (12 GW/cm^2). Una luz láser que tiene una energía constante (1 GW/cm^2) no inferior al umbral X se condensa en el patrón p para 11 puntos (11 GW/cm^2), mientras que una luz innecesaria para un punto se condensa en el patrón p1 como una luz no contributiva que tiene una energía débil ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) inferior al umbral X predeterminado. Una luz láser que tiene una energía constante (1 GW/cm^2) no inferior al umbral X se condensa en el patrón k para 10 puntos (10 GW/cm^2), mientras que una luz innecesaria para dos puntos se condensa en el patrón k1 como una luz no contributiva que tiene una energía débil ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) inferior al umbral X predeterminado.
20 Dado que una luz innecesaria se condensa dos veces más en el patrón k1 que en el patrón p1, el área Y5 es dos veces más grande que el área Y3. Además, no se genera luz innecesaria en el procesamiento del carácter "H", y la luz incidente se condensa por completo en el patrón h como una luz contributiva.
25
30

En el modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador espacial de luz 20 en el que se han presentado secuencialmente los hologramas correspondientes a "H", "P" y "K", respectivamente, se condensa, mediante el sistema óptico de condensación 30, en la región de condensación existente en la región de procesamiento 91 (patrón h, p, k) como una luz contributiva que tiene una energía constante no inferior a un umbral X predeterminado, mientras que en la posición de condensación existente en el proceso región 92 (patrón p1, k1), se condensa como una luz no contributiva que tiene una energía inferior al umbral X. Por lo tanto, incluso en el caso de
35 no procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "P" y "K" no como un punto sino como un patrón, tratando una luz innecesaria como una luz no contributiva que tiene una energía inferior a un umbral X predeterminado para no contribuir al procesamiento, incluso cuando el área de una región de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contributiva puede mantenerse constante, y por lo tanto, la irregularidad de procesamiento puede suprimirse independientemente del carácter.
40
45

[Correspondiente a otras cuestiones del primer ejemplo]

Por lo anterior, teniendo en cuenta que la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto (punto, posición de condensación)" sino un "patrón (región de condensación) que tiene un área constante", se ha dado una descripción de que se aplica al segundo ejemplo lo mismo que en el primer modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo. Cuando se tiene en cuenta la descripción anterior, los expertos en la materia comprenderán fácilmente que, con respecto también a otras cuestiones del primer ejemplo, es decir, el segundo modo, el tercer modo, el cuarto modo y el quinto modo del método de procesamiento láser de acuerdo con el primer ejemplo y del método de alteración de holograma, teniendo en cuenta que la unidad de condensación y procesamiento no es "un punto" sino "un patrón" que tiene un área constante, se aplica lo mismo al segundo ejemplo. Sin embargo, es preferible para una fácil comprensión, reemplazar, en las descripciones respectivas del primer ejemplo, la descripción de una "posición de condensación" con una "región de condensación" y la descripción de "una pluralidad de posiciones de condensación" con "una región de condensación predeterminada". Particularmente, en el quinto modo del primer ejemplo, considerar las posiciones de condensación g1 y g2 descritas visualizando con puntos en la figura 10 y en la figura 11 como patrones g3 y g4 que tienen áreas constantes como se muestra en la figura 14, permite una fácil comprensión.
50
55
60

(Ejemplo 1)

65 Este, se supone que es un caso de un primer procesamiento en dos puntos de las posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91, y posteriormente un procesamiento en cuatro puntos de las posiciones de

condensación dentro de la región de procesamiento 91. En un ejemplo comparativo, como se muestra en las figuras 15, el número total de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 se proporciona primero como 2 (figura 15(a)), y el número total de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 se proporciona posteriormente como 4 (figura 15(b)). Puesto que, por supuesto, no se considera el tratamiento de luz innecesaria, no existe una posición de condensación en la región de no procesamiento 92 en las figuras 15 como un todo. Por otro lado, en el Ejemplo 1, primero se proporcionan dos puntos de las posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 y ocho puntos de las posiciones de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 16(a)), y posteriormente se proporcionan cuatro puntos de las posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 y cero puntos de las posiciones de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 16(b)).

La figura 17 es una tabla que resume las energías de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el ejemplo comparativo. Puede entenderse que, en el ejemplo comparativo, la energía total de la luz incidente es de aproximadamente 4 GW/cm^2 , y la energía de la luz láser para el procesamiento difiere cuando el procesamiento se realiza en dos puntos y cuando el procesamiento se realiza en cuatro puntos (como, por ejemplo, 2 GW/cm^2 y 1 GW/cm^2 en términos del punto 1). Debido a un cambio en la energía de la luz, el procesamiento uniforme es difícil. Por otro lado, la figura 18 es una tabla que resume las energías de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el Ejemplo 1. Puede entenderse que, en el Ejemplo 1, la energía total de la luz incidente es de aproximadamente 4 GW/cm^2 e incluso cuando el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 varía, dado que una luz restante innecesaria se trata apropiadamente en la región de no procesamiento 92, la energía de luz láser en las respectivas posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 es casi constante (casi constante dentro de un intervalo de $0,990 \text{ GW/cm}^2$ a $1,020 \text{ GW/cm}^2$). En la figura 16(a), se generan luces innecesarias para dos posiciones de condensación en comparación con la figura 16(b), pero estas se tratan en la región de no procesamiento 92 como ocho puntos de luces no contributivas que tienen cada una energía débil de aproximadamente un cuarto (aproximadamente $0,250 \text{ GW/cm}^2$). Además, en las figuras 15 y en las figuras 16, la diferencia en la energía de la luz láser se expresa proporcionalmente al tamaño de los círculos blancos.

(Ejemplo 2)

El ejemplo 2 se lleva a cabo bajo todas las mismas condiciones que las del ejemplo 1 descrito anteriormente, pero existe una diferencia en que la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto" sino un "patrón que tiene un área constante". Más específicamente, en el Ejemplo 2, como se muestra en las figuras 19, primero, la región de condensación en la región de procesamiento 91 se proporciona como un patrón lineal A que tiene un área Y_6 , y la región de condensación en la región de no procesamiento 92 se proporciona como un patrón B que tiene un área Y_7 (figura 19(a)). A continuación, la región de condensación en la región de procesamiento 91 se proporciona como un patrón lineal C que tiene un área Y_8 , y no se proporciona una región de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 19(b)). Sin embargo, Y_6 e Y_8 son ejemplos del área de una región de condensación existente dentro de la región de procesamiento 91, y la relación de tamaño entre estos es, por ejemplo, $Y_6 < Y_8$. Además, cuando se parafrasea la relación de tamaño entre Y_6 e Y_8 , puede suponerse en asociación con el Ejemplo 1 descrito anteriormente que, por ejemplo, el área Y_6 es un área para dos puntos y el área Y_8 es un área para cuatro puntos. En este caso, en la figura 19(a) se generan luces innecesarias para dos puntos en comparación con la figura 19(b), pero estas se tratan, en el patrón B que tiene un área Y_7 en la región de no procesamiento 92, como luces no contributivas que tienen, cada una, una energía débil de aproximadamente un cuarto.

La figura 20 es una tabla que resume las energías de luz láser en regiones de condensación respectivas en el Ejemplo 2. Puede entenderse que, en el Ejemplo 2, incluso cuando el área de una región de condensación en la región de procesamiento 91 varía, dado que una luz restante innecesaria se trata apropiadamente en la región de no procesamiento 92, la energía de luz láser en las respectivas regiones de condensación (patrón A y patrón C) dentro de la región de procesamiento 91 es casi constante (una energía equivalente a un punto es $1,0 \text{ GW/cm}^2$ o $1,010 \text{ GW/cm}^2$, que es casi constante). Además, la energía de la luz láser en una región de condensación (patrón B) dentro de la región de no procesamiento 92 es inferior a un umbral X predeterminado (una energía equivalente a un punto es $0,250 \text{ GW/cm}^2$) para no contribuir al procesamiento. Además, en el ejemplo anterior, dado que el área Y_6 del patrón A es un área para dos puntos, la energía total de una luz láser que se condensará en el patrón A es de 2 GW/cm^2 . Además, dado que el área Y_8 del patrón C es un área para cuatro puntos, la energía total de una luz láser que se condensará en el patrón C es $4,040 \text{ GW/cm}^2$.

Aplicabilidad industrial

La presente invención proporciona un dispositivo de procesamiento láser y un método de procesamiento láser que permiten mantener casi constante la energía de la luz láser a irradiar a una posición de condensación o a una región de condensación existente en una región de procesamiento.

REIVINDICACIONES

1. Método que comprende las etapas de:

5 hacer que un modulador espacial de luz (20) presente un primer holograma;
hacer que una luz de láser, después de modularse en fase mediante el modulador espacial de luz, se condense en una pluralidad de posiciones de condensación mediante un sistema óptico de condensación (30);
y **caracterizado por**:

10 medir una energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación;
determinar una energía de referencia (I_{base}) a partir de las energías medidas; y
crear un segundo holograma basándose en la energía de referencia.

15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo holograma se crea alterando la amplitud de la luz láser a reproducir en las respectivas posiciones de condensación de acuerdo con la energía de referencia.

20 3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de crear el segundo holograma comprende además determinar una relación de la energía de referencia con la energía en las respectivas posiciones de condensación y crear el segundo holograma basándose en la relación determinada.

4. Aparato que comprende:

25 un medio para hacer que un modulador espacial de luz (20) presente un primer holograma;
un sistema óptico de condensación (30) para hacer que una luz de láser, después de ser modulada en fase mediante el modulador espacial de luz, se condense en una pluralidad de posiciones de condensación;
y **caracterizado por que** comprende además:

30 una sección de medición para medir una energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación;

una sección de determinación para determinar una energía de referencia a partir de las energías medidas; y
una sección de creación para crear un segundo holograma basándose en la energía de referencia.

35 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la sección de creación está configurada para crear el segundo holograma alterando la amplitud de la luz láser a reproducir en las respectivas posiciones de condensación de acuerdo con la energía de referencia.

40 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la sección de determinación está configurada para determinar una relación de la energía de referencia con la energía en las respectivas posiciones de condensación y para crear el segundo holograma basándose en la relación determinada.

Fig.1

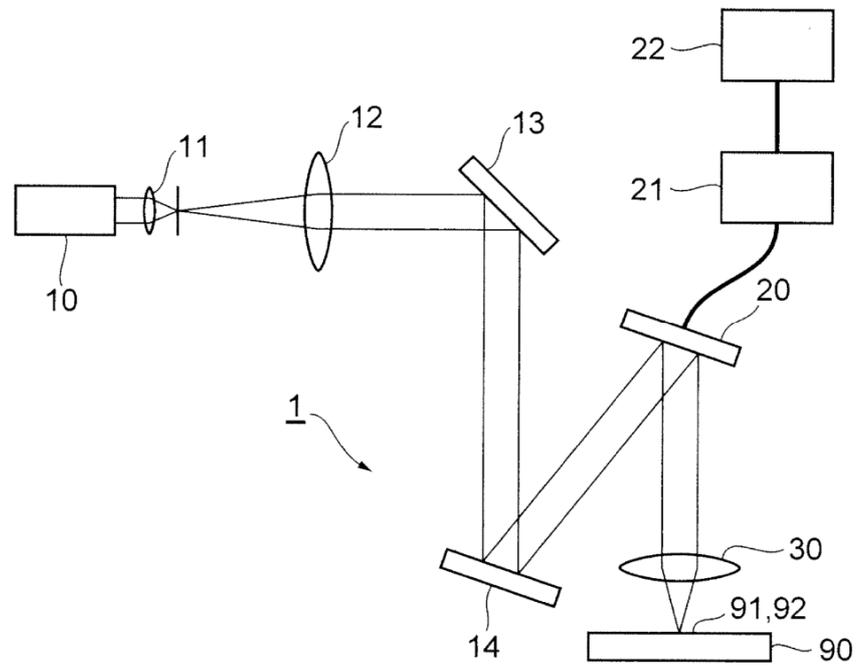


Fig.2

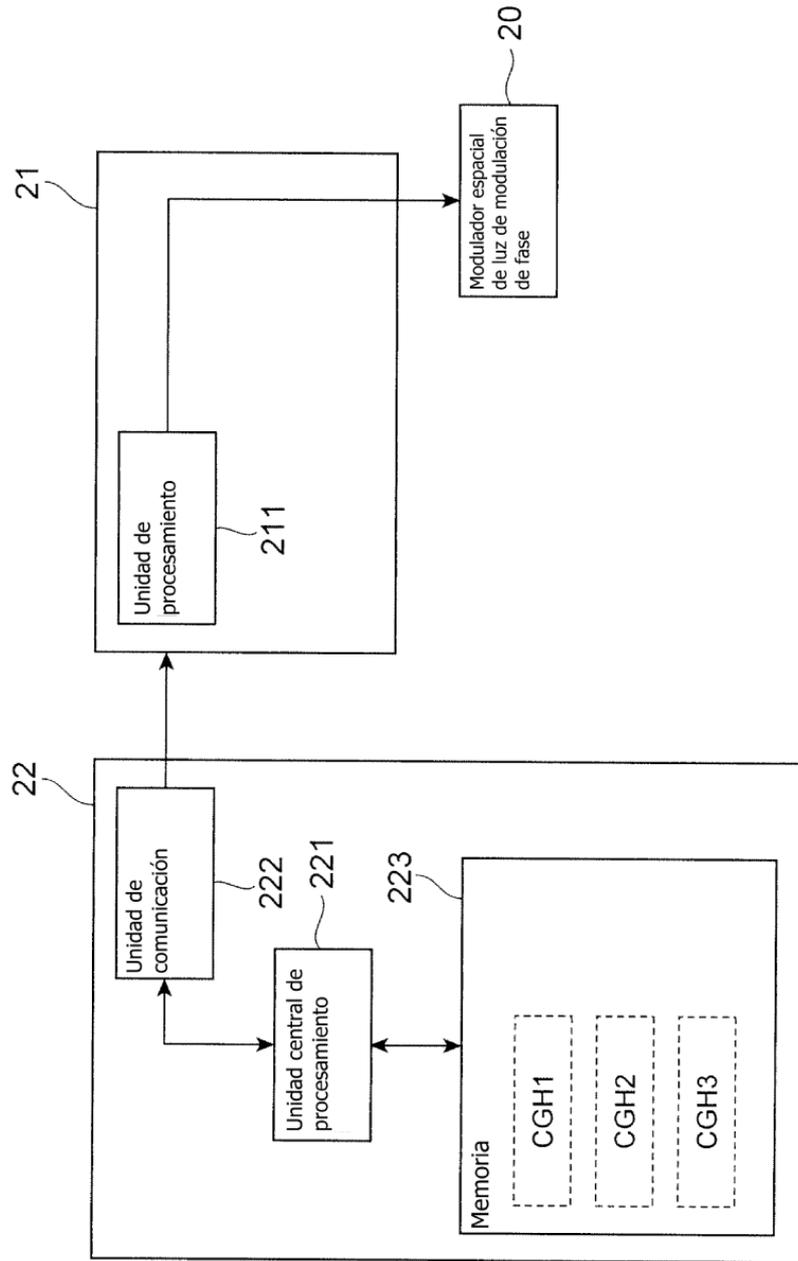


Fig.3

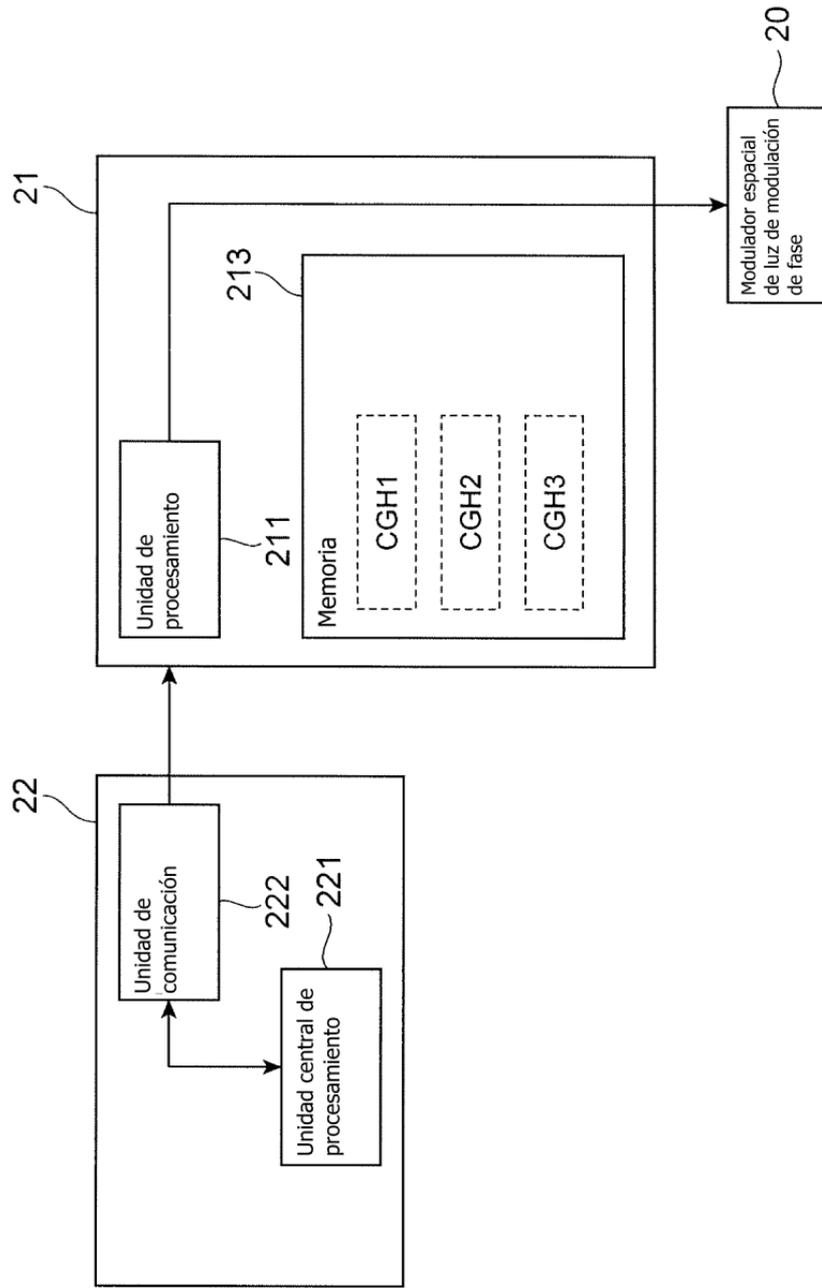


Fig.4

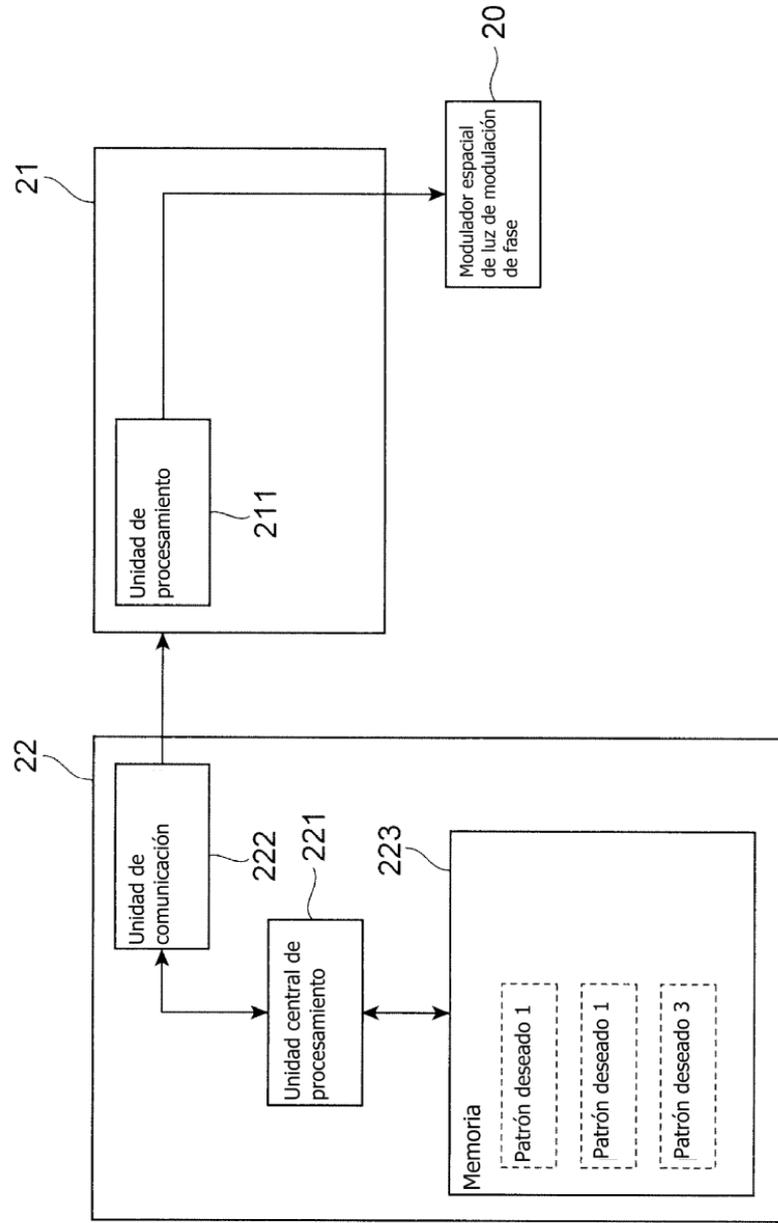


Fig.5

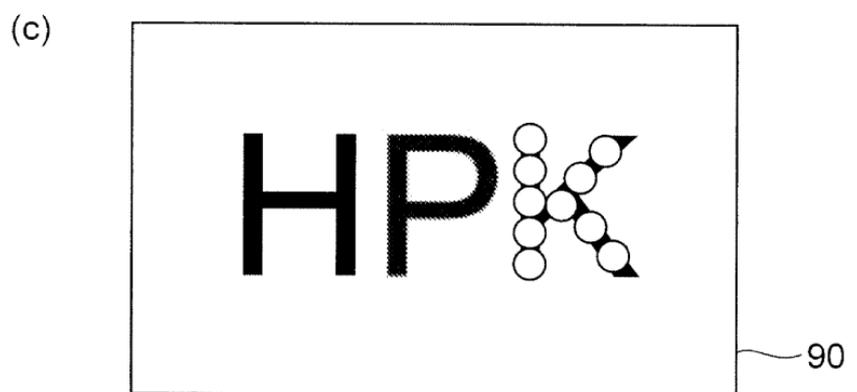
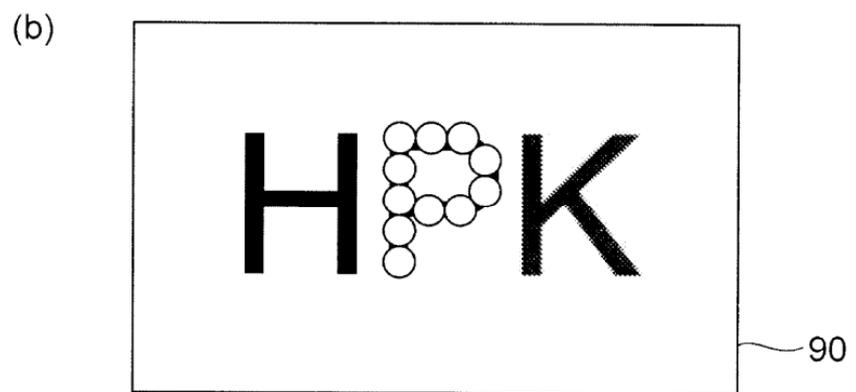
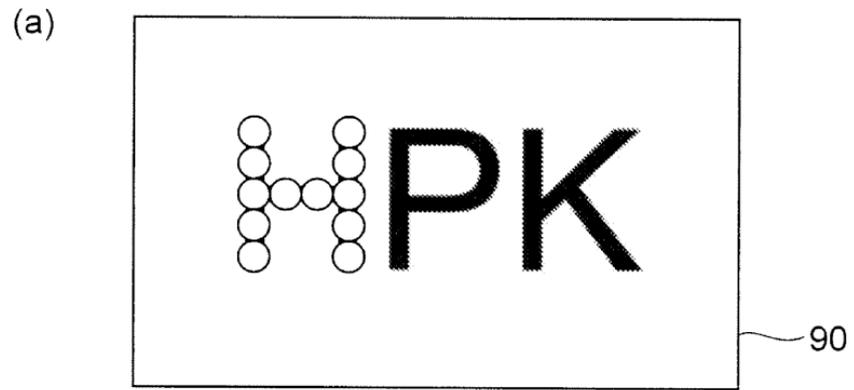


Fig.6

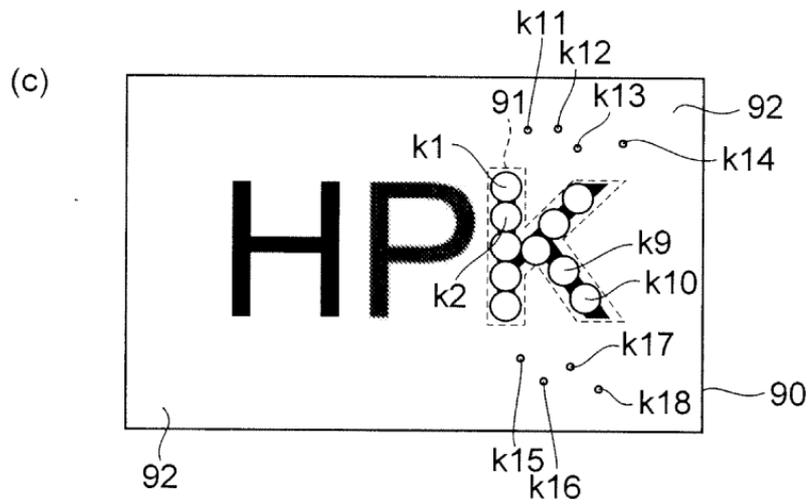
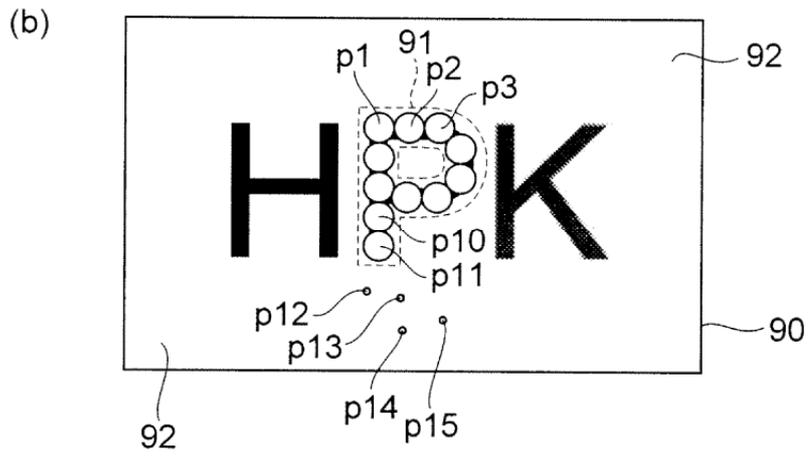
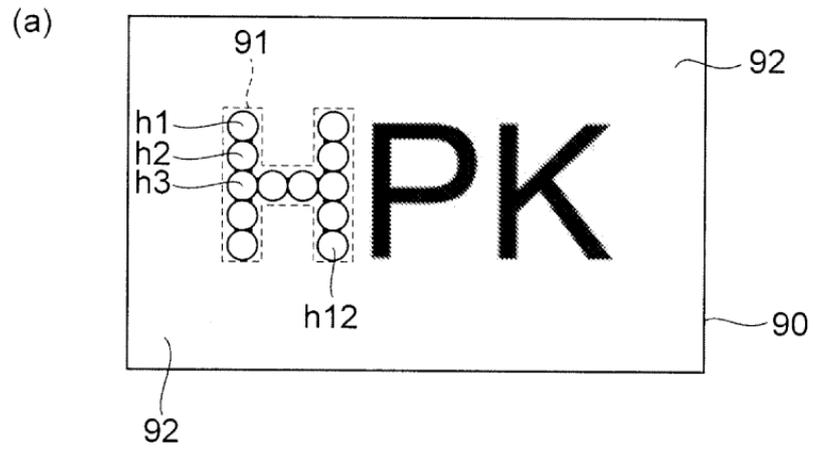


Fig.7

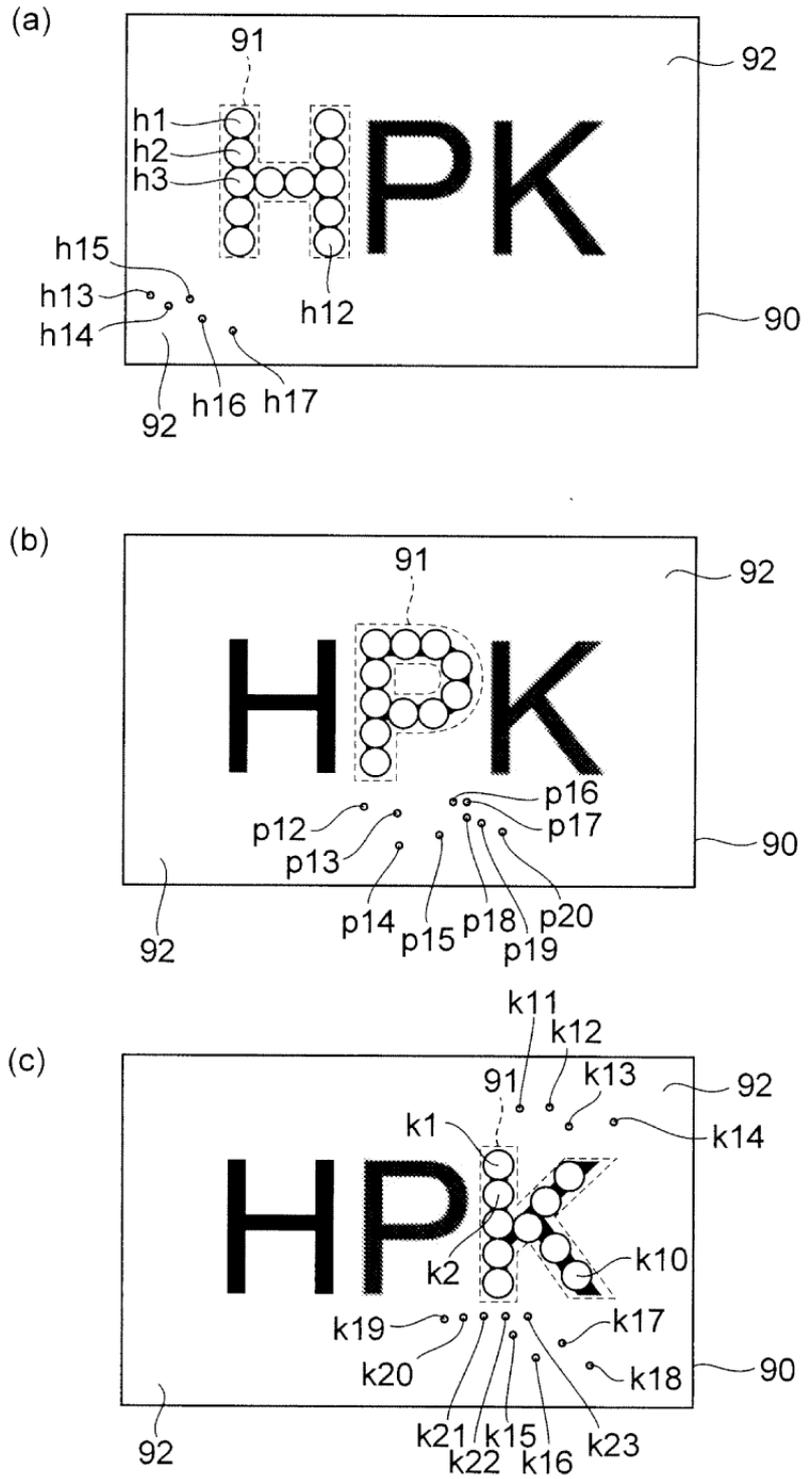


Fig.8

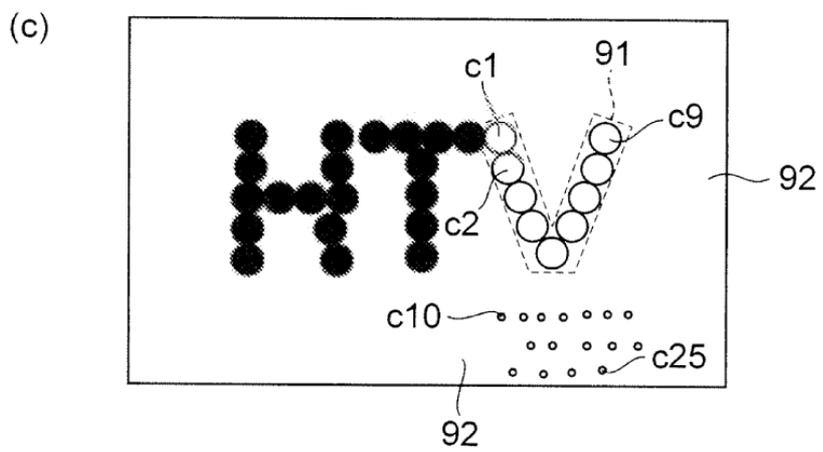
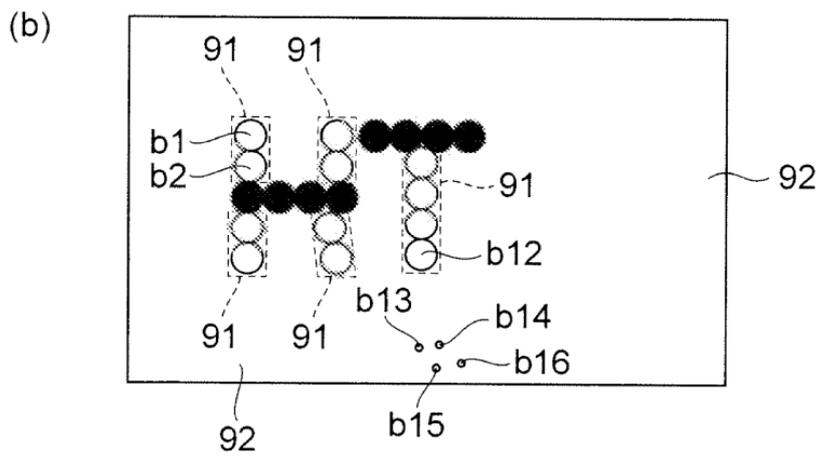
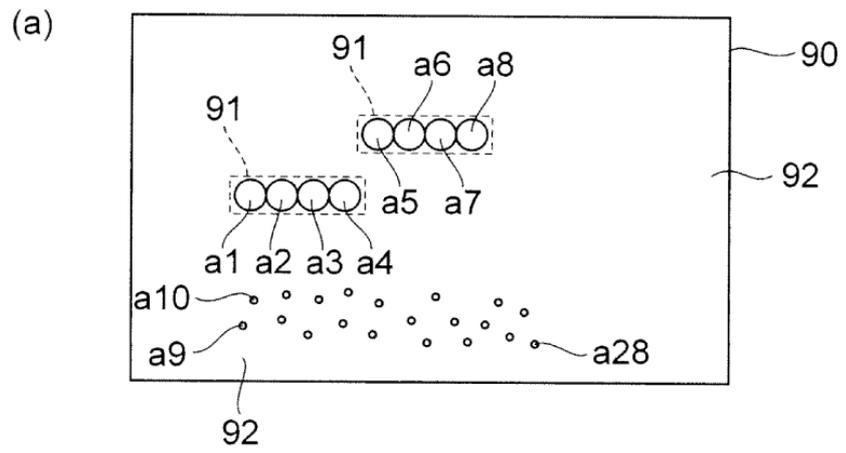


Fig.9

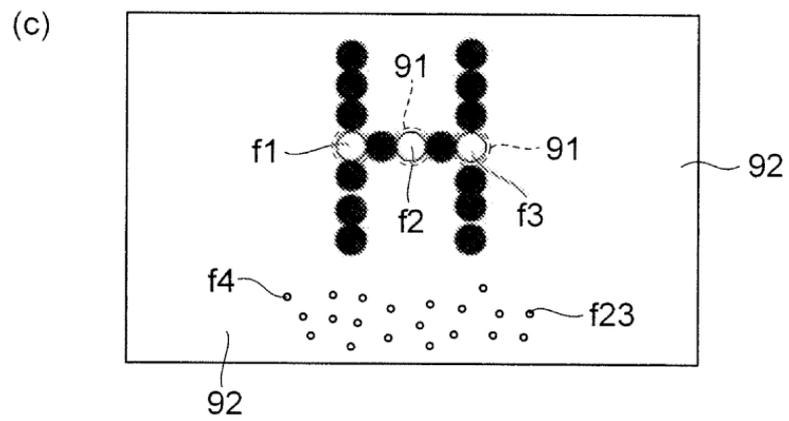
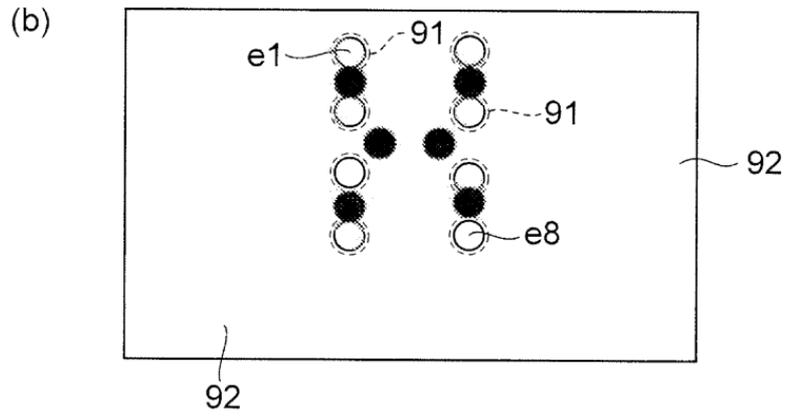
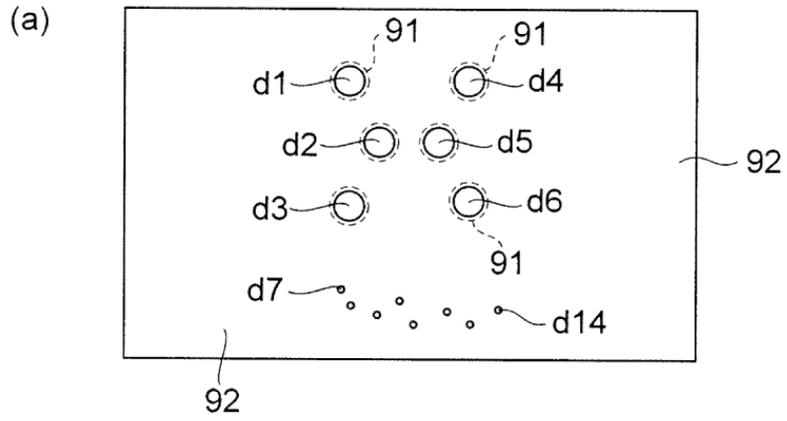


Fig.10

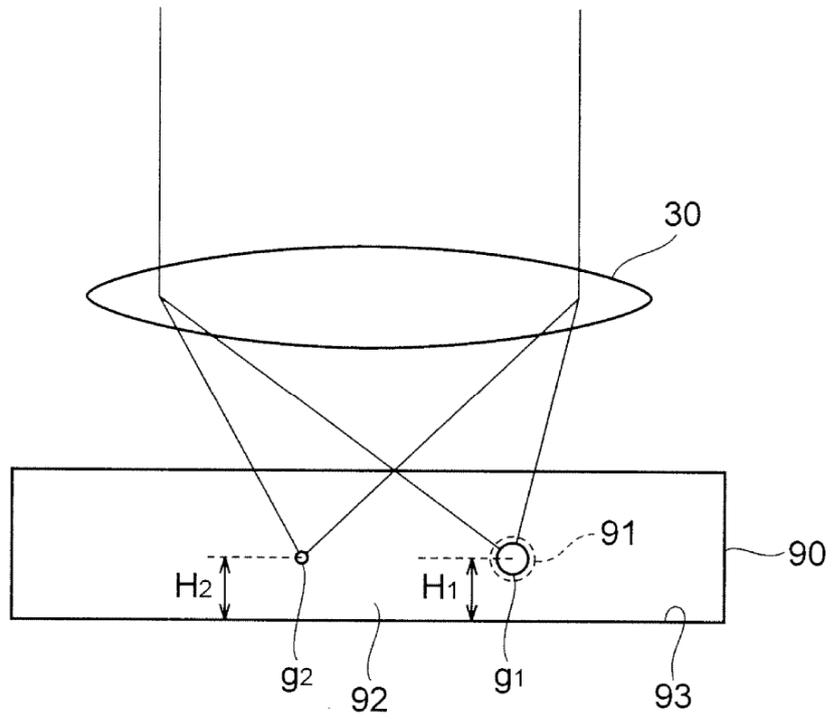


Fig.11

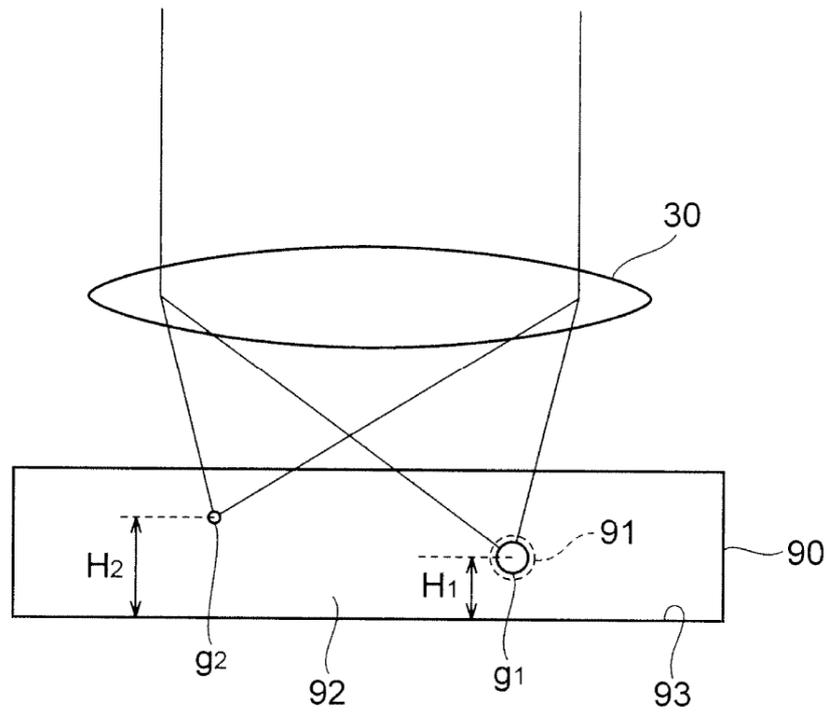


Fig.12

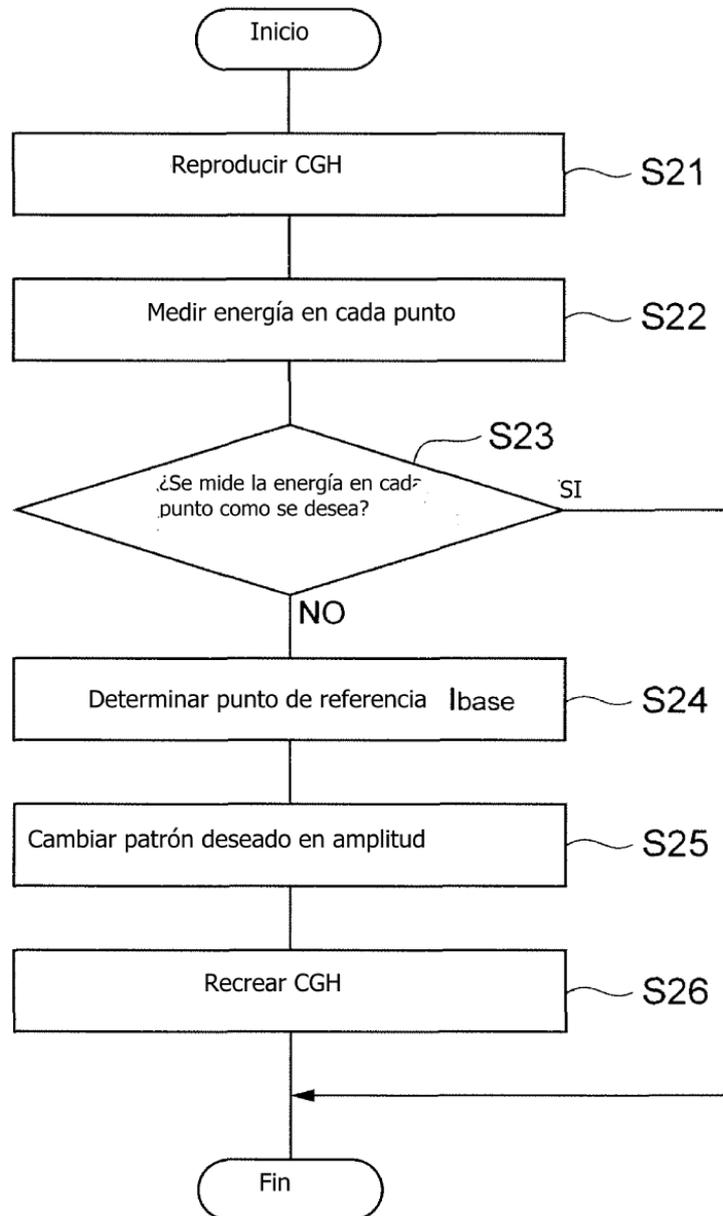


Fig.13

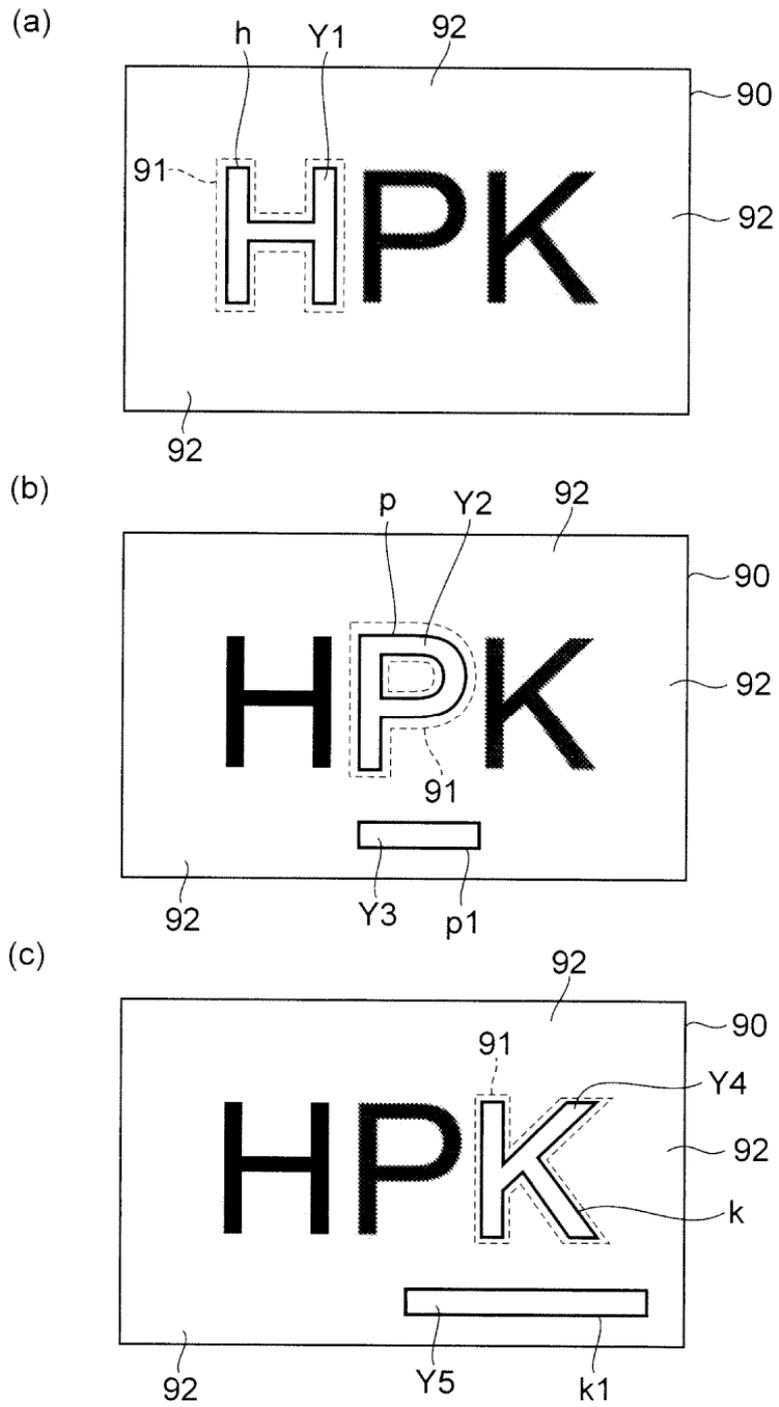


Fig.14

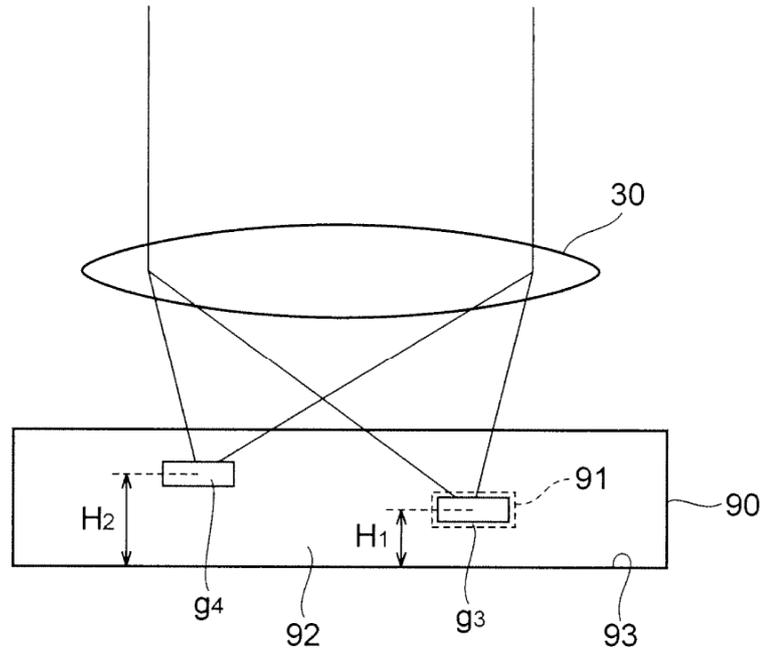
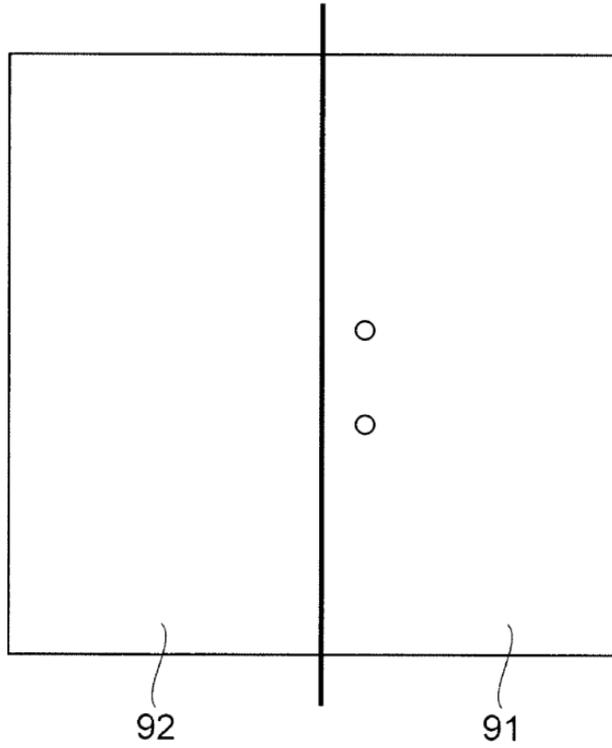


Fig.15

(a)



(b)

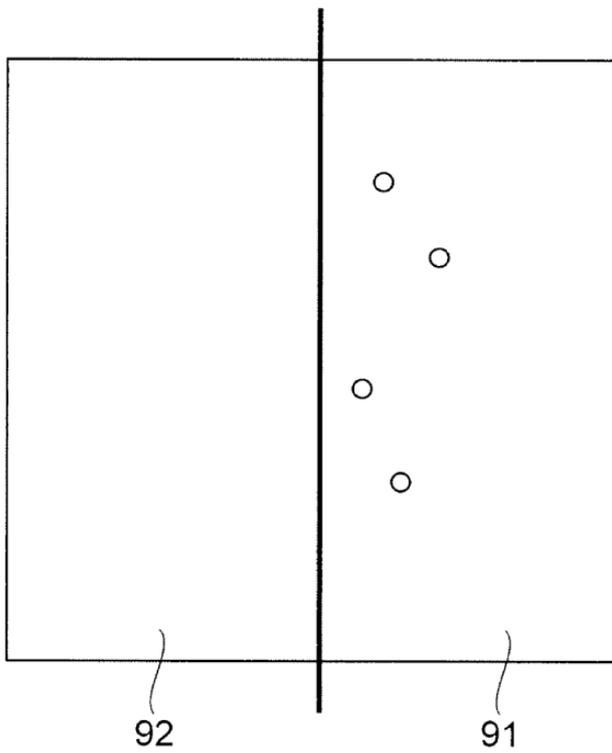
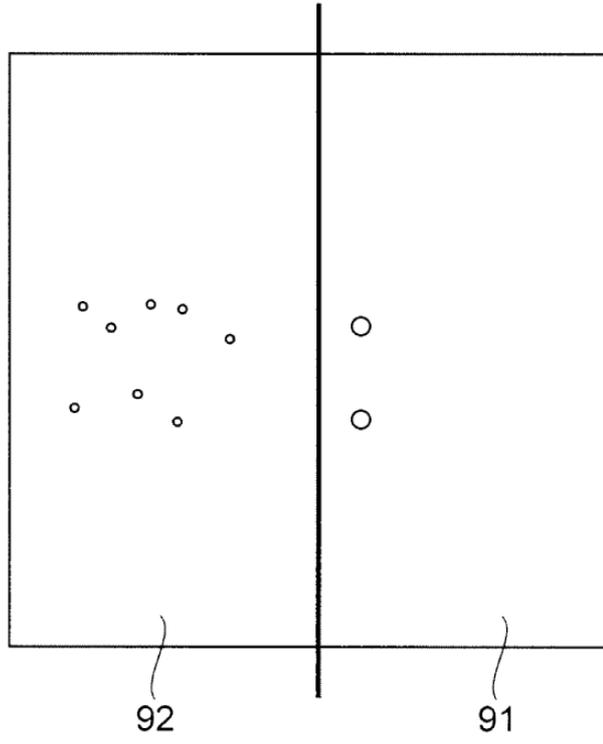


Fig.16

(a)



(b)

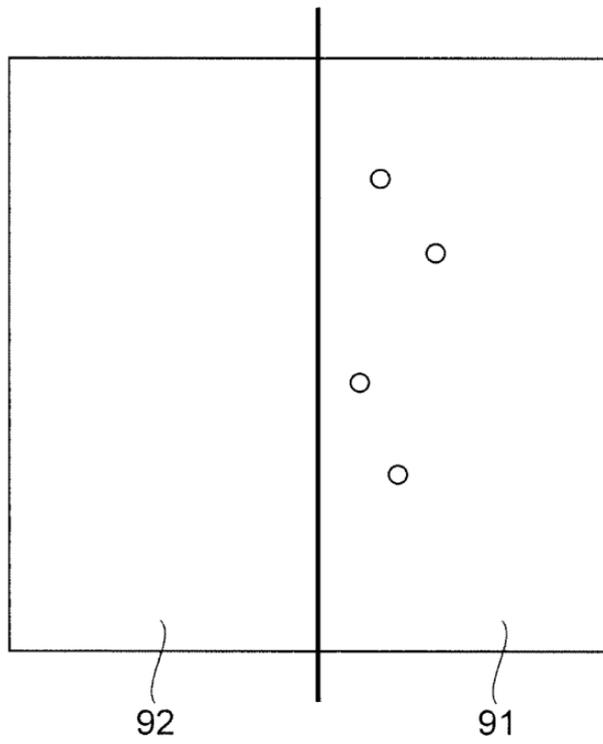


Fig.17

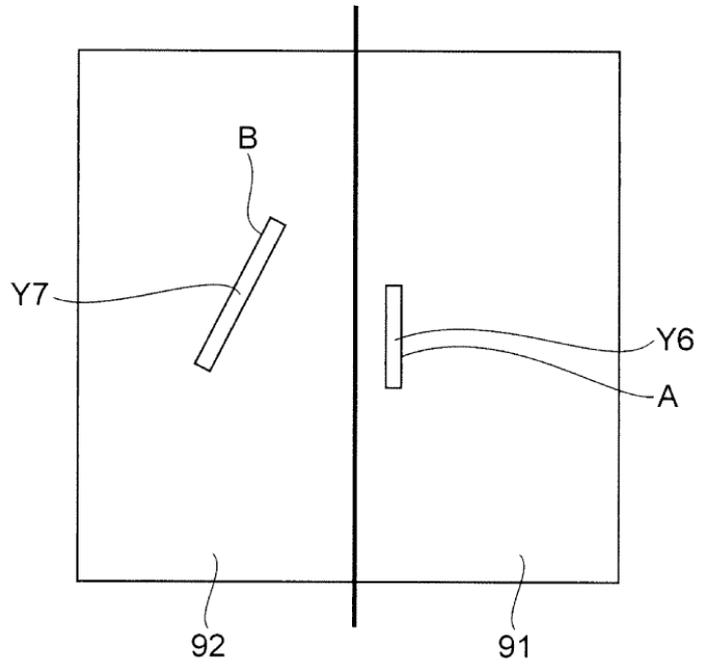
	Punto de medición [GW/cm ²]				
	1	2	3	4	5
Procesamiento de dos puntos	2	2,050	—	—	—
Procesamiento de 4 puntos	1	1,020	1,075	1,095	—

Fig.18

	Punto de medición dentro de la región de procesamiento 91				Punto de medición dentro de la región de no procesamiento 92							
	[GW/cm ²]				[GW/cm ²]							
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
Procesamiento de 2 puntos	1	0,990	-	-	0,250	0,245	0,255	0,251	0,252	0,249	0,257	0,254
Procesamiento de 4 puntos	1	1,010	0,990	1,020	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig.19

(a)



(b)

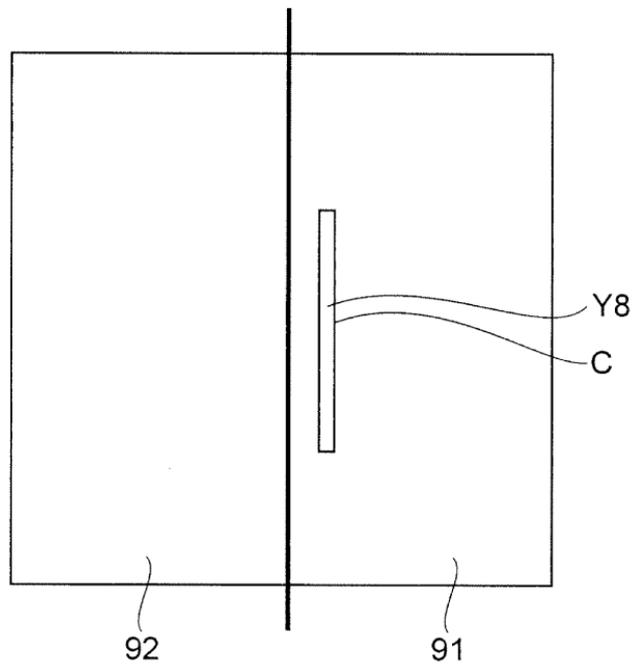


Fig.20

	Energía de luz láser equivalente a un punto [GW/cm ²]
Patrón A	1
Patrón B	0,250
Patrón C	1,010

Fig.21

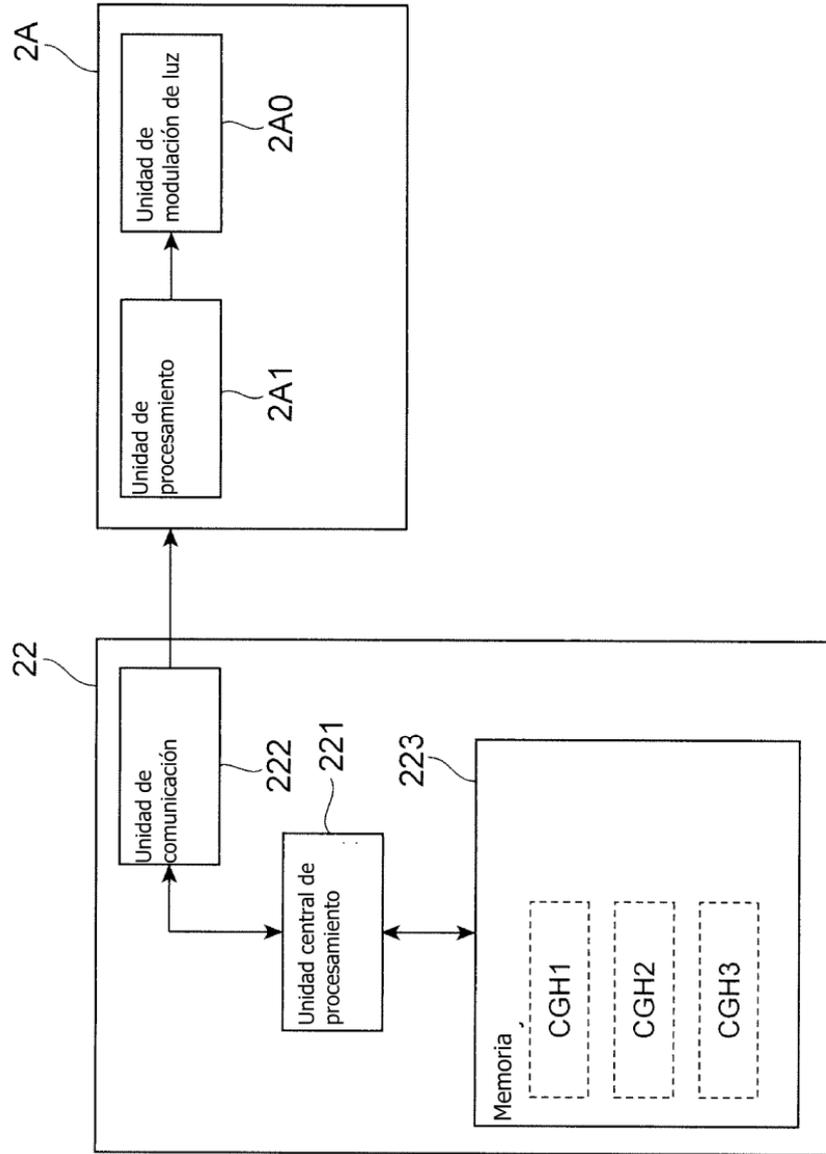


Fig. 22

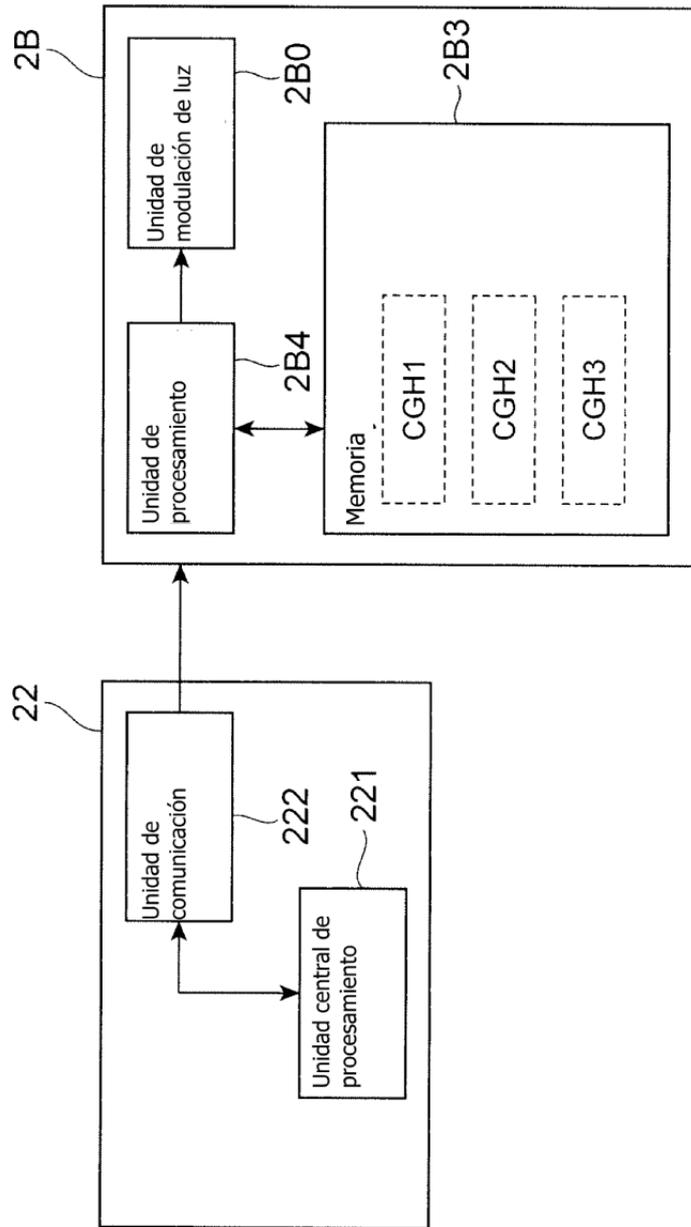


Fig. 23

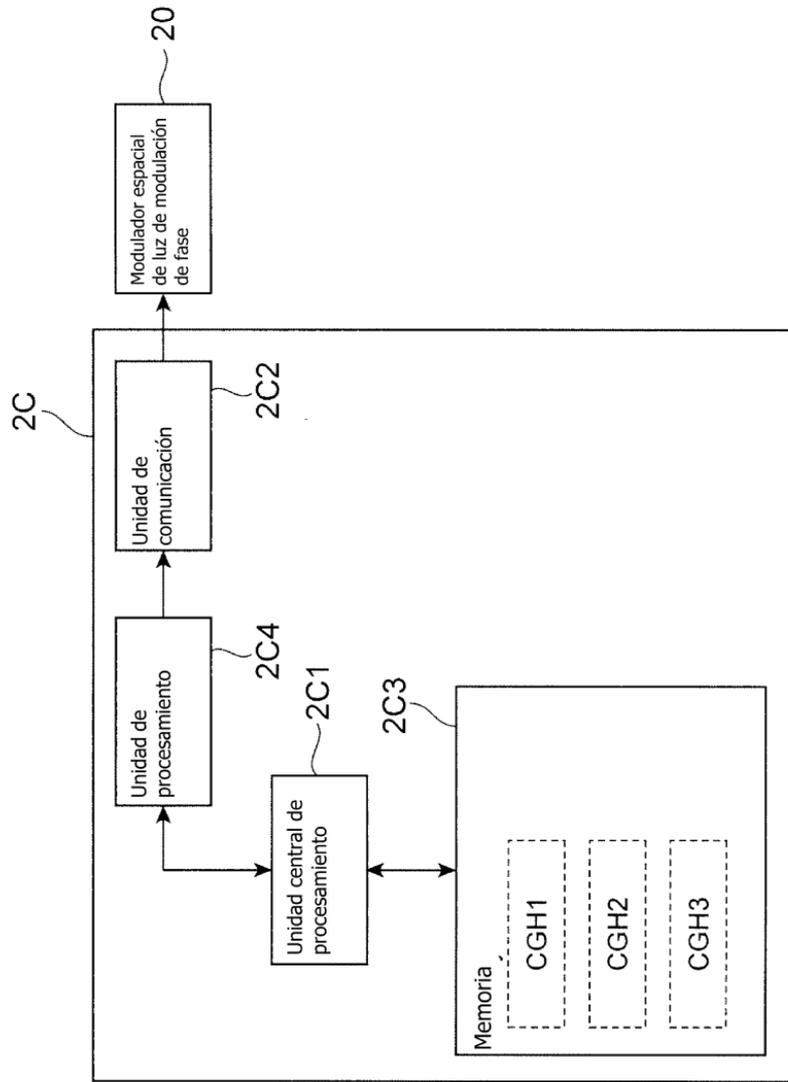


Fig. 24

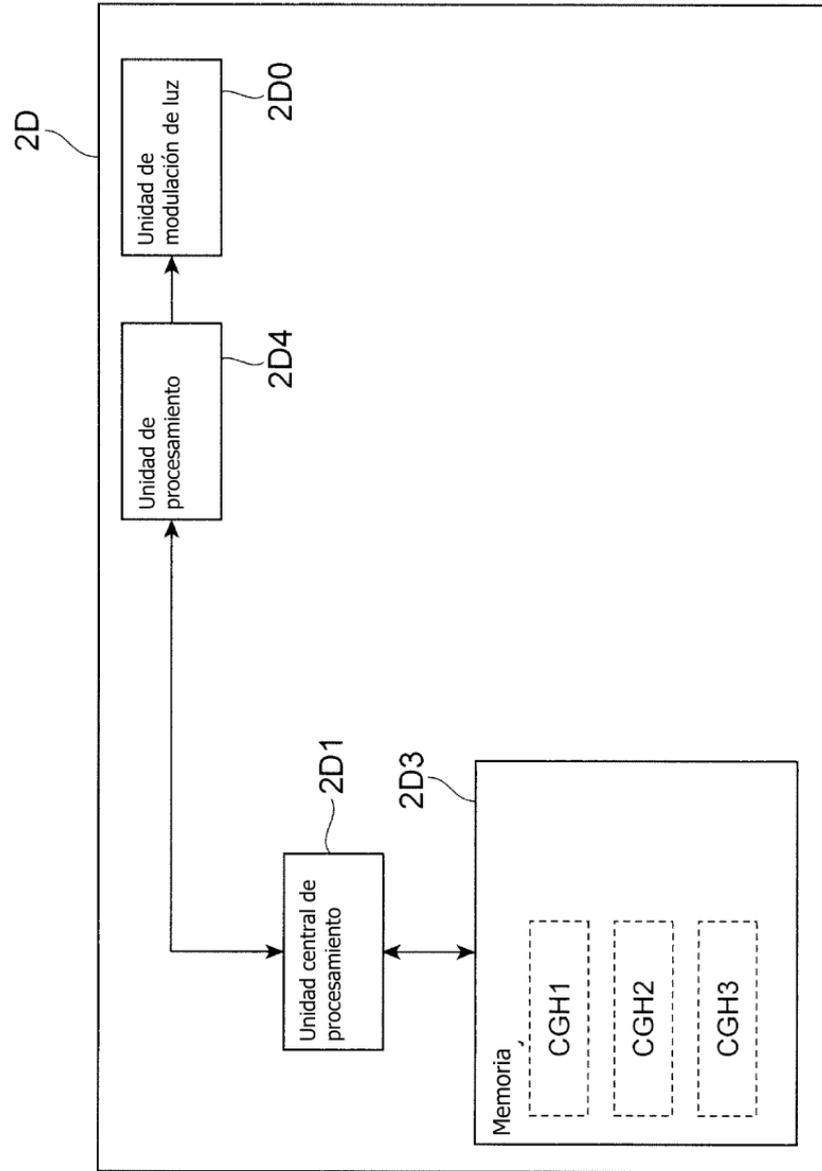


Fig. 25

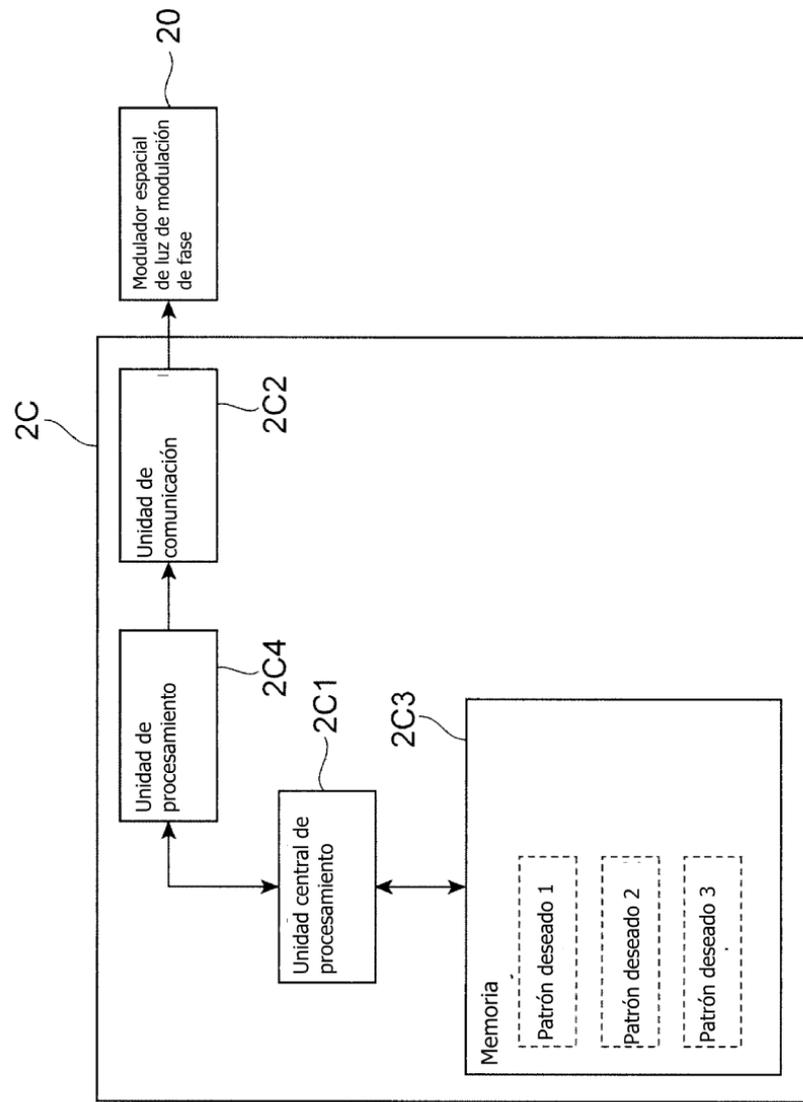


Fig.26

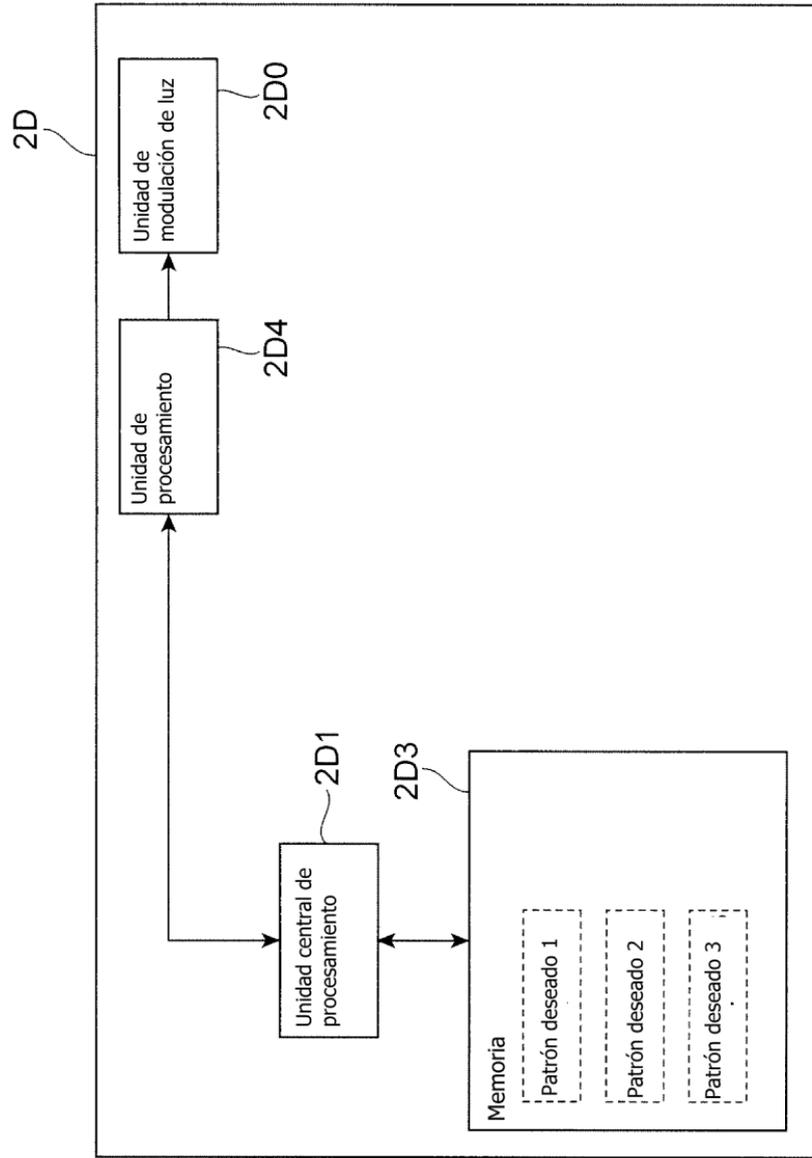


Fig.27

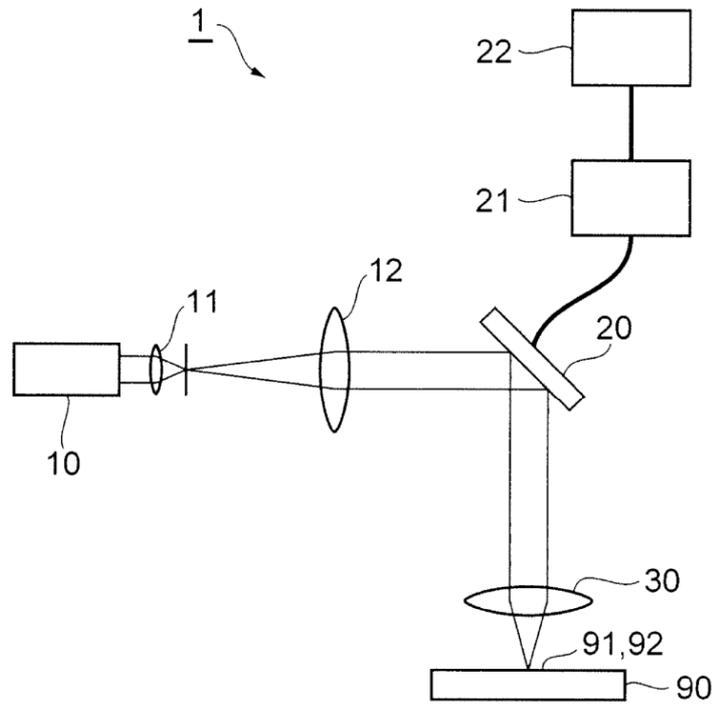


Fig.28

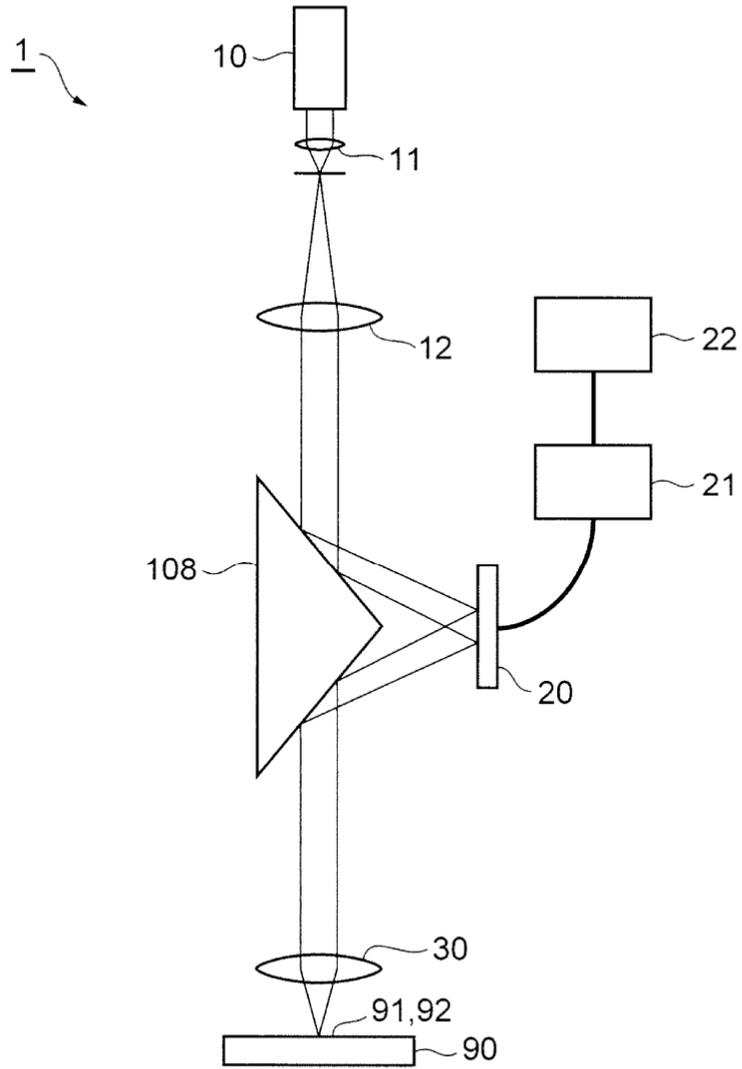


Fig.29

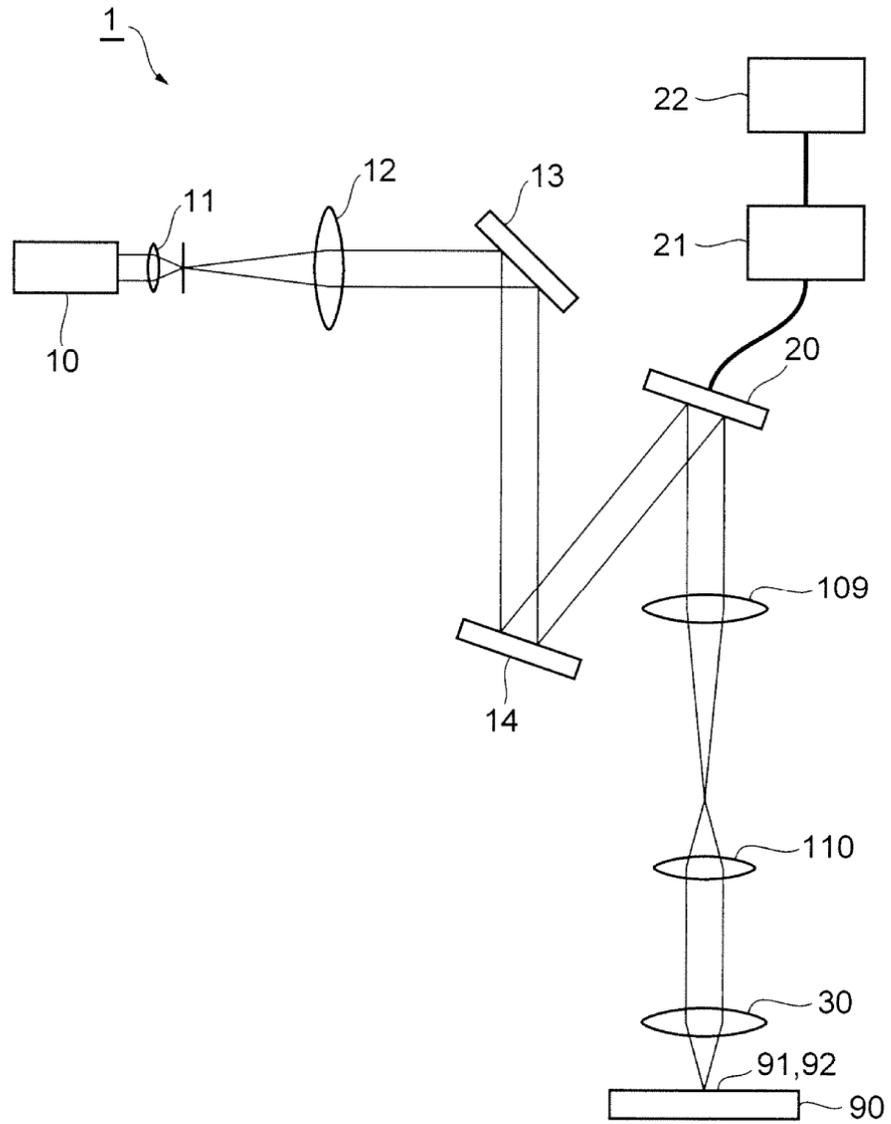


Fig.30

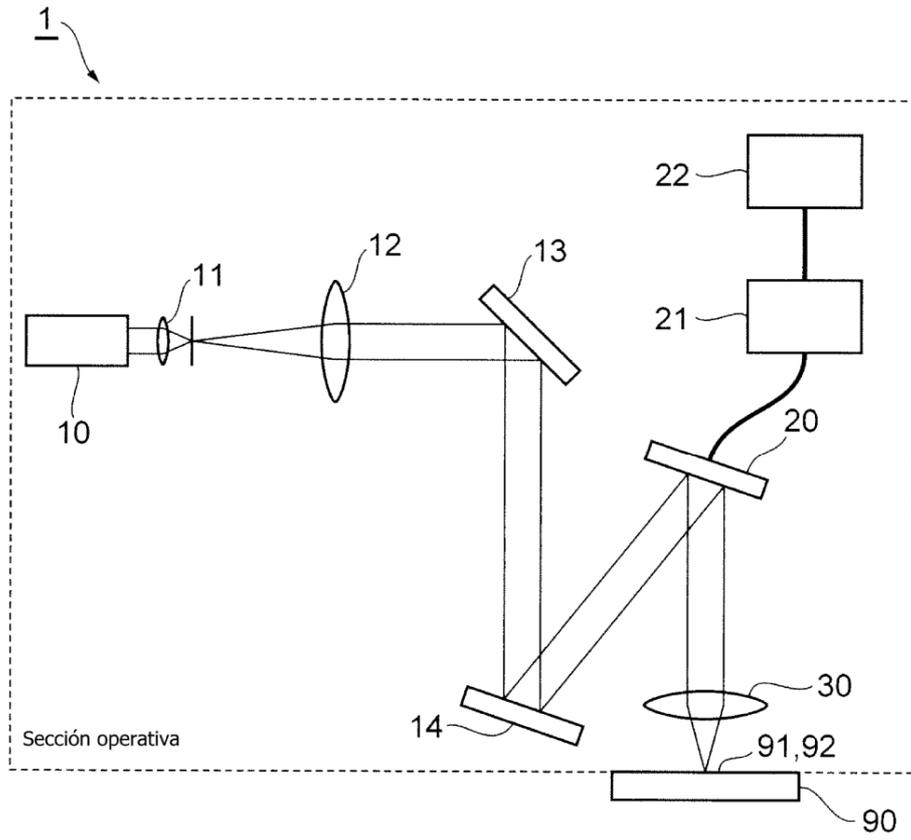


Fig.31

