

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 464**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2009 PCT/JP2009/064725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.03.2010 WO10024218**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2009 E 09809869 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2335862**

54 Título: **Dispositivo de procesamiento por láser y procedimiento de procesamiento por láser**

30 Prioridad:

26.08.2008 JP 2008216742

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

11.04.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 608 464 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 por láser y procedimiento de procesamiento por láser

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

Técnica anterior

10 La condensación mediante un sistema óptico de condensación mediante una emisión de luz láser desde una fuente de luz láser y la irradiación de la luz láser a un objeto de procesamiento permite procesar el objeto de procesamiento. Si simplemente se condensa luz láser mediante el uso de una lente, el barrido de luz láser a una posición de condensación permite procesar un objeto de procesamiento en la forma deseada. Sin embargo, el tiempo requerido para el procesamiento es largo en este caso.

15 El procedimiento más simple para reducir el tiempo de procesamiento es realizar un procesamiento simultáneo de múltiples puntos condensando e irradiando luz láser simultáneamente a una pluralidad de posiciones de condensación. Por ejemplo, utilizando una pluralidad de fuentes de luz láser y condensando luces láser emitidas desde las respectivas fuentes de luz láser mediante una lente permite realizar un procesamiento simultáneo de múltiples puntos. Sin embargo, en este caso, se utiliza una pluralidad de fuentes de luz láser, lo cual se traduce, de este modo, en un elevado coste y una zona de instalación y sistema óptico complicados.

20 En la Literatura de Patente 1 se describe una invención que pretende resolver este tipo de problemas. En esta invención que se describe en la Publicación de Patente 1, se presenta un holograma en un modulador de luz espacial que modula en fase, se modula en fase una luz láser emitida desde una fuente de luz láser mediante el modulador de luz espacial, y la luz láser modulada en fase se condensa y se irradia simultáneamente a una pluralidad de posiciones por un sistema óptico de condensación. El holograma presentado en el modulador de luz espacial tiene una distribución de modulación en fase tal que la luz láser se condensa en una pluralidad de posiciones de condensación mediante un sistema óptico de condensación.

25 US 2003/0010763 A1 se refiere a un aparato de mecanizado por haz láser equipado con un modulador de luz espacial.

35 **Lista de citas**
Literatura de Patente

Literatura de Patente 1: Patente Japonesa N° 2723798

40 **Descripción de la invención**
Problema técnico

45 Mientras, en la invención descrita en la Literatura de patente 1, es deseable que la energía de la luz láser que se irradia a cada una de una pluralidad de posiciones de condensación sea uniforme. En este caso, la energía de la luz láser que se irradia a las respectivas posiciones de condensación generalmente es inversamente proporcional a la cantidad de posiciones de condensación o al área de una región de condensación. Por ejemplo, si hay dos posiciones de condensación, la energía de luz láser que se irradia a las respectivas posiciones de condensación es la mitad en comparación con el caso en que hay una posición de condensación.

50 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 relación de abrasión es diferente dependiendo de la energía de la luz láser. Es decir, en la invención descrita en la Literatura de patente 1, debido a una variación en el número de posiciones de condensación, la energía de luz láser que se irradia a las posiciones de condensación varía, de modo que el grado de procesamiento en las respectivas posiciones de condensación varía.

55 Con el fin de resolver este tipo de problemas, puede considerarse mantener constante la energía de la luz láser que se irradia a las respectivas posiciones de condensación con independencia del número de posiciones de condensación insertando un filtro ND (de densidad neutra) con un factor de atenuación requerido de acuerdo con el número de posiciones de condensación. Sin embargo, la sustitución del filtro ND cada vez que varía el número de posiciones de condensación tiene como resultado una reducción significativa de la eficiencia.

60 La presente invención se ha llevado a cabo para resolver los problemas anteriores, y un objetivo de la misma es un dispositivo y un procedimiento para procesar una región de procesamiento de un objeto de procesamiento irradiando

simultáneamente luz láser a una pluralidad de posiciones de condensación o una región de condensación que tiene un área constante mediante el uso de un modulador de luz espacial que modula en fase donde se presenta un holograma, y que permite fácilmente mantener casi constante, incluso si varía el número de posiciones de condensación de luz láser en la región de procesamiento o el área de la región de condensación, la energía de la luz láser que se irradia a las respectivas posiciones de condensación o región de condensación.

Solución al Problema

Con el fin de resolver los problemas anteriores, un dispositivo de procesamiento por láser de la presente invención, que es un dispositivo para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, incluye: una fuente de luz láser para emitir luz láser; un modulador de luz espacial que modula en fase para recibir luz láser emitida desde la fuente de luz láser, presentar un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y emitir la luz láser modulada en fase; un sistema óptico de condensación dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial; y una sección de control para hacer que el modulador de luz espacial presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial a una pluralidad de posiciones de condensación por medio del sistema óptico de condensación, y la sección de control hace que el modulador de luz espacial presente secuencialmente una pluralidad de hologramas, y provoca que, al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial donde se ha presentado cada uno de los hologramas se reciba en el sistema óptico de condensación, en una posición de condensación existente en una región de procesamiento del objeto de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una posición de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condensa como una pluralidad de luces láser que tienen una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

En este caso, es preferible que el umbral sea un valor que indique una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento.

Además, es preferible que, si una energía de la luz láser modulada en fase es la misma que para procesar una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para el procesamiento, la sección de control hace que toda la parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una pluralidad de luces láser que tienen una energía constante no menor que el umbral, en una pluralidad de posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento predeterminada, respectivamente.

Además, es preferible que la región de procesamiento exista en el interior del objeto de procesamiento, y una posición de condensación existente en la región de procesamiento con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una posición de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior sean diferentes en altura entre sí.

Además, un procedimiento de procesamiento por láser de la presente invención, que es un procedimiento para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, utiliza: una fuente de luz láser para emitir luz láser; un modulador de luz espacial que modula en fase para recibir una luz láser emitida desde la fuente de luz láser, que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase; un sistema óptico de condensación dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial; y una sección de control para hacer que el modulador de luz espacial presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial en una pluralidad de posiciones de condensación por medio del sistema óptico de condensación, y el procedimiento de procesamiento por láser hace que, mediante la sección de control, el modulador de luz espacial presente secuencialmente una pluralidad de hologramas, y al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial donde se han presentado cada uno de los hologramas, se reciba en el sistema óptico de condensación, en una posición de condensación existente en una región de procesamiento del objeto de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una posición de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condense como una pluralidad de luces láser que tienen una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

En este caso, es preferible que el umbral sea un valor que indique una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento.

Además, es preferible hacer que, si una energía de la luz láser modulada en fase es la misma que para procesar una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para el procesamiento, mediante la sección de control, toda la parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una pluralidad de luces láser que tienen una energía constante no menor que el umbral, en una pluralidad de posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento predeterminada, respectivamente.

Además, es preferible que la región de procesamiento exista en el interior del objeto de procesamiento, y una posición de condensación existente en la región de procesamiento con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una posición de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior sean diferentes en altura entre sí.

En el dispositivo de procesamiento por láser y el procedimiento de procesamiento por láser de la presente invención, una parte de la luz láser modulada en fase (luz incidente) se condensa como luz láser (luz de contribución) que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X en una posición de condensación existente en una región de procesamiento. Por otra parte, una luz láser (luz innecesaria) distinta de la luz de contribución condensada a la posición de condensación existente en la región de procesamiento se dispersa y se condensa en una posición de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento como una luz láser (luz de no contribución) que tiene una energía menor que el umbral predeterminado X. De este modo, tratando la luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía menor que el umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el área de la región de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de la luz contribución puede mantenerse constante.

Además, un dispositivo de procesamiento por láser de la presente invención, que es un dispositivo para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, incluye: una fuente de luz láser para emitir luz láser; un modulador de luz espacial que modula en fase para recibir luz láser emitida desde la fuente de luz láser, que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase; un sistema óptico de condensación dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial; y una sección de control para hacer que el modulador de luz espacial presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial a una región de condensación predeterminada mediante el sistema óptico de condensación, y la sección de control hace que el modulador de luz espacial presente secuencialmente una pluralidad de hologramas, y provoca, al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial donde se ha presentado cada uno de los hologramas sea recibida en el sistema óptico de condensación, en una región de condensación existente en una región de procesamiento del objeto de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una región de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte restante de la luz láser modulada en fase que se condensa como una luz láser que tiene una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

En este caso, es preferible que el umbral sea un valor que indique una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento.

Además, es preferible que, si una energía de la luz láser modulada en fase es la misma que para procesar una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para el procesamiento, la sección de control haga que toda parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una luz láser que tiene una energía constante no menor que el umbral, en una región de condensación existente en la región de procesamiento predeterminada.

Además, es preferible que la región de procesamiento exista en el interior del objeto de procesamiento, y una región de condensación existente en la región de procesamiento con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una región de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior sean diferentes en altura entre sí.

Además, un procedimiento de procesamiento por láser de la presente invención, que es un procedimiento para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, utiliza: una fuente de luz láser para emitir luz láser; un modulador de luz espacial que modula en fase para recibir una luz láser emitida desde la fuente de luz láser, que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase; un sistema óptico de condensación dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial; y una sección de control para hacer que el modulador de luz espacial presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial a una región de condensación predeterminada mediante el sistema óptico de condensación, y el procedimiento de procesamiento por láser hace que, mediante la sección de control, el

modulador de luz espacial presente secuencialmente una pluralidad de hologramas, y al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial donde se ha presentado cada uno de los hologramas, se reciba en el sistema óptico de condensación, en una región de condensación existente en una región de procesamiento del objeto de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una región de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condensa como una luz láser que tiene una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

En este caso, es preferible que el umbral sea un valor que indique una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento.

Además, es preferible hacer que, si una energía de la luz láser modulada en fase es igual que para el procesamiento de una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para su procesamiento, mediante la sección de control, toda la parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una luz láser que tiene una energía constante no menor que el umbral, a una región de condensación existente en la región de procesamiento predeterminada.

Además, es preferible que exista la región de procesamiento en el interior del objeto de procesamiento, y una región de condensación existente en la región de procesamiento con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una región de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior sean diferentes en altura entre sí.

En el dispositivo de procesamiento por láser y el procedimiento de procesamiento por láser de la presente invención, una parte de la luz láser modulada en fase (luz incidente) se condensa como luz láser (luz de contribución) que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X en una región de condensación existente en una región de procesamiento. Por otra parte, una luz láser (luz innecesaria) distinta de la luz de contribución condensada en la región de condensación existente en la región de procesamiento se dispersa y se condensa en una región de condensación existente en una región distinta de la región de procesamiento como una luz láser (luz de no contribución) que tiene una energía menor que el umbral predeterminado X. Por lo tanto, mediante el tratamiento de la luz innecesaria como luz de no contribución que tiene una energía menor que el umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el área de la región de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de la luz contribución puede mantenerse constante.

Efectos ventajosos de la invención

Mediante el dispositivo de procesamiento por láser o el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la presente invención, una región de procesamiento de un objeto de procesamiento puede procesarse, mediante el uso de un modulador de luz espacial que modula en fase donde se presenta un holograma, irradiando simultáneamente luz láser a una pluralidad de posiciones de condensación o una región de condensación que tiene un área constante. Además, incluso si el número de posiciones de condensación de luz láser en la región de procesamiento varía, o incluso si el área de la región de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de la luz láser que se irradia a las respectivas posiciones de condensación o región de condensación puede mantenerse fácilmente casi constante.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista que muestra una configuración de un dispositivo de tratamiento por láser 1 de acuerdo con una primera realización.

La figura 2 es una vista que explica un primer modo de escribir un holograma desde una sección de accionamiento 21 en un modulador de luz espacial 20 mediante una sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.

La figura 3 es una vista que explica un segundo modo de escribir un holograma desde la sección de accionamiento 21 en el modulador de luz espacial 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.

La figura 4 es una vista que explica un tercer modo de escribir un holograma desde la sección de accionamiento 21 en el modulador de luz espacial 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.

La figura 5 son vistas que explican un procedimiento de procesamiento por láser de un ejemplo comparativo en la explicación de la primera realización.

La figura 6 son vistas que explican un primer modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.

- La figura 7 son vistas que explican un segundo modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.
- La figura 8 son vistas que explican un tercer modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.
- 5 La figura 9 son vistas que explican un cuarto modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.
- La figura 10 es una vista que explica un quinto modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.
- 10 La figura 11 es una vista que explica un quinto modo de un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización.
- La figura 12 es un diagrama de flujo de un procedimiento de alteración de hologramas de la primera realización.
- La figura 13 son vistas que explican un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con una segunda realización.
- 15 La figura 14 es una vista que explica un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con una segunda realización.
- La figura 15 son vistas que explican un ejemplo comparativo, en la 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 luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el ejemplo comparativo, en la explicación del ejemplo 1.
- 20 La figura 18 es una tabla que resume las energías de luz láser en las respectivas posiciones de condensación en el Ejemplo 1.
- La figura 19 son vistas que explican el Ejemplo 2.
- La figura 20 es una tabla que resume las energías de luz láser en las respectivas regiones de condensación en el Ejemplo 2.
- 25 La figura 21 es una vista que explica un cuarto modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 22 es una vista que explica un quinto modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- 30 La figura 23 es una vista que explica un sexto modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 24 es una vista que explica un séptimo modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 25 es una vista que explica un octavo modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- 35 La figura 26 es una vista que explica un noveno modo de escribir un holograma en el modulador de luz espacial 20, en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 27 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de tratamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 28 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de tratamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- 40 La figura 29 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de tratamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- La figura 30 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de tratamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización.
- 45 La figura 31 es una vista que muestra otra configuración del dispositivo de tratamiento láser 1 de acuerdo con la primera realización.

Lista de signos de referencia

- 50 1 ... dispositivo de procesamiento por láser, 10 ... fuente de luz láser, 11 ... filtro espacial, 12 ... lente de colimador, 13, 14 ... espejo, 20 ... modulador de luz espacial, 21 ... sección de accionamiento, 22 ... sección de control, 30 ... sistema óptico de condensación, 90 ... sistema óptico de procesamiento, 91 ... región de procesamiento, 92 ... región de no procesamiento.

55 Descripción de realizaciones

En lo sucesivo, se describirá en detalle el mejor modo de llevar a cabo la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. También, los mismos componentes se designarán con los mismos números de referencia en la descripción de los dibujos, y se omitirá una descripción coincidente.

- 60 (Primera realización)
[Configuración del dispositivo de procesamiento por láser 1]

En primer lugar, se dará una descripción de una primera realización de un dispositivo de tratamiento por láser y un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la presente invención. La figura 1 es una vista que muestra una configuración de un dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización. El dispositivo de procesamiento por láser 1 que se muestra en esta figura es un dispositivo para el procesamiento de un objeto de procesamiento 90 condensando e irradiando luz láser sobre una región de procesamiento 91 y una región 92 (se hace referencia a las figuras 6 etc., que se describirán 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 de colimador 12, un espejo 13, un espejo 14, un modulador de luz espacial 20, una sección de accionamiento 21, una sección de control 22 y un sistema óptico de condensación 30.

La fuente de luz láser 10 es para emitir luz láser que necesita ser irradiada a la región de procesamiento 91 del objeto de procesamiento 90 y la región 92 distinta de la región de procesamiento 91, y preferiblemente es una fuente de luz láser pulsada tal como una fuente de luz láser de femtosegundo y una fuente de luz láser de Nd: YAG. Una luz láser emitida desde esta fuente de luz láser 10 atraviesa el filtro espacial 11, y luego es colimada por la lente de colimador 12, es reflejada por el espejo 13 y el espejo 14, y la recibe el modulador de luz espacial 20.

El modulador de luz espacial 20 es de tipo de modulación de fase, y recibe 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 dispuestos bidimensionalmente, y emite la luz láser modulada en fase. El holograma de fase que se presenta en este modulador de luz espacial 20 es preferiblemente un holograma CGH (holograma generado por ordenador) determinado por cálculo numérico.

Este modulador de luz espacial 20 puede ser de tipo de reflexión, y puede ser de tipo de transmisión. Como modulador de luz espacial de reflexión 20, puede utilizarse cualquiera de tipo LCOS (cristal líquido sobre silicio), de tipo MEMS (sistemas microelectromecánicos), y de tipo de dirección óptica. Por otra parte, como modulador de luz espacial de transmisión 20, puede utilizarse una pantalla LCD (pantalla de cristal líquido) o similar. En la figura 1, se muestra un modulador de luz espacial 20 de tipo de reflexión.

La sección de accionamiento 21 se utiliza para configurar la cantidad de modulación en fase en cada una de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente del modulador de luz espacial 20, y proporciona una señal para ajustar la cantidad de modulación en fase de cada pixel al modulador de luz espacial 20. La sección de accionamiento 21 establece la cantidad de modulación en fase en cada una de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente del modulador de luz espacial 20 para hacer, de este modo, que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma.

El sistema óptico de condensación 30 se dispone en una etapa posterior del modulador de luz espacial 20, y recibe una luz láser modulada en fase y emitida para cada píxel en el modulador de luz espacial 20. En particular, este sistema óptico de condensación 30 incluye una lente que transforma en Fourier una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20. Una imagen transformada en Fourier de la misma se forma en un plano focal posterior de la lente transformada en Fourier.

La sección de control 22 esta formada, por ejemplo, por un ordenador, y controla el funcionamiento de la sección de accionamiento 21 para provocar, de esta manera, que se escriba un holograma de la sección de accionamiento 21 en el modulador de luz espacial 20. En este momento, la sección de control 22 hace que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma para condensar una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20 a una pluralidad de posiciones de condensación por medio del sistema óptico de condensación 30.

En particular, en la presente realización, la sección de control 22 hace que el modulador de luz espacial 20 presente secuencialmente una pluralidad de hologramas. A continuación, la sección de control 22, al haber hecho que una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se ha presentado respectivamente una pluralidad de hologramas se reciba en el sistema óptico de condensación 30, en una posición de condensación existente en la región de procesamiento 91 (se hace referencia a las figuras 6, etc.) de una pluralidad de posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, hace que una parte de la luz láser modulada en fase se condense como luz láser ("luz de contribución", tal como se describirá más adelante) que tiene una energía (intensidad) constante no menor de un umbral predeterminado X. Por otra parte, la sección de control 22, en una posición de condensación existente en la región 92 (se hace referencia a las figuras 6 etc.) distinta de la región de procesamiento 91 fuera de las posiciones de condensación en el objeto de procesamiento 90, hace que una parte restante de la luz láser modulada en fase se disperse y se condense como una pluralidad de luces láser ("luces de no contribución" tal como se describirá más adelante) que tiene una energía débil menor que el umbral X para procesar, por lo tanto, 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 de la sección de accionamiento 21 en el modulador de luz espacial 20 mediante la sección de control 22 en el dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización.

5 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 previamente datos de una pluralidad de hologramas CGH1 a CGH3 necesarios para hacer que el modulador de luz espacial 20 presente y almacene los datos en la unidad de memoria 223. Para hacer que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma, la unidad central de procesamiento 221 lee datos de hologramas de la unidad de memoria 223, y envía los datos de hologramas leídos a la unidad de comunicación 222, y la unidad de comunicación 222 transmite los datos de hologramas a una unidad de procesamiento 211 de la sección de accionamiento 21. Entonces, la unidad de procesamiento 211 de la sección de accionamiento 21 envía los datos de hologramas recibidos de la sección de control 22 al modulador de luz espacial 20, y hace que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma.

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

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

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

30 En un quinto modo mostrado en la figura 22, una sección de accionamiento y una memoria están formadas en un único módulo 2B. Una unidad de memoria 2B3 del módulo 2B almacena previamente datos de una pluralidad de hologramas CGH1 a CGH3 necesarios para hacer que una unidad de modulación de luz 2B0 los presente en este modo. Para hacer que la unidad de modulación de luz 2B0 presente un holograma, la sección de control 22 especifica, para el módulo 2B, datos de hologramas almacenados en la unidad de memoria 2B3, hace que los datos de hologramas especificados sean enviados a la unidad de modulación de luz 2B0 y hace que la unidad de modulación de luz 2B0 presente un holograma.

35 En un sexto modo mostrado en la figura 23, una sección de accionamiento y una sección de control están formadas de un único módulo 2C. Para hacer que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma, el módulo 2C especifica datos de hologramas almacenados en una unidad de memoria 2C3, hace que los datos de hologramas especificados sean enviados al modulador de luz espacial 20, y hace que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma.

40 En un séptimo modo mostrado en la figura 24, un modulador de luz espacial, una sección de accionamiento, y una sección de control están formados de dicho módulo 2D en que se encuentran integrados.

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

después envía la señal a una unidad de comunicación 2C2, y la unidad de comunicación 2C2 transmite la señal al modulador de luz espacial 20, y hace que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma.

5 En un noveno modo mostrado en la figura 26, una unidad de memoria 2D3 incluida en el módulo 2D almacena previamente datos de patrones deseados 1 a 3 de posiciones de condensación cuando la luz láser se condensa por medio del 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 desea datos de patrones de memoria 2D3, crea un holograma que puede reproducir el patrón deseado leído, y envía los datos del holograma a una unidad de procesamiento 2D4. La unidad de procesamiento 2D4 convierte los datos en una señal adecuada para accionar la
10 unidad de modulación de luz 2D0, y luego envía la señal a la unidad de modulación de luz 2D0, y hace que la unidad de modulación de luz 2D0 presente un holograma.

15 En cualquier modo mostrado en la figura 2 a la figura 4 y 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 ser creado por cualquiera de los procedimientos de tipo transformada de Fourier o de tipo placa de zona de Fresnel. El tipo de transformada de Fourier permite crear un holograma mediante un algoritmo tal como un procedimiento GS, y el tipo placa de zona de Fresnel permite crear un holograma mediante un algoritmo tal como un procedimiento ORA (ángulo-de-rotación-óptimo).

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

25 Además, pueden considerarse varios modos como configuración de un dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización. Por ejemplo, puede considerarse uno sin espejos 13, 14 tal como se muestra en la figura 27. Además, también puede considerarse dicho sistema óptico que utiliza un prisma 108, tal como se muestra en la figura 28 donde existen coaxialmente una luz incidente y una luz de emisión.

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

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

40 [Procedimiento de procesamiento por láser]

A continuación, se compara el funcionamiento del dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la primera realización y un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización con un ejemplo comparativo, mientras se describe. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia al objeto de procesamiento 90 con el fin de llevar a cabo una visualización de múltiples puntos de tres caracteres alfabéticos de "H", "P" y "K" para procesar el objeto de procesamiento 90.

50 [Procedimiento de procesamiento por láser, ejemplo comparativo]

Las figuras 5 son vistas que explican un procedimiento de procesamiento por 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 está siendo irradiada a 12 puntos de posiciones de condensación con el fin de procesar el carácter "H." La figura 5(b) muestra un estado de luz láser que está siendo irradiada a 11 puntos de
55 posiciones de condensación con el fin de procesar el carácter "P". Además, la figura 5(c) muestra un estado de luz láser que está siendo irradiada a 10 puntos de posiciones de condensación con el fin de procesar el carácter "K".

60 En este ejemplo comparativo, un holograma tal que permite procesar el carácter "H" se presenta primero en el modulador de luz espacial, un holograma tal que permite procesar el carácter "P" se presenta a continuación en el modulador de luz espacial, y un holograma tal que permite procesar el carácter "K" se presenta finalmente en el modulador de luz espacial. De este modo, en el caso del procesamiento de los caracteres uno por uno en el orden "H", "P" y "K", ya que el número de posiciones de condensación de luz láser es diferente en función del carácter, la

energía de irradiación de luz láser de las posiciones de condensación respectivas es diferente dependiendo del carácter y, por lo tanto, se produce una irregularidad de procesamiento en función del carácter.

5 Además, para facilitar la comprensión, si una energía total de una luz láser que se irradia 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, $12,0/12 = 1,0$) se condensa en cada uno de los 12 puntos de posiciones de condensación. Por otra parte, en la figura 5(b), una luz láser que tiene una energía de $1,0909 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $12,0/11 = 1,0909$) se condensa en cada uno de los 11 puntos de posiciones de condensación, y en la figura 5(c), una luz láser que tiene una energía de $1,2 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $12,0/10 = 1,2$) se condensa en cada uno de los 10 puntos de posiciones de condensación. De este modo, en el ejemplo comparativo, la energía de irradiación de luz láser de las respectivas posiciones de condensación es diferente dependiendo del carácter y, por lo tanto, se produce una irregularidad de procesamiento en función del carácter.

15 Por otra parte, en la presente realización, cuando una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se ha presentado respectivamente una pluralidad de hologramas, se recibe en el sistema óptico de condensación 30, en una posición de condensación existente en la región de procesamiento 91 (se hace referencia a las figuras 6, etc.) fuera 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 ("luz de contribución" tal como se describirá más adelante) que tiene una energía constante no menor de un umbral predeterminado X. Por otra parte, en una posición de condensación existente en la región 92 (se hace referencia a las figuras 6, etc.) distinta a 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 ("luces de no contribución" tal como se describirá más adelante) que tiene una energía débil menor que el umbral X para procesar, por lo tanto, el objeto de procesamiento 90. En lo sucesivo, se describirá en detalle el procedimiento de procesamiento por láser de la presente realización.

[Procedimiento de procesamiento por láser, primer modo]

30 Las figuras 6 son vistas que explican un primer modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización. La figura 6(a) muestra un estado de luz láser que, con el fin de procesar el carácter "H", es irradiado a 12 puntos de posiciones de condensación h1 a h12 dentro de la región de procesamiento 91. Los 12 puntos de las posiciones de condensación h1 a h12 que se muestran 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 adelante, referida como "una luz incidente") emitida desde el modulador de luz espacial 20 se condensa como una luz láser que tiene una energía constante no menor de un umbral predeterminado X. Aquí, el umbral predeterminado X, 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, $0,9 \text{ GW/cm}^2$ en la presente realización, aunque esto depende del material y similar del objeto de procesamiento 90. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el 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" tras la condensación y la irradiación de la luz láser. También, en la presente memoria, una luz láser que tiene una energía no menor que un umbral predeterminado X y contribuye al procesamiento de una parte de la región de procesamiento 91 a la que la luz láser se ha condensado e irradiado después de la condensación y la irradiación se denomina "luz de contribución". Es decir, la luz láser que se irradia a las posiciones de condensación h1 a h12 es una luz de contribución.

45 Además, la "región de procesamiento 91" es una región en una superficie exterior del objeto de procesamiento 90 o una región de su interior y, por ejemplo, en la figura 6(a), es una región que se requiere procesar por láser con el fin de procesar el carácter "H" en el objeto de procesamiento 90. En el dibujo, la región de procesamiento 91 se muestra con líneas de puntos. Por otra parte, 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 del interior de su interior, y es una región que excluye la región de procesamiento 91 de toda la región del objeto de procesamiento 90. A continuación, se describirá la región 92 distinta de la región de procesamiento 91 como "región de no procesamiento 92".

55 Además, para facilitar la comprensión, si una energía total de una luz incidente es, por ejemplo, $12,0 \text{ GW/cm}^2$, en la figura 6(a), la luz incidente se condensa completamente a 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.

60 La figura 6(b) muestra un estado de luz láser que es irradiado, con el fin de procesar el carácter "P", a 11 puntos de unas posiciones de condensación p1 a p11 dentro de la región de procesamiento 91, y es irradiado a cuatro puntos de unas 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 de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X.

Como que la luz láser que tiene una energía igual o que el 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 a la que la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón del carácter "P" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, 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 desde la cual la parte de la luz láser condensada a las posiciones de condensación p1 a p11 ha sido excluida, 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 predeterminado X.

También, en la presente memoria, una luz láser que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X y no contribuye al procesamiento de una parte a la que la luz láser se ha condensado e irradiado después de la condensación y la radiación se denomina "luz de no contribución". Es decir, la luz láser que se irradia a las posiciones de condensación p12 a p15 es una luz de no contribución. Como que la luz de no contribución tiene una energía débil menor que el 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 la irradiación de la luz de no contribución. Además, en los dibujos respecto a la primera realización, por conveniencia de la descripción, una diferencia en la energía de la luz láser se expresa proporcional al tamaño de los círculos blancos. Dichos CGHs diferentes en energía pueden crearse, por ejemplo, en el procedimiento GS, diferenciando la amplitud de los patrones objetivo.

En el ejemplo descrito anteriormente, donde se supone una energía total de luz incidente tal como, 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(b). Más específicamente, una luz láser que tiene la misma energía (es decir, $1,0 \text{ GW/cm}^2$) que 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. Entonces, una luz láser restante, más concretamente, una luz láser de 1 GW/cm^2 excluyendo, de 12 GW/cm^2 que es una energía total de la luz incidente, 11 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación p1 a p11 se dispersa cada $0,25 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $1,0/4 = 0,250$) y se condensa en los cuatro puntos de 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 son cortas en uno en la figura 6(b), pero una luz láser de una energía ($1,0 \text{ GW/cm}^2$) correspondiente a la misma 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 mayor del umbral X en la región de no procesamiento 92.

La figura 6(c) muestra un estado de luz láser que se irradia, con el fin de procesar el carácter "K", a 10 puntos de posiciones de condensación k1 a k10 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a ocho puntos de posiciones de condensación k11 a k18 dentro la región no procesamiento 92. En los 10 puntos de posiciones de condensación k1 a k10 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la cual se ha condensado e irradiado la luz láser se procesa con un patrón del carácter "K" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, 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 (es decir, la luz incidente desde la cual se ha excluido la parte de la luz láser condensada a las posiciones de condensación k1 a k10, una luz innecesaria) se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces de no contribución que tienen una energía débil menor que el umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía menor que el umbral X se condensa en las posiciones de condensación k11 a k18 existentes en la región sin condensación 92, la región de no condensación 92 no se procesa incluso después de la condensación y la irradiación de la luz láser.

En el ejemplo descrito anteriormente, donde se supone una energía total de una luz incidente tal como, 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 tiene una energía débil a la región no de procesamiento 92 en la figura 6(c). Más específicamente, una luz láser, que tiene la misma energía (es decir, $1,0 \text{ GW/cm}^2$) que 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. Entonces, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 2 GW/cm^2 excluyendo, de 12 GW/cm^2 que es una energía total de la luz incidente, 10 GW/cm^2 irradiada a las posiciones de condensación k1 a k10 se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $2,0/8 = 0,250$) y se condensa en 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 son cortas en dos en la figura 6(c), pero una luz láser de una energía ($2,0 \text{ GW/cm}^2$) correspondiente a la misma se dispersa y se condensa como una pluralidad (ocho puntos) de luces láser débil que tienen una energía ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) no mayor que el umbral X en la región de no procesamiento 92.

En el primer modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde 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 de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X, mientras que, en las posiciones de condensación (p12 a p15, k11 a k18), existentes en la región de no procesamiento 92, dispersadas y condensadas como una pluralidad de luces de no contribución que tienen una energía menor que el umbral X.

Por lo tanto, incluso en el caso de procesar los caracteres uno por uno en el orden "H", "P" y "K", con independencia del carácter, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como luz de no contribución que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz de contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, puede suprimirse la irregularidad de procesamiento con independencia del carácter.

[Procedimiento de procesamiento por láser, segundo modo]

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

Más específicamente, también en este segundo modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se han presentado secuencialmente hologramas correspondientes a "H", "P" y "K", respectivamente, por medio del sistema óptico de condensación 30, en una parte de la luz incidente, se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X en las posiciones de condensación (h1 a h12, p1 a p11, k1 a k10) existentes en la región de procesamiento 91, mientras se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces de no contribución que tienen una energía menor que el 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 energía más elevada para el procesamiento, y una luz láser que tiene la misma energía (por ejemplo, $1,2 \text{ GW/cm}^2$) que la que se requiere 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 de contribución que tiene una energía constante no menor que el umbral X a las posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91, y no existe ninguna luz innecesaria.

Por otra parte, 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 (por ejemplo, 12 GW/cm^2) requerida para el procesamiento del carácter "H" se hace incidente. A continuación, en la figura 7(a), de, por ejemplo, 13 GW/cm^2 que es una energía total de luz incidente, se hace que una parte (por ejemplo, 12 GW/cm^2), para el procesamiento del carácter "H", condense como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que el umbral X en posiciones de condensación h1 a h12 existentes en la región de procesamiento 91, respectivamente. Entonces, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 1 GW/cm^2 excluyendo, de la luz incidente de, por ejemplo, 13 GW/cm^2 , 12 GW/cm^2 condensada como una luz contribución, se hace que, como una luz de no contribución que tiene una energía menor que el umbral X, se disperse cada $0,20 \text{ GW/cm}^2$ (en este caso, $1,0/5 = 0,20$) y se condense en los cinco puntos de posiciones de condensación h13 a h17 de la región de no procesamiento 92.

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 su procesamiento se dispersa y se condensa como una pluralidad de luces láser débiles que tienen una energía menor que el 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 haciendo que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma apropiado.

El segundo modo descrito anteriormente, cuando la energía de una luz incidente es elevada, permite establecer adecuadamente el tamaño 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. Si la energía de una luz incidente es elevada, aumentando el número de posiciones de condensación (por ejemplo, h13 a h17) existente en la región de no procesamiento 92, el tamaño de una energía de irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91 puede mantenerse adecuadamente. Además, tal ajuste puede realizarse mediante el procedimiento de ajuste y el uso de un holograma.

Además, en el primer modo o bien en el segundo modo, cuando se procesan los respectivos caracteres "H", "P" y "K", con independencia del carácter, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz de contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, la irregularidad de procesamiento puede suprimirse con independencia del carácter.

[Procedimiento de procesamiento por láser, tercer modo]

Las figuras 8 son vistas que explican un tercer modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización. En cada una de la figura 8(a) a la figura 8(c), los círculos blancos indican posiciones de condensación de la luz láser, y los círculos negros indican posiciones ya procesadas. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia a la región de procesamiento 91 y la región de no procesamiento 92 del objeto de procesamiento 90 con el fin de llevar a cabo una visualización de múltiples puntos de tres caracteres alfabéticos de "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 de "H" y "T", después se procesa la parte restante de cada uno de los caracteres de "H" y "T", y por último todo el carácter de "V" se procesa.

La figura 8(a) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se han presentado secuencialmente tres hologramas, por medio del sistema óptico de condensación 30, irradiándose a ocho puntos de posiciones de condensación a1 a a8 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a 20 puntos de posiciones de condensación a9 a a28 dentro de la región de no procesamiento 92. En los ocho puntos de posiciones de condensación a1 a a8 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la que la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón de barras horizontales del carácter "H" y el carácter "T" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los 20 puntos de 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 desde la cual la parte de la luz láser condensada a las posiciones de condensación a1 a a8 ha sido excluida, 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 menor que el umbral predeterminado X. Como que la luz de no contribución tiene una energía débil menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz de no contribución.

Además, para facilitar la comprensión, si una 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 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. Entonces, una luz láser restante, es decir, una luz láser de 5 GW/cm^2 excluyendo, de 13 GW/cm^2 que es una energía total de la luz incidente, 8 GW/cm^2 irradiada a las posiciones de condensación a1 a a8 se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $5,0/20 = 0,250$) y se condensan a los 20 puntos de 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 de luz espacial 20, donde se han presentado secuencialmente tres hologramas que se irradian, por medio del sistema óptico de condensación 30, a 12 puntos de posiciones de condensación b1 a b12 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradian a cuatro

puntos de posiciones de condensación b13 a b16 dentro de la región de no procesamiento 92. En los 12 puntos de posiciones de condensación b1 a b12 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91, a la cual se ha condensado e irradiado la luz láser, se procesa con un patrón de barras verticales del carácter "H" y el carácter "T" después de la condensación e irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los cuatro puntos de 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 desde la cual la parte de la luz láser condensa en las posiciones de condensación b1 a b12 ha sido excluida, 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 menor que el umbral predeterminado X. Dado que la luz de no contribución que tiene una energía débil menor que el 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 la irradiación de la luz de no contribución.

En el ejemplo descrito anteriormente, en el que se supone una energía total de una luz incidente tal como, por ejemplo, 13 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 8(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 b1 a b12 existentes en la región de procesamiento 91. Entonces, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 1 GW/cm^2 excluyendo, de 13 GW/cm^2 que es una energía total de la luz láser irradiada, 12 GW/cm^2 irradiada a las posiciones de condensación b1 a b12 se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $1,0/4 = 0,250$) y se condensa en los cuatro puntos de posiciones de condensación b13 a b16 de la región de no procesamiento 92.

La figura 8(c) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se han presentado secuencialmente tres hologramas que se irradian, por medio del sistema óptico de condensación 30, a nueve puntos de posiciones de condensación c1 a c9 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradian a 16 puntos de posiciones de condensación c10 a c25 dentro de la región de no procesamiento 92. En los nueve puntos de posiciones de condensación c1 a c9 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la cual la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón de dos barras oblicuas del carácter "V" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los 16 puntos de 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 desde la cual la parte de la luz láser condensada a las posiciones de condensación c1 a c9 ha sido excluida, 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 menor que el umbral predeterminado X. Como que la luz de no contribución que tiene una energía débil menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz de no contribución.

En el ejemplo descrito anteriormente, donde se supone una energía total de una luz incidente tal como, por ejemplo, 13 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 8(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 c1 a c9 existentes en la región de procesamiento 91. Entonces, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 4 GW/cm^2 excluyendo, de 13 GW/cm^2 que es una energía total de la luz láser irradiada, 9 GW/cm^2 irradiada a las posiciones de condensación c1 a c9 se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $4,0/16 = 0,250$) y se condensa en los 16 puntos de posiciones de condensación c10 a c25 de la región de no procesamiento 92.

Por lo tanto, incluso en el caso de no procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "T" y "V", pero procesando en un orden predeterminado, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía inferior a un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz de contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse con independencia del carácter.

Además, el tercer modo, así como el segundo modo, si la energía de una luz incidente es elevada, permite establecer apropiadamente el tamaño 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. Si la energía de una luz

incidente es grande, aumentando el número de posiciones de condensación (por ejemplo, b13 a b16) existentes en la región de no procesamiento 92, el tamaño de una energía de irradiación de luz láser en las respectivas posiciones de condensación existentes en la región de procesamiento 91 puede mantenerse adecuadamente.

5 [Procedimiento de procesamiento por láser, cuarto modo]

Las figuras 9 son vistas que explican un cuarto modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización. En cada una de la figura 9(a) a la figura 9(c), los círculos blancos indican posiciones de condensación de la luz láser, y los círculos negros indican posiciones ya procesadas. Aquí, la luz láser se condensa y se irradia a la región de procesamiento 91 y la región de no procesamiento 92 del objeto de procesamiento 90 con el fin de llevar a cabo una visualización de múltiples puntos de un solo carácter alfabético de "H" para procesar el objeto de procesamiento 90. Además, primero se procesa una parte del carácter "H", después se procesa otra parte del carácter "H", y por último se procesa la parte restante del carácter "H".

15 La figura 9(a) muestra un estado de una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20 que se irradia, por medio del sistema óptico de condensación 30, a seis puntos de posiciones de condensación d1 a d6 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a ocho puntos de posiciones de condensación d7 a d14 dentro de la región de no procesamiento 92. En los seis puntos de posiciones de condensación d1 a d6 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, en los ocho puntos de 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 desde la cual 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 menor que el umbral predeterminado X. Como que la luz de no contribución que tiene una energía débil menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz de no contribución.

Además, para facilitar la comprensión, si una 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 tiene 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. Entonces, una luz láser restante, es decir, una luz láser de 2 GW/cm^2 excluyendo, de 8 GW/cm^2 que es una energía total de la luz incidente, 6 GW/cm^2 irradiada a las posiciones de condensación d1 a d6 se dispersa cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $2,0/8 = 0,250$) y se condensa en los cuatro puntos de 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 de luz espacial 20 que se irradia completamente, por medio del sistema óptico de condensación 30, a ocho puntos de posiciones de condensación e1 a e8 dentro de la región de procesamiento 91. Toda la parte de la luz incidente se condensa en los ocho puntos de las posiciones de condensación e1 a e8 existentes en la región de procesamiento 91 como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz láser.

En el ejemplo descrito anteriormente en el que se supone una energía total de una luz incidente, por ejemplo, 8 GW/cm^2 , la luz incidente se condensa completamente en la región de procesamiento 91 en 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 de luz espacial 20 que se irradia, por medio del sistema óptico de condensación 30, a tres puntos de posiciones de condensación f1 a f3 dentro de la región de procesamiento 91, y se irradia a 20 puntos de posiciones de condensación f4 para f23 dentro de la región de no procesamiento 92. En los tres puntos de posiciones de condensación f1 a f3 existentes en la región de procesamiento 91, una parte de la luz incidente se condensa como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el 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 la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otra parte, 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 desde la cual 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 menor que el umbral predeterminado X. Como que la luz de no contribución tiene una energía débil menor que el 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 la irradiación de la luz de no contribución.

En el ejemplo que se ha descrito anteriormente, en el que se supone una energía total de una luz incidente como, por ejemplo, 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 en 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. Entonces, una luz láser restante, más específicamente, una luz láser de 5 GW/cm^2 excluyendo, de 8 GW/cm^2 que es una energía total de la luz incidente, 3 GW/cm^2 irradiados a las posiciones de condensación f1 a f3 se dispersan cada $0,250 \text{ GW/cm}^2$ (aquí, $5,0/20 = 0,250$) y se condensan a 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 de "H" en tres etapas, para cada instante, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir a la transformación, incluso si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, la irregularidad del procesamiento puede suprimirse para cada instante.

[Procedimiento de procesamiento por láser, quinto modo]

La figura 10 y la figura 11 son vistas que explican un quinto modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización. La figura 10 y la figura 11 muestran claramente que la región de procesamiento 91 puede disponerse no sólo en la superficie de una superficie superior del objeto de procesamiento 90, sino también en el interior del objeto de procesamiento 90. Además, en este caso, la sección de control 22 puede hacer, tal como se muestra en la figura 10, que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma a través de la sección de accionamiento 21 de manera que la altura H_1 de una posición de condensación g1 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 g2 existente en la región de no procesamiento 92 con referencia a la superficie inferior 93 se hagan iguales entre sí. Alternativamente, la sección de control 22 puede hacer, tal como se muestra en la figura 11, que el modulador de luz espacial 20 presente un holograma a través de la sección de accionamiento 21 de manera que la altura H_1 de una posición de condensación g1 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 g2 existente en la región de no procesamiento 92 con referencia a la superficie inferior 93 sean diferentes entre sí. También, en la figura 10 y la figura 11, por simple descripción, la posición de condensación g1 existente en la región de procesamiento 91 y la posición de condensación g2 existente en la región de no procesamiento 92 sólo se muestran una de cada una si bien, en realidad, las posiciones de condensación g1 y g2 pueden ser cada una en números plurales, tal como se muestra en las figuras 6 a las figuras 9. Además, las cuestiones distintas a las anteriormente expuestas son comunes al primer modo.

También en el quinto modo como éste, una de luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se ha presentado un holograma predeterminado se encuentra, por medio del sistema óptico de condensación 30, en una parte de la luz incidente, condensado como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X en la posición de condensación g1 existente en la región de procesamiento 91, mientras que se condensa como una luz de no contribución que tiene una energía menor que el umbral X en la posición de condensación g2 existente en la región de no procesamiento 92. Por lo tanto, incluso si la región de procesamiento 91 se dispone no sólo en la superficie de una superficie superior del objeto de procesamiento 90, sino también dentro del objeto de procesamiento 90, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, la irregularidad de procesamiento puede suprimirse.

[Procedimiento de alteración de hologramas]

Los hologramas pueden crearse mediante el procedimiento GS, el procedimiento ORA, o similar, tal como se ha descrito anteriormente, pero si hace que el modulador de luz espacial 20 presente los respectivos hologramas creados, y se hace que una luz láser emitida después de haber sido modulada en fase por el modulador de luz

espacial 20 condense en las posiciones de condensación predeterminadas por medio del sistema óptico de condensación 30, en realidad, existe 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 alterar mediante hologramas de retroalimentación creados por el procedimiento descrito anteriormente. La figura 12 es un diagrama de flujo de un procedimiento de alteración de hologramas en la primera realización.

Para alterar un holograma, se hace que el modulador de luz espacial 20 presente el holograma, se hace que una luz láser después de ser modulada en fase mediante el modulador de luz espacial 20 condense en unas posiciones de condensación predeterminadas por medio del 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 carga acoplada) (etapa S22). Si la energía medida de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación es tal como desea (Sí en la etapa S23), el proceso termina aquí. Por otra parte, si la energía medida de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación no es tal como se desea (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 se requiere reproducir en las respectivas posiciones de condensación en un patrón deseado se varía de acuerdo con las mismas (etapa S25), y se vuelve a crear 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 da como I_n . En la etapa S25, se determina una relación ($=I_n/I_{base}$) de la energía I_{base} del punto de referencia determinado en la etapa S24 y la energía en las respectivas posiciones de condensación, y se determina un tono t_n de los respectivos puntos después de la alteración, con el tono de un punto utilizado como base en un patrón original como t_{base} , mediante una fórmula " $t_n = t_{base} (I_{base}/I_n)^{1/2n}$ ". Entonces, en la etapa S26, en base al tono t_n de los respectivos puntos después de la alteración, se vuelve a crear un holograma generado por ordenador mediante el procedimiento GS, el procedimiento ORA, o similar.

Además, la retroalimentación del procedimiento ORA se ha descrito en "Hidetomo Takahashi, Satoshi Hasegawa, y 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, Ed. 23, págs. 5917-5923."

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

(Segunda realización)

A continuación, se dará una descripción de una segunda realización de un dispositivo de tratamiento por láser y un procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la presente invención. Existe una diferencia en que la unidad de condensación y procesamiento es un "punto (punto, posición de condensación)" en la primera realización anterior, mientras que la unidad de condensación y procesamiento no es un "punto", sino un "patrón (región de condensación) que tiene un área constante" en la segunda realización. Además, esta frase "patrón que tiene un área constante" connota una "línea". Además, como la segunda realización es básicamente la misma que la primera realización anterior, excepto que 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 de la primera realización.

[Configuración del dispositivo de procesamiento por láser 1]

La configuración general del dispositivo de procesamiento por láser 1 de acuerdo con la segunda realización es casi la misma que la que se muestra 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 la segunda realización hace que el modulador de luz espacial 20 presente secuencialmente una pluralidad de hologramas. Entonces, la sección de control 22, al haber hecho que una luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial 20 donde se han presentado respectivamente una pluralidad de hologramas se reciba 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 un láser (luz de contribución) que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Por otra parte, 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 (luz de no contribución) que tiene una energía débil menor que el umbral X para procesar, por lo tanto, el objeto de procesamiento 90.

[Procedimiento de procesamiento por láser, correspondiente al primer modo de la primera realización]

Lo mismo que en el primer modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización descrita anteriormente se aplica a la segunda realización en la 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 se irradia, con el fin de procesar el carácter "H", a una región de condensación (patrón h) que tiene un área Y1 en el interior 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 en el interior de la región de procesamiento 91, y toda la parte de la luz incidente se irradia como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X al patrón h. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la cual la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón del carácter "H" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Además, como en la primera realización, el carácter "H" (una "región de procesamiento predeterminada" en las reivindicaciones) requiere la energía más elevada para su 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 el procesamiento del carácter "H" se hace incidente.

La figura 13(b) muestra un estado de luz láser que se irradia, con el fin de procesar el carácter "P", a una región de condensación (patrón p) que tiene un área Y2 en el interior de la región de procesamiento 91, y se irradia a una región de condensación (patrón p1) que tiene un área Y3 en el interior 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 de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la cual la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón del carácter "P" después de la condensación y la irradiación de la luz láser. Por otro lado, 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 desde la cual se ha excluido la parte de la luz láser que se condensa al patrón p, una luz innecesaria) se condensa como una luz láser que tiene una débil energía menor que el umbral predeterminado X.

La figura 13(c) muestra un estado de luz láser que irradia, con el fin de procesar el carácter "K", a una región de condensación (patrón k) que tiene un área Y4 dentro de la región de procesamiento 91, e 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 de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X. Como que la luz láser que tiene una energía no menor que el umbral X se condensa, una parte de la región de procesamiento 91 a la cual la luz láser se ha condensado e irradiado se procesa con un patrón del carácter "K" después de la condensación e 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 desde la cual se ha excluido la parte de la luz láser que se condensa al patrón k, una luz innecesaria) se condensa como una luz láser que tiene una débil energía menor que el umbral predeterminado X.

En la descripción anterior con 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 éstas es, por ejemplo, $Y1 > Y2 > Y4$. Además, si se parafrasea la relación de tamaño entre Y1, Y2 e Y4, puede suponerse en asociación con el primer modo (figuras 6) de la primera realización descrita anteriormente que, por ejemplo, el área Y1 es un área para 12 puntos, la zona Y2 es un área para 11 puntos, y el área Y4 es un área para 10 puntos. En este caso, en que una energía total de una luz láser para 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 menor que el umbral X se condensa en el patrón h por 12 puntos (12 GW/cm^2). Una luz láser que tiene una energía constante (1 GW/cm^2) no menor que el umbral X se condensa en el patrón p por 11 puntos (11 GW/cm^2), mientras que una luz innecesaria para un punto se condensa en el patrón p1 como una luz de no contribución que tiene una energía débil ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) menor que el umbral predeterminado X. Una luz láser que tiene una energía constante (1 GW/cm^2) no menor que el umbral X se condensa con el modelo k por 10 puntos (10 GW/cm^2), mientras que una luz innecesaria por dos puntos se condensa en el patrón k1 como una luz de no contribución que tiene una energía débil ($0,250 \text{ GW/cm}^2$) menor que el umbral predeterminado X. Como que una luz innecesaria es el doble que en el patrón p1 se condensa en el patrón k1, el área Y5 es el doble de grande que el área Y3. Además, no se genera luz innecesaria en el procesamiento del carácter "H", y la luz incidente se condensa completamente en el patrón h como una luz de contribución.

En el modo descrito anteriormente, una luz láser emitida desde el modulador de luz espacial 20, donde se han presentado secuencialmente hologramas correspondientes a "H", "P" y "K", respectivamente, se condensa, por medio del sistema óptico de condensación 30, en la región de condensación (patrón h, p, k) existente en la región de procesamiento 91 como una luz de contribución que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado X, mientras que, en la posición de condensación (patrón p1, k1) existente en la región de no procesamiento 92, se condensa como una luz de no contribución que tiene una energía menor que el umbral X. Por

lo tanto, incluso en el caso de no procesar los caracteres uno por uno en el orden de "H", "P" y "K" no como un punto sino como un patrón, mediante el tratamiento de una luz innecesaria como una luz de no contribución que tiene una energía menor que un umbral predeterminado X con el fin de no contribuir al procesamiento, incluso si el área de una región de condensación en la región de procesamiento varía, la energía de una luz de contribución puede mantenerse constante y, por lo tanto, la irregularidad de procesamiento puede suprimirse con independencia del carácter.

[Correspondiente a otros asuntos de la primera realización]

Por lo anterior, teniendo en cuenta el hecho de 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 lo mismo que en el primer modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización se aplica a la segunda realización. Si se toma en consideración la descripción anterior, los expertos en la materia entenderán fácilmente que, también en relación con otros asuntos de la primera realización, es decir, el segundo modo, el tercer modo, el cuarto modo, y el quinto modo del procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la primera realización y el procedimiento de alteración de hologramas, teniendo en cuenta el hecho de que la unidad de condensación y procesamiento no es "un punto" sino "un patrón" que tiene un área constante, lo mismo se aplica a la segunda realización. Sin embargo, es preferible, para una fácil comprensión, reemplazar, en las descripciones respectivas de la primera realización, la descripción de una "posición de condensación", por una "región de condensación", y la descripción de "una pluralidad de posiciones de condensación" por "una región de condensación predeterminada". En particular, en el quinto modo de la primera realización, considerando las posiciones de condensación g1 y g2 descritas mediante la visualización con puntos en la figura 10 y la figura 11 como patrones g3 y g4 que tienen áreas constantes, tal como se muestra en la figura 14, permite una fácil comprensión.

(Ejemplo 1)

Aquí, se supone un caso de primer procesamiento en dos puntos de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91, y después el procesamiento en cuatro puntos de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91. En un ejemplo comparativo, tal como se muestra en las figuras 15, el número total de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 se dispone primero como 2 (figura 15 (a)), y después se dispone el número total de posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 como 4 (figura 15(b)). Dado que, evidentemente, el tratamiento de luz innecesaria no se considera, no existe una posición de condensación en la región de no procesamiento 92 en las figuras 15 como un todo. Por otra parte, en el Ejemplo 1, primero se proporcionan dos puntos de posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 y ocho puntos de posiciones de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 16(a)), y después se proporcionan cuatro puntos de posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 y cero puntos de posiciones de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 16(b)).

La figura 17 es una tabla que resume las energías de 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 entre si el tratamiento se lleva a cabo en dos puntos y si el procesamiento se realiza en cuatro puntos (tal como, por ejemplo, 2 GW/cm^2 y 1 GW/cm^2 en términos de punto 1). Debido a un cambio en la energía luminosa, es difícil un procesamiento uniforme. Por otro lado, la figura 18 es una tabla que resume las energías de 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 si el número de posiciones de condensación en la región de procesamiento 91 es variable, ya que una luz innecesaria restante se trata adecuadamente en la región no de procesamiento 92, la energía de la luz láser en las respectivas posiciones de condensación dentro de la región de procesamiento 91 es casi constante (casi constante dentro de un rango de entre $0,990 \text{ GW/cm}^2$ y $1,020 \text{ GW/cm}^2$). En la figura 16(a) se generan luces innecesarias para dos posiciones de condensación en comparación con la figura 16(b), pero éstas son tratadas en la región de no procesamiento 92 como ocho puntos de luces de no contribución que tienen cada uno una energía débil (aproximadamente $0,250 \text{ GW/cm}^2$) de aproximadamente una cuarta parte. También, en las figuras 15 y las figuras 16, se expresa una diferencia en la energía de la luz láser proporcional al tamaño de los círculos blancos.

(Ejemplo 2)

El ejemplo 2 se llevó a cabo bajo las mismas condiciones que las del Ejemplo 1 descrito anteriormente, pero hay 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, tal como se muestra en las figuras 19, primero se proporciona la región de condensación en la región de procesamiento 91 como un patrón lineal A que tiene un área Y6, y se proporciona la región de condensación en la región de no procesamiento 92 como un patrón B que tiene un área Y7

(figura 19(a)). Después se proporciona la región de condensación en la región de procesamiento 91 como un patrón lineal C que tiene un área Y8, y no se proporciona ninguna región de condensación en la región de no procesamiento 92 (figura 19(b)). Sin embargo, Y6 y Y8 son ejemplos del área de una región de condensación existente dentro de la región de procesamiento 91, y la relación de tamaño entre ellas es, por ejemplo, $Y6 < Y8$. Además, si se parafrasea la relación de tamaño entre Y6 y Y8, puede suponerse en asociación con el Ejemplo 1 descrito anteriormente que, por ejemplo, el área Y6 es un área para dos puntos, y el área Y8 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 éstas se tratan en el patrón B que tiene un área Y7 en la región de no procesamiento 92 como luces de no de contribución que cada una tiene una energía débil de aproximadamente un cuarto.

La figura 20 es una tabla que resume las energías de luz láser en las respectivas regiones de condensación en el Ejemplo 2. Puede entenderse que, en el Ejemplo 2, incluso si el área de una región de condensación en la región de procesamiento 91 varía, como que una luz innecesaria restante se trata adecuadamente 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). Por otra parte, la energía de luz láser en una región de condensación (patrón B) dentro de la región de no procesamiento 92 es inferior a un umbral predeterminado X (una energía equivalente a un punto es $0,250 \text{ GW/cm}^2$) para no contribuir al procesamiento. Además, en el ejemplo anterior, ya que el área Y6 del patrón A es un área para dos puntos, una energía total de una luz láser que se condensa en el patrón A es 2 GW/cm^2 . Además, como que el área Y8 del patrón C es un área para cuatro puntos, una energía total de una luz láser para condensarse al patrón C es $4,040 \text{ GW/cm}^2$.

Aplicabilidad Industrial

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

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de procesamiento por de láser, que es un dispositivo para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, que comprende:

5 una fuente de luz láser (10) para emitir luz láser;
 un modulador de luz espacial que modula en fase (20) para recibir luz láser emitida desde la fuente de luz láser (10), que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y emitir la luz láser modulada en fase;
 10 un sistema óptico de condensación (30) dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial; y
 una sección de control (22) para hacer que el modulador de luz espacial (20) presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) a una pluralidad de posiciones de condensación (h1-h12, p1-p15, k1-k16), por medio del sistema óptico de condensación (30),

15 caracterizado por el hecho de que la sección de control (22) hace que:
 el modulador de luz espacial (20) presente secuencialmente una pluralidad de hologramas, y
 al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) donde se ha
 presentado cada uno de los hologramas se reciba en el sistema óptico de condensación (30), en una posición de
 20 condensación (h1-h12, p1-p11, k1-k10) existente en una región de procesamiento (91) del objeto de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte de la luz láser modulada en fase que se condensa como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una posición de condensación (p12-p15, k11-k16) existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condensa como una pluralidad
 25 de luces láser que tienen una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

2. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el umbral es un valor que indica una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento (91).

30 3. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que cuando una energía de luz láser modulada en fase es la misma que una energía para procesar una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para su procesamiento, la sección de control (22) hace que toda la parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una pluralidad de luces láser que tienen una energía constante no menor que el umbral, en una pluralidad de posiciones de condensación existentes en la región
 35 de procesamiento predeterminada, respectivamente.

4. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la región de procesamiento (91) existe en el interior del objeto de procesamiento, y una posición de condensación existente en la región de procesamiento (91) con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y
 40 una posición de condensación existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior son diferentes en altura entre sí.

5. Procedimiento de procesamiento por láser, que es un procedimiento para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, que utiliza:

45 una fuente de luz láser (10) para emitir luz láser;
 un modulador de luz espacial que modula en fase (20) para recibir una luz láser emitida desde la fuente de luz láser (10), que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase;
 50 un sistema óptico de condensación (30) dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial (20); y
 una sección de control (22) para hacer que el modulador de luz espacial (20) presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) en una pluralidad de posiciones de condensación (h1-h12, p1-p15, k1-k16) por medio del sistema óptico de condensación (309), en el que el procedimiento de procesamiento por láser hace que, por medio de la sección de control (22),
 55 caracterizado por el hecho de que el modulador de luz espacial (20) presenta secuencialmente una pluralidad de hologramas; y, al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) donde se han presentado cada uno de los hologramas, sea recibida en el sistema óptico de condensación (30), en una posición de condensación (h1-h12, p1-p11, k1-k10) existente en una región de procesamiento (91) del objeto de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte de la luz láser modulada en fase se condense
 60 como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una posición de condensación (p12-p15, k1-k16) existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento fuera de las posiciones de condensación, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condense como

una pluralidad de luces láser que tienen una energía menor que el umbral, procesando de este modo el objeto de procesamiento.

5 6. Procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el umbral es un valor que indica una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento (91).

10 7. Procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que la región de procesamiento (91) existe en el interior del objeto de procesamiento, y una posición de condensación existente en la región de procesamiento (91) con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una posición de condensación (92) existente en una región distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior son diferentes en altura entre sí.

15 8. Dispositivo de tratamiento por láser, que es un dispositivo para procesar un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, que comprende:

una fuente de luz láser (10) para emitir luz láser;

un modulador de luz espacial que modula en fase (20) para recibir una luz láser emitida desde la fuente de luz láser (10), que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase;

20 un sistema óptico de condensación (30) dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial (20); y una sección de control (22) para hacer que el modulador de luz espacial (20) presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) en una región de condensación predeterminada (Y1-Y5) por medio del sistema óptico de condensación (30), caracterizado por el hecho de que la sección de control (22) hace que:

25 el modulador de luz espacial (20) presente secuencialmente una pluralidad de hologramas; y al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) donde se ha presentado cada uno de los hologramas se reciba en el sistema óptico de condensación (30), en una región de condensación (Y1, Y2, Y4) existente en una región de procesamiento (91) del objeto de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una región de condensación (Y3, Y5) existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte restante de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía menor que el umbral, procesando, de este modo, el objeto de procesamiento.

35 9. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el umbral es un valor que indica una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento (91).

40 10. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que cuando una energía de la luz láser modulada en fase es la misma que una energía para procesar una región de procesamiento predeterminada que requiere la energía más elevada para el procesamiento, la sección de control (22) hace que toda la parte de la luz láser modulada en fase se condense, como una luz láser que tiene una energía constante no menor que el umbral, en una región de condensación existente en la región de procesamiento predeterminada.

45 11. Dispositivo de procesamiento por láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la región de procesamiento (91) existe en el interior del objeto de procesamiento, y una región de condensación existente en la región de procesamiento (91) con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una región de condensación existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior son diferentes en altura entre ellas.

50 12. Procedimiento de procesamiento por láser, que es un procedimiento para el procesamiento de un objeto de procesamiento condensando e irradiando luz láser al objeto de procesamiento, utilizando:

una fuente de luz láser (10) para emitir luz láser;

55 un modulador de luz espacial que modula en fase (20) para recibir una luz láser emitida desde la fuente de luz láser (10), que presenta un holograma para modular la fase de la luz láser en cada uno de una pluralidad de píxeles dispuestos bidimensionalmente, y que emite la luz láser modulada en fase;

un sistema óptico de condensación (30) dispuesto en una etapa posterior del modulador de luz espacial (20); y

60 una sección de control (22) para hacer que el modulador de luz espacial presente un holograma para condensar la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial (20) en una región de condensación predeterminada (Y1-Y5) por medio del sistema óptico de condensación (30), en el que el procedimiento de procesamiento por láser hace que, por medio de la sección de control (22):

caracterizado por el hecho de que el modulador de luz espacial (20) presenta secuencialmente una pluralidad de hologramas; y

5 al haber hecho que la luz láser modulada en fase emitida desde el modulador de luz espacial donde se ha presentado cada uno de los hologramas se reciba en el sistema óptico de condensación, en una región de condensación (Y1, Y2, Y4) existente en una región de procesamiento del objeto de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte de la luz láser modulada en fase se condense como una luz láser que tiene una energía constante no menor que un umbral predeterminado, mientras que en una región de condensación (Y3, Y5) existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento de la región de condensación predeterminada, una parte restante de la luz láser modulada en fase condense como una luz láser que tiene una energía menor que el umbral procesando, de este modo, el objeto de procesamiento.

10 13. Procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el umbral es un valor que indica una energía de luz láser para iniciar el procesamiento de la región de procesamiento (91).

15 14. Procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que la región de procesamiento (91) existe dentro del objeto de procesamiento, y una región de condensación existente en la región de procesamiento (91) con referencia a una superficie inferior del objeto de procesamiento y una región de condensación existente en una región (92) distinta de la región de procesamiento con referencia a la superficie inferior son diferentes en altura entre sí.

Fig.1

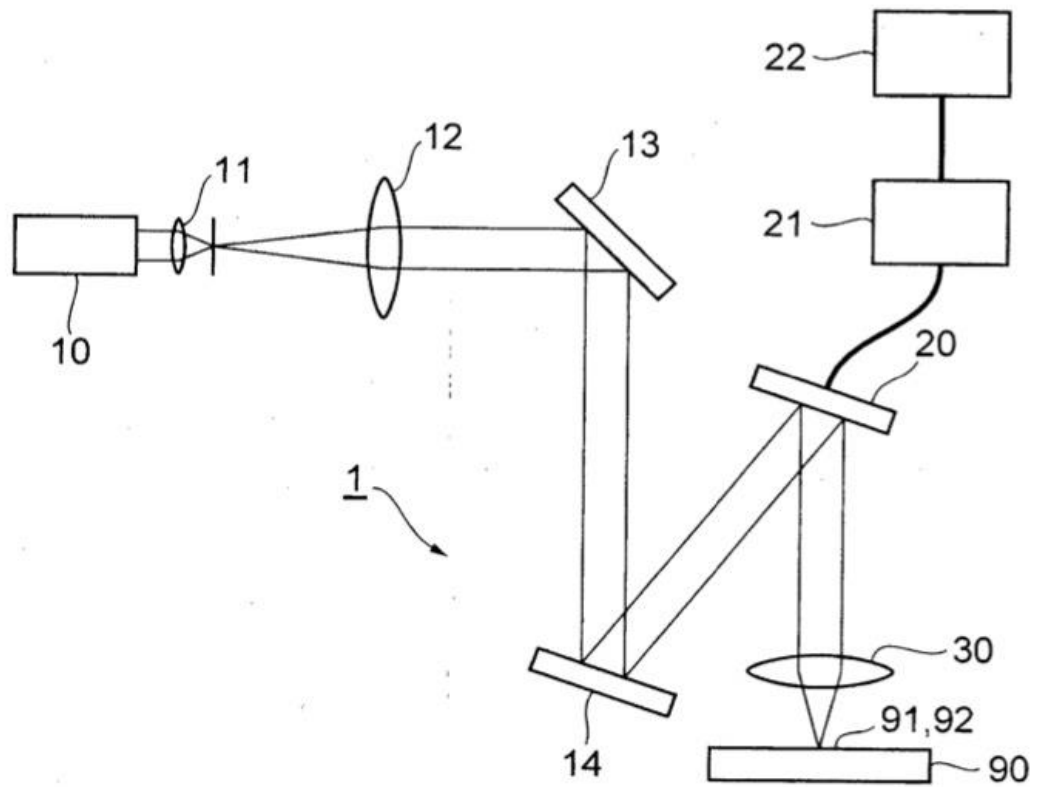


Fig.2

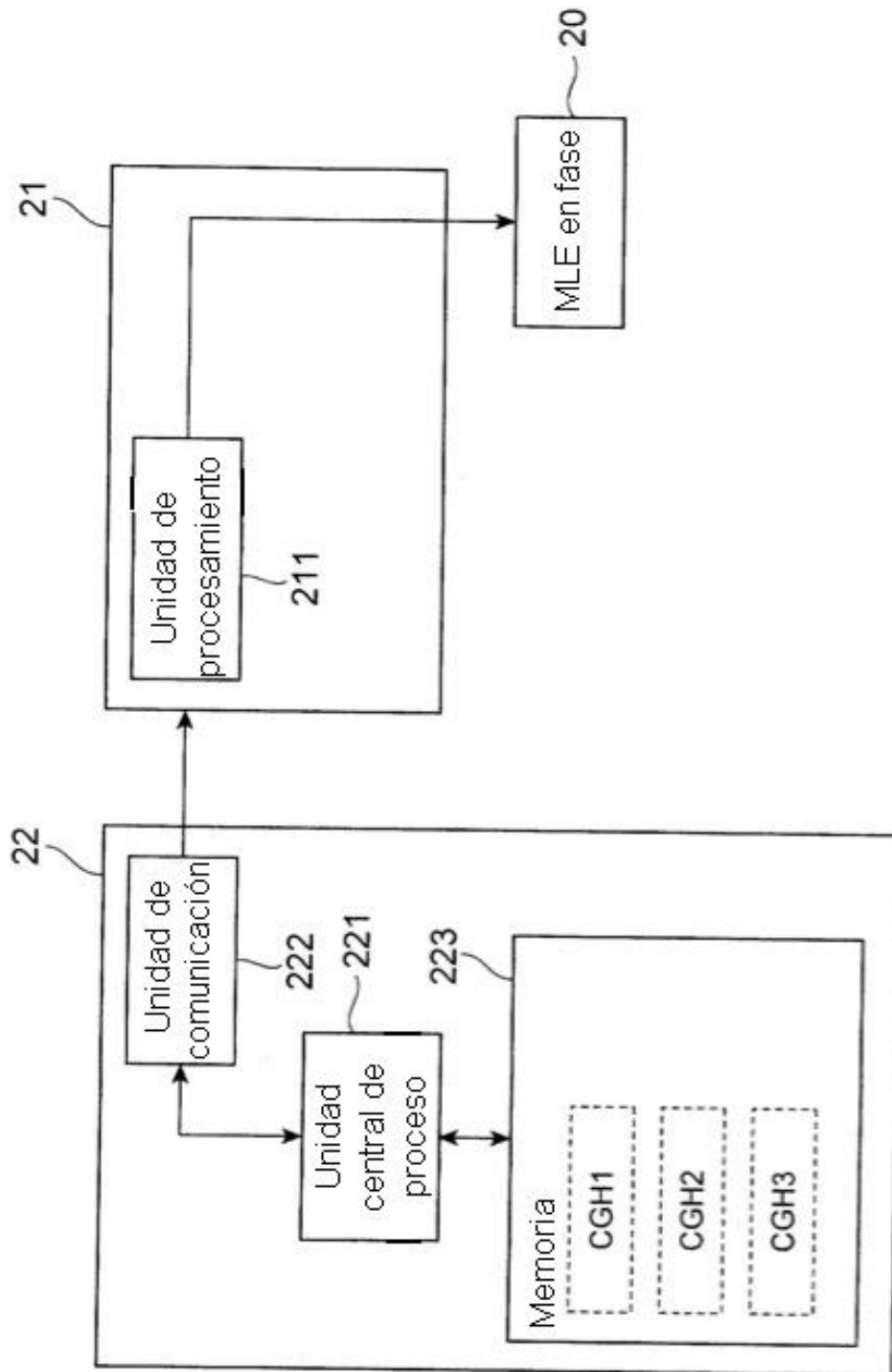


Fig.3

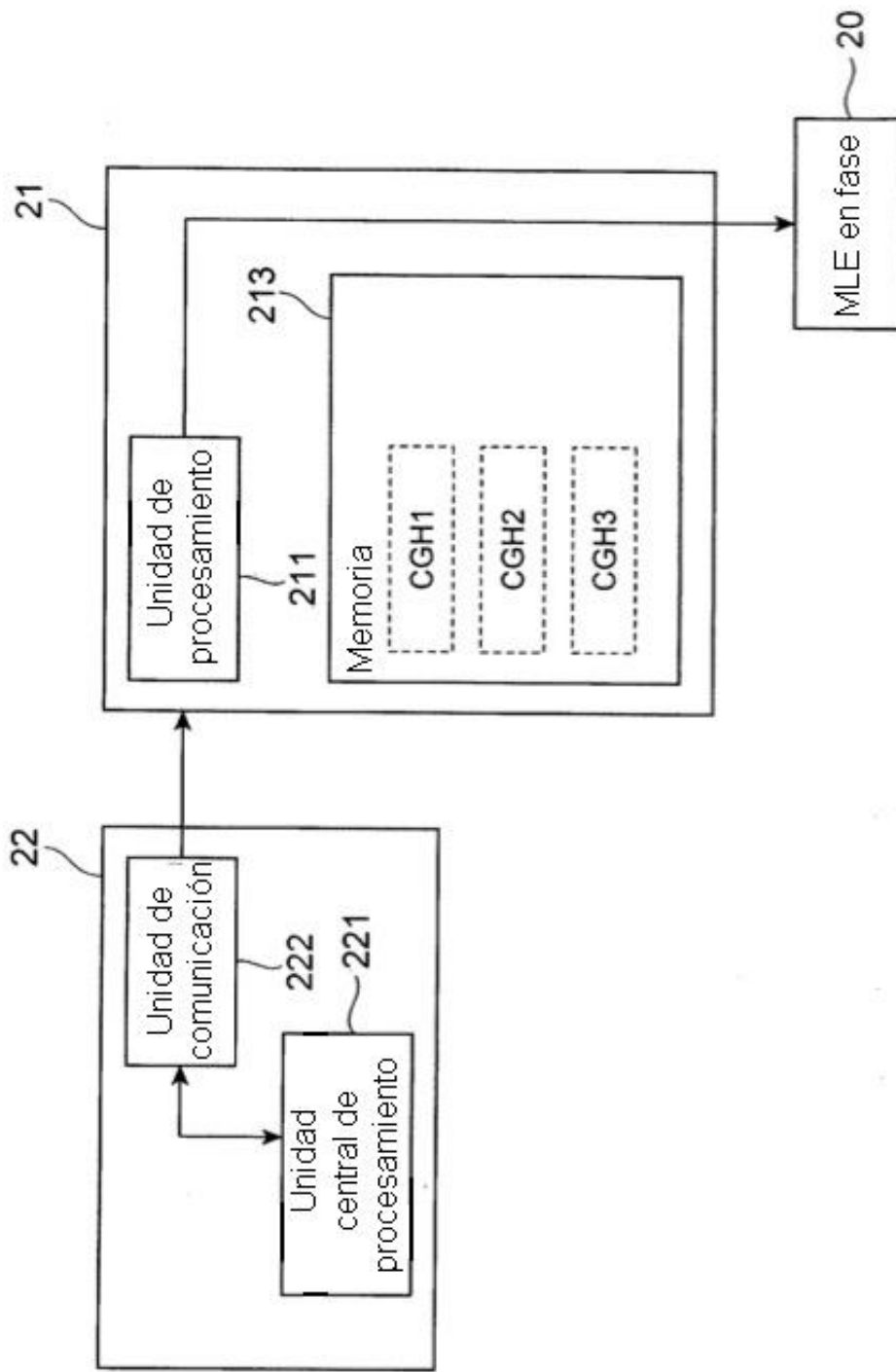


Fig.4

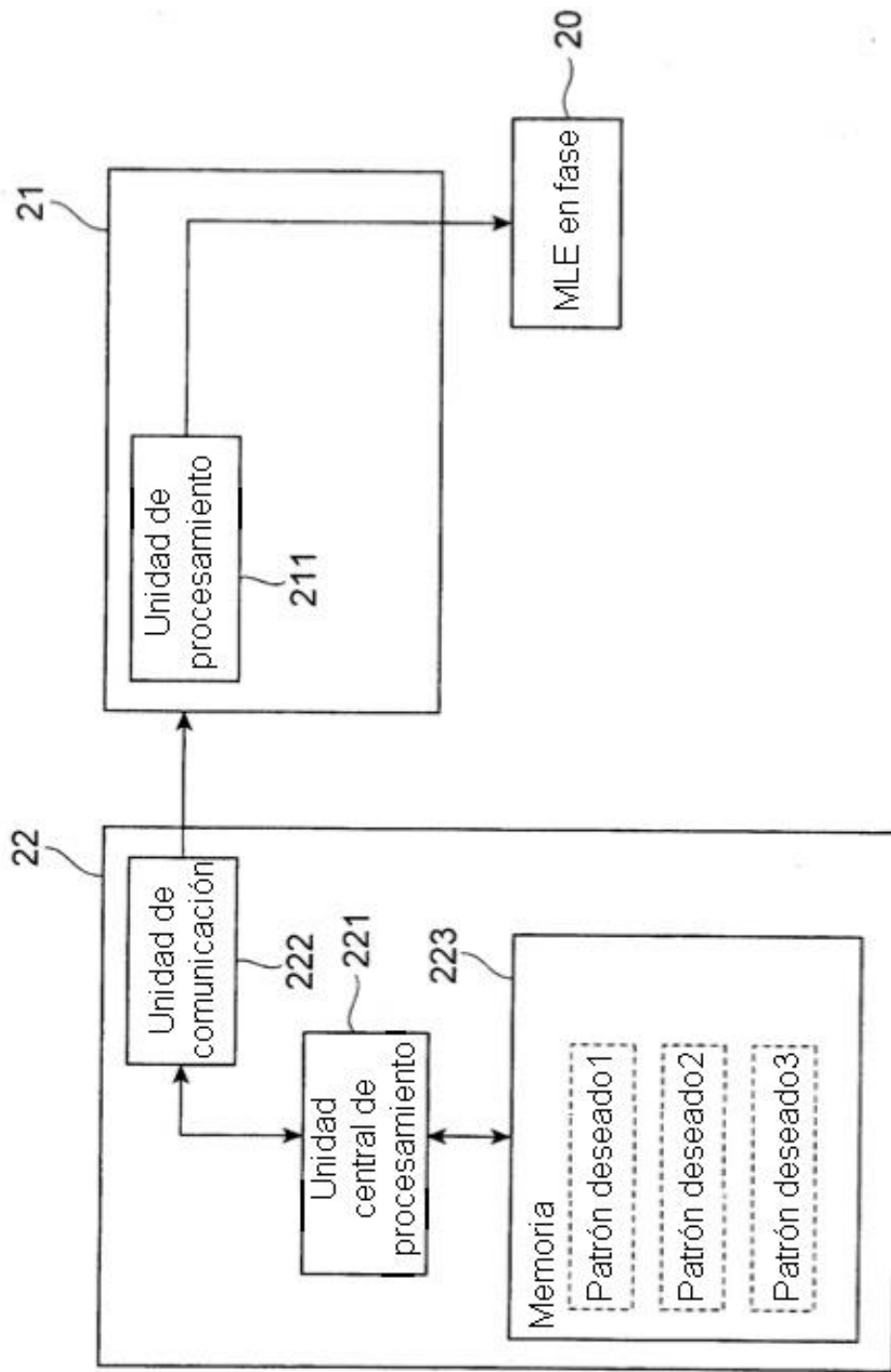


Fig.5

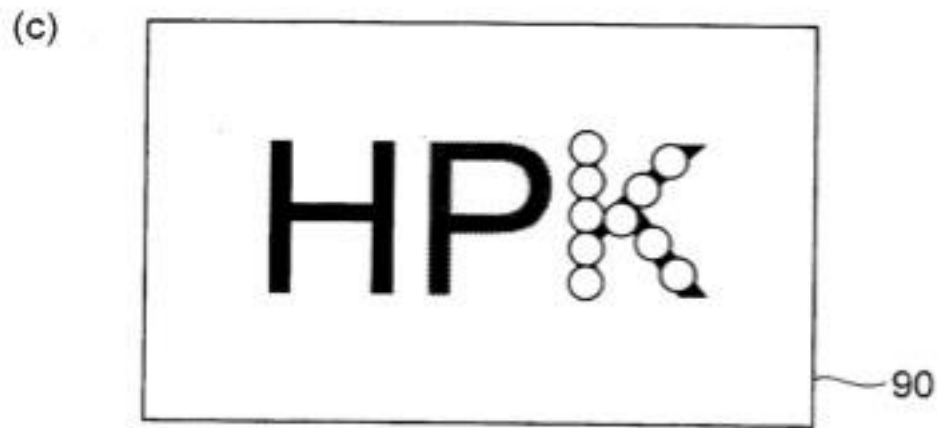
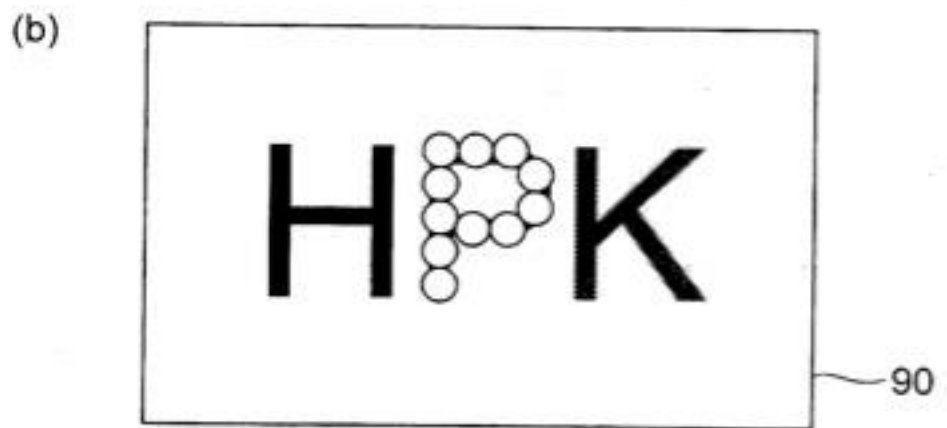
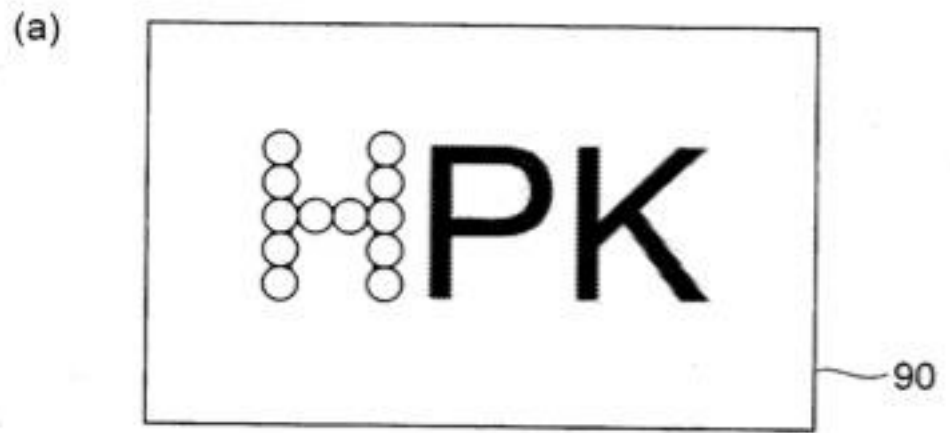


Fig.6

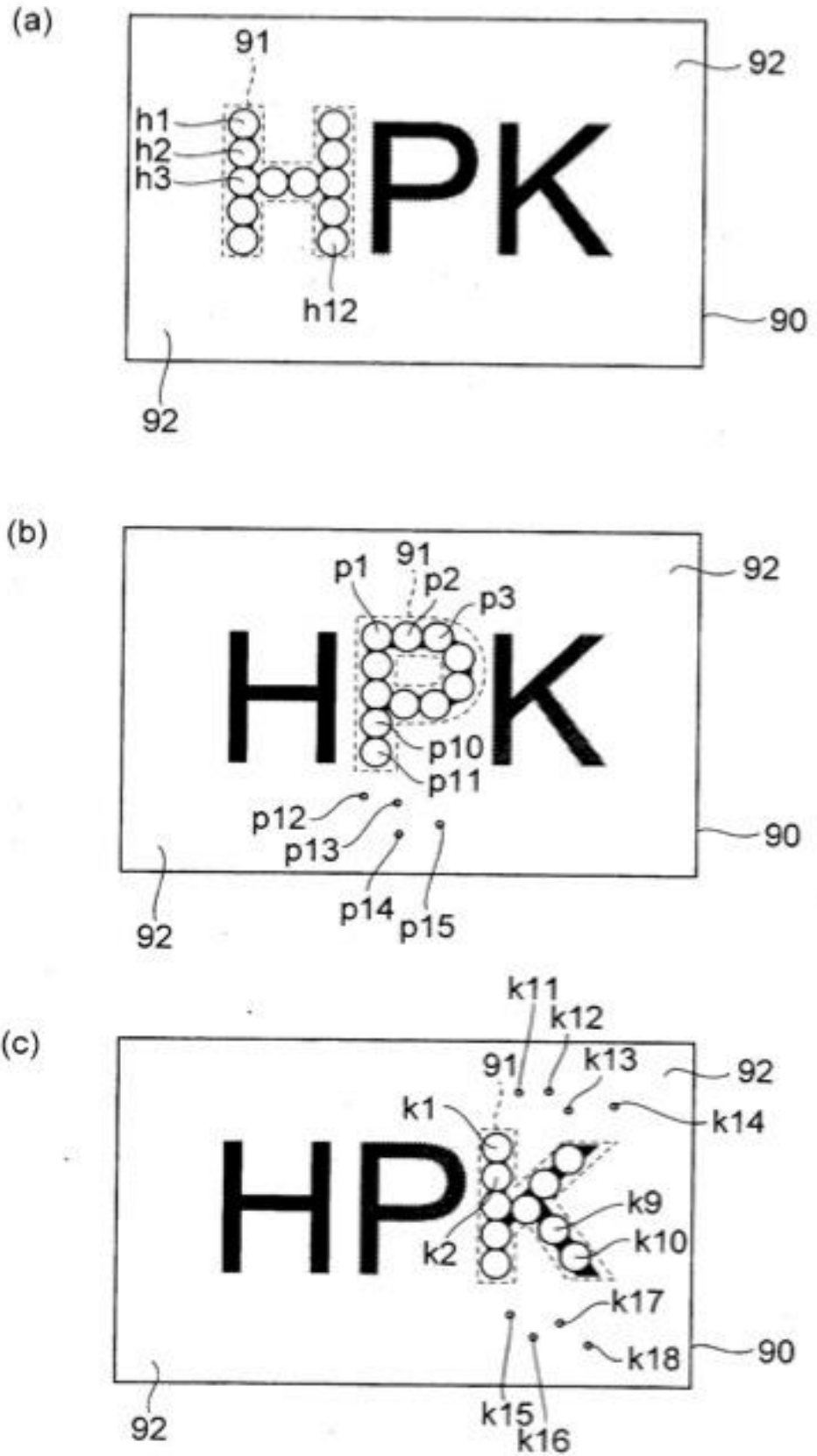


Fig.7

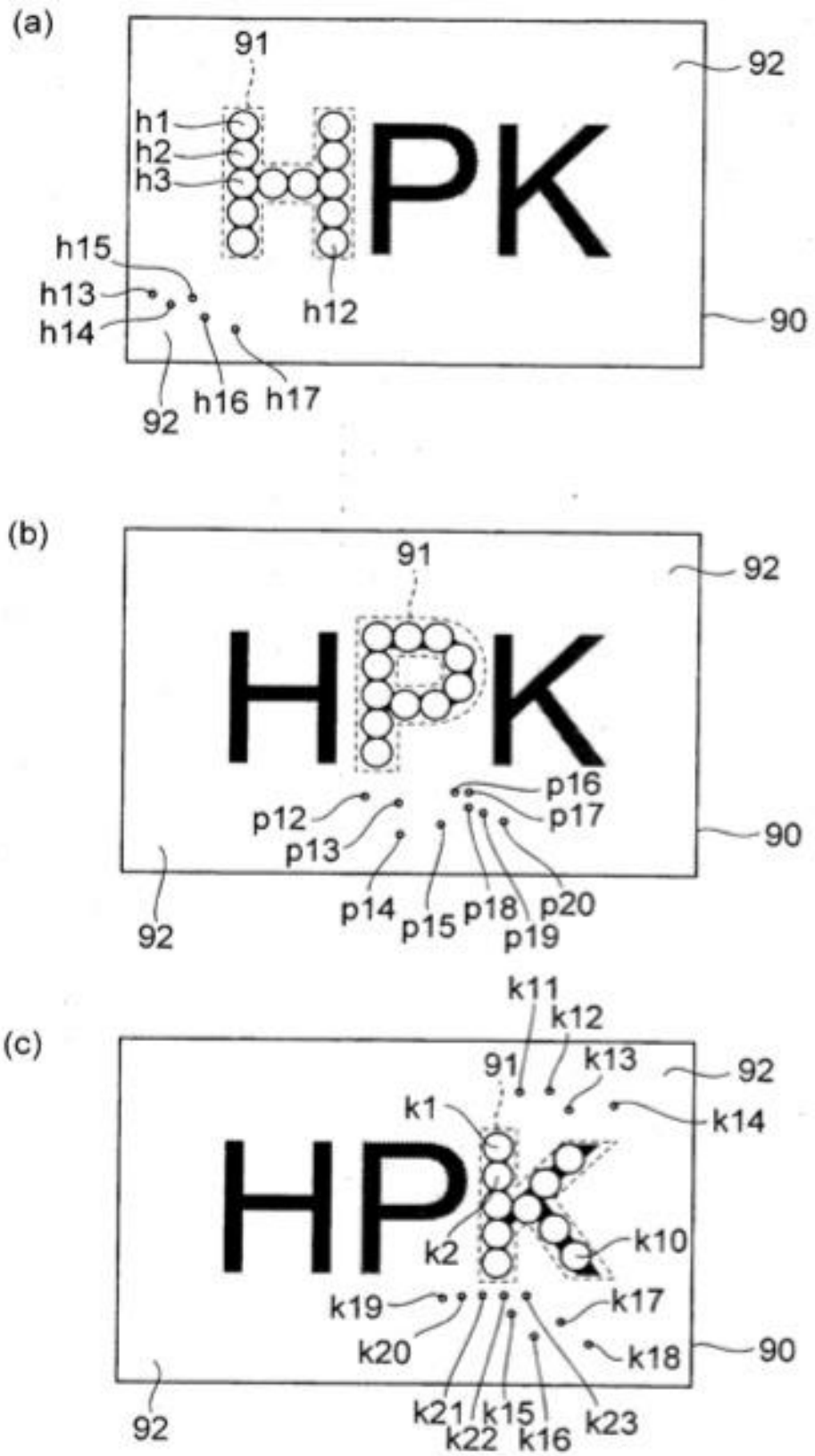


Fig.8

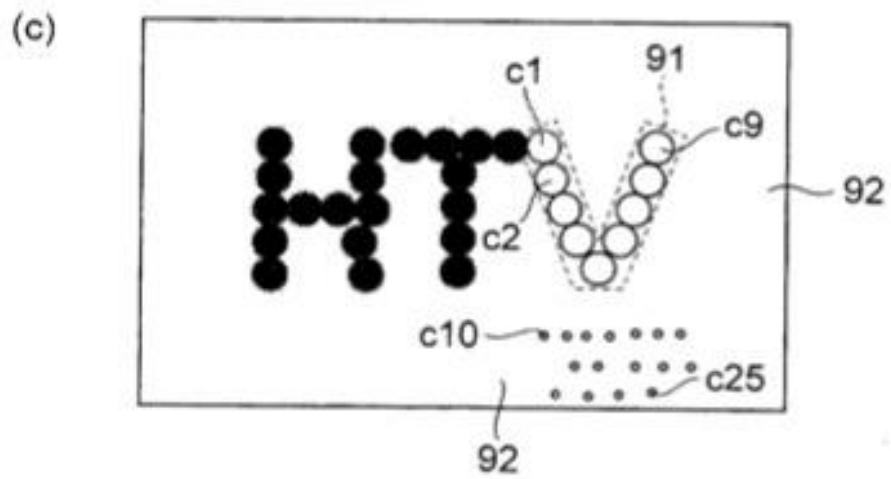
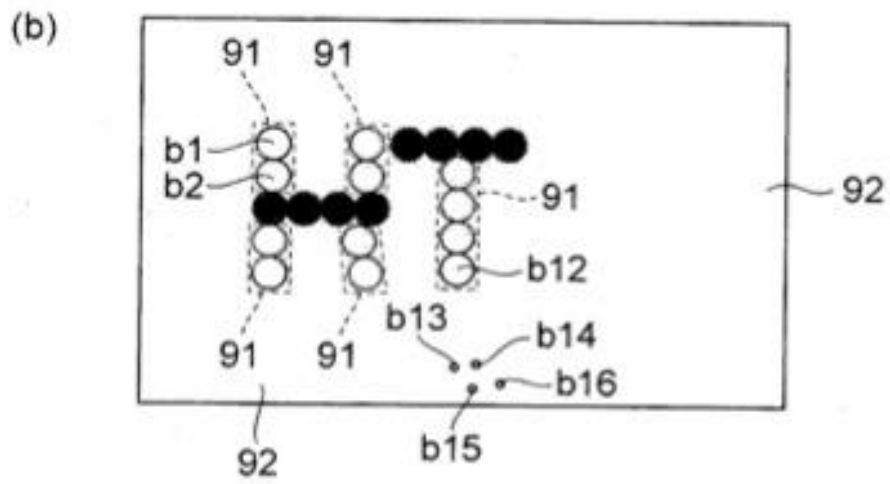
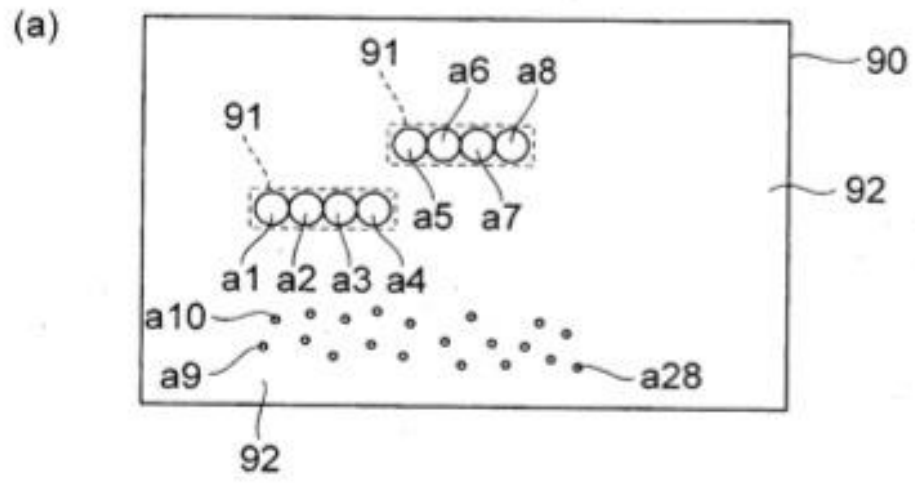


Fig.9

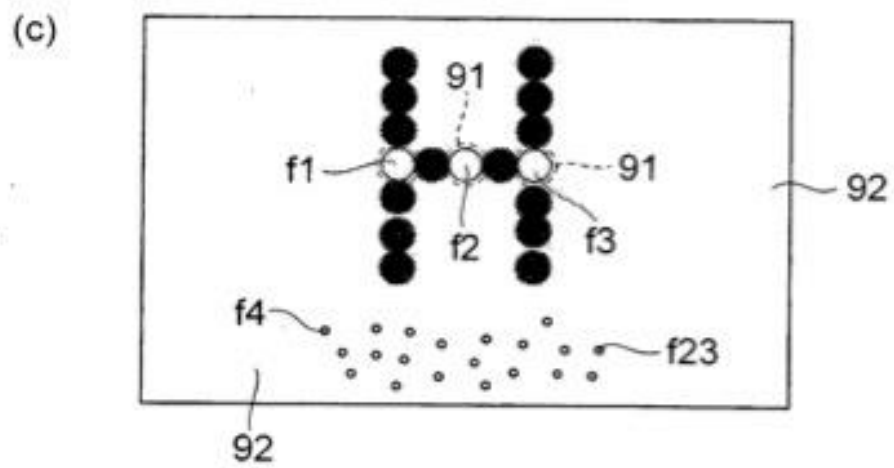
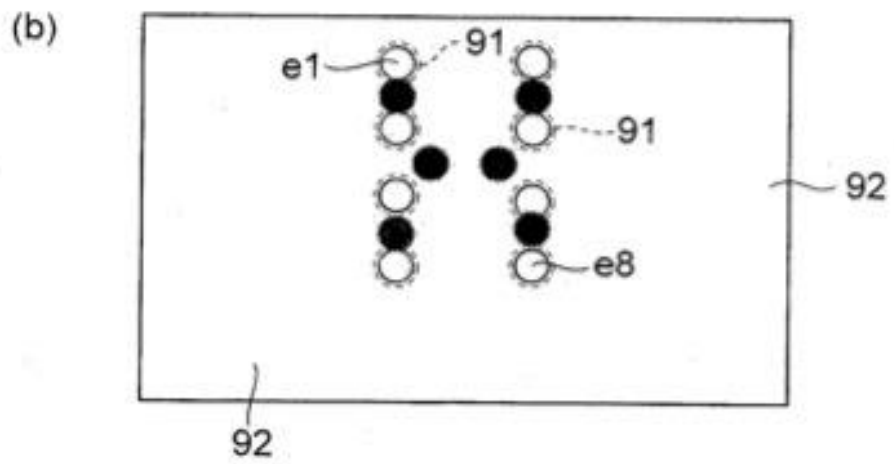
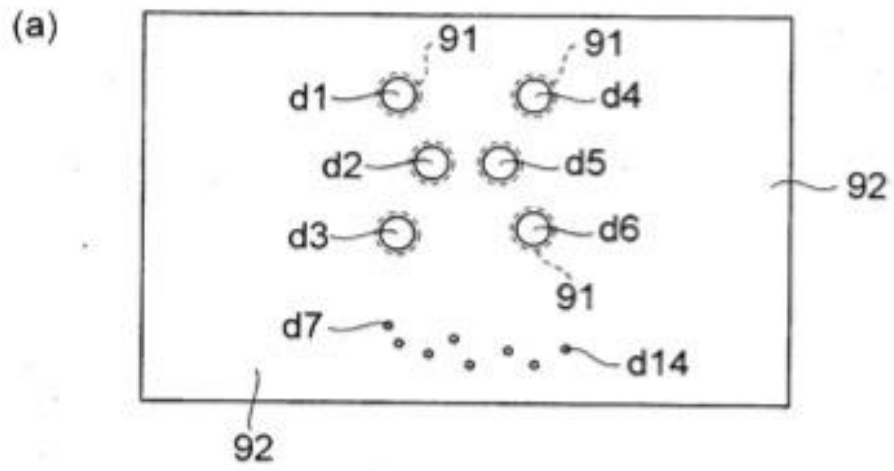


Fig.10

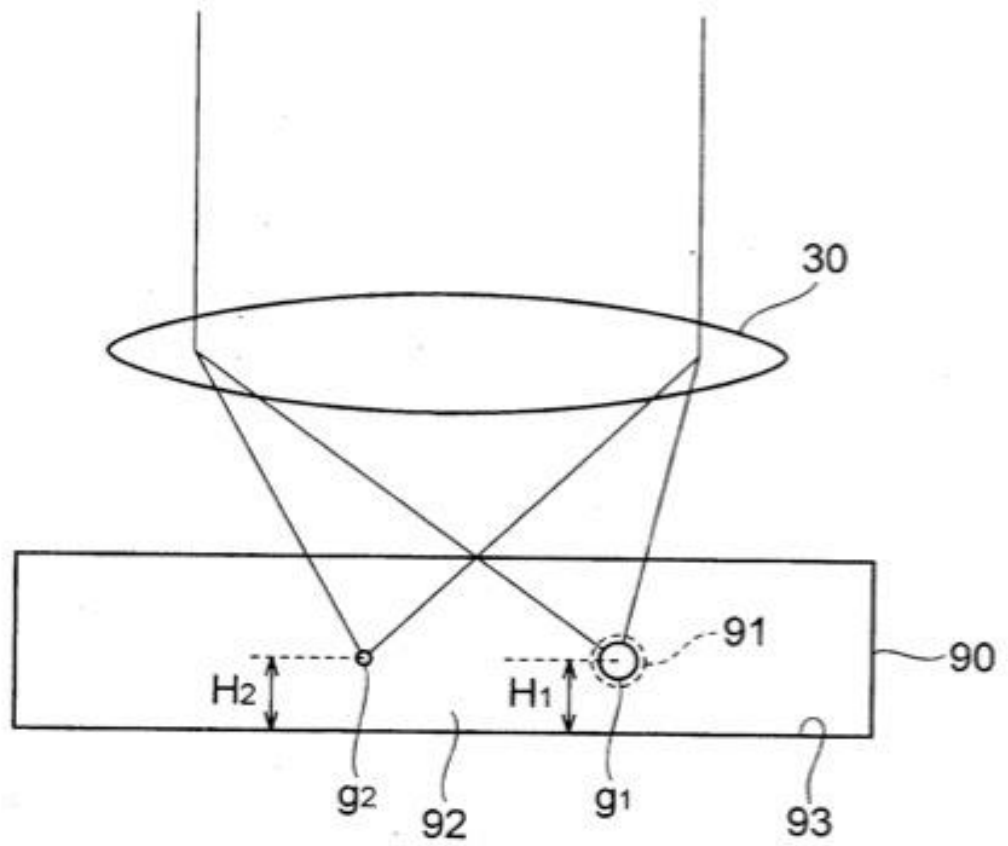


Fig.11

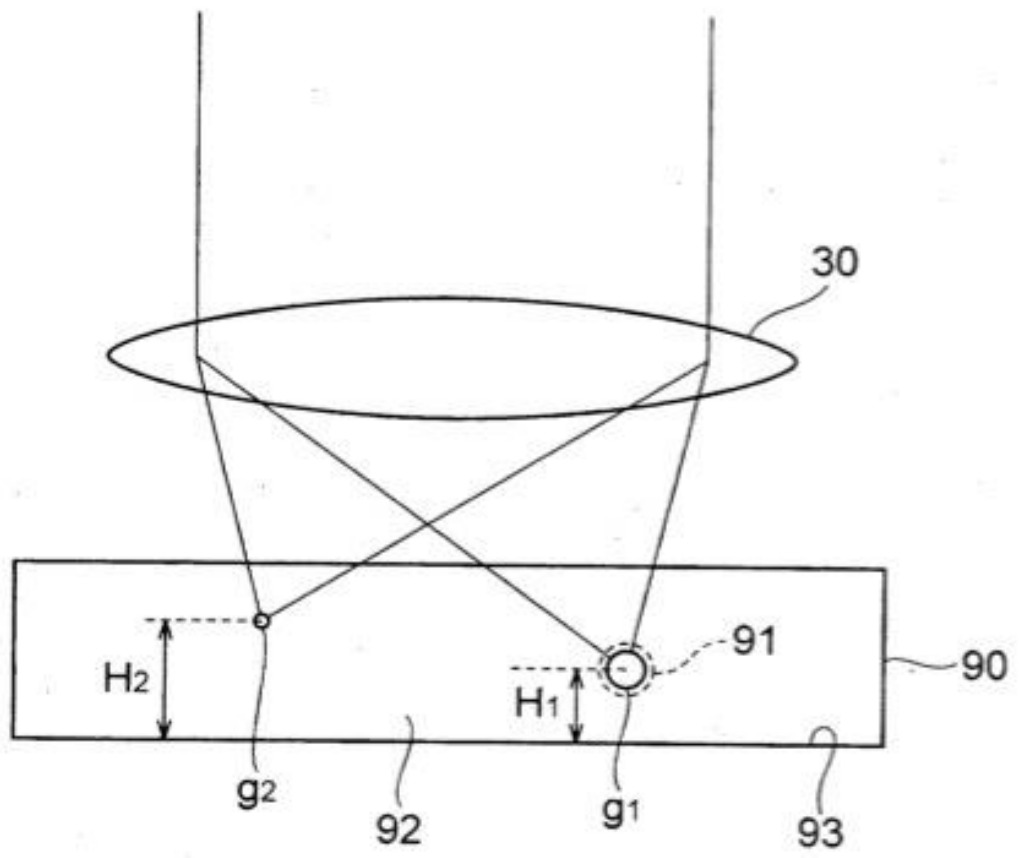


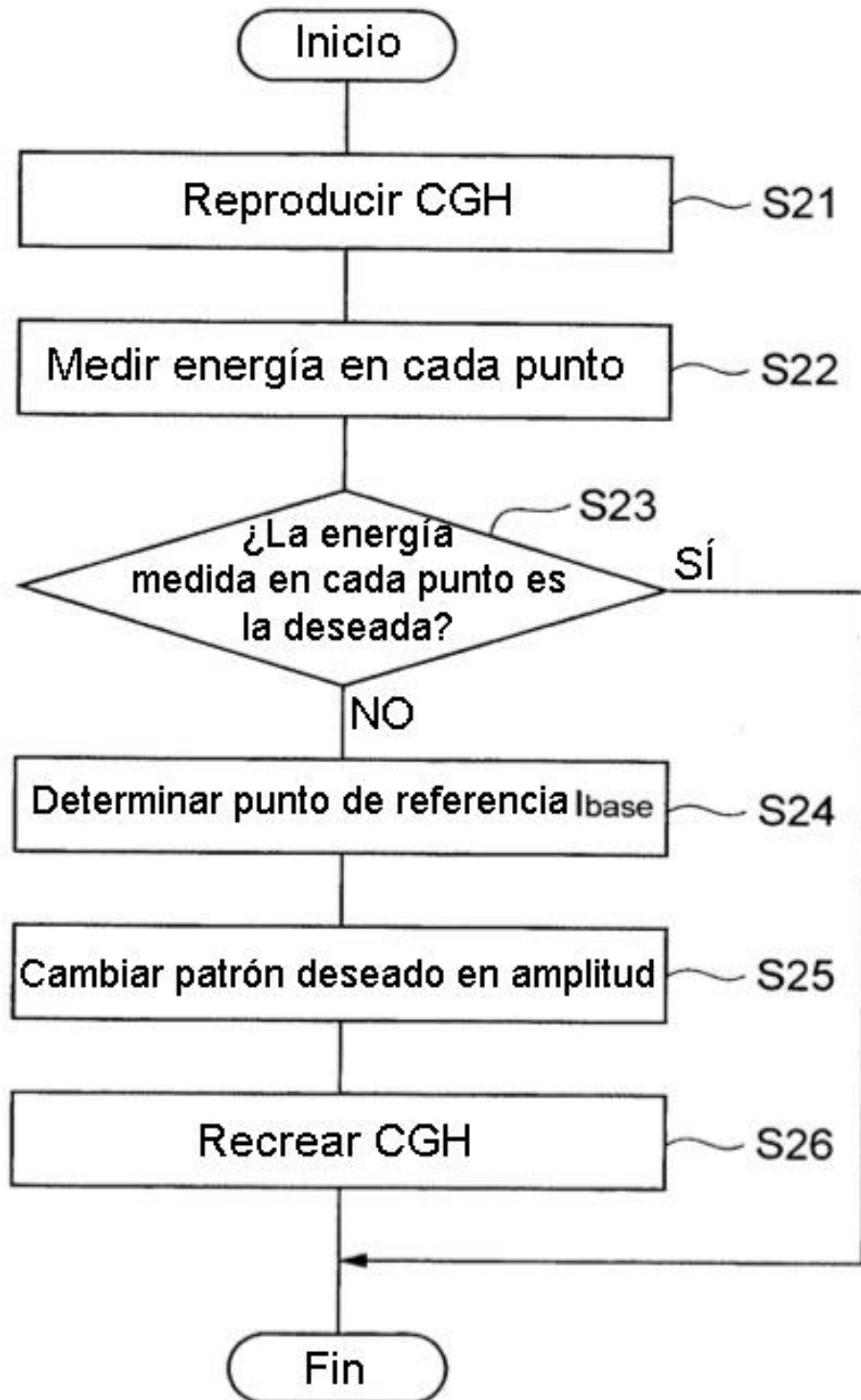
Fig.12

Fig.13

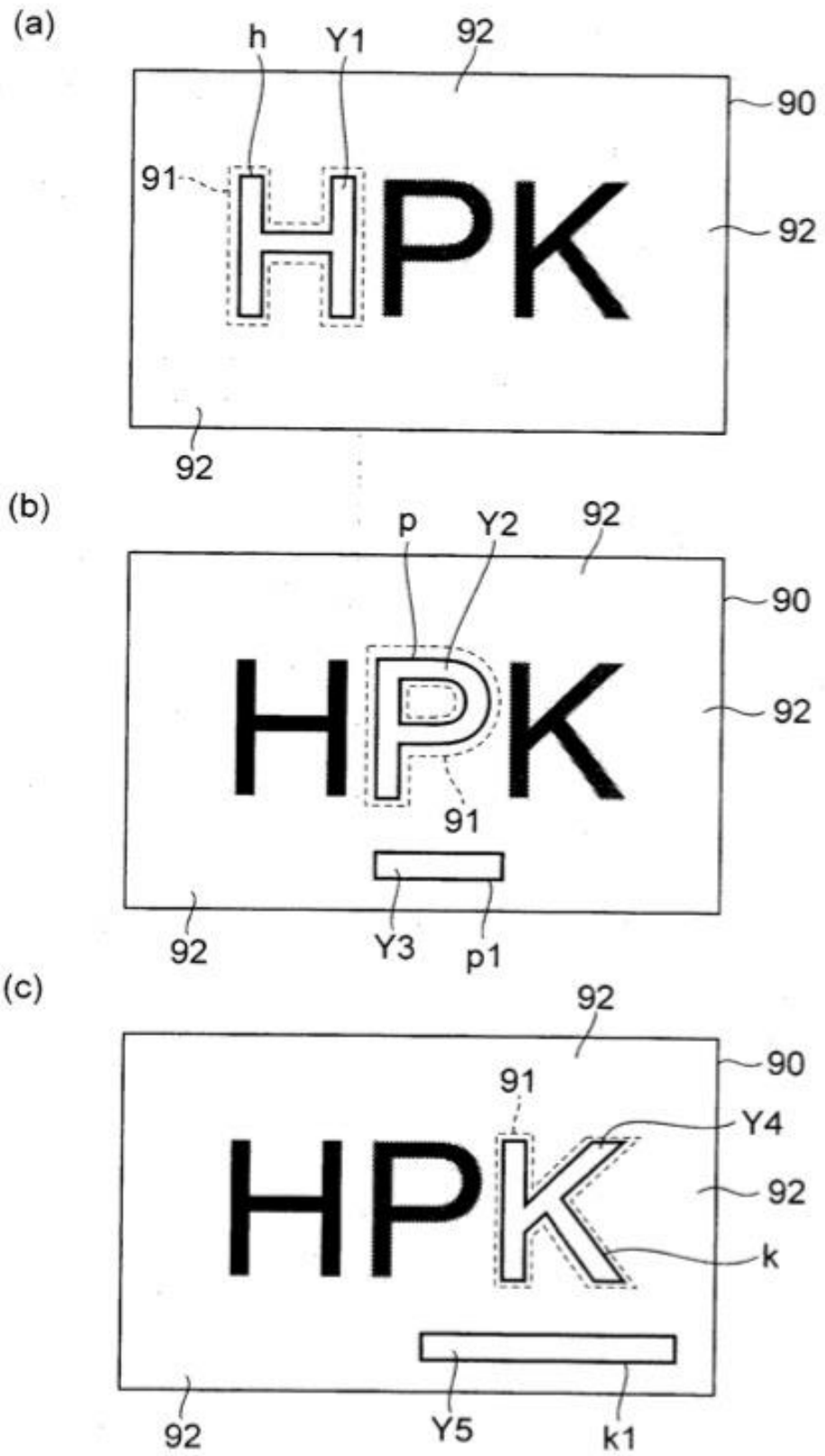


Fig.14

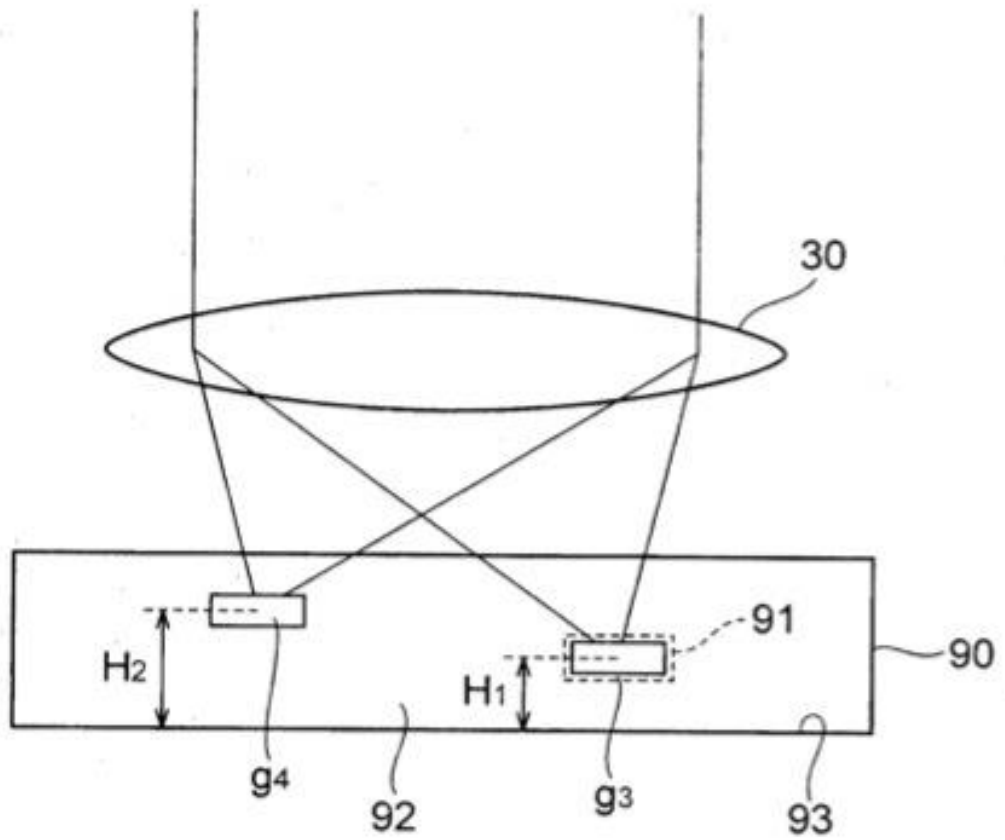
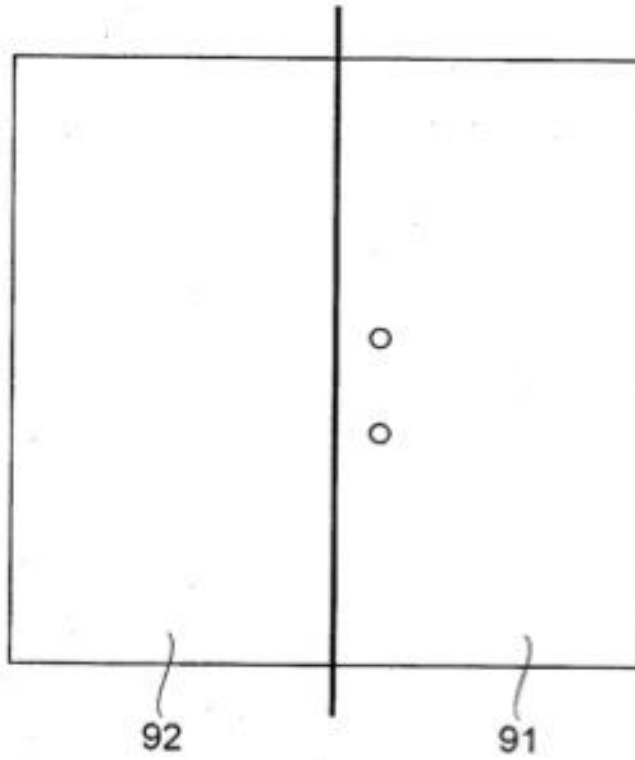


Fig.15

(a)



(b)

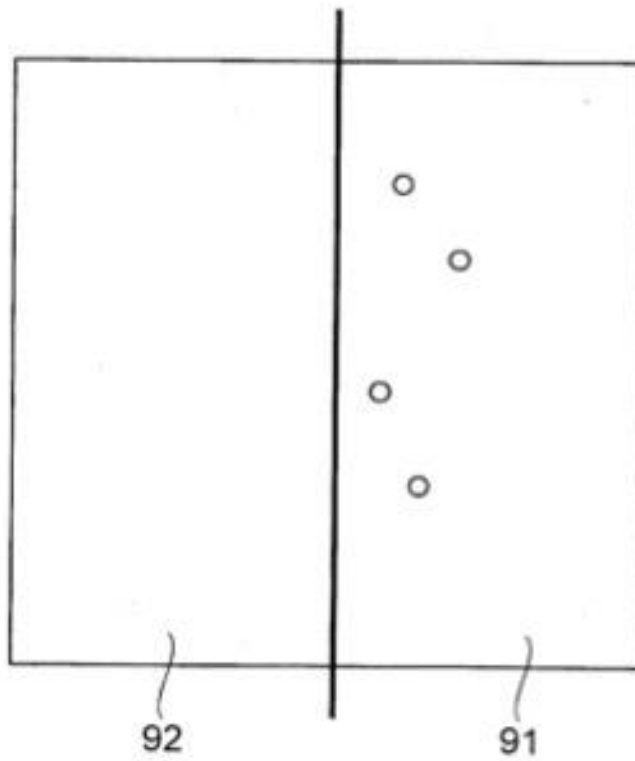
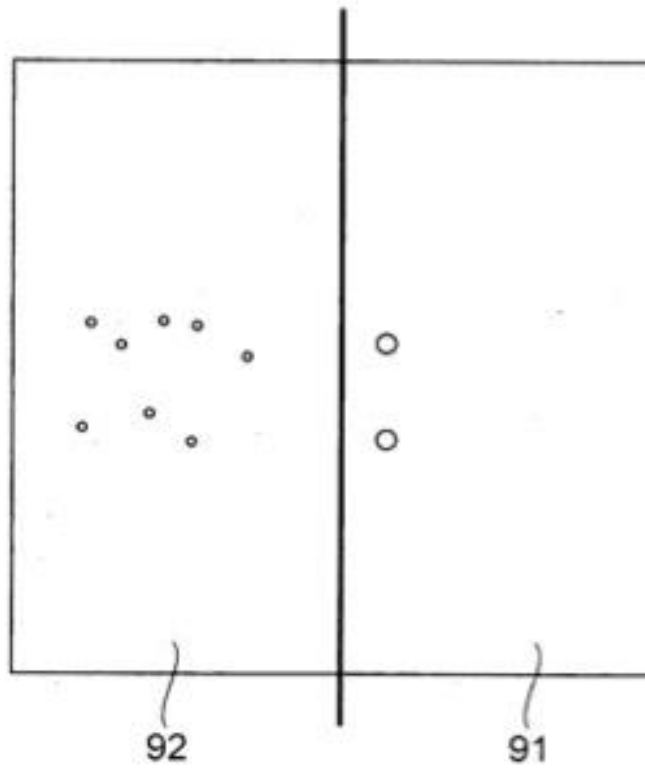


Fig.16

(a)



(b)

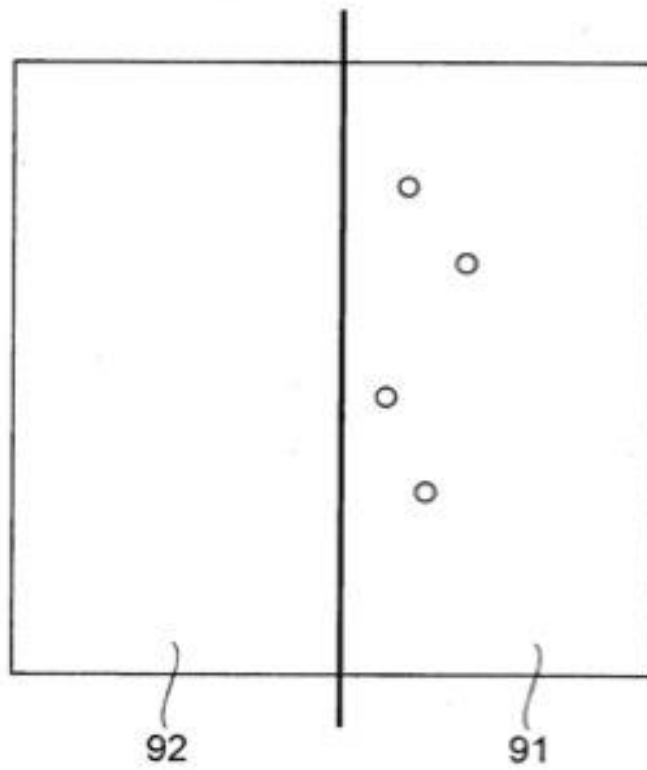


Fig.17

	Punto de medición [GW/cm ²]				
	1	2	3	4	5
Procesamiento en 2 puntos	2	2.050	—	—	—
Procesamiento en 4 puntos	1	1.020	1.075	1.095	—

Fig.18

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

Fig.19

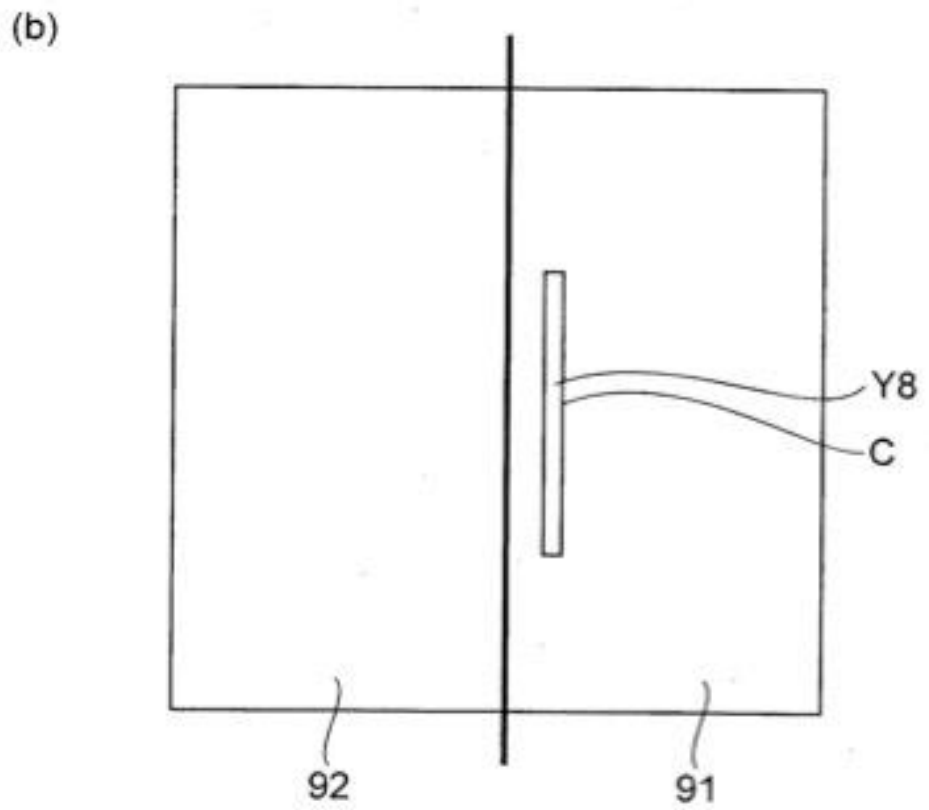
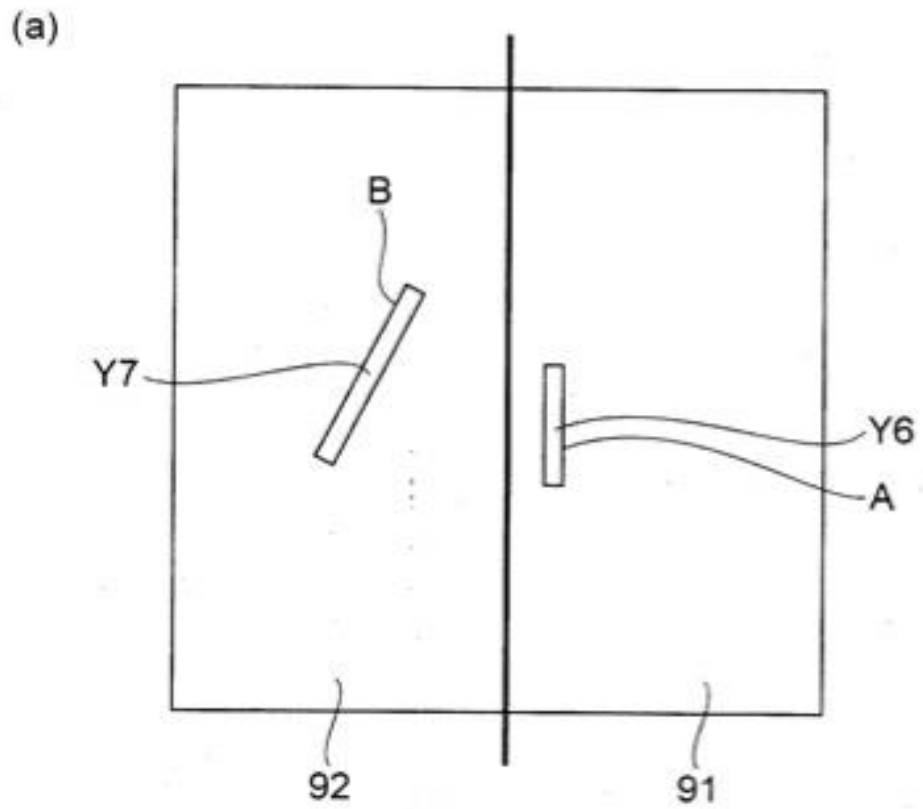


Fig.20

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

Fig.21

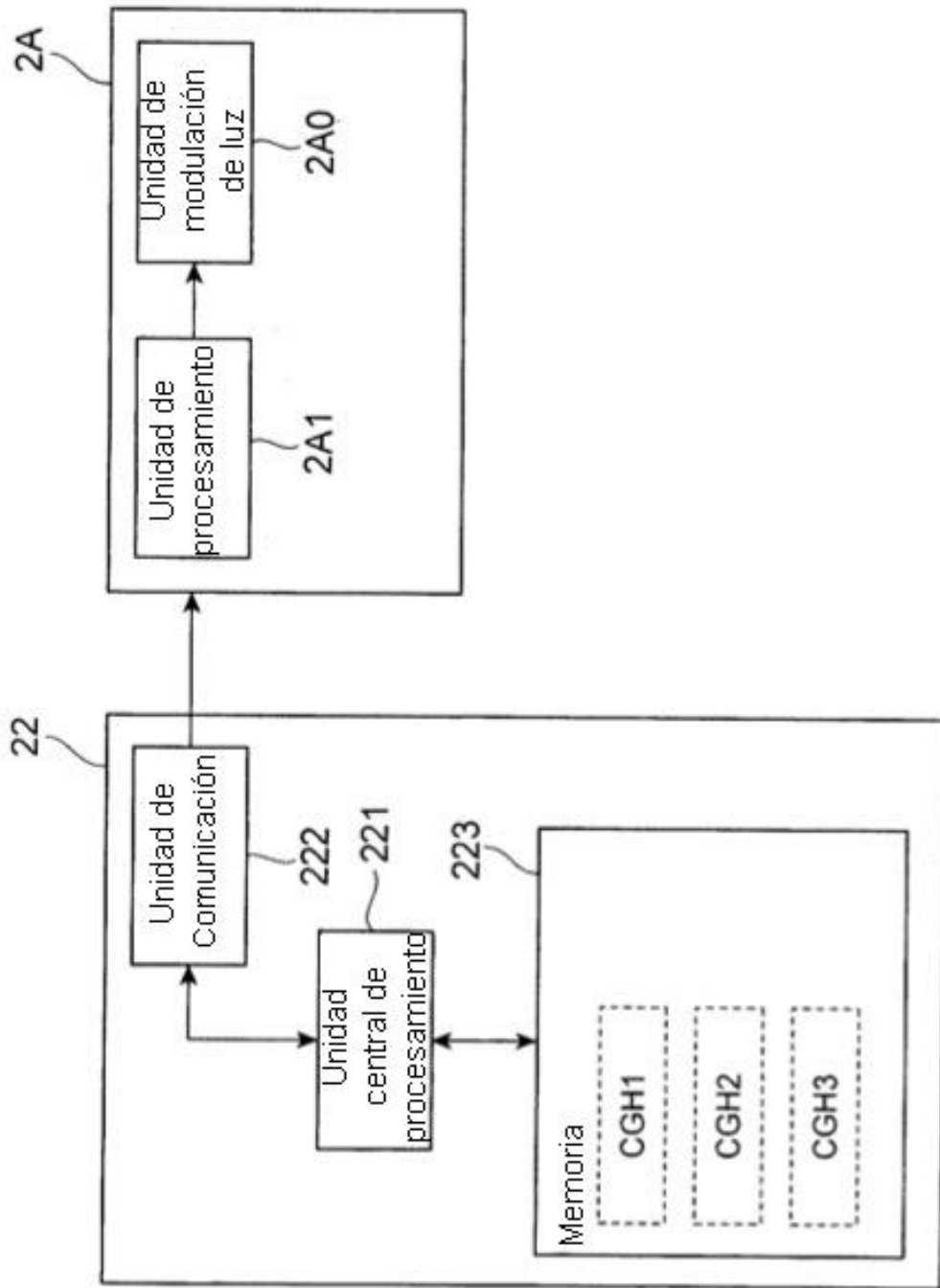


Fig.22

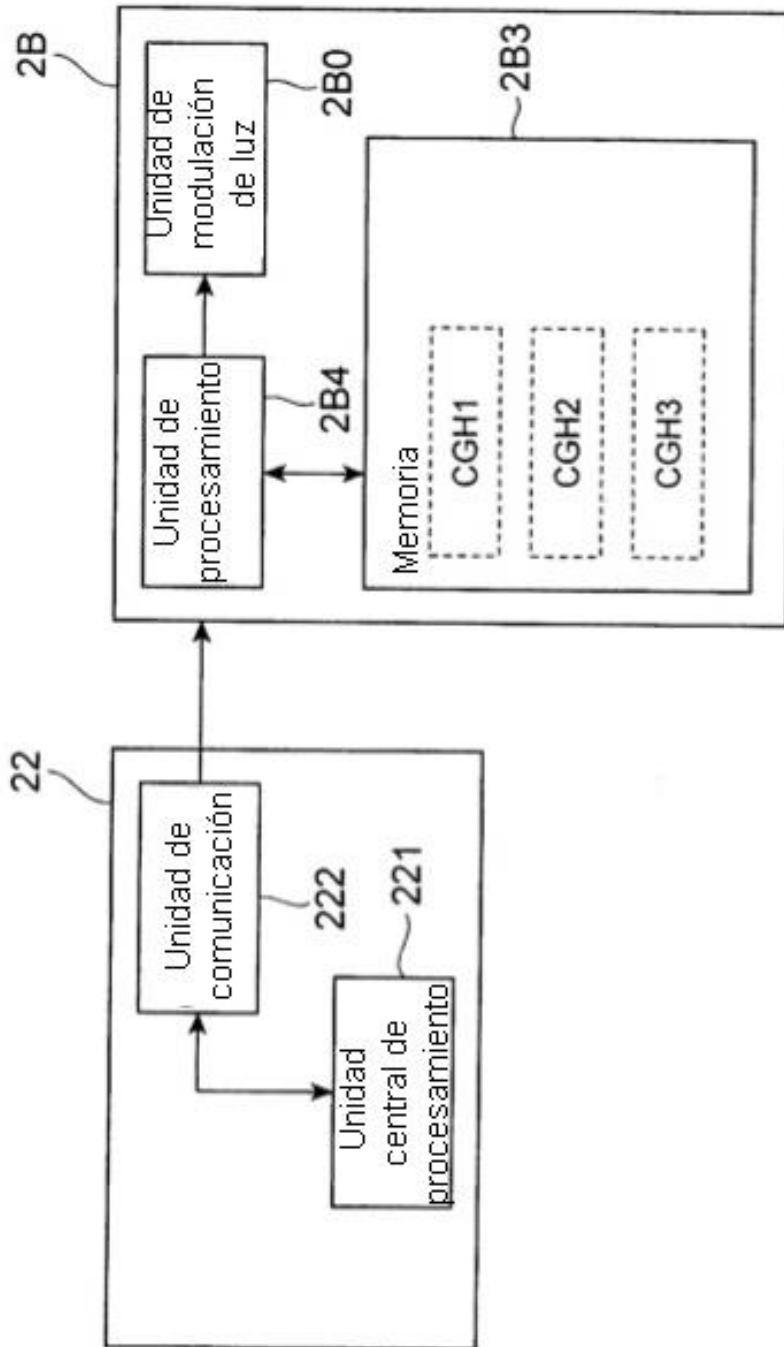


Fig.23

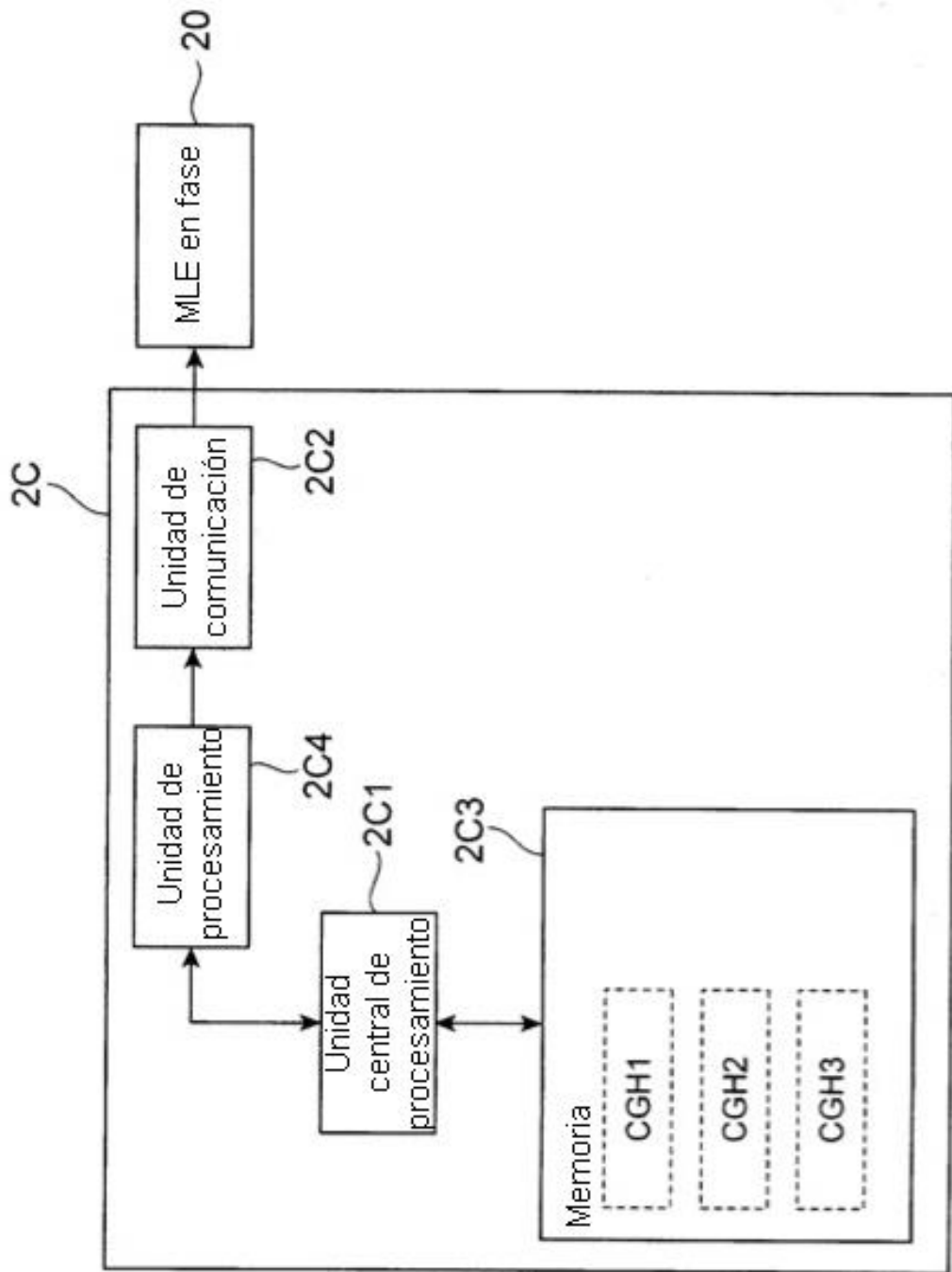


Fig. 24

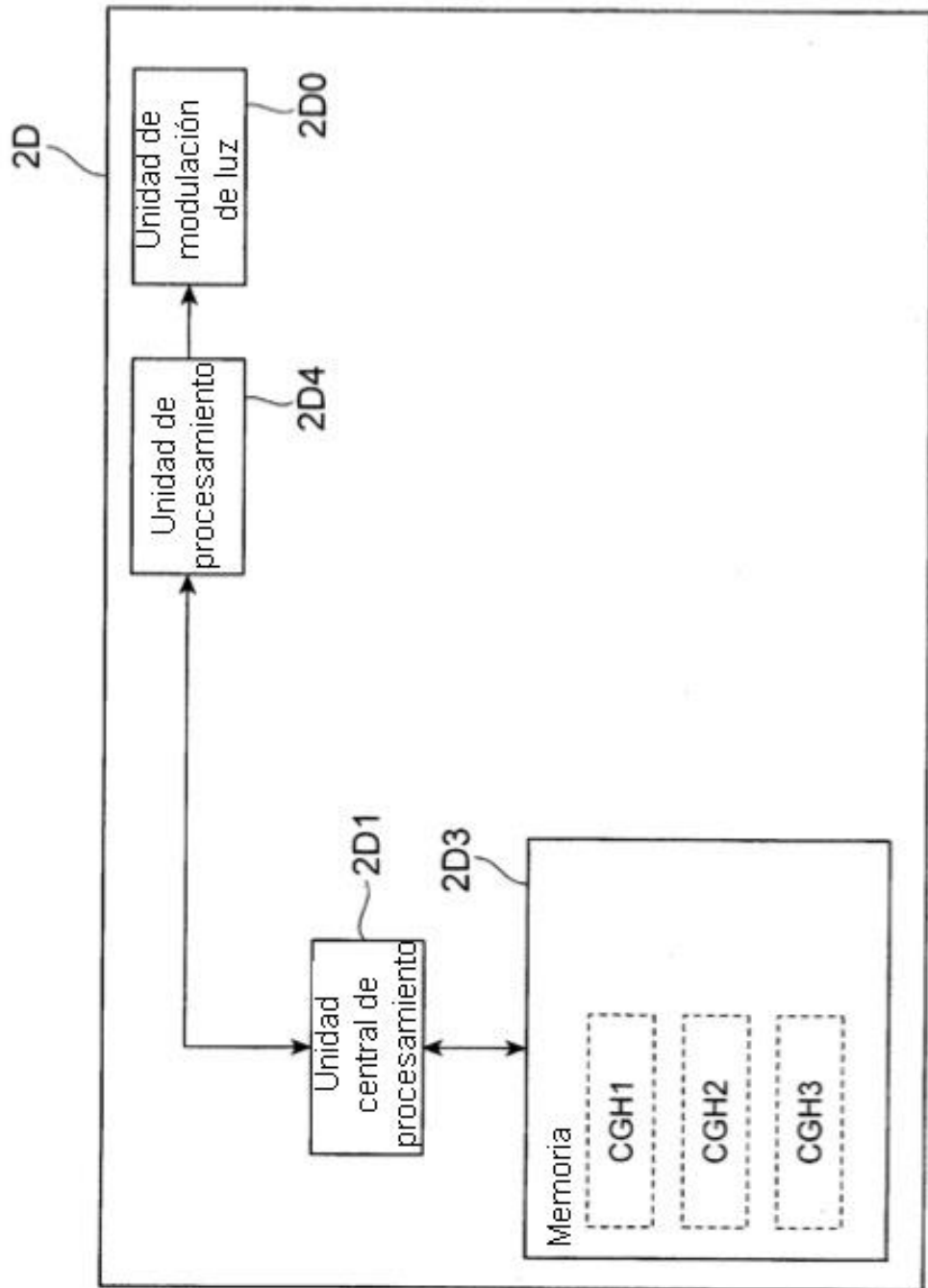


Fig. 25

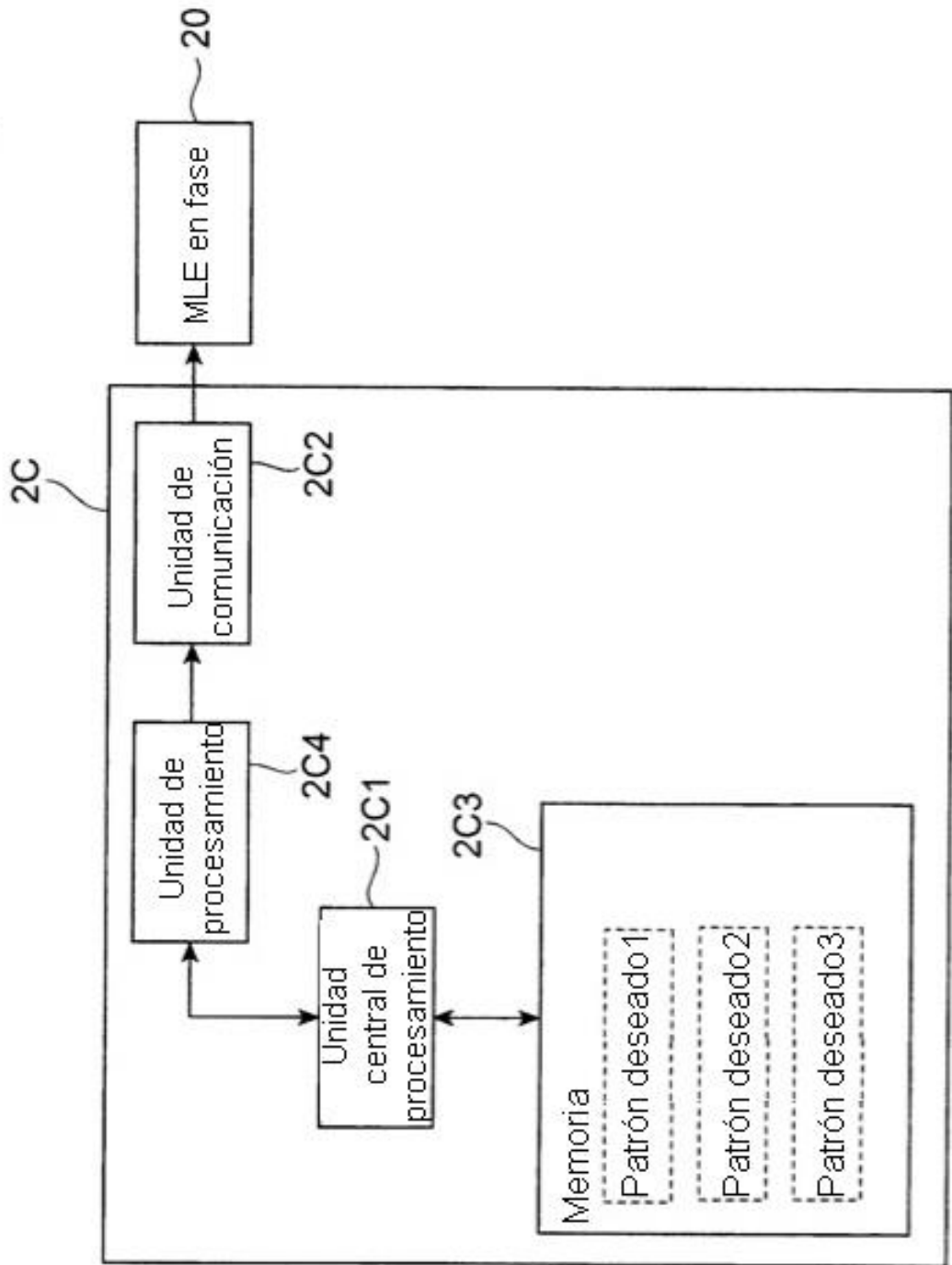


Fig.26

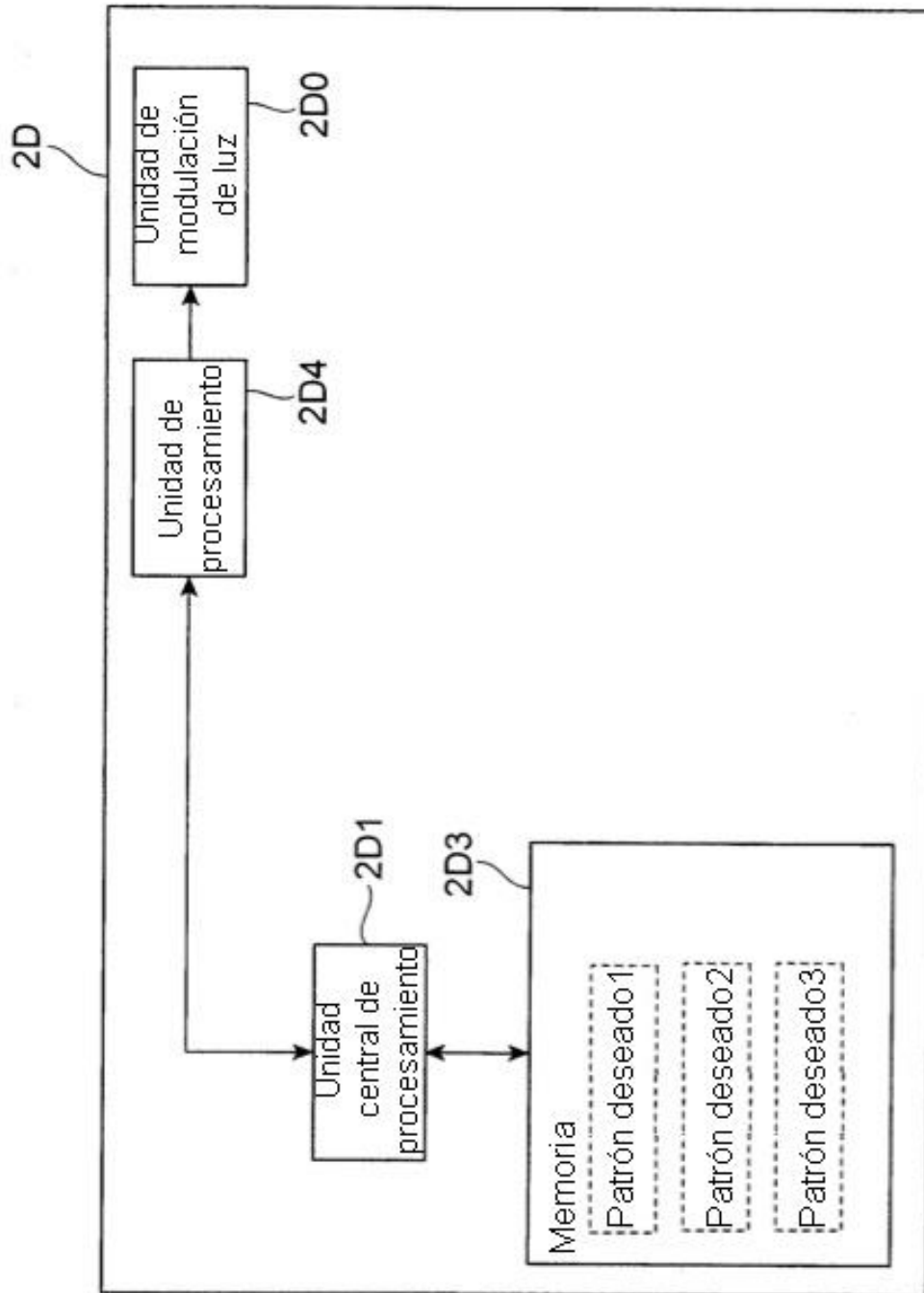


Fig.27

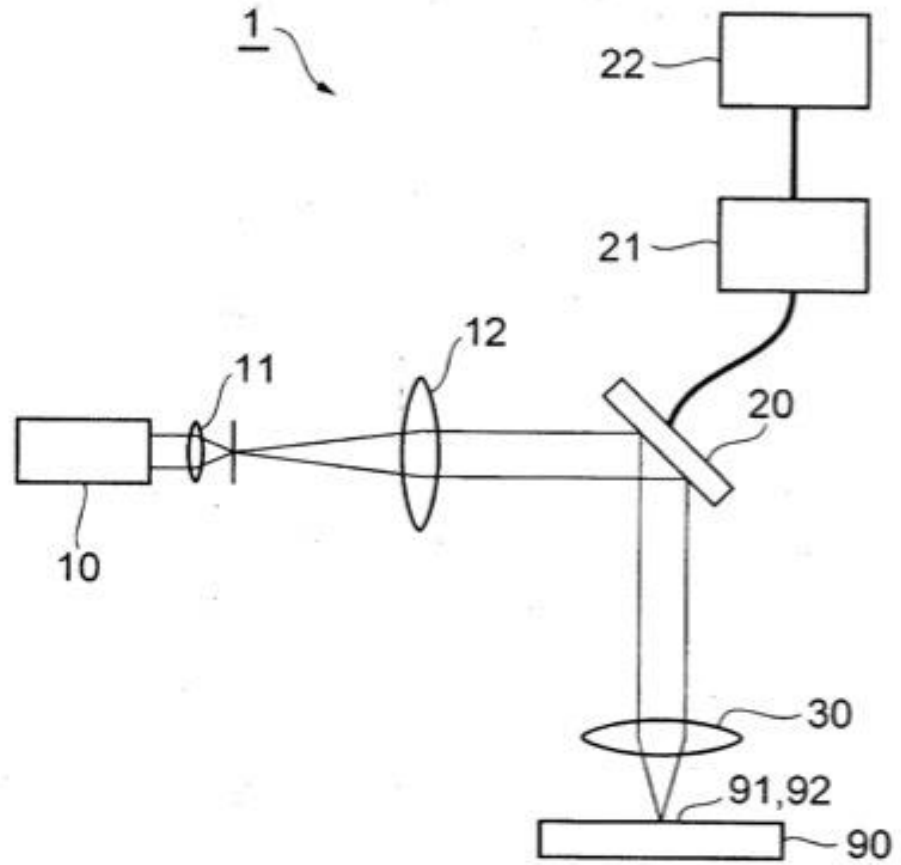


Fig.28

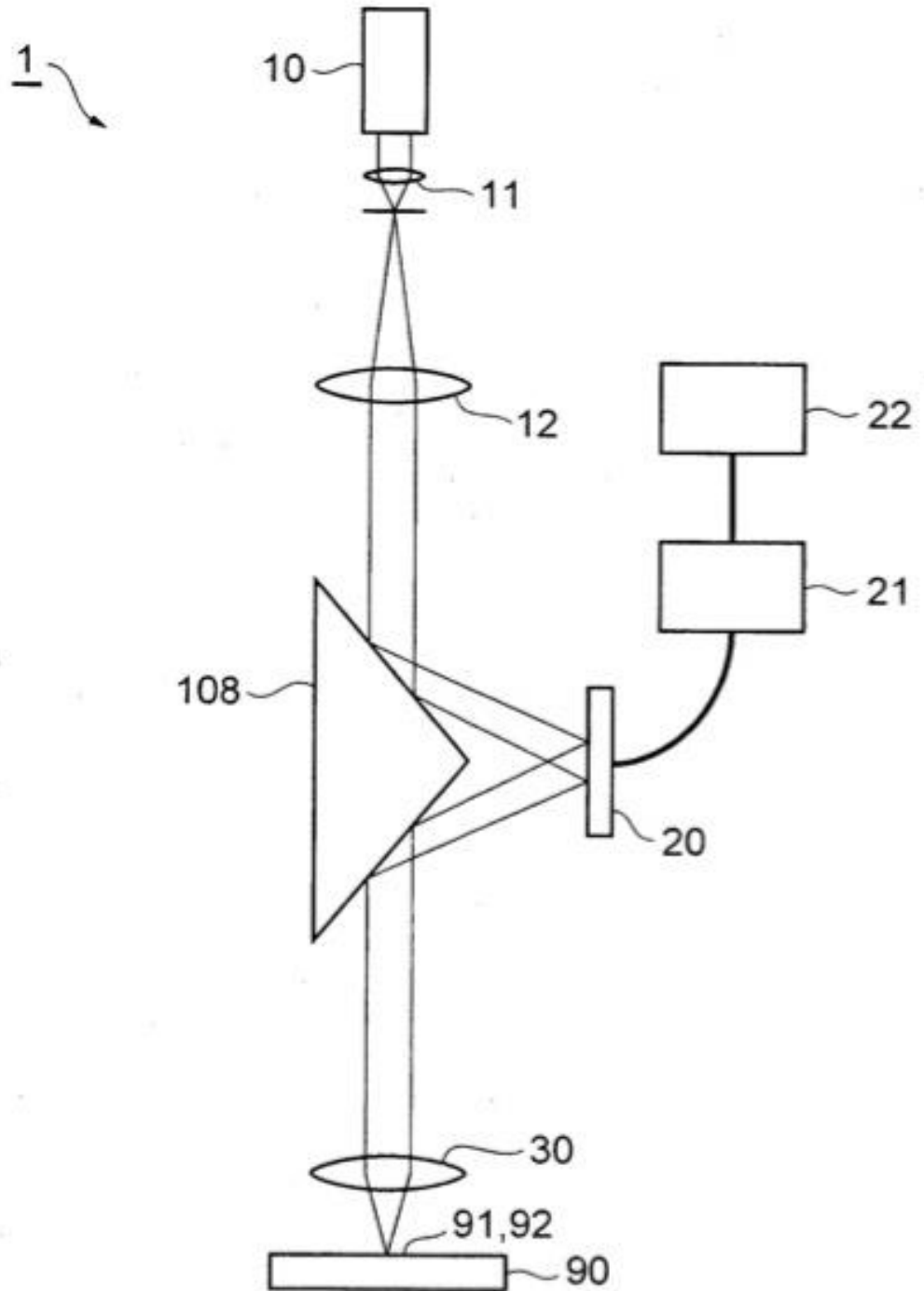


Fig.29

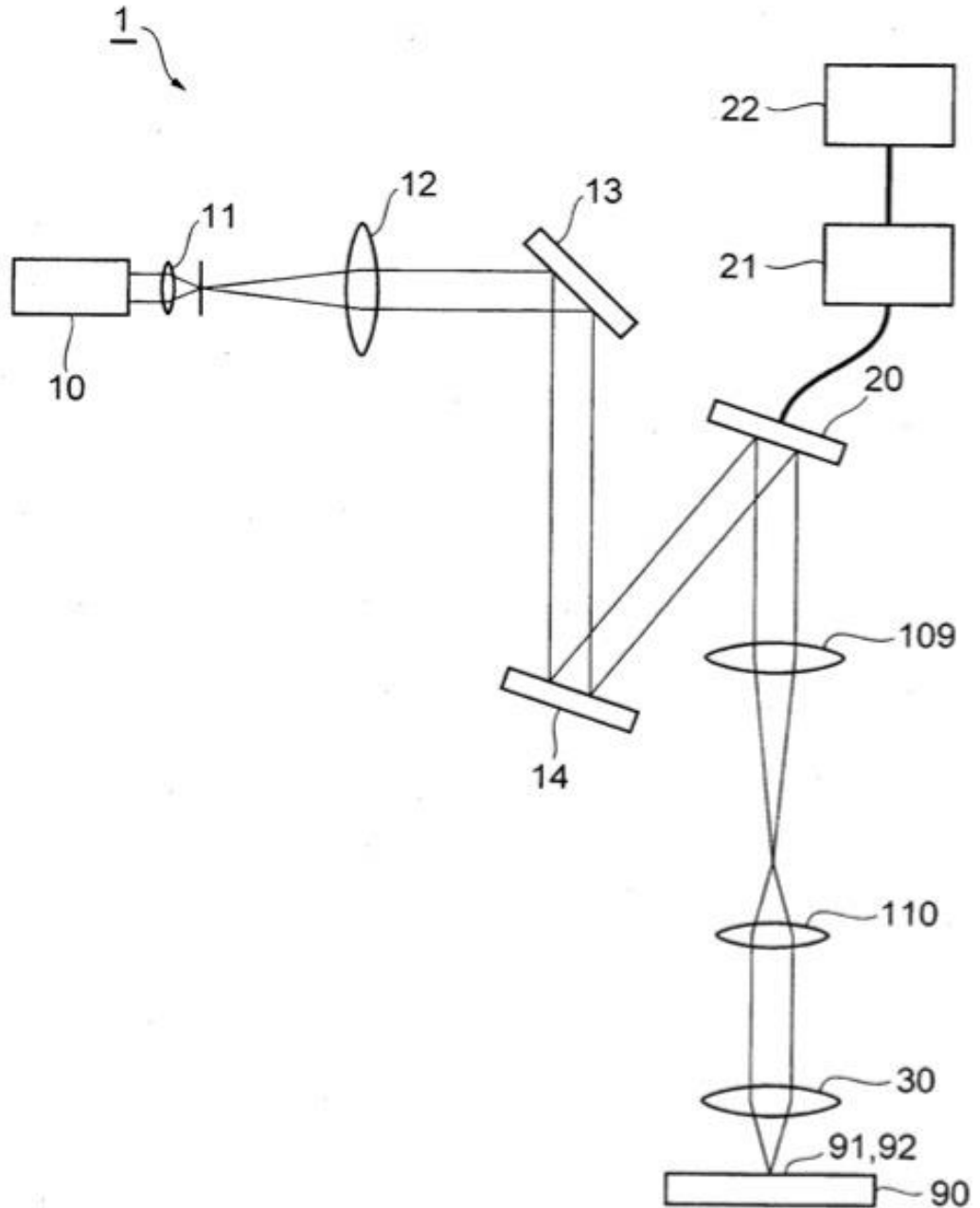


Fig.30

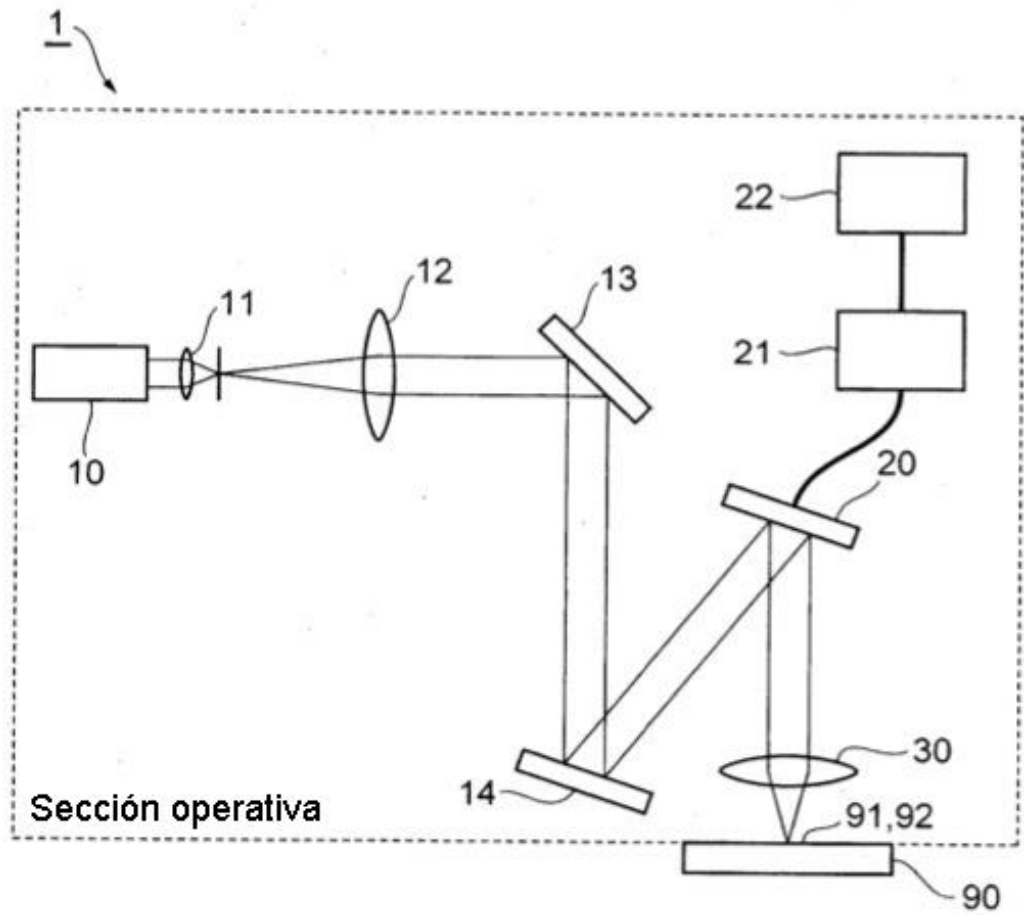


Fig.31

