

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 625**

51 Int. Cl.:

G01S 17/02 (2006.01)

G01S 7/497 (2006.01)

G01S 7/484 (2006.01)

F41H 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2016 PCT/FR2016/000124**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2017 WO17013315**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2016 E 16750883 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3326003**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para asegurar un espacio atravesado por un haz láser de alta potencia**

30 Prioridad:

22.07.2015 FR 1501554

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

17.03.2020

73 Titular/es:

**ARIANEGROUP SAS (100.0%)
Tour Cristal, 7-11 Quai André Citroën
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**HAAG, HERVÉ;
DE LA VILLEGORGES, THIBAUT y
ESMILLER, BRUNO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 748 625 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

Procedimiento y dispositivo para asegurar un espacio atravesado por un haz láser de alta potencia

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para asegurar un espacio atravesado por un haz láser de alta potencia.

10 Se sabe que para proteger un objeto (persona, animal, aeronave,...) contra las lesiones y los deterioros susceptibles de ser causados por un haz láser de alta potencia, es habitual vigilar el espacio (terrestre o aéreo) en el que dicho haz láser es generado por un sistema de radar o por una cámara óptica. De este modo, cuando un objeto de este tipo es detectado por el sistema de radar o por la cámara, se pueden tomar disposiciones, tales como la parada del haz láser o la desviación de dicho objeto, para evitar que este último entre en contacto con dicho haz láser.

15 Además del hecho de que una solución conocida de este tipo es generalmente costosa, presenta el inconveniente principal de implementar unos medios (sistema de radar o cámara óptica) independientes del haz láser de alta potencia, lo que complica y alarga los procesos de protección y socava la seguridad.

20 El documento WO 97/21261 describe un sistema que comprende unos medios para generar un haz de baja seguridad y un haz de potencia. El haz de baja seguridad que rodea el haz de potencia detecta cualquier objeto que penetre en la envoltura creada por el haz de baja seguridad.

El documento WO 2011/121333 describe un dispositivo de deslumbramiento en el que la intensidad del haz de deslumbramiento se modula conforme al rango de un objetivo que hay que deslumbrar.

25 El objeto de la presente invención es superar estos inconvenientes.

Con esta finalidad, según la invención, el procedimiento para asegurar un espacio atravesado por un haz láser de alta potencia es notable por que:

- 30
- se genera al menos un haz láser de seguridad con baja densidad de potencia, que presenta la forma de una envoltura que está posicionada y alineada para rodear dicho haz láser de alta potencia en al menos una parte de la longitud de este; y
 - la emisión de dicho haz láser de alta potencia se impide en el caso de que un objeto encuentre dicho haz láser de seguridad.
- 35

De este modo, según la invención, el láser de seguridad y el láser de alta potencia forman un todo con campo estrecho y se dirigen en la misma dirección, lo que simplifica y hace más robusta la detección de dicho objeto. Además, esta detección está activa, de modo que la capacidad de detección de la presente invención es superior a la de una cámara.

40 Para proteger a los operadores que sirven el generador del haz láser de alta potencia, dicho haz de seguridad rodea al menos la parte inicial (cerca de este generador) de dicho haz láser de alta potencia. La seguridad es entonces ventajosamente ocular.

45 Preferentemente, dicho haz láser de seguridad presenta la forma de una envoltura cónica que diverge en dicho espacio que hay que asegurar.

50 En un modo de implementación ventajoso, la emisión de dicho haz láser de alta potencia se impide cuando un objeto encuentra por primera vez dicho haz láser de seguridad y la emisión de dicho haz láser de alta potencia se restablece cuando dicho objeto encuentra dicho haz láser de seguridad por segunda vez.

Cuando, como es habitual, dicho haz láser de alta potencia es móvil para barrer dicho espacio que hay que asegurar, dicho haz láser de seguridad es solidario en desplazamiento de dicho haz láser de alta potencia.

55 Para evitar cualquier accidente al iniciar dicho haz láser de alta potencia, antes de la emisión de este último, se hace describir a dicho haz láser de seguridad al menos un patrón de barrido que permite asegurarse de que no se encuentre ningún objeto dentro de dicha envoltura que forma. Un patrón de barrido de este tipo puede representar al menos una espiral.

60 En una forma de implementación del procedimiento conforme a la presente invención que permite asegurar dicho espacio a diferentes distancias o altitudes de este, se genera una pluralidad de haces láser de seguridad coaxiales, dispuestos uno tras otro, estando cada uno de dichos haces láser de seguridad alojado en parte en el haz láser de seguridad anterior, que tiene una densidad de potencia superior a la de este haz láser de seguridad anterior y que presenta una divergencia inferior a la de dicho haz láser de seguridad anterior.

65 La presente invención se refiere igualmente a un dispositivo para asegurar un espacio atravesado por un haz láser

de alta potencia, incluyendo este dispositivo:

- al menos un generador de haz láser de seguridad con baja densidad de potencia;
- un elemento óptico para dar a dicho haz láser de seguridad la forma de una envoltura cónica que diverge en dicho espacio y que está posicionada y alineada para rodear dicho haz láser de alta potencia en al menos una parte de la longitud de este;
- un fotodetector que observa dicha envoltura formada por el haz láser de seguridad; y
- unos medios para controlar la emisión de dicho haz láser de alta potencia controlados por dicho fotodetector.

Dicho elemento óptico para dar a dicho haz láser de seguridad la forma de una envoltura cónica puede ser un espejo giratorio o un axicón. En este último caso, dicho fotodetector puede observar dicha envoltura del haz láser de seguridad a través de dicho axicón.

Preferentemente, el dispositivo conforme a la presente invención incluye unos medios para adaptar el umbral de detección de dicho fotodetector a la luminosidad ambiental.

Además, la presente invención se refiere a un sistema láser de alta potencia que incluye un dispositivo de seguridad tal como el que se ha especificado anteriormente.

Las figuras del dibujo adjunto dejarán en claro cómo se puede realizar la invención. En estas figuras, unas referencias idénticas designan elementos similares.

La figura 1 es el esquema sinóptico de un ejemplo de realización del sistema láser conforme a la presente invención.

Los esquemas A a E de la figura 2 ilustran esquemáticamente un modo de funcionamiento del sistema láser de la figura 1.

La figura 3 muestra unos patrones en espiral de barrido.

La figura 4 es el esquema sinóptico de una variante de realización del sistema láser conforme a la presente invención.

La figura 5 ilustra esquemáticamente un elemento óptico para el sistema láser de las figuras 1 y 4.

La figura 6 ilustra esquemáticamente una aplicación del sistema láser conforme a la presente invención.

El sistema láser de alta potencia S1, conforme a la presente invención y representado esquemáticamente en la figura 1, incluye un generador láser de alta potencia 1, que, por la mediación de un espejo deflector 2, emite, en un espacio 4, un haz láser de alta potencia 3 de eje P-P.

El sistema láser S1 incluye además un dispositivo de seguridad del espacio 4 contra los efectos del haz láser de alta potencia 3, incluyendo este dispositivo de seguridad:

- un generador láser 5 que genera un haz láser 6 de baja densidad de potencia, igualmente de eje P-P como el haz láser de alta potencia 3, cumpliendo dicha densidad de potencia la norma NF-EN 60825-1;
- un axicón 7 que recibe dicho haz láser 6 de baja densidad de potencia y que lo transforma en una envoltura cónica de seguridad 8 con baja potencia, igualmente de eje P-P. De este modo, la envoltura cónica de seguridad 8 está posicionada y alineada para rodear el haz láser de alta potencia 3. La potencia de la envoltura cónica de seguridad 8 disminuye a medida que esta penetra en el espacio 4, de modo que solo existe en la parte 3.1 del haz láser de alta potencia 3 dispuesta en el lado del sistema láser S1. Es ventajoso que la envoltura cónica de seguridad 8 sea de seguridad ocular, para proteger a los operadores que sirven el sistema láser S1;
- un sistema óptico con campo amplio 9 que observa la envoltura cónica de seguridad 8 de la que recibe el haz óptico 10, para detectar un eventual encuentro de un objeto con dicha envoltura cónica de seguridad 8;
- un fotodetector 11 que recibe la señal óptica recibida por el sistema óptico 9 según el eje óptico 10 y que transforma esta señal óptica que detecta este eventual encuentro en una señal eléctrica de detección 12;
- un controlador 13 que recibe dicha señal eléctrica de detección 12, así como una medición de la luminosidad ambiental alrededor del sistema láser S1 suministrada por un fotodiodo 14;
- un dispositivo de control 15 que recibe la señal 16 emitida por el controlador 13 y adecuado para controlar la emisión del generador láser de alta potencia 1. En la figura 1, se ha representado esquemáticamente el dispositivo de control 15 en forma de un interruptor controlado, pero es obvio que este dispositivo de control 15 puede ser de cualquier tipo apropiado, como, por ejemplo, un obturador mecánico que oculta el haz láser 3, un sistema que para el funcionamiento del generador láser 1, un dispositivo para la puesta fuera de alimentación eléctrica de este último, etc...;
- un sistema de desplazamiento motorizado 18 (no representado, porque puede ser de cualquier tipo conocido, tal como mesa XY, suspensión a lo Cardán, etc...) para el sistema láser S1 o al menos una parte de este, que permite al eje P-P, común al haz láser de alta potencia 3 y a la envoltura cónica de seguridad 8, barrer el espacio 4 según dos ejes rectangulares X-X, Y-Y; y
- una calculadora 17, en conexión con los generadores láser 1 y 5, así como con el fotodetector 11 y el sistema de desplazamiento motorizado 18, para hacer funcionar el sistema láser S1, según un algoritmo descrito a continuación.

Los esquemas A a E de la figura 2 ilustran el funcionamiento seguro del sistema láser S1.

En el esquema A, se ha supuesto que los generadores láser 1 y 5 están en funcionamiento y emiten respectivamente el haz láser de alta potencia 3 y la envoltura cónica de seguridad 8, mientras que un objeto 19, por ejemplo, un pájaro, se acerca a esta última. El esquema B ilustra la situación para la que el objeto 19 encuentra por primera vez la envoltura cónica de seguridad 8. Este encuentro es detectado por el sistema óptico 9, de modo que el fotodetector 11 genera la señal eléctrica de detección 12 y que el controlador 13, que tiene en cuenta la luminosidad ambiental medida por el fotodiodo 14, controla la parada del haz láser de alta potencia 3, por la mediación de la señal 16 y del dispositivo de control 15. Esta nueva situación con parada del haz láser de alta potencia 3 dura siempre y cuando el objeto 19 se encuentre dentro de la envoltura cónica de seguridad 8 (esquema C). Cuando el objeto 19 encuentra por segunda vez la envoltura cónica de seguridad 8 para salir de esta (esquema D), este hecho es nuevamente detectado por el sistema óptico 9 y el fotodetector 11, de modo que el controlador 13 puede controlar el restablecimiento del haz láser de alta potencia 3 (esquema E).

Antes de cualquier emisión del haz láser de alta potencia 3, para evitar un accidente, se comienza por emitir el haz láser 6 de baja densidad de potencia para formar la envoltura cónica de seguridad 8 y se hace describir al eje P-P de esta un barrido del espacio 4 para verificar si un objeto se encuentra dentro de dicha envoltura cónica de seguridad 8. Si no se detecta ningún objeto, se puede proceder a la emisión del haz láser de alta potencia 3.

Para efectuar este barrido del espacio 4 dentro de la envoltura cónica de seguridad 8, se puede hacer describir a dicho eje P-P de esta última un patrón en espiral, del tipo de las espirales 20 y 21 mostradas por la figura 3.

Por lo tanto, las etapas de implementación del sistema láser de alta potencia S1 controladas por el algoritmo de la calculadora 17 son preferentemente las siguientes:

a) primero se pone en funcionamiento el generador láser 5 de baja densidad de potencia, para que genere la envoltura 8 de seguridad;

b) entonces, se efectúa el barrido del espacio 4 interno a la envoltura cónica de seguridad 8 haciendo seguir al eje P-P un patrón de barrido del tipo de los que se han representado en la figura 3, para asegurarse de que ningún objeto se encuentre dentro de dicha envoltura cónica de seguridad 8;

c) luego:

- si se detecta un objeto en la envoltura cónica de seguridad 8, se espera a que el sistema S1 detecte el objeto por segunda vez (salida de la envoltura cónica de seguridad 8 como se representa en el esquema D de la figura 2) y se repite la operación de barrido descrita anteriormente;
- si no se detecta ningún objeto, la calculadora 17 permite la emisión del haz láser de alta potencia 3; y

d) si, mientras que se emite el haz láser de alta potencia 3, se detecta un objeto 19 por primera vez (esquema B de la figura 2), la calculadora 17 corta dicho haz láser de alta potencia 3 (esquema C de la figura 2) y espera la segunda detección de este objeto (esquema D de la figura 2), luego, la calculadora 17 repite las etapas b y c, anteriormente.

En la variante de realización S2 del sistema láser de alta potencia, conforme a la presente invención y representada esquemáticamente en la figura 4, se encuentran todos los elementos descritos anteriormente con respecto al sistema láser S1 de la figura 1, con la excepción del sistema óptico con campo amplio 9, que ha sido eliminado. En efecto, en el sistema láser S2, que funciona de manera idéntica a lo que se ha descrito para el sistema láser S1, la observación de la envoltura cónica de seguridad 8 está asegurada por el propio axicón 7, que recibe como retorno el haz óptico 10 a través del espejo 2, previsto transparente para este último. El haz óptico 10 es separado del haz láser 6 por un elemento óptico de separación 22, que lo dirige al fotodetector 11, a través de un enfocador 23.

Cabe señalar que:

- el axicón 7, que forma la envoltura cónica de seguridad 8 a partir del haz láser con baja densidad de potencia 6, puede ser reemplazado por otro elemento óptico de misma función, por ejemplo, un espejo 24 giratorio alrededor de un eje m-m dispuesto en prolongación del haz láser 6, como se ilustra esto por la figura 5; y
- el fotodiodo 14, que mide la luminosidad ambiental que sirve para la umbralización de la señal eléctrica 12 generada por el fotodetector 11, puede ser reemplazado eventualmente por un software de la calculadora 17 que detecta las variaciones lentas de dicha señal eléctrica 12.

Cabe señalar que, si se desea que la protección proporcionada por la envoltura cónica de seguridad 8 sea de naturaleza ocular, en las proximidades del sistema láser S1 o S2, la porción 3.1 del haz láser 3 protegida por esta envoltura no puede ser muy larga: de hecho, para detectar objetos 19 a larga distancia, es necesario utilizar haces láser 6 de potencia elevada.

Para remediar este inconveniente, la presente invención prevé el sistema láser S3 representado en la figura 6, en el

5 que una pluralidad de generadores láser 5 (no representados) generan una pluralidad de envolturas de seguridad coaxiales 8.1, 8.2, 8.3... similares a la envoltura de seguridad 8 y dispuestas una tras otra, estando cada una de dichas envolturas de seguridad alojada en parte en la envoltura de seguridad anterior, que tiene una densidad de potencia superior a la de esta envoltura de seguridad anterior y que presenta una divergencia inferior a la de dicha envoltura de seguridad anterior.

10 De este modo, se puede aumentar progresivamente la longitud de la porción del haz 3 protegida, protegiéndose dichas envolturas de seguridad entre sí. Volviendo a la figura 6, se puede ver que la envoltura 8.1 con seguridad ocular, cerca del sistema láser S1 o S2, protege a los operadores de este último contra el haz láser 3 y contra la envoltura 8.2 en una porción 3.1 de dicho haz 3, que la envoltura de seguridad 8.2, cuya potencia es superior a la de la envoltura 8.1, protege contra el haz láser 3 y contra la envoltura 8.3 en una porción 3.2, superior a la porción 3.1, del haz 3, que la envoltura de seguridad 8.3, cuya potencia es superior a la de la envoltura 8.2, protege contra el haz láser 3 en una porción 3.3 de este último superior a la porción 3.2, etc...

15 Gracias a la disposición de la figura 6, es posible detectar, por lo tanto, objetos a diferentes distancias del sistema láser S1, S2, con seguridad contra el haz láser de alta potencia 3. Por ejemplo, la envoltura de seguridad 8.1 está adaptada para la detección de objetos 19, que evolucionan a una altitud como mucho igual a 1 km, la envoltura de seguridad 8.2 está adaptada para la detección de objetos 25, tales como aeronaves, que evolucionan a una altitud comprendida entre 1 km y 30 km y la envoltura de seguridad 8.3 está adaptada para la detección de objetos 26, tales
20 como satélites, que evolucionan a una altitud superior a 300 km.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para asegurar un espacio (4) atravesado por un haz láser (3) de alta potencia: **caracterizado por que:**
- 5
- se genera al menos un haz láser de seguridad con baja densidad de potencia (8), que presenta la forma de una envoltura que está situada y alineada para rodear dicho haz láser de alta potencia (3) en al menos una parte (3.1) de la longitud de este;
 - la emisión de dicho haz láser de alta potencia (3) se impide en el caso de que un objeto (19) encuentre dicho haz láser de seguridad; y
 - la emisión de dicho haz láser de alta potencia (3) se impide cuando un objeto (19) encuentra por primera vez dicho haz láser de seguridad (8) y la emisión de dicho haz láser de alta potencia (3) se restablece cuando el mismo objeto encuentra dicho haz láser de seguridad (8) por segunda vez
- 10
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho haz láser de seguridad (8) rodea al menos la parte inicial (3.1) de dicho haz láser de alta potencia (3).
- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** dicho haz láser de seguridad (8) presenta la forma de una envoltura cónica que diverge en dicho espacio (4).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho haz láser de alta potencia (3) es móvil para barrer dicho espacio (4) que hay que asegurar, **caracterizado por que** dicho haz láser de seguridad (8) es solidario en el desplazamiento con dicho haz láser de alta potencia (3).
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**, antes de emitir dicho haz láser de alta potencia (3), se hace describir a dicho haz láser de seguridad (8) al menos un patrón de barrido (20, 21) que permite asegurarse de que no se encuentre ningún objeto (19) dentro de dicha envoltura que forma.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho patrón de barrido (20, 21) representa al menos aproximadamente una espiral.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** se genera una pluralidad de haces láser de seguridad coaxiales (8.1, 8.2, 8.3...), dispuestos uno tras otro, estando cada uno de dichos haces láser de seguridad alojado en parte en el haz láser de seguridad anterior, que tiene una densidad de potencia superior a la de este haz láser de seguridad anterior y que presenta una divergencia inferior a la de dicho haz láser de seguridad anterior.
- 45 8. Dispositivo para asegurar un espacio (4) atravesado por un haz láser de alta potencia (3), **caracterizado por que** incluye:
- al menos un generador (5) de haz láser de seguridad con baja densidad de potencia;
 - un elemento óptico (7, 24) para dar a dicho haz láser de seguridad la forma de una envoltura cónica (8) que diverge en dicho espacio y que está situada y alineada para rodear dicho haz láser de alta potencia (3) en al menos una parte de su longitud;
 - un fotodetector (11) que observa dicha envoltura (8) formada por el haz láser de seguridad; y
 - unos medios (15) para controlar la emisión de dicho haz láser de alta potencia controlados por dicho fotodetector (11), siendo los medios (15) de control adecuados para impedir la emisión de dicho haz láser de alta potencia (3) cuando un objeto (19) encuentra por primera vez dicho haz láser de seguridad (8) y para restablecer la emisión de dicho haz láser de alta potencia (3) cuando el mismo objeto encuentra por segunda vez dicho haz láser de seguridad (8).
- 50
- 55 9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado por que** dicho elemento óptico para dar a dicho haz láser de seguridad la forma de una envoltura cónica es un axicón (7).
- 60 10. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado por que** dicho fotodetector (11) observa dicha envoltura (8) formada por el haz láser de seguridad a través de dicho axicón (7).
- 65 11. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado por que** dicho elemento óptico para dar a dicho haz láser de seguridad la forma de una envoltura cónica es un espejo giratorio (4).

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 11,
caracterizado por que incluye unos medios para adaptar el umbral de detección de dicho fotodetector (11) a la luminosidad ambiental.

5

13. Sistema láser de alta potencia,
caracterizado por que incluye el dispositivo de seguridad especificado en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12.

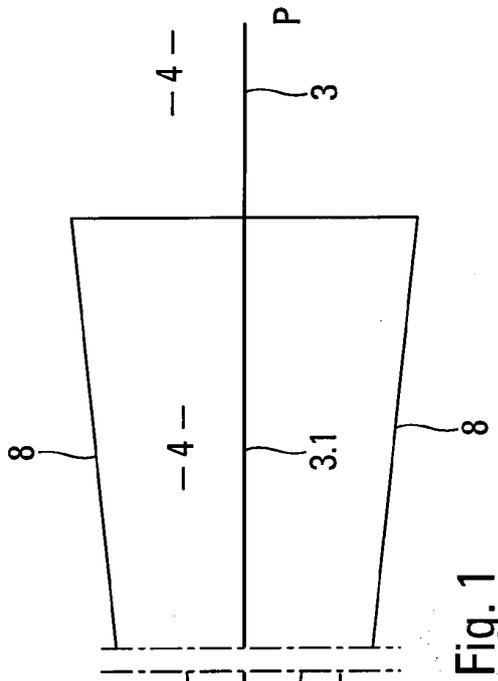


Fig. 1

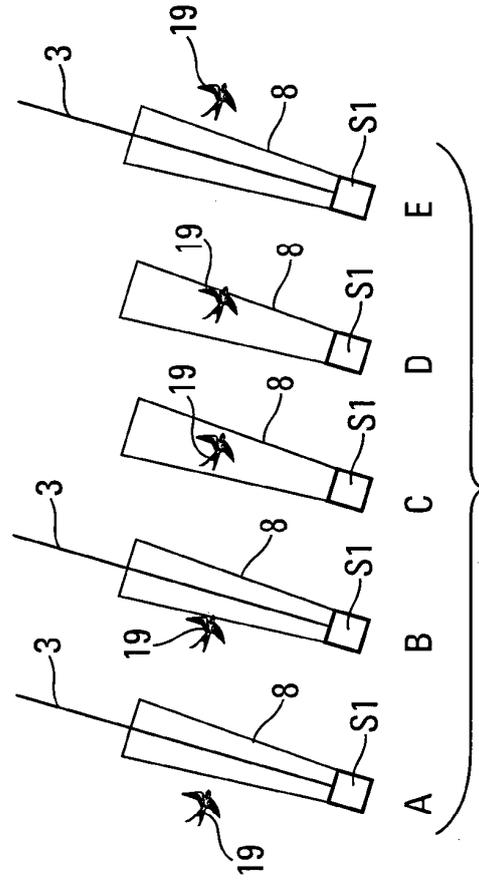
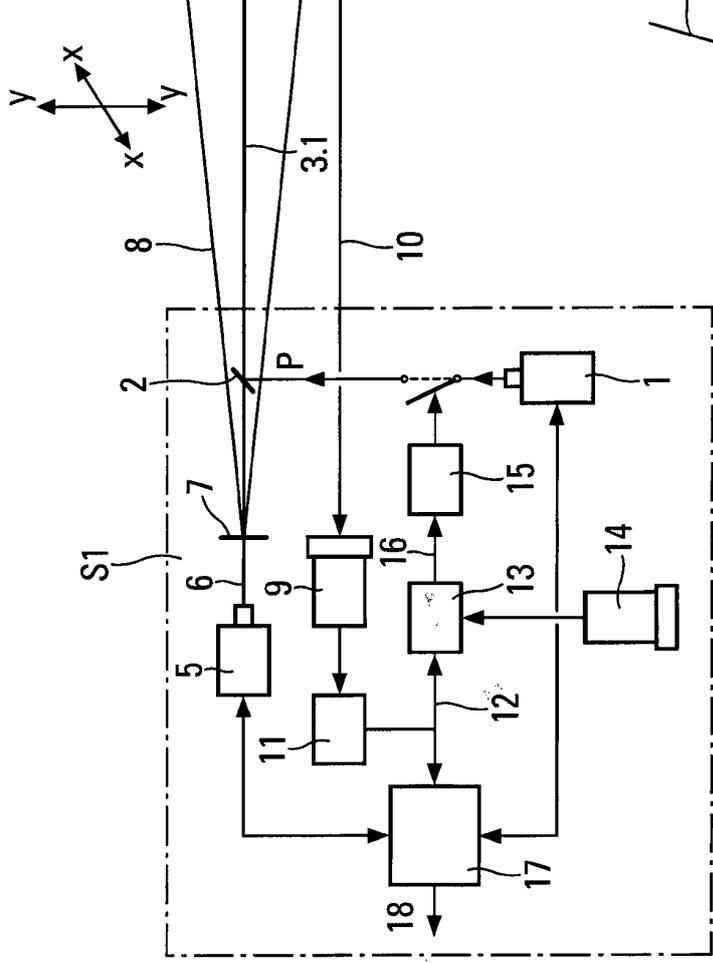


Fig. 2

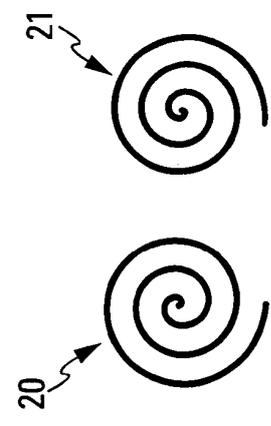


Fig. 3

