

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 844**

51 Int. Cl.:

G01S 17/02 (2006.01)

G01S 17/42 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2015** **E 15189223 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018** **EP 3153885**

54 Título: **Dispositivo de protección optoelectrónico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2018

73 Titular/es:

SICK AG (100.0%)
Erwin-Sick-Strasse 1
79183 Waldkirch, DE

72 Inventor/es:

BÖHLER, FRANK;
BÖHME, MAX y
ESAU, MARK

ES 2 678 844 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 protección optoelectrónico.

La invención concierne a un dispositivo de protección optoelectrónico según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Estos dispositivos de protección se utilizan, por ejemplo, en instalaciones tales como prensas, estampas, robots de soldadura y similares, en las que tiene que vigilarse una zona de peligro, por ejemplo una zona de acceso, la cual no debe ser transitada por una persona de servicio durante el funcionamiento de la máquina. Si se detecta en la zona de peligro con ayuda del dispositivo de protección la presencia de un objeto inadmisibles – es decir, por ejemplo, una pierna de una persona de servicio –, se detienen entonces todos los movimientos generadores de peligro. Después de esta detención son necesarias acciones intencionadas para poner en marcha la instalación. Se cuenta entre 10 éstas la reposición manual del dispositivo de protección para preparar el nuevo arranque de la instalación.

Como dispositivo de protección optoelectrónico se utilizan frecuentemente escáneres de láser de seguridad como los que se conocen, por ejemplo, por el documento DE 43 40 756 A1. Un rayo de luz generado por un láser es conducido a un plano de escaneo a través de una unidad de desviación de luz y es reemitido allí por un objeto eventualmente existente. La luz reemitida retorna nuevamente al escáner de láser y es detectada allí por un 15 receptor. La unidad de desviación de luz está configurada en general como pivotable o giratoria, con lo que el rayo de luz generado por el láser barre periódicamente un plano de escaneo generado por el movimiento de pivotamiento o de giro. Si se recibe del plano de escaneo una señal luminosa reemitida por el objeto, se puede deducir entonces de la posición angular de la unidad de desviación la posición angular del objeto en el plano de escaneo. Si, además, se vigila, por ejemplo, el tiempo de propagación de impulsos individuales de luz láser desde la emisión hasta la 20 recepción de una reflexión en el objeto, se puede deducir adicionalmente del tiempo de propagación empleando la velocidad de la luz la distancia del objeto al escáner de láser. Con los datos de ángulo y de distancia se puede calcular el lugar de ubicación de un objeto y, por ejemplo, se pueden vigilar completamente campos de protección bidimensionales dentro del plano de escaneo. Si se encuentra un objeto inadmisibles en el campo de protección, se puede emitir por la unidad de evaluación del escáner una señal de aviso o de detención correspondiente. Las 25 dimensiones de los campos de protección son en general parametrizables. Los escáneres de láser actuales están también en condiciones de conmutar entre campos de protección diferentes que estén definidos en su área de visión, con lo que un escáner de láser puede vigilar varios campos de protección que, por supuesto, pueden estar solamente situados en su área de visión.

Tales dispositivos de protección tienen que trabajar de una manera fiable y, por este motivo, tienen que cumplir con 30 altos requisitos de seguridad, por ejemplo la norma EN13849 para seguridad de máquinas y la norma de aparatos EN61496 para dispositivos de protección actuantes sin contacto (BWS).

Algunas de las zonas así vigiladas, por ejemplo una zona de acceso, son transitadas con mayor frecuencia o incluso regularmente, por ejemplo, por personas de servicio para, por ejemplo, alimentar material a la instalación. La norma de seguridad prescribe entonces que la instalación pueda arrancarse de nuevo automáticamente tan solo cuando se 35 tenga la seguridad de que no puede existir una situación peligrosa ("only if a hazardous situation cannot exist"). Sin embargo, casi nunca se puede asegurar esto por medio de dispositivos de protección automáticos, puesto que éstos no pueden detectar todos los ángulos libres de una instalación que se debe securizar. Así, es siempre posible que una persona ya no viole ciertamente las zonas de protección del dispositivo de protección, pero, no obstante, se encuentre en la zona de peligro de la instalación, por ejemplo debido a trepar por una parte de la instalación u 40 "ocultarse" de otra manera en la máquina. El requisito de la norma de seguridad se cumple entonces haciendo que la instalación arranque manualmente por accionamiento manual de un dispositivo de reposición (pulsador de reseteo) y accionamiento manual subsiguiente de un pulsador de re arranque. Esto es complicado cada vez que se hace.

Se conoce por el documento DE 103 24 628 A1 un sistema de securización para un robot con las características del 45 preámbulo de la reivindicación 1.

Partiendo de este estado de la técnica, el cometido de la invención consiste en proporcionar un dispositivo de protección mejorado y un procedimiento de vigilancia correspondiente con los cuales quede garantizada ciertamente la seguridad, pero se simplifique el nuevo arranque de la instalación.

Este problema se resuelve por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 1 y un 50 procedimiento con las características de la reivindicación 8.

El dispositivo de protección optoelectrónico según la invención sirve para vigilar ópticamente la violación de varias zonas de protección por al menos un objeto y para controlar una instalación que se debe securizar. Presenta al menos una unidad de emisión de luz con la que se emite luz hacia las zonas de protección, una unidad de recepción de luz con la que se recibe luz de emisión reflejada en el objeto y se transforma ésta en señales de recepción 55 eléctricas, y una unidad de evaluación para evaluar las señales de recepción a fin de verificar cuál de las zonas de protección es violada por el objeto (violación de zona de protección) y qué zona de protección ha abandonado el

- 5 objeto (liberación de zona de protección). Según la invención, se ha previsto un controlador para generar y emitir una señal de conmutación que es una señal de liberación para liberar el funcionamiento de la instalación, y que el controlador esté concebido para emitir la señal de liberación únicamente cuando el controlador reconozca una secuencia predeterminada de eventos constituidos por violaciones y liberaciones de las diferentes zonas de protección.
- 10 La ventaja esencial de un dispositivo de protección así configurado es la posibilidad de que la instalación a securizar pueda volver a arrancar automáticamente después de la señal de liberación. El dispositivo de protección detecta las varias zonas de protección y determina en qué secuencia se violan éstas y se liberan nuevamente. Se puede seguir así de manera sencilla un camino de una persona a través de las zonas de protección, concretamente mediante un dispositivo de protección en sí "tonto" que verifica en principio solamente si se ha violado o no una zona de protección. Sin embargo, gracias a la detección adicional de la secuencia según la invención se crea ahora una posibilidad de poder diferenciar las situaciones en la que una persona entra en la instalación y la abandona nuevamente, frente a otras situaciones que albergan potencialmente peligro. Se puede decir entonces con seguridad que la persona que ha entrado en la instalación la ha abandonado también nuevamente y que se cumple la característica de la norma "a hazardous situation cannot exist". Se puede efectuar entonces un nuevo arranque automático. Esto ahorra tiempo, trabajo y, por tanto, costes de producción. Se incrementa la productividad.
- 15 Asimismo, el dispositivo de protección está mejor protegido contra un uso erróneo. Así, un arranque manual de la instalación no es una medida rutinaria más, sino una situación de peligro extraordinaria que, a causa de su peculiaridad, se reconoce entonces también como tal y se trata con más precaución. Esto aumenta aún más la seguridad.
- 20 En estas situaciones especiales, es decir, cuando no se ha respetado la secuencia de los eventos (violaciones de zona de protección – liberaciones de zona de protección), está bloqueado el nuevo arranque automático y la instalación puede arrancarse de nuevo tan solo de manera conocida con un reseteo y re arranque automáticos.
- 25 Para no dejar que se produzcan huecos no vigilados entre las zonas de protección es ventajoso que las zonas de protección sean contiguas una a otra y preferiblemente linden una con otra sin dejar huecos o incluso se solapen al menos parcialmente. Sería posible también un solapamiento completo de las diferentes zonas de protección. Sin embargo, éstas tendrían que ser entonces de tamaño al menos diferente de modo que existan zonas locales que estén inequívocamente asociadas tan solo a una zona de protección.
- 30 En un perfeccionamiento de la invención el dispositivo presenta una salida para una señal de detención, estando concebido el controlador para generar la señal de detención cuando se viola un campo de protección durante el funcionamiento normal de la instalación. Por tanto, el dispositivo de protección no solo sirve para realizar un control seguro de un nuevo arranque, sino que, al igual que hasta ahora, sirve también como dispositivo de protección para la detención de movimientos generadores de peligro.
- 35 En un perfeccionamiento de la invención el controlador presenta un emisor de tiempo de modo que la unidad de evaluación pueda vigilar si tienen lugar eventos consecutivos dentro de determinadas ventanas de tiempo.
- Para vigilar varias zonas de protección, tal como es necesario para la invención, el dispositivo deberá estar construido del modo más sencillo posible. Por este motivo, en un perfeccionamiento de la invención la unidad de emisión de luz presenta solamente un emisor de luz y la unidad de recepción de luz tiene solamente un receptor de luz.
- 40 Para vigilar varias zonas de protección es especialmente adecuado un escáner de láser en el que un rayo de luz de emisión barra las zonas de protección. Así, se puede efectuar la vigilancia con un solo aparato. El escáner de láser podría incluso contener también el controlador. Como alternativa, puede estar previsto también por separado el controlador al cual está conectado el escáner de láser.
- 45 Como se ha mencionado anteriormente, el problema se resuelve también de manera análoga por medio de un procedimiento. Según el procedimiento de la invención, se vigila ópticamente la violación de varias zonas de protección por al menos un objeto y se controla una instalación que se debe securizar. En el procedimiento
- se emite luz de emisión desde una unidad de emisión de luz hacia las zonas de protección,
 - se recibe luz de emisión reflejada en el objeto con una unidad de recepción de luz y se transforma esta luz en señales de recepción eléctricas,
- 50 - se evalúan las señales de recepción por una unidad de evaluación para verificar cuál de las zonas de protección es violada por el objeto (violación de zona de protección) y qué zona de protección ha abandonado el objeto (liberación del campo de protección),
- se genera en un controlador y se emite por éste una señal de conmutación que es una señal de liberación para

liberar el funcionamiento de la instalación, y

- se emite por el controlador la señal de liberación únicamente cuando el controlador reconoce una secuencia predeterminada de eventos constituidos por violaciones y liberaciones de las diferentes zonas de protección.

5 Se explica también seguidamente la invención en cuanto a otras ventajas y características haciendo referencia al dibujo adjunto y ayudándose de ejemplos de realización. Las figuras de los dibujos muestran:

La figura 1, una representación esquemática de una instalación a securizar con un dispositivo de protección según la invención, en vista lateral;

La figura 2, una representación esquemática de la instalación a securizar de la figura 1, en vista en planta; y

10 La figura 3, una representación esquemática del dispositivo de protección optoelectrónico en una forma de realización como escáner de láser.

La instalación 10 a securizar representada en la figura 1 comprende a modo de ejemplo un robot 12 con un brazo de robot 14 que puede mecanizar una pieza de trabajo 16. El robot 12 se encuentra en una cabina de robot 18 en la que no debe estar ningún objeto inadmisibles 20 durante el funcionamiento. En particular, a causa del peligro físico no debe encontrarse ninguna persona de servicio 20 en la cabina 18 del robot.

15 Para impedir esto, las paredes 22 de la cabina 18 del robot consisten en una rejilla o similar. No obstante, tiene que mantenerse libre un acceso 24 para la alimentación y evacuación de material (figura 2). El acceso 24 solamente puede ser transitado por la persona de servicio 20 a través de una zona de acceso 26 para recoger, por ejemplo, la pieza de trabajo 16 terminada de mecanizar y colocar una pieza aún no mecanizada.

20 La zona de acceso 26 está securizada hacia sus lados 26-1 y 26-2 por unas barreras mecánicas 27 tales como vallas. El lado de entrada 26-3 alejado de la cabina 18 del robot está abierto para permitir el acceso. La superficie de la zona de acceso 26 está securizada por un dispositivo de protección optoelectrónico 28 según la invención. Éste vigila ópticamente en un modo vigilancia si la zona de acceso 26 está libre. El dispositivo de protección optoelectrónico 28 está configurado como un escáner de láser de seguridad 30 en este ejemplo de realización.

25 La figura 3 muestra esquemáticamente la constitución de una forma de realización de un escáner de láser de seguridad 30 de esta clase. Los rayos de luz láser 34 generados por una unidad de emisión de luz 32, los cuales consisten en impulsos luminosos individuales, se conducen a través de una unidad de desviación de luz 36 a un plano de escaneo SC que incluye varias zonas de protección SB y se reemiten allí desde el objeto eventualmente existente 20. El plano de escaneo SC abarca todo el ángulo de apertura del escáner 30, con lo que se barre al menos toda la zona de acceso 26. La luz reemitida 38 retorna nuevamente al escáner de láser 30 y es detectada allí
30 por un receptor de luz 42 (o por varios) a través de la unidad de desviación 36 y por medio de una óptica de recepción 40. El receptor de luz 42 convierte las señales ópticas en señales de recepción eléctricas que se conducen a una unidad de evaluación 50 para su procesamiento. La unidad de desviación de luz 36 está configurada generalmente en forma giratoria, haciendo un motor 44 que gire continuamente un espejo giratorio 46. La respectiva posición angular del espejo giratorio 46 es detectada por medio de un codificador 48. Por tanto, los rayos de luz 34 generados por la unidad de emisión de luz 32 barren el plano de escaneo SC generado por el movimiento de rotación en el que se encuentran las zonas de protección SB que se deben vigilar. Si se recibe desde el plano de escaneo SC una señal luminosa reflejada 38 recibida por el receptor de luz 42, se puede deducir de la posición angular de la unidad de desviación 36 la posición angular del objeto en el plano de escaneo SC. Además, se detecta el tiempo de propagación de los distintos impulsos de luz láser de la luz de emisión 34 desde la emisión
40 hasta la recepción de una reflexión en el objeto 20 y se deduce del tiempo de propagación de la luz empleando la velocidad de la luz la distancia del objeto 20 al escáner de láser 30. Se calcula así la posición de la reflexión medida en coordenadas polares.

Esta evaluación se efectúa en la unidad de evaluación 50, que está unida para ello con la unidad de emisión de luz 32, el receptor de luz 42, el motor 44 y el codificador 48. Con los datos de ángulo y de distancia se puede calcular el lugar de ubicación del objeto 20 y se puede vigilar de esta manera completamente la zona o las zonas de protección SB. Las zonas de protección SB están definidas en sus dimensiones por unos parámetros correspondientes que están archivados dentro de la unidad de evaluación 50 en una memoria 52. Si en una de las zonas de protección SB se encuentra un objeto inadmisibles 20, se puede emitir por la unidad de evaluación 50 una señal de detección de objeto correspondiente y se puede emitir así, en último término, una señal de seguridad en una salida 54 del escáner
50 de láser 30 para provocar, por ejemplo, una detención de la instalación 10 o bien transponer ésta al menos a un estado no peligroso.

Todos los componentes funcionales citados del escáner de láser de seguridad 30 están dispuestos en una carcasa 58 que presenta al menos en la zona de las salidas de luz y las entradas de luz un cristal frontal 60 colocado oblicuamente para evitar reflexiones directas hacia el receptor.

Por tanto, si la persona entra en la zona de acceso 26 durante la mecanización de la pieza de trabajo 16 por el robot 12, esto es reconocido por el dispositivo de protección 28 y éste puede emitir eventualmente una señal de conmutación y provocar una detención del robot 12 o al menos una reducción de marcha de la instalación 10 hasta un estado no peligroso. Si la persona 20 ha abandonado nuevamente la zona de acceso vigilada 26, se puede volver a arrancar la instalación 10.

Cuando la persona 20 tiene que entrar en la instalación para, por ejemplo, extraer o colocar la pieza de trabajo 16, se ha previsto según la invención que la instalación 10 arranque de nuevo espontáneamente, es decir, de forma automática. Para tener en este caso la seguridad de que la persona 20 ha abandonado la zona de acceso 26 hacia fuera y, por ejemplo, no ha abandonado la zona de acceso 26 hacia dentro por entrada en la cabina 18 del robot, el dispositivo de protección optoelectrónico 28 según la invención está concebido de una manera especial, lo que se describe seguidamente en particular con referencia a la figura 3.

La zona de acceso 26 es detectada de manera sustancialmente completa, es decir, en toda su superficie, por la zona de escaneo del escáner de láser 30. La zona de acceso 26 así detectada se divide en varias zonas de acceso, en este ejemplo cuatro zonas de acceso SB1 a SB4 que lindan una con otra. Las zonas de acceso SB1 a SB4 están alineadas una tras otra desde el lado de entrada 26-3 hasta el acceso 24. Por tanto, durante el acceso a la instalación 10 la persona 20 violaría primero la primera zona de protección SB1, luego la SB2, después la SB3 y finalmente la SB4 (violaciones de zona de protección). Si la persona 20 abandona de nuevo correctamente la instalación 10, esta persona sale primero de la zona de protección SB4 (liberación de zona de protección) y luego de SB3 y SB2, y finalmente se libera la zona de protección SB1.

El dispositivo de protección 28 presenta un controlador 56 que detecta y evalúa esta secuencia de eventos, es decir, la secuencia de violaciones de zona de protección y liberaciones de zona de protección. Si la secuencia detectada corresponde a una secuencia predeterminada, es decir, por ejemplo, las violaciones de zona de protección anteriormente citadas de SB1 – SB2 – SB3 – SB4 y luego las liberaciones de zona de protección de SB4 – SB3 – SB2 – SB1, el controlador 56 genera entonces una señal de conmutación que es una señal de liberación para liberar el funcionamiento de la instalación. Esta señal de liberación es entregada a la instalación.

El controlador 56 puede estar integrado en el dispositivo de protección optoelectrónico 28, tal como se representa en la figura 3. El controlador 56 puede estar previsto también por separado del dispositivo de protección 28. El controlador 56 recibe del dispositivo de protección una información referente a qué zona de protección se viola y cuál se deja libre. El controlador sabe entonces qué zonas de protección están libres y cuáles se han dejado libres y cuáles se violan.

Las secuencias predeterminadas no tienen que corresponder a las descritas anteriormente a modo de ejemplo. Sin embargo, la secuencia descrita es la más sencilla y, en caso de acceso de una persona por una zona de acceso, tal como en la figura 2, es una secuencia que tiene lugar lógicamente y que se puede describir de una manera sencilla.

Convenientemente, las zonas de protección lindan una con otra sin dejar huecos entre ellas, con lo que no existen huecos entre SB1 y SB2, entre SB2 y SB3 y entre SB3 y SB4. Las zonas de protección SB1 a SB4 pueden también solaparse.

Además, el escáner de láser 30 no tiene que poder ver en todo momento todas las zonas de protección SB1 a SB4. Cuando el escáner de láser 30 está dispuesto en el acceso 26 como en la figura 3, se tiene que, en presencia de una violación de la zona de protección SB4, las zonas de protección SB1 a SB3 están eventualmente en sombra. Sin embargo, esto carece de importancia, puesto que SB1 tiene que ser siempre la primera en ser violada y la liberación de la zona de protección SB1 se produce siempre en último lugar (en este ejemplo de realización). Por este motivo, se pueden parametrizar también las zonas de protección en el escáner de láser de modo que se solapen completamente. Así, otra primera zona de protección puede tener las dimensiones de SB1+SB2+SB3+SB4, otra segunda zona de protección puede tener las dimensiones SB2+SB3+SB4, otra tercera zona de protección puede tener las dimensiones de SB3+SB4 y la cuarta zona de protección permanece igual. Con estas otras cuatro zonas de protección se podría reconocer la misma secuencia de eventos que en el ejemplo de realización anterior.

Convenientemente, el controlador 56 presenta un emisor de tiempo no representado para poder vigilar que los eventos de la secuencia tengan lugar también en un intervalo de tiempo tolerable para asignar con seguridad la secuencia de los eventos del modo más unívoco posible a determinados procesos reales.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de protección optoelectrónico para vigilar ópticamente la violación de varias zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) por al menos un objeto (20) y para controlar una instalación (10) a securizar, que comprende
- 5 - una unidad de emisión de luz (32) con la que se emite luz de emisión (34) hacia las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4),
- una unidad de recepción de luz (42) con la cual se recibe luz de emisión reflejada en el objeto (20) (luz de recepción 38) y se transforma esta luz en señales de recepción eléctricas,
- 10 - una unidad de evaluación (50) para evaluar las señales de recepción a fin de verificar cuál de las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) es violada por el objeto (20), en lo que sigue denominado violación de zona de protección, y qué zona de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) ha abandonado el objeto (20), en lo que sigue denominado liberación de zona de protección, y
- un controlador (56) para generar y emitir una señal de conmutación que es una señal de liberación para liberar el funcionamiento de la instalación,
- 15 **caracterizado** por que el controlador (56) está concebido para emitir la señal de liberación únicamente cuando el controlador (56) reconoce una secuencia predeterminada de eventos, consistiendo los eventos en violaciones y liberaciones de las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) y siendo cada evento una violación de zona de protección o una liberación de zona de protección.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) lindan uno con otro sin dejar hueco entre ellos.
- 20 3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) se solapan al menos parcialmente.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el dispositivo presenta una salida (54) para una señal de detención, estando concebido el controlador para generar la señal de detención cuando se ha violado una zona de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) y no se ha recorrido la secuencia predeterminada.
- 25 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el controlador (56) presenta un emisor de tiempo de modo que la unidad de evaluación pueda vigilar si se producen eventos consecutivos dentro de ventanas de tiempo determinadas.
- 30 6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la unidad de emisión de luz (32) presenta solamente un emisor de luz y la unidad de recepción de luz (42) tiene solamente un receptor de luz.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el dispositivo presenta un escáner de láser (30) cuya luz de emisión barre las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4).
- 35 8. Procedimiento para vigilar ópticamente la violación de varias zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) por al menos un objeto (20) y para controlar una instalación (10) a securizar, en el que
- se emite luz de emisión (34) desde una unidad de emisión de luz (32) hacia las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4),
- se recibe luz de emisión (38) reflejada en el objeto (20) con una unidad de recepción de luz (42) y se convierte dicha luz en señales de recepción eléctricas,
- 40 - se evalúan las señales de recepción por una unidad de evaluación (50) para verificar cuál de las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) es violada por el objeto (20), en lo que sigue denominado violación de zona de protección, y qué zona de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) ha abandonado el objeto (20), en lo que sigue denominado liberación de zona de protección,
- 45 - generándose en un controlador (56) y emitiéndose por éste una señal de conmutación que es una señal de liberación para liberar el funcionamiento de la instalación, y
- se emite la señal de liberación por el controlador (56) únicamente cuando el controlador (56) reconoce una secuencia predeterminada de eventos, consistiendo los eventos en violaciones y liberaciones de las zonas de protección (SB1, SB2, SB3, SB4) y siendo cada evento una violación de zona de protección o una liberación de zona de protección.

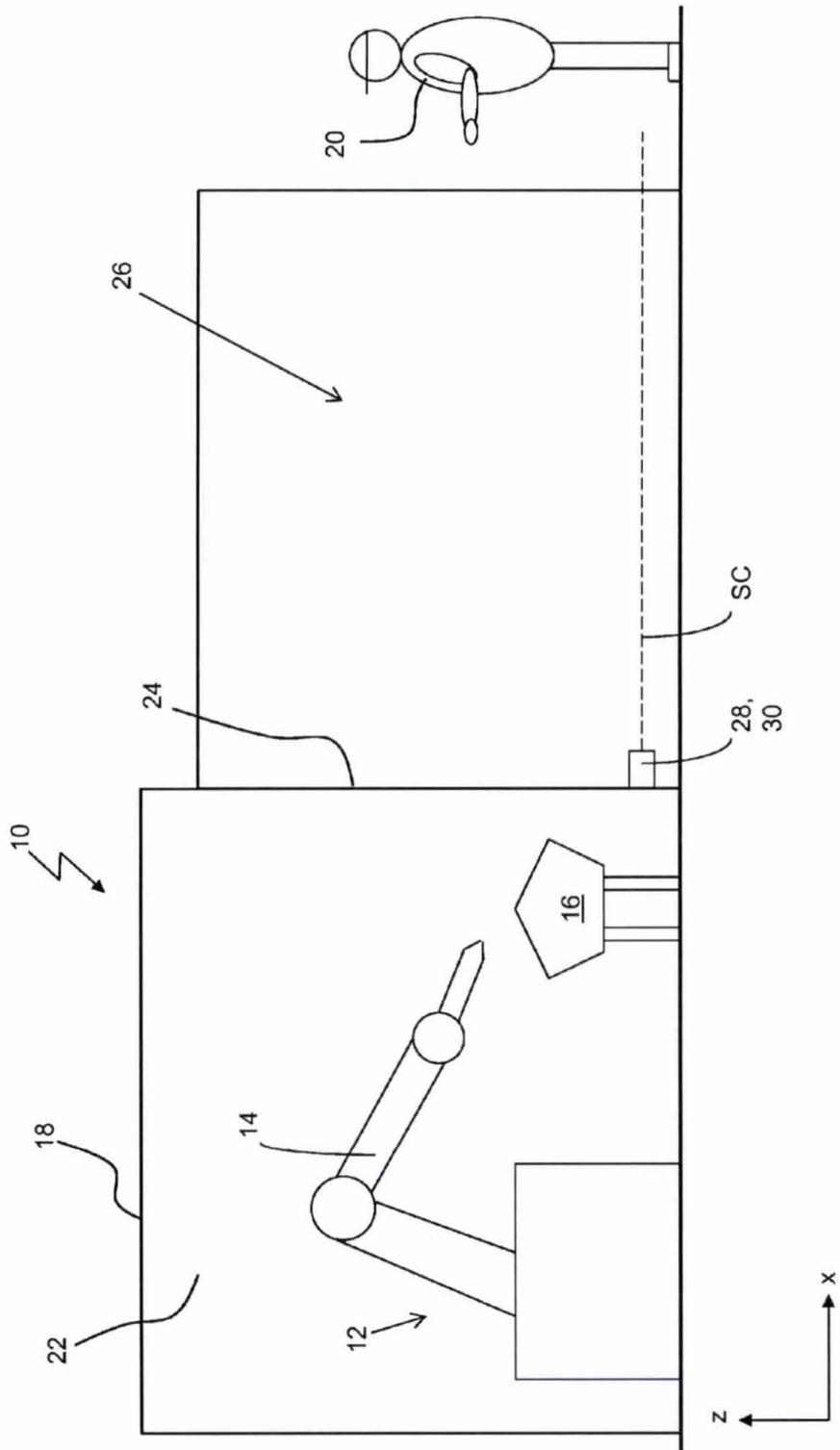


Fig. 1

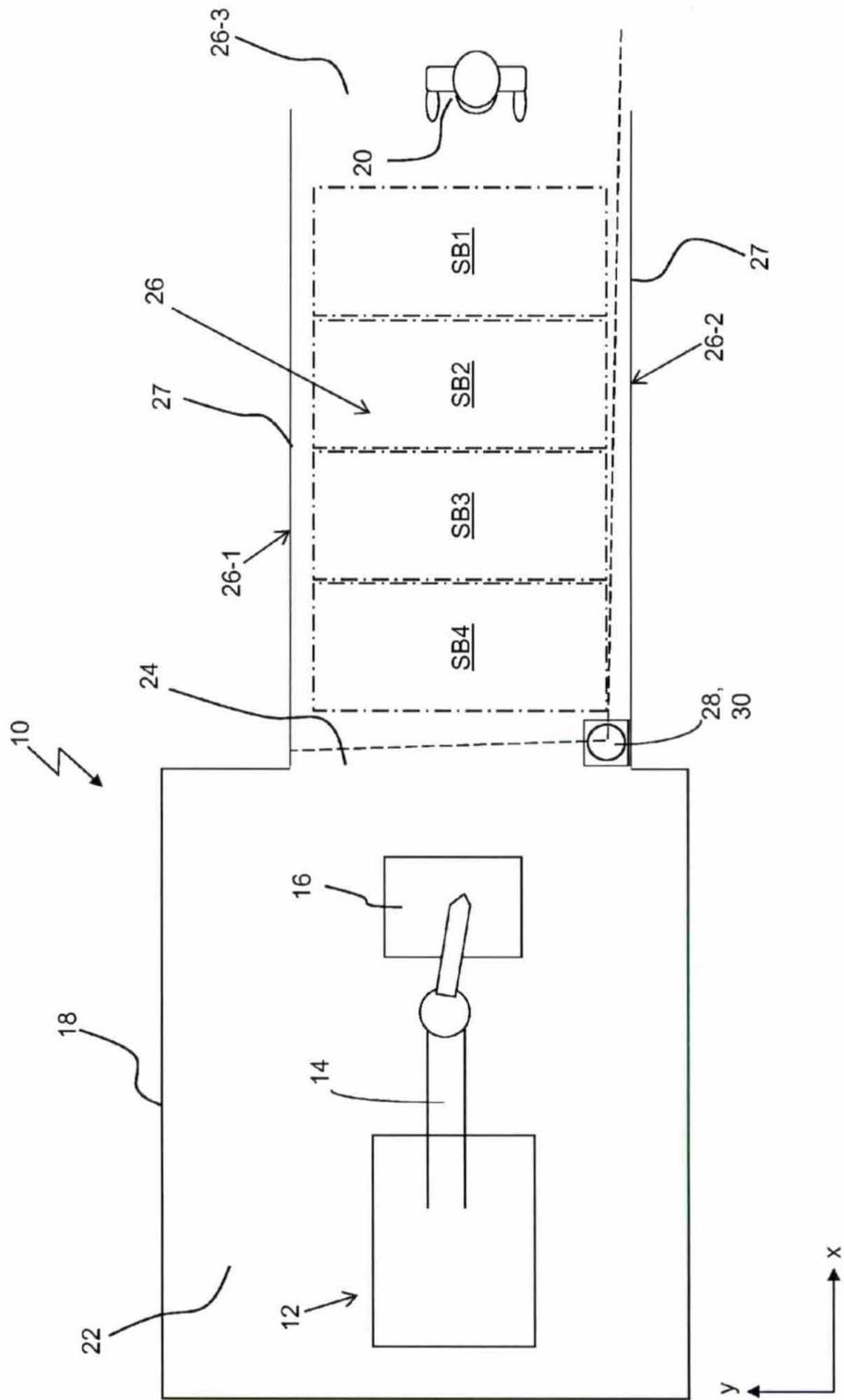


Fig. 2

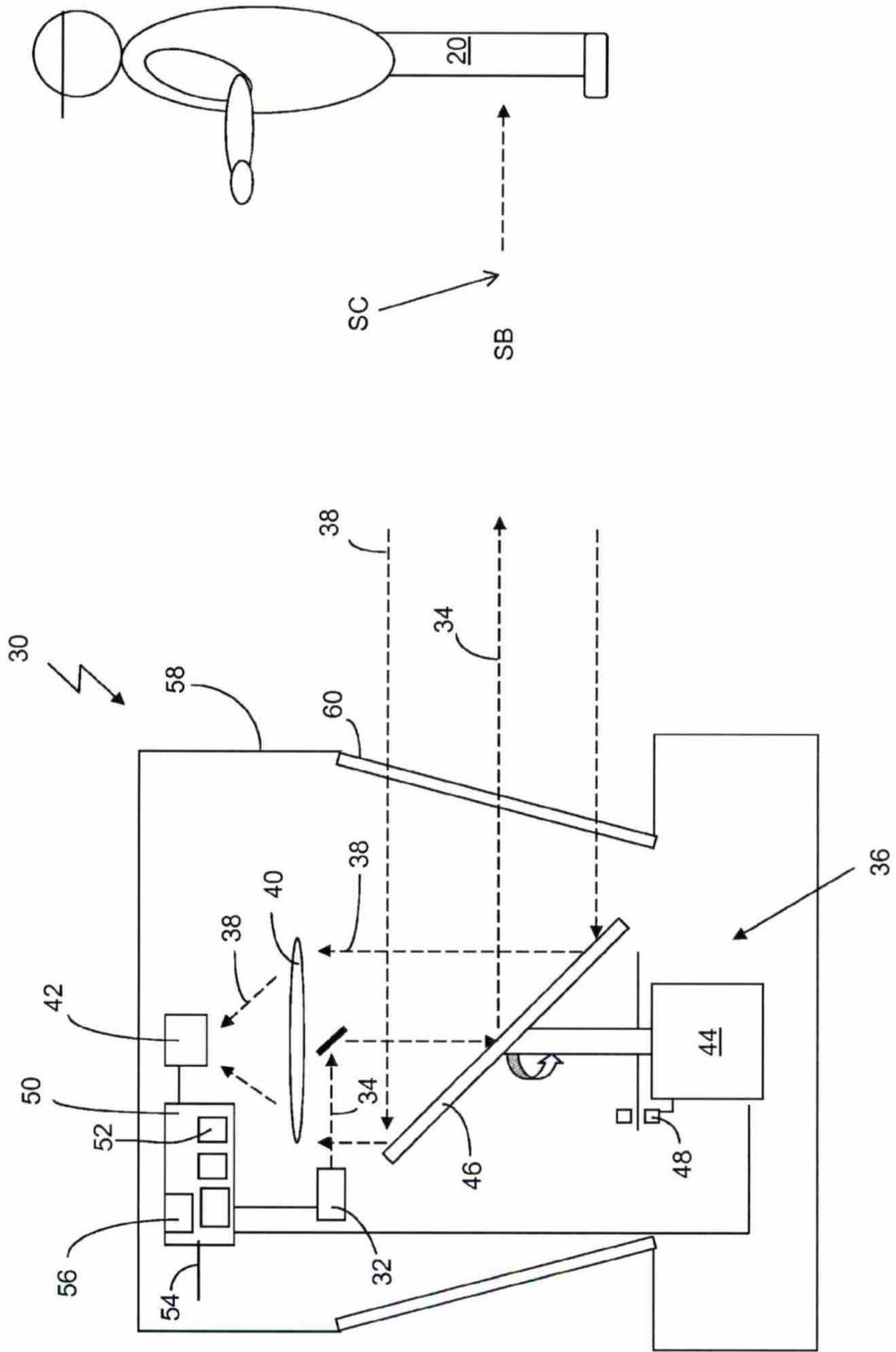


Fig. 3