

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 884 035**

51 Int. Cl.:

**G01S 17/86** (2010.01)

**G01S 17/931** (2010.01)

**G01S 17/42** (2006.01)

**G01P 3/56** (2006.01)

**G01P 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2020 E 20167638 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 3736607**

54 Título: **Protección del entorno de un vehículo**

30 Prioridad:

**06.05.2019 DE 102019111642**

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

**10.12.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MISSBACH, THOMAS;  
RIST, JONAS y  
MATT, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 884 035 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**

Protección del entorno de un vehículo

5 La invención se refiere a un sistema de seguridad, y a un procedimiento para proteger el entorno de un vehículo según el preámbulo de la reivindicación 1 o 13.

10 Para evitar accidentes se utilizan sensores optoelectrónicos, que monitorizan el entorno de un vehículo. Un gran campo de aplicación para ello son sistemas de transporte sin conductor, por ejemplo, en la logística. El sensor detecta, si los objetos cruzan la calzada, para frenar o desviar el vehículo a tiempo, si existe una amenaza de una colisión con una persona.

15 Un sensor especialmente adecuado es un escáner láser. En este, un haz luminoso generado por un láser, con ayuda de una unidad de desviación explora periódicamente un sector del entorno. La luz se remite en objetos situados allí y se evalúa en el escáner láser. De la posición angular de la unidad de desviación se deduce la posición angular del objeto y el tiempo de tránsito de la luz empleando la velocidad de la luz adicionalmente a la distancia del objeto respecto al escáner láser. Con los datos de ángulo y de distancia se detecta el lugar de un objeto en la región de vigilancia en coordenadas polares bidimensionales.

20 Los sensores utilizados en la tecnología de la seguridad deben trabajar con una seguridad funcional especial, y por lo tanto, deben cumplir con requisitos de seguridad altos, por ejemplo la norma EN13849 para seguridad de las máquinas y la norma sobre aparatos EN61496 para equipos de protección que funcionan sin contacto (BWS, por sus siglas en alemán). Para cumplir con estas normas de seguridad han de tomarse una serie de medidas, como la evaluación electrónica segura mediante electrónica con redundancia múltiple, monitorización funcional o monitorización de la

25 sujeción de componentes ópticos, en particular una luna delantera.

Un escáner láser, que cumple con estos requisitos, se denomina escáner láser de seguridad y se conoce, por ejemplo, por el documento DE 43 40 756 A1. A este respecto, se monitoriza un campo de protección, en el que no debe encontrarse ningún objeto, o en el caso de una evaluación más compleja, ningún objeto inesperado. En el caso de una incursión no permitida en el campo de protección se inicia una medida de protección. Con frecuencia delante de los campos de protección están dispuestos campos de aviso, donde las incursiones llevan inicialmente solo a un aviso, para impedir la incursión de campo de protección y con ello la protección con más antelación y con ello la disponibilidad del vehículo y de la instalación circundante.

30

35 Dado que en la protección de un vehículo el peligro de colisión depende de la velocidad, algunos escáneres láser de seguridad conocidos ofrecen la posibilidad de modificar o conmutar las geometrías de campo de protección. Además permiten la conexión de codificadores rotatorios o codificadores, que miden el movimiento giratorio de las ruedas y con ello la posición o velocidad del vehículo. De este modo los campos de protección pueden adaptarse a la velocidad de vehículo, para garantizar que el tránsito de frenado en caso de una infracción de campo de protección siga siendo suficiente. Esto permite un comportamiento de vehículo más dinámico y una utilización más eficiente de los vehículos.

40

No obstante, la velocidad del vehículo se convierte en un valor de medición relevante para la seguridad y debe detectarse con una fiabilidad apropiada para el nivel de seguridad exigido en el sentido de las normas correspondientes, por ejemplo un nivel de rendimiento. Una exigencia concebible es la seguridad a prueba de fallos, lo que significa que la determinación de velocidad cuando aparece un fallo casual sigue funcionando de manera fiable o identifica el error y procura que el vehículo pase a un estado seguro.

45

Esta seguridad puede conseguirse, al detectarse la velocidad a partir de dos fuentes. En una variante las señales de velocidad no seguras de un codificador rotatorio conectado se combinan con una determinación de velocidad óptica a partir de los valores de medición de distancia del escáner láser de seguridad variables a lo largo del tiempo. El problema en este sentido es que para ello debe estar presente un objeto adecuado, inmóvil en el alcance visual, como una pared estacionaria, cuyo movimiento relativo hacia el vehículo se convierte en una velocidad. Por lo tanto hay demasiados escenarios, en los cuales la determinación de velocidad óptica no es suficientemente fiable o ni siquiera tiene lugar. Entre estos figuran entornos con invarianza traslacional, como el desplazamiento a través de amplias superficies libres o un largo pasillo con paredes laterales lisas, entornos con invarianza rotacional orientados a la práctica y grandes objetos en movimiento en el campo visual, como otros vehículos, cuya velocidad no conoce el escáner láser de seguridad y que se suponen erróneamente como en reposo o están ocultos por objetos en reposo adecuados en sí para determinar la velocidad.

50

55

60 En otra variante se utilizan dos codificadores rotatorios independientes, que transfieren ambos sus señales al escáner láser de seguridad, en donde entonces la diferencia de las velocidades medidas debe situarse dentro de una tolerancia predeterminada. En este caso, mediante la redundancia se produce la seguridad a prueba de fallos necesaria. Una desventaja esencial de esto son los costes y el espacio constructivo exigido por el segundo codificador rotatorio, que adicionalmente al primer codificador rotatorio debe conectarse eléctrica y mecánicamente al sistema de accionamiento, lo que especialmente en vehículos pequeños supone dificultades constructivas. También en el escáner láser de seguridad son necesarios dos terminales de entrada adicionales para la transmisión segura, en dos canales

65

de las señales del segundo codificador rotatorio. Incluso cuando esto se asume, de este modo pueden detectarse errores, que han de atribuirse a la superación de umbrales de tolerancia del valor diferencial especificados, incluyendo la avería de uno de los codificadores rotatorios. Sin embargo quedan casos de error no detectables, en particular cuando ambos codificadores rotatorios arrojan el valor cero.

5 Por el documento EP 2 302 416 A1 se conoce una protección de vehículo mediante escáneres láser de seguridad con campos de protección modificados en función de la velocidad. Allí, la seguridad de la detección de velocidad se alcanza porque el escáner láser de seguridad adicionalmente a las señales de un codificador rotatorio también obtiene señales de velocidad teórica del control de vehículo y se compara con estas. La velocidad teórica sin embargo no siempre es un valor comparativo fiable, y además, deben crearse interfaces adecuadas en el control de vehículo, para las que normalmente ni siquiera existe un acceso para esta clase de ampliación de funciones.

15 El documento US 2015/0294453 A1 divulga un dispositivo de evaluación de imágenes de un vehículo. Para detectar correctamente las delimitaciones de calzada, se programa un punto de fuga de la imagen de cámara. Para ello el sistema desearía saber si el vehículo se mueve por la calzada o si las ruedas se giran únicamente en un banco de ensayo. Para este fin se hace plausible un valor de aceleración integrado de un sensor de aceleración con un valor de velocidad derivado de un sensor de velocidad de rueda valor de velocidad.

20 El documento DE 10 2016 106 294 A1 desvela una estimación de velocidad de vehículo con seguridad operacional mediante la fusión de datos de 6-FOD-IMU, GPS y radar. A partir de los datos de los sensores mencionados se alimenta un sistema de estimación de velocidad secundaria, que entra en acción, cuando el sistema de estimación de velocidad primario basado en sensores cinemáticos ha detectado un fallo en un proceso de decisión con seguridad intrínseca.

25 El documento US 2007/0173984 A1 se ocupa de un dispositivo de determinación de detención para un vehículo. La determinación de velocidad, en el caso de velocidades muy lentas no se considera lo suficientemente fiable. La detención se identifica entonces mediante un sensor de aceleración porque debido al breve movimiento de vaivén del vehículo la aceleración experimenta un cambio de signo.

30 El documento US 8 072 581 B1 se refiere a un sistema lidar de instantáneas con región de iluminación variable.

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de hacer posible una detección de velocidad segura sin las desventajas mencionadas.

35 Este objetivo se resuelve mediante un sistema de seguridad y un procedimiento para proteger el entorno de un vehículo según la reivindicación 1 o 13. El vehículo es en particular un vehículo sin conductor, (AGV, *Automated Guided Vehicle* vehículo de guiado automático, o AGC, *Automated Guided Container*, contenedor de guiado automático). El entorno del vehículo se monitoriza ópticamente con un sensor de seguridad. Los términos seguridad y seguro a lo largo de toda la memoria significan una seguridad a prueba de fallos o descubrimiento de fallos en el sentido de las normas correspondientes. Una entrada del sistema de seguridad obtiene una señal de un primer sensor cinemático, con lo cual puede determinarse un primer valor de velocidad para la velocidad del vehículo monitorizado. El primer sensor cinemático facilita para ello ya una señal de velocidad o como alternativa una señal, a partir de la cual pueda determinarse la velocidad, como una posición o un trayecto tránsito.

45 Una unidad de control y de evaluación detecta a partir de los datos de sensor del sensor de seguridad objetos en el entorno y evalúa, si uno de los objetos detectados representa un peligro. Ante la amenaza de un peligro se realiza una reacción dirigida a la seguridad preferentemente a través del control de vehículo, por ejemplo un frenado de emergencia, una desviación o una reducción de la velocidad. Esta evaluación de peligros se realiza considerando la velocidad del vehículo. Por ejemplo, debe frenarse para un objeto alejado en la calzada a alta velocidad, en cambio no en caso de velocidad reducida, sino no hasta un momento posterior, cuando se convierte en un objeto cercano en la calzada. La unidad de control y de evaluación está integrada en el sensor de seguridad en función de la forma de realización, está implementada en un control de seguridad conectado al sensor de seguridad, o distintas funciones parciales están distribuidas en ambos componentes.

55 La invención parte de la idea básica de utilizar adicionalmente una unidad de medición inercial (IMU, *Inertial measurement unit*, sensor inercial), para comprobar con su información de movimiento la medición de la velocidad vehículo mediante el primer sensor cinemático. Al hacer plausible el primer valor de velocidad del primer sensor cinemático con la información de movimiento de la unidad de medición inercial la velocidad detectada es ahora segura. A este respecto queda claro que no es posible ninguna comparación directa de los diferentes parámetros físicos, la unidad de medición inercial mide fundamentalmente la aceleración y no la velocidad. Sin embargo, a partir del primer valor de velocidad o su historia podría derivarse perfectamente una expectativa para la aceleración o a la inversa, a partir de la aceleración puede derivarse una expectativa para la velocidad. El descubrimiento de un error en la determinación de velocidad produce una reacción dirigida a la velocidad, que puede estar asociada a una indicación de la causa. Como alternativa, en una determinación de velocidad que ya no es fiable se trabaja suponiendo el peor de los escenarios, como una velocidad de vehículo máxima.

Para la evaluación de peligros se utiliza preferentemente el primer valor de velocidad del primer sensor cinemático, la información de movimiento es entonces solo un valor auxiliar, para que la detección de velocidad sea segura. No obstante, también es concebible integrar aceleraciones por ejemplo, y por consiguiente, también mediante la unidad de medición inercial determinar la velocidad y emplear este valor de la evaluación adicional, o calcular las informaciones de velocidad de ambas fuentes entre sí.

La invención tiene la ventaja de que la velocidad también se detecta de manera segura en los escenarios nada favorables descritos en la introducción. Dos codificadores rotatorios redundantes o una comunicación con el control de vehículo para una información de velocidad adicional ya no son necesarios. Si tales fuentes sí que se utilizan, se alcanza con ello un nivel de seguridad aún más alto. Pueden identificarse numerosos escenarios de error, por ejemplo también una rueda bloqueada o parcialmente bloqueada.

La unidad de control y de evaluación está configurada preferentemente para a partir de los datos de sensor del sensor de seguridad mediante estimación de velocidad óptica determinar un segundo valor de velocidad para la velocidad del vehículo. Una segunda medición de velocidad aumenta el nivel de seguridad. Para una estimación de velocidad óptica son concebibles distintos procedimientos, como flujo óptico, procedimientos SLAM para la navegación y con autolocalización repetida o medición óptica de la distancia con respecto a objetos del entorno y evaluación de la modificación de la distancia con hacia los objetos estacionarios a lo largo del tiempo. El segundo valor de velocidad se detecta a este respecto puramente basándose en evaluaciones, sin sistemas de sensor y conexiones adicionales.

El sistema de seguridad presenta preferentemente una segunda entrada, que puede conectarse para determinar un segundo valor de velocidad para la velocidad del vehículo con un segundo sensor cinemático. En esta forma de realización, en lugar de una estimación de velocidad óptica se utiliza un sensor adicional. En principio podían combinarse también dos sensores cinemáticos con una estimación de velocidad óptica y una unidad de medición inercial. Sin embargo, para niveles de seguridad habituales no son necesarias tantas fuentes, y con ello el gasto para ello generalmente no está justificado.

El primer sensor cinemático es preferentemente un codificador rotatorio, que está conectado al menos indirectamente con un eje de vehículo del vehículo, al igual que el segundo sensor cinemático, siempre que esté presente. La información de trayecto o de velocidad se deduce, por consiguiente del giro de las ruedas del vehículo.

La unidad de control y de evaluación está configurada preferentemente para comparar el primer valor de velocidad y el segundo valor de velocidad y/o el segundo valor de velocidad y la información de movimiento entre sí. En función de la estimación de velocidad óptica o del segundo sensor cinemático se facilita un segundo valor de velocidad. Estos dos valores de velocidad se comparan ahora entre sí, por ejemplo si su diferencia se sitúa en un intervalo de tolerancia, o con la información de movimiento de la unidad de medición inercial.

La unidad de control y de evaluación está configurada preferentemente para determinar la velocidad del vehículo con ayuda del primer sensor cinemático, de una estimación de velocidad óptica a partir de los datos de sensor del sensor de seguridad y de la información de movimiento de la unidad de medición inercial de manera segura. Esto reúne de nuevo las características ya mencionadas. En esta forma de realización se crea una redundancia múltiple triple compuesta por sensor cinemático, unidad de medición inercial y estimación de velocidad óptica. A este respecto se ahorran costes al renunciar a un serie de codificadores en el vehículo.

La unidad de control y de evaluación está configurada preferentemente para determinar la velocidad del vehículo con ayuda del primer sensor cinemático, del segundo sensor cinemático y de la información de movimiento de la unidad de medición inercial de manera segura. Esto es una forma de realización alternativa con el resumen de las características ya mencionadas. A este respecto hay una detección redundante con dos sensores cinemáticos y una comprobación con redundancia múltiple adicional mediante la unidad de medición inercial.

La unidad de control y de evaluación está configurada preferentemente para comprobar en el caso de un valor de detención del primer valor de velocidad y del segundo valor de velocidad si la información de movimiento es compatible con una detención del vehículo. Una detención supuesta erróneamente es una situación especialmente crítica. Cuando el primer y el segundo valor de velocidad indican una detención, en particular ambos sensores cinemáticos emiten el valor cero con una cierta tolerancia, entonces la información de movimiento de la unidad de medición inercial debe ser compatible con una detención del vehículo.

La información de movimiento no debe indicar preferentemente ningún movimiento, cuando los valores de detención se presentan a lo largo de un intervalo de tiempo, y/o muestran una aceleración de frenado adecuada, cuando el primer valor de velocidad y segundo valor de velocidad descienden a los valores de detención. Por consiguiente, para la monitorización de detención se diferencian otros dos casos especiales. Por un lado, ambos valores de velocidad pueden indicar una detención durante un tiempo determinado. Entonces el vehículo deben encontrarse en reposo, y por consiguiente, la unidad de medición inercial tampoco debe medir ninguna aceleración. Por otro lado los valores de velocidad también descienden al valor de detención. Entonces, de la unidad de medición inercial se espera la medición de una aceleración, que corresponde a un frenado de la velocidad medida en último lugar. Si la expectativa respectiva en la medición de la unidad de medición inercial no se cumple, entonces se identifica un error.

- La unidad de medición inercial y/o la unidad de control y de evaluación está integrada preferentemente en el sensor de seguridad. Una unidad de medición inercial en el sensor de seguridad tiene la ventaja de que para ello no es necesario ningún tipo de conexión, a diferencia de en un sensor cinemático, que monitoriza ejes de automóvil. La
- 5 unidad de medición inercial se encuentra por tanto también en el entorno seguro del sensor de seguridad, de modo que esta funcionalidad relevante para la seguridad está encapsulada desde fuera. Por motivos similares es ventajoso alojar la unidad de control y de evaluación en el sensor de seguridad. Sin embargo, al menos una parte de esta, puede estar implementada en un control de seguridad conectado al sensor de seguridad.
- 10 El sensor de seguridad está configurado preferentemente como escáner láser de seguridad con un emisor de luz para emitir un haz luminoso, una unidad de desviación giratoria para la desviación periódica del haz luminoso hacia el entorno, una unidad de medición angular está configurada para determinar una posición angular de la unidad de
- 15 desviación y un receptor de luz está configurado para generar una señal de recepción a partir del haz luminoso remitido o reflejado por objetos en el entorno, en donde la unidad de control y de evaluación con ayuda de la señal de recepción determina un tiempo de tránsito de la luz hacia los objetos palpados con el haz luminoso en cada caso y en particular para evaluar si se realiza o no una protección del vehículo, al menos monitoriza las posibles incursiones de objeto en un campo de protección ajustado en función de la velocidad. La unidad de desviación puede ser, según la forma de
- 20 construcción, un espejo giratorio o una cabeza de exploración giratoria, en la que están alojados emisor de luz y/o receptor de luz. En el caso de un ladeo adicional de la unidad de desviación o varios haces de exploración distanciados en elevación, el entorno monitorizado se amplía desde un plano a una región especial tridimensional. Siempre y cuando una parte de la unidad de control y de evaluación se haya recolocado en un control de seguridad conectado, preferentemente al menos la medición de tiempo de tránsito de luz o también incluso la evaluación de campo de
- 25 protección se realiza en el escáner láser de seguridad. El control de seguridad se ocupa por ejemplo de la detección de velocidad segura y conmutación de los campos de protección.
- El procedimiento de acuerdo con la invención puede perfeccionarse de manera similar y muestra a este respecto ventajas similares. Las ventajas mencionadas de este tipo están descritas a modo de ejemplo, pero de manera concluyente, en las reivindicaciones dependientes que se añaden a las reivindicaciones independientes.
- 30 La invención se explica a continuación con mayor detalle también en lo que se refiere a otras características y ventajas a modo de ejemplo mediante formas de realización y haciendo referencia al dibujo que acompaña. Las ilustraciones del dibujo muestran en:
- 35 figura 1 una representación seccionada esquemática de un escáner láser de seguridad con una unidad de medición inercial;
- figura 2 una representación esquemática de un vehículo protegido con un sensor de seguridad optoelectrónico y determinación de velocidad segura mediante un codificador rotatorio y estimación de velocidad óptica;
- figura 3 una representación esquemática de un vehículo similar a la figura 2, aunque con determinación de velocidad mediante dos codificadores rotatorios;
- 40 figura 4 una representación esquemática de un vehículo similar a la figura 2, aunque con al menos una parte de las evaluaciones en un control de seguridad; y
- figura 5 una representación esquemática de un vehículo similar a la figura 3, aunque con al menos una parte de las evaluaciones en un control de seguridad.
- 45 La figura 1 muestra una representación seccionada esquemática mediante un escáner láser de seguridad 10, que puede utilizarse para proteger un vehículo, tal como se explica a continuación con referencia a las figuras 2 a 5.
- En el escáner láser de seguridad 10, un emisor de luz 12, por ejemplo con una fuente de luz láser en el rango espectral de infrarrojos u otro, con ayuda de una óptica de emisión 14 genera un haz luminoso de emisión 16, que se desvía en
- 50 una unidad de desviación 18 hacia una región de monitorización 20. Si el haz luminoso de emisión 16 en la región de monitorización 20 incide sobre un objeto, entonces la luz remitida 22 retorna de nuevo al escáner láser de seguridad 10 y allí, a través de la unidad de desviación 18 y mediante una óptica de recepción 24 se detecta por un emisor de luz 26, por ejemplo un fotodiodo o un APD (fotodiodo de avalancha).
- 55 La unidad de desviación 18 en esta forma de realización está diseñada como espejo giratorio y rota continuamente mediante el accionamiento de un motor 28. Como alternativa, una cabeza medidora rota junto con el emisor de luz 12 y receptor de luz 26. La posición angular respectiva del motor 28 o de la unidad de desviación 18 se detecta a través de una unidad de medición angular 30, en este caso a modo de ejemplo en forma de un codificador de disco giratoria y una barrera óptica de horquilla.
- 60 El haz luminoso de emisión 16 generado por el emisor de luz 12 explora por consiguiente la región de monitorización 20 generada mediante el movimiento de rotación. El diseño de óptica de emisión 14 y óptica de recepción 24 puede variar, por ejemplo a través de un espejo formador de haces como unidad de desviación, otra disposición de las lentes o lentes adicionales. En particular se conocen escáneres láser también en una disposición de autocolimación. En la
- 65 forma de realización representada emisor de luz 12 y receptor de luz 26 están alojados en una tarjeta conductora 32

común. También esto es solo un ejemplo, ya que pueden estar previstas tarjetas conductoras propias, así como otras disposiciones, por ejemplo, con un desfase de altura recíproco.

Si ahora se recibe luz 22 remitida mediante el receptor de luz 26 desde la región de monitorización 20, entonces a partir de la posición angular de la unidad de desviación 18 medida por la unidad de medición angular 30 se deduce la posición angular del objeto en la región de monitorización 20. Adicionalmente, preferentemente se averigua el tiempo de tránsito de la luz desde la emisión de una señal de luz hasta su recepción tras la reflexión en el objeto en la región de monitorización 20, por ejemplo con un procedimiento de pulsos o de fases, y empleando la velocidad de la luz se deduce la distancia del objeto respecto al escáner láser de seguridad 10.

Esta evaluación se realiza en una unidad de evaluación 34, que está conectada para ello con el emisor de luz 12, el receptor de luz 26, el motor 28 y la unidad de medición angular 30. Por consiguiente, a través del ángulo y de la distancia están disponibles coordenadas polares bidimensionales de todos los objetos en la región de monitorización 20. La unidad de evaluación 34 comprueba si un objeto no permitido penetra en al menos un campo de protección fijado dentro de la región de monitorización 20. Si es este el caso, a través de una salida de seguridad 36 (OSSD, *Output Signal Switching Device*) se emite una señal de protección. El escáner láser de seguridad 10 está configurado mediante medidas en correspondencia con las normas mencionadas en la introducción.

En el escáner láser de seguridad 10 está alojada además una unidad de medición inercial 38. A este respecto, puede tratarse, por ejemplo, de un elemento MEMS integrado. La unidad de medición inercial 38 determina la aceleración preferentemente en todas las tres direcciones espaciales y la velocidad angular alrededor de los tres ángulos. En la posición de montaje conocida, del escáner láser de seguridad 10 en un vehículo, en principio son suficientes también menos grados de libertad, por ejemplo para medir la aceleración solo hacia adelante en la dirección de la marcha.

El escáner láser de seguridad 10 presenta una entrada 40 o dos entradas 40, 42 para la conexión de un sensor para la medición de velocidad. La velocidad de un vehículo detectada mediante este, en el que está montado el escáner láser de seguridad 10, en una manera que va a describirse más adelante, entre las velocidades obtenidas a través de ambas entradas, la información de aceleración de la unidad de medición inercial 38, y dado el caso, una estimación de velocidad óptica a partir de los datos de medición del escáner láser de seguridad se verifica en una manera que va a describirse más adelante, y con ello en cuanto a una información segura en el sentido de las normas de la introducción. Los campos de protección pueden adaptarse entonces a la velocidad actual.

Todos los componentes funcionales mencionados están dispuestos en una carcasa 44, que en la región de la salida y entrada de luz presenta una luna delantera 46.

La figura 2 muestra una representación esquemática de un vehículo 50, en particular de un vehículo sin conductor o autónomo (AGV, *Automated Guided Vehicle* vehículo de guiado automático), en el que está montado al menos un escáner láser de seguridad 10 para proteger las calzadas. siempre que el vehículo 50 se mueva solo en una dirección 52, es suficiente el escáner láser de seguridad 10 frontal, si no, son posibles escáneres láser de seguridad 10 adicionales, por ejemplo, en el lado trasero para proteger el entorno en la marcha atrás. En lugar de un escáner láser de seguridad 10 pueden utilizarse también otros sensores de seguridad optoelectrónicos, como, por ejemplo, una cámara, especialmente una cámara 3D según el principio de tránsito de luz cámara estereoscópica.

El vehículo 50 avanza sobre ruedas 54, en donde un codificador rotatorio 56 mide la velocidad de giro de una de las ruedas 54, para determinar la velocidad del vehículo 50 y transmitirla al escáner láser de seguridad 10 a través de una conexión con su entrada 40, 42 correspondiente. Un control de vehículo 58 controla el vehículo 50, especifica por tanto sus aceleraciones, ángulos de dirección, velocidades y similar. Preferentemente la salida de seguridad 36 del escáner láser de seguridad 10 está conectada con el control de vehículo 58, para proteger el vehículo 50 cuando se identifica un peligro.

El codificador rotatorio 56, así como su conexión al escáner láser de seguridad 10 y también su entrada 40, 42 están diseñados preferentemente con un canal o sin seguridad. La fiabilidad de la medición de velocidad aumenta con la unidad de medición inercial 38. Con ello, independientemente del entorno del escáner láser de seguridad 10 puede medirse una estimación al menos aproximada de la modificación de la velocidad de la trayectoria y una estimación exacta de la modificación de la rotación. Mediante la velocidad medida con el codificador rotatorio 56, y dado el caso, una historia de movimiento del escáner láser de seguridad 10 almacenada, la unidad de control y de evaluación 34 puede calcular una expectativa para las señales de la unidad de medición inercial 38, es decir, su velocidad angular y aceleración lineal en todos los ejes necesarios. Esto se compara entonces con la señal de salida real de la unidad de medición inercial 38. En el caso de una coincidencia suficiente, la velocidad medida se considera segura. A la inversa, también las aceleraciones de la unidad de medición inercial 38 pueden integrarse y compararse con la velocidad determinada por el codificador rotatorio 56.

La unidad de medición inercial 38 sirve preferentemente solo en cuanto a la plausibilidad, porque al menos en una realización económica, que es adecuada en particular para la integración en un escáner láser de seguridad 10, es demasiado imprecisa para la medición de velocidad propiamente dicha. Por lo tanto, resulta ventajoso medir la velocidad también con una fuerte adicional. Para ello, más adelante, con relación a la figura 3 se tratará un codificador

rotatorio adicional. Sin embargo, también con referencia además a la figura 2 existe la posibilidad, de estimar la dirección del escáner láser de seguridad 10 ópticamente desde sus datos de medición de distancia. Para ello son concebibles distintos algoritmos, como SLAM (localización y mapeo simultáneos) o flujo óptico. Especialmente adecuado es un procedimiento, que evalúa las distancias medidas modificadas con el tiempo a partir de escáneres consecutivos. La calidad de la estimación depende de las propiedades del entorno. Es habitualmente de alta precisión, pero también en casos individuales, como en los escenarios mencionados en la introducción con largos pasillos o grandes objetos en movimiento en el campo visual, puede ser también poco fiable.

Ahora, sin embargo, por un lado, al suponer una rueda 54 montada de manera rígida y topología fija conocida para la posición de montaje del escáner láser de seguridad 10 se comprueba continuamente si el valor emitido por el codificador es compatible con la velocidad calculada mediante la estimación de movimiento óptica. Para ello posiblemente, en función de la aplicación, adicionalmente, del control de vehículo 58 se necesita la información sobre el radio de curvatura actual, o cuando la rueda gira, el ángulo de dirección.

Esta medición de velocidad ya confirmada por dos fuentes se vuelve plausible a través de la unidad de medición inercial 38. Con ello también con un codificador rotatorio 56 individual, sin un segundo codificador rotatorio redundante, puede averiguarse un valor de velocidad más seguro. Siempre que la velocidad medida con el codificador rotatorio 56 sea compatible con la señal de la unidad de medición inercial 38, es concebible incluso, superar las breves imprecisiones entre la velocidad medida con el codificador rotatorio 56 y la velocidad estimada ópticamente a partir de los datos de medición del escáner láser de seguridad 10 o breves fases de fallo de la estimación de movimiento óptica.

Un caso especial es la detención del vehículo 50, que debería identificarse de manera fiable, porque de un vehículo 50 inmóvil no se supone ningún peligro, y con un ello un peligro tanto mayor de un vehículo 50, que se identifica erróneamente como detenido. En este caso pueden aparecer dos casos. Por un lado tanto el codificador rotatorio 56 como la estimación de velocidad óptica emiten permanentemente, es decir, durante al menos un periodo determinado, un valor de detención "cero". Entonces la unidad de medición inercial 38 no debe emitir ninguna aceleración significativa, sino se presenta un error. Por otro lado, la velocidad medida o estimada puede descender al valor de detención "cero". Entonces, mediante la unidad de medición inercial 38 debe medirse una aceleración que corresponde a esta variación de velocidad o a este frenado, sino se presenta un error.

Después de las medidas descritas la unidad de control y de evaluación 34 conoce la velocidad actual del vehículo 50 de manera segura. Dependiendo de esto ahora se selecciona y se activa una de varias configuraciones de campos de protección 60a-c, o como alternativa se determina dinámicamente una configuración con campos de protección 60a-c teniendo en cuenta la velocidad actual y, dado el caso, otros parámetros como la dirección de la marcha. Por ejemplo, con una velocidad alta se protege un tránsito de frenado largo con un gran campo de protección 60a, que en caso de velocidades reducidas podría desencadenar medidas de seguridad innecesarias y por lo tanto se sustituye por un campo de protección 60c corto.

Si mientras el desplazamiento se identifica un objeto no permitido en un campo de protección 60a-c activo, entonces, para evitar colisiones sobre todo con personas, pero también con otros objetos como, vehículos adicionales se emite una señal de seguridad al control de vehículo 58, que puede iniciar una detención de emergencia, una maniobra de frenado o una maniobra de desviación o inicialmente solo se reduce la velocidad.

Una señal de seguridad se emite entonces también, cuando se ha detectado un error en la determinación de velocidad, es decir, la velocidad medida con el codificador rotatorio 56 se desvía demasiado de la estimación de velocidad óptica y/o no es compatible con la señal de la unidad de medición inercial 38. Es concebible tolerar tales inexactitudes durante un tiempo predeterminado, limitado, para no desencadenar en cada sacudida una detención de emergencia. Además, también es concebible, reaccionar a una determinación de velocidad identificada como errónea suponiendo el peor de los escenarios, en lugar de con una protección. Para ello, se presupone por ejemplo una velocidad máxima del vehículo 50 o, por precaución se conmuta a los campos de protección 60a más generosos. Una medida adicional para una elevada disponibilidad es, no detener completamente un vehículo 50 en cada caso, sino limitarlo a una velocidad segura ("marcha lenta").

La figura 3 muestra de nuevo un vehículo 50, cuya marcha se protege mediante un escáner láser de seguridad 10. A diferencia de la figura 2 ahora está previsto un segundo codificador rotatorio 62, que está conectado con una entrada 40, 42 del escáner láser de seguridad 10, de modo que la velocidad se detecta de manera redundante con dos codificadores rotatorios 56, 62. El segundo codificador rotatorio 62 sustituye con ello funcionalmente la estimación de movimiento óptica en la forma de realización de acuerdo con la figura 2. Es concebible también, a pesar de ello, llevar a cabo la estimación de movimiento óptica, a esto se añade otra fuente más para la determinación de velocidad.

El modo de funcionamiento de esta forma de realización se describe de manera análoga a los de la figura 2 y no se describe de nuevo. Para una detección de velocidad segura se requiere que ambas velocidades medidas por los codificadores rotatorios 56, 62 coincidan en el marco de tolerancias predeterminadas. Adicionalmente a la detección redundante con ambos codificadores rotatorios 56, 62 está previsto otro tipo de identificación de movimiento mediante la unidad de medición inercial 38 integrada en el escáner láser de seguridad 10.

- Especialmente, mediante una vigilancia de detención puede identificarse un fallo simultáneo de ambos codificadores rotatorios 56, 62, es decir, puede comprobarse, si ambos codificadores rotatorios 56, 62 emiten señales válidas. Esta comprobación sucede mediante dos condiciones lógicas: Si las salidas de ambos codificadores rotatorios 56, 62 se reducen al valor de detención "cero", entonces mediante la unidad de medición inercial 38 puede detectarse una aceleración correspondiente. Si las salidas de ambos codificadores rotatorios 56, 62 permanentemente, es decir, en una duración mayor que en un intervalo de tiempo breve, arrojan el valor de detención "cero", entonces la unidad de medición inercial 38 no debe emitir ninguna aceleración significativa. Si se infringe una de las condiciones, entonces se presenta un error.
- 5
- 10 Las figuras 4 y 5 muestran de nuevo un vehículo 50 para explicar una forma de realización adicional. A este respecto la figura 4 se basa en la figura 2 con estimación de movimiento óptica y la figura 5 se basa en la figura 3 con dos codificadores rotatorios 56, 62. Hasta ahora se ha supuesto que la unidad de medición inercial 38 y la unidad de control y de evaluación 34 son parte del escáner láser de seguridad 10. Esta es también la forma de realización preferida.
- 15 Como alternativa sin embargo es concebible, al menos recolocar una parte de la funcionalidad de control y de evaluación en un control de seguridad 64, al que se conecta el escáner láser de seguridad 10 y el codificador rotatorio 56 o los codificadores rotatorios 56, 62. Una distribución de tareas ventajosa es que la unidad de control y de evaluación 34 en el escáner láser de seguridad desempeñe la medición de tiempo de tránsito de luz y la monitorización de campo de protección, mientras que el control de seguridad evalúa y comprueba las velocidades y emite señales de conmutación al escáner láser de seguridad 10 para campos de protección 60a-c activos adaptado a la velocidad. Es concebible también prever la unidad de medición inercial 38 externamente, es decir, fuera del escáner láser de seguridad 10 y conectarla al escáner láser de seguridad 10 o al control de seguridad 64.
- 20

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de seguridad (10, 64) para proteger el entorno de un vehículo (50), en particular de un vehículo sin conductor, en donde el sistema de seguridad (10, 64) presenta un sensor de seguridad optoelectrónico (10) para monitorizar el entorno, una primera entrada (40), que puede conectarse con un primer sensor cinemático (56) para determinar un primer valor de velocidad para la velocidad del vehículo (50), una unidad de medición inercial (38), para determinar una información de movimiento del vehículo (50), y presenta una unidad de control y de evaluación (34, 64), que está determinada para, comparar entre sí el primer valor de velocidad y la información de movimiento, así como detectar mediante datos de sensor del sensor de seguridad (10) objetos en el entorno, y considerando la velocidad del vehículo (50), evaluar si se realiza o no una protección del vehículo (50), caracterizado por que el sensor de seguridad (10) está configurado como escáner láser de seguridad y la unidad de medición inercial (38) está integrada en este.
2. Sistema de seguridad (10, 64) según la reivindicación 1, en donde la unidad de control y de evaluación (34, 64) está configurada para determinar, a partir de los datos de sensor del sensor de seguridad (10) mediante estimación de velocidad óptica, un segundo valor de velocidad para la velocidad del vehículo (50).
3. Sistema de seguridad (10, 64) según la reivindicación 1, que presenta una segunda entrada (42), que puede conectarse con un segundo sensor cinemático (62) para determinar un segundo valor de velocidad para la velocidad del vehículo (50).
4. Sistema de seguridad (10, 64) según la reivindicación 3, en donde la unidad de control y de evaluación (34, 64) está configurada para determinar de manera segura la velocidad del vehículo (50) con ayuda del primer sensor cinemático (56), del segundo sensor cinemático (62) y la información de movimiento de la unidad de medición inercial (38).
5. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones 2 a 4, en donde la unidad de control y de evaluación (34, 64) está configurada para comparar el primer valor de velocidad y el segundo valor de velocidad y/o el segundo valor de velocidad y la información de movimiento entre sí.
6. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones 2 a 5, en donde la unidad de control y de evaluación (34, 64) está configurada para comprobar en el caso de un valor de detención del primer valor de velocidad y del segundo valor de velocidad si la información de movimiento es compatible con una detención del vehículo (50).
7. Sistema de seguridad (10, 64) según la reivindicación 6, en donde la información de movimiento no necesita indicar ningún movimiento, cuando los valores de detención se presentan a lo largo de un intervalo de tiempo, y/o en donde la información de movimiento debe indicar una aceleración de frenado adecuada, cuando el primer valor de velocidad y segundo valor de velocidad descienden a los valores de detención.
8. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer sensor cinemático (56) es un codificador rotatorio, que está conectado al menos indirectamente con un eje de vehículo del vehículo (50).
9. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones 4 a 8, cuando se refiere a la reivindicación 3, en donde el segundo sensor cinemático (56) es un codificador rotatorio, que está conectado al menos indirectamente con un eje de vehículo del vehículo (50).
10. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de control y de evaluación (34, 64) está configurada para determinar de manera segura la velocidad del vehículo (50) con ayuda del primer sensor cinemático (56), de una estimación de velocidad óptica a partir de los datos de sensor del sensor de seguridad (10) y de la información de movimiento de la unidad de medición inercial (38).
11. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de control y de evaluación (34) está integrada en el sensor de seguridad (10).
12. Sistema de seguridad (10, 64) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor de seguridad (10) está configurado como escáner láser de seguridad con un emisor de luz (12) para emitir un haz luminoso (16), una unidad de desviación giratoria (18) está configurada para la desviación periódica del haz luminoso (16) al entorno (20), una unidad de medición angular (30) está configurada para determinar una posición angular de la unidad de desviación (18) y un receptor de luz (26) para generar una señal de recepción a partir del haz luminoso (22) remitido o reflejado por objetos en el entorno (20), en donde la unidad de control y de evaluación (34) con ayuda de la señal de recepción determina un tiempo de tránsito de la luz hacia los objetos palpados con el

haz luminoso en cada caso y en particular para evaluar si se realiza o no una protección del vehículo (50), al menos un campo de protección (60a-c) ajustado dependiendo de la velocidad monitoriza la incursión de objetos.

- 5 13. Procedimiento para proteger el entorno de un vehículo (50), en particular de un vehículo sin conductor, en donde el entorno se monitoriza con un sensor de seguridad optoelectrónico (10), con ayuda de un sensor cinemático (56) se determina un primer valor de velocidad para la velocidad del vehículo (50), mediante datos de sensor del sensor de seguridad (10) se detectan objetos en el entorno y teniendo en cuenta la velocidad del vehículo (50) se evalúa si se realiza o no una protección del vehículo (50), en donde con una unidad de medición inercial (38) se determina una información de movimiento del vehículo (50) y el primer valor de velocidad y la información de movimiento se comparan
- 10 entre sí,  
caracterizado por  
que el sensor de seguridad (10) está configurado como escáner láser de seguridad y la unidad de medición inercial (38) está integrada en este.

Figura 1

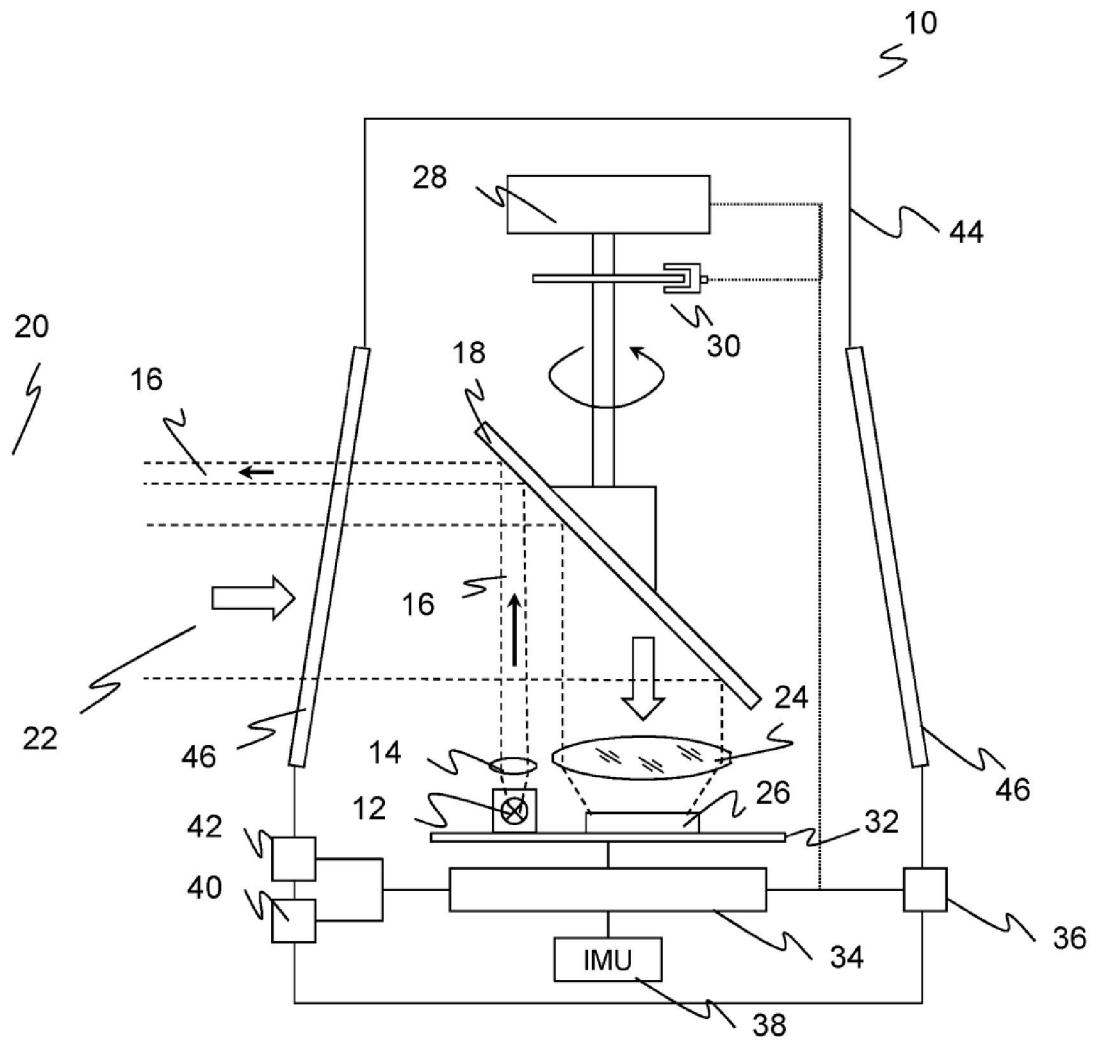


Figura 2

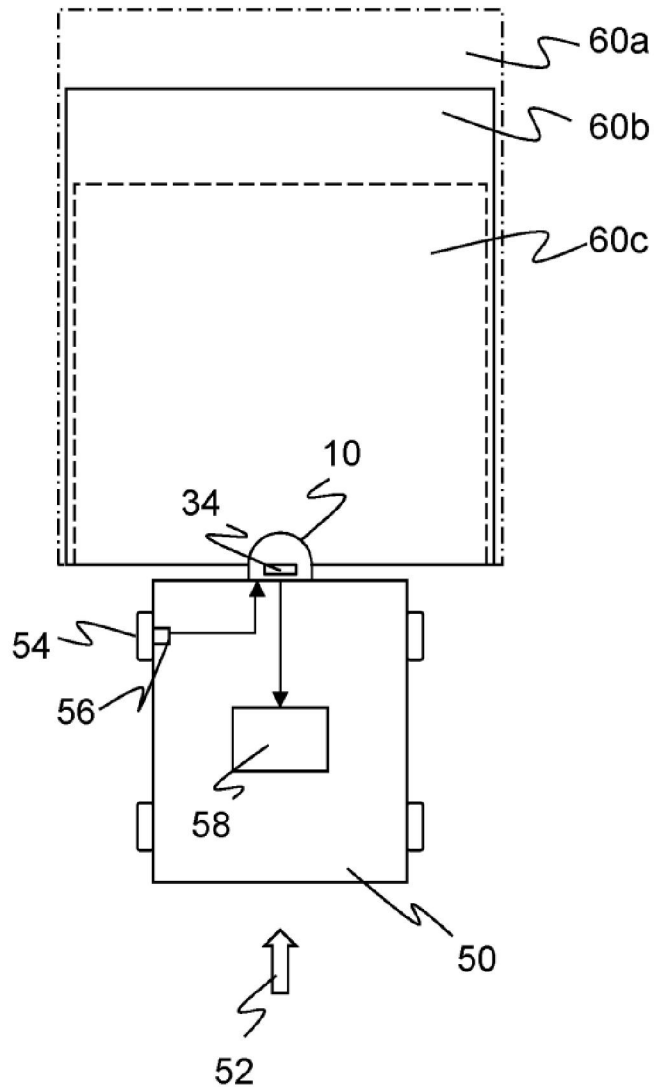


Figura 3

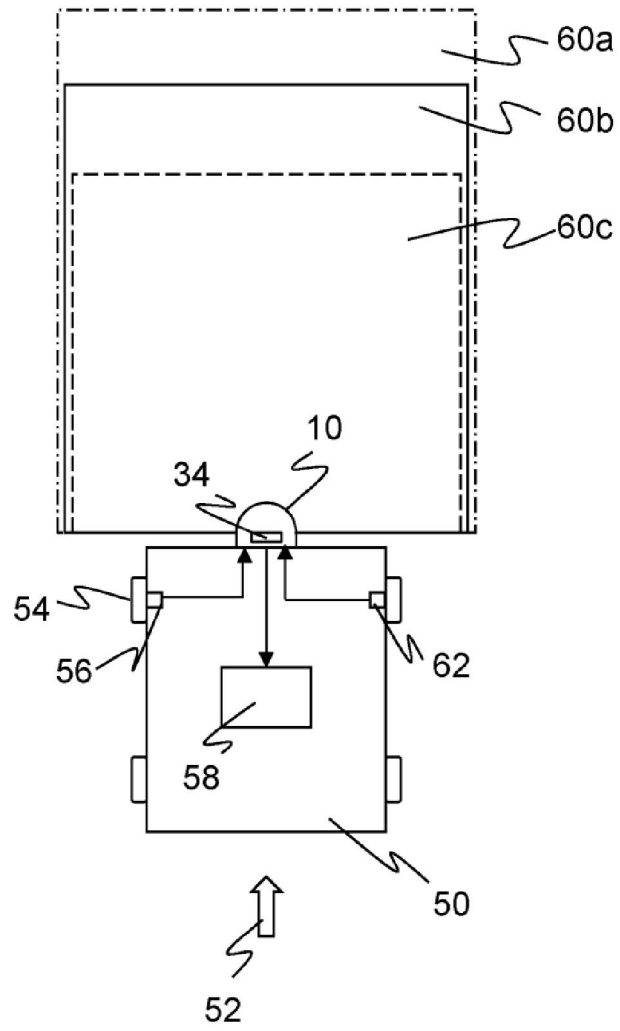


Figura 4

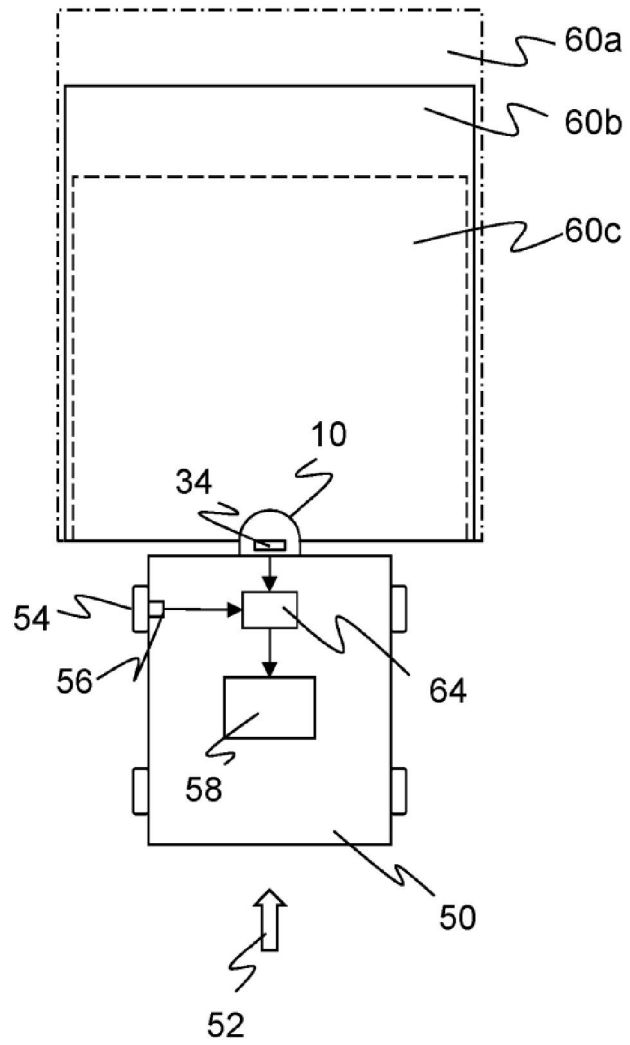


Figura 5

