



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 306 271**

51 Int. Cl.:
G01S 17/93 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05821616 .9**

86 Fecha de presentación : **29.09.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1794621**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2007**

54 Título: **Sistema de alerta anticolidión para vehículo marino y procedimiento de análisis anticolidión.**

30 Prioridad: **29.09.2004 FR 04 52186**

73 Titular/es: **Sea On Line**
22 rue de Sevres
92410 Ville d'Avray, FR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

72 Inventor/es: **Waquet, Philippe**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

74 Agente: **Gil Vega, Víctor**

ES 2 306 271 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

Sistema de alerta anticolidión para vehículo marino y procedimiento de análisis anticolidión.

5 Ámbito técnico

La invención se refiere a un sistema de alerta anticolidión para vehículo marino y a un procedimiento de análisis anticolidión mediante tratamiento de imágenes procedentes de un transductor óptico omnidireccional instalado a bordo de un vehículo marino.

La invención se aplica particularmente pero no exclusivamente, a los barcos así como a los sistemas de vigilancia a distancia navales (drones navales).

Estado de la técnica anterior

En lo que sigue de la descripción, el vehículo marino considerado a título de ejemplo es un barco.

El riesgo de colisión que está mal dominado en el mar, proviene en gran parte de una insuficiencia de los medios de vigía óptica. En el ámbito del transporte marítimo, se producen por término medio 600 colisiones por año. Las consecuencias de estas colisiones son a menudo graves para el entorno cuando se trata de petroleros o de barcos que transportan productos químicos.

En el ámbito del transporte marítimo de pasajeros, los barcos (ferry, cargueros, ...) presentan una vulnerabilidad elevada.

En el ámbito de la pesca, se producen aproximadamente 3000 colisiones por año. El número de víctimas es elevado debido a las pequeñas dimensiones de los barcos.

En el ámbito del recreo, las colisiones son igualmente bastante frecuentes.

Las colisiones en el mar resultan principalmente de un defecto de vigilancia. Un fallo humano es el origen de un 70 a un 90% de los accidentes, bien sea por vigilancia insuficiente, o negligencia del personal de vigilancia, o por rutina y falsa apreciación del riesgo. La falta de vigilancia se observa a menudo cuando el barco se encuentra en situación "prioritaria", en condiciones de buena visibilidad. Los accidentes pueden también producirse por una falta de cualificación, un desconocimiento de las normas, incluso por una total incompetencia del personal de vigilancia. Resulta igualmente frecuente que el efectivo del personal de vigilancia sea insuficiente debido a una reducción de la tripulación (maniobras, mantenimiento, actividades comerciales, etc.), con por consecuencia una sobrecarga de trabajo y por consiguiente una fatiga incrementada del personal de vigilancia. Estos accidentes pueden igualmente resultar de una mala utilización del sistema de radar.

En el momento actual, la mayoría de los barcos comerciales disponen como equipo anticolidión un sistema de radar. Este sistema proporciona una información precisa y fiable, pero necesita aplicar rigurosamente un procedimiento de regulación para ser utilizable de forma eficaz como sistema anticolidión. Ahora bien este procedimiento es a menudo mal aplicado.

Existen igualmente sistemas de tipo ARPA ("Automatic Radar Plotting Aid") que analizan las señales proporcionadas por un radar. Estos sistemas presentan un porcentaje de falsas alarmas elevado. Sucede que el dispositivo de alarma asociado al sistema se encuentra frecuentemente desactivado.

Se ha puesto igualmente a punto un sistema de identificación automática AIS ("Automatic identification System") que debe equipar todos los barcos con riesgo elevado (transporte de pasajeros, transportes de mercancías peligrosas) a partir de 2010. Este sistema se muestra muy eficaz cuando se asocia con un sistema de posicionamiento preciso tal como un sistema GPS ("Global Positioning System"). Sin embargo, el sistema AIS no tiene en cuenta la circulación de los barcos, mucho más numerosos, que no están equipados con este sistema.

Hoy en día, solo el radar es verdaderamente tenido en cuenta para tratar el riesgo de colisión. Este equipo presenta una insuficiencia de redundancia.

La invención tiene por objeto paliar estos inconvenientes proponiendo un sistema de alerta anticolidión completamente automatizado y un procedimiento de análisis anticolidión.

Exposición de la invención

La invención se refiere a un sistema de alerta anticolidión instalado a bordo de un vehículo marino, y que proporciona:

- al menos un transductor óptico que cubre al menos parcialmente el horizonte del vehículo marino, y que proporciona imágenes,

- medios de tratamiento de la imagen para buscar en tiempo real en cada imagen proporcionada por el transductor óptico grupos de píxeles adyacentes en función de la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen, para evaluar en tiempo real la persistencia de cada grupo de píxeles en imágenes sucesivas, para determinar en tiempo real grupos que constituyen objetos visibles en la superficie del mar, en función de su persistencia, y para determinar en tiempo real informaciones de posición y de dimensión de al menos uno de los objetos visibles,

- medios de análisis anticolidión, para calcular periódicamente la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible, y para evaluar un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible en función de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible.

Según un modo de realización de la invención, el transductor óptico comprende al menos una cámara fija con relación al vehículo marino y cubre al menos una parte sustancial del horizonte de forma permanente.

Según un modo de realización de la invención, el transductor óptico comprende al menos una cámara cuyo campo óptico es orientable para cubrir el horizonte por rotación.

Según un modo de realización de la invención, el transductor óptico comprende:

- una cámara que comprende un objetivo con un eje óptico orientado sustancialmente de forma vertical,
- un conjunto giratorio movido por un motor y que lleva un espejo dispuesto en el campo óptico del objetivo y orientado sustancialmente a 45° con relación al eje óptico del objetivo, y
- un dispositivo de medición de la posición angular del conjunto giratorio.

Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende:

- una caja constituida por una base que sirve de soporte, y
- una cuba estabilizada montada en un dispositivo de estabilización, y que sirve de soporte al transductor óptico.

Según un modo de realización de la invención, el dispositivo de estabilización comprende una suspensión cardán y un volante giroscópico.

Según un modo de realización de la invención, el captador comprende una cámara mono-línea accionada en rotación alrededor de un eje vertical.

Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende:

- una caja,
- un conjunto giratorio contenido en la caja y movido por un motor de eje vertical,
- una caperuza de protección del conjunto giratorio provisto de una abertura,
- una cámara digital fijada al conjunto giratorio, y que comprende un sensor mono-línea,
- un objetivo cuyo eje óptico es apto para barrer el horizonte por rotación del conjunto giratorio.

Según un modo de realización de la invención, el transductor comprende un cristal de protección ventilado con la ayuda de un ventilador de extracción para proteger el objetivo.

Según un modo de realización de la invención, tarjetas electrónicas de tratamiento de imagen son solidarias del conjunto giratorio.

Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende un dispositivo de medición de la posición angular del conjunto giratorio.

Según un modo de realización de la invención, los datos digitales de salida del transductor óptico son transmitidos por mediación de contactos giratorios que aseguran igualmente el contacto de la alimentación de los órganos del conjunto giratorio.

Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende medios de interfaz con un compás.

Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende medios de interfaz con otros transductores y medios de análisis que realizan un análisis de coherencia con informaciones proporcionadas por los otros transductores.

5 Según un modo de realización de la invención, el sistema comprende medios de señalización para señalar que un objeto peligroso ha sido detectado.

10 Según un modo de realización de la invención, las informaciones de posición de cada objeto visible comprenden un acimut del objeto.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de alerta anticolidión en un sistema de alerta anticolidión para vehículo marino que comprende al menos un transductor óptico que cubre al menos parcialmente el horizonte del vehículo marino. Según la invención, el procedimiento comprende las etapas que consisten en:

- 15 - adquirir del transductor óptico imágenes que incluyen una parte del horizonte del vehículo marino,
- buscar en tiempo real en cada imagen adquirida grupos de píxeles adyacentes en función de la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen,
- 20 - evaluar en tiempo real la persistencia de cada grupo de píxeles en imágenes adquiridas sucesivas,
- determinar en tiempo real grupos que constituyen objetos visibles en la superficie del mar, en función de su persistencia,
- 25 - determinar en tiempo real informaciones de posición y de dimensión de al menos uno de los objetos visibles,
- calcular periódicamente la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible, y
- 30 - evaluar un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible en función de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible, considerándose un objeto visible como peligroso si existe un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible.

35 Según un modo de realización de la invención, el procedimiento comprende etapas de representación de informaciones relativas a cada objeto peligroso, y de emisión de una señal de alarma una vez que un nuevo objeto peligroso se ha detectado.

Según un modo de realización de la invención, la búsqueda en cada imagen de grupos de píxeles adyacentes comprende las etapas que consisten en:

- 40 a) encuadrar la parte útil de la imagen proporcionada por el transductor óptico,
- b) medir la intensidad luminosa media de los píxeles sobre al menos la parte útil de la imagen,
- 45 c) comparar cada píxel de la parte útil de la imagen con la intensidad luminosa media, y atribuir un valor binario al píxel en función del resultado de la comparación,
- d) buscar píxeles con un valor binario dado formando grupos de píxeles adyacentes.

50 Según un modo de realización de la invención, el encuadramiento de la parte útil comprende una detección automática de la línea de horizonte.

Según un modo de realización de la invención, las etapas de determinación de las informaciones de posición y de dimensión, de cálculo periódico de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión, y de evaluación de un riesgo de colisión son realizadas para cada imagen.

55

Breve descripción de las figuras

60 Estos objetos, características y ventajas así como otras de la presente invención se expondrán con más detalle en la descripción siguiente de modos de realización de la invención, realizada a título no limitativo con relación a las figuras adjuntas, en las cuales:

- La figura 1, ilustra un sistema de la invención instalado en un barco.
- 65 - La figura 2, ilustra en forma de bloques las funciones del sistema de la invención.
- Las figuras 3A y 3B, ilustran un primer modo de realización del sistema de la invención.

- Las figuras 4A y 4B, ilustran un segundo modo de realización del sistema de la invención.

- Las figuras 5A y 5B, ilustran un tercer modo de realización del sistema de la invención.

5 - Las figuras 6A y 6B, ilustran un principio de análisis de riesgo de colisión aplicado por el procedimiento según la invención.

Exposición detallada de modos de realización preferidos

10 Como se ha ilustrado en la figura 1, el sistema de la invención comprende:

- un conjunto de transductores ópticos 10, dispuesto aquí en las superestructuras de un barco 12, y
- un calculador 13 implantado en el puente de mando del barco.

15 Como se ha ilustrado en la figura 2, el sistema de la invención comprende, en el plano funcional, dos segmentos, a saber un segmento óptico SO y un segmento táctico ST.

El segmento óptico comprende:

- 20
- uno o varios transductores ópticos 10 que cubren al menos parcialmente el horizonte del vehículo marino,
 - medios de interfaz IFC de los transductores con el calculador, que aseguran la adquisición de las imágenes proporcionadas por el transductor y el pilotaje de los transductores, y
- 25
- medios de tratamiento de la imagen IMP que aseguran la extracción de las informaciones de posición de objetos.

El segmento táctico ST comprende:

- 30
- medios de análisis anticolisión ACOL que efectúan un cálculo periódico de la evolución de las informaciones de posición de cada objeto visible, y evalúan un riesgo de colisión del vehículo marino con cada objeto visible, y
- 35
- una interfaz hombre/máquina IHM, que puede integrarse en el puesto de control del vehículo marino, o desplazada a distancia, y que incluye medios de señalización para señalar que un objeto peligroso ha sido detectado.

40 El conjunto de los captadores ópticos 10 cubre ventajosamente la totalidad del horizonte, en 360°, o una porción significativa de este. Según la configuración del barco, y particularmente las dimensiones de sus superestructuras, puede ser preferible disponer de un solo transductor o varios transductores. Idealmente, en un gran barco de carga, tres captadores, de los cuales uno en la proa del barco y uno en cada lado de las superestructuras, permiten cubrir todo el horizonte, comprendidos los sectores próximos que son ocultados por las superestructuras para un observador situado en el puente de mando del barco.

45 En un primer modo de realización de la invención, cada transductor comprende una cámara cuyo campo óptico puede orientarse para cubrir el horizonte por rotación. En un segundo modo de realización de la invención, cada transductor comprende una cámara monolínea orientable montada sobre un soporte fijo. En un tercer modo de realización de la invención, cada transductor comprende una o varias cámaras fijas con relación al vehículo marino y que cubren al menos una parte sustancial del horizonte de forma permanente.

Habida cuenta de los movimientos del barco portador, se trata de encontrar el mejor compromiso entre la resolución de la cámara y la exigencia de estabilidad. Se pueden considerar dos soluciones:

- 55
- bien sea montar la cámara sobre una plataforma estabilizada para centrar la imagen en la zona útil alrededor del horizonte,
 - o bien utilizar una información sobre el comportamiento del barco (ángulos de balanceo y de cabeceo) para tratar solo la parte útil de la imagen (puntos situados a una cierta distancia en píxeles por encima o por debajo de la línea del horizonte). Esta información puede provenir bien sea de un transductor externo (central de comportamiento), o de un tratamiento de imagen (detección de la línea de horizonte) cuando el horizonte es visible.
- 60

65 En el primer modo de realización ilustrado en las figuras 3A y 3B, el transductor óptico 10 comprende una cámara cuyo campo óptico es orientable para cubrir el horizonte por rotación. La cámara está montada sobre una plataforma estabilizada por un giroscopio. El transductor 10 comprende:

- una caja 21 constituida por una base 22 que sirve de soporte y una cúpula de protección transparente 23,

ES 2 306 271 T3

- una cuba estabilizada 24 montada sobre un dispositivo de estabilización compuesto por una suspensión de cardan 25 y por un volante giroscópico 26 accionado por un motor eléctrico 27,

- una cámara 28 fijada a la cuba estabilizada y que lleva un objetivo 29 orientado al cenit,

- un conjunto giratorio 30 montado en la cuba estabilizada, movido por un motor de rotación 31 de eje vertical situado en la parte baja de la cuba estabilizada, y que lleva en su parte superior un espejo 32 y un quitasol 33, permitiendo la disposición del espejo, orientado a 45° del eje óptico del espejo, barrer un plano horizontal por la rotación del conjunto giratorio 30, reflejándose los rayos por el espejo 32 con el fin de alcanzar el objetivo de la cámara, accionando el motor 31 el conjunto giratorio por mediación de un reductor de engranajes, y

- un dispositivo de medición de la posición angular del conjunto giratorio, o revolver 34, eventualmente integrado en el motor 30 si la tecnología de éste lo permite (motor paso a paso).

Según los materiales utilizados (aleaciones y/o compuestos), el conjunto de caja 21 puede tener una masa total inferior a 2 kg y un volumen inferior a 2 litros.

Ensayos en prototipo con una velocidad de rotación del volante giroscópico 26 de 9900 rpm han permitido asegurar una estabilidad caracterizada por una velocidad angular de la cuba inferior a 60 mrad/s (mili-radianes por segundo) en un 99% de los casos. El dispositivo de estabilización proporciona, con un tiempo de integración de 1/1000 de segundo, un “desplazamiento” inferior a 1/8 de píxel, para una tolerancia de balanceo/cabeceo del barco de +/-25°. Un rendimiento de este tipo puede ser aún mejorado con un producto de factura industrial (mecanizados, ajustes, y tolerancia de los rodamientos) y una velocidad de rotación del volante giroscópico de 15000 rpm.

La cámara 28 presenta por ejemplo las características siguientes:

- una célula CCD 1/3” que permite una explotación en tiempo real en un formato estándar (JPEG),

- un formato de vídeo de alta resolución XGA (1024 x 768 píxeles) que ofrece el mejor compromiso entre la apertura angular del objetivo 29 (36° en diagonal) y la resolución angular buscada, y

- un objetivo 29 focal de 9 mm.

En un segundo modo de realización ilustrado en las figuras 4A y 4B, el transductor óptico 10 comprende una cámara mono-línea orientable montada sobre un soporte fijo.

Más precisamente, el transductor óptico comprende:

- una caja cilíndrica 41 fijada al mástil del barco,

- un conjunto giratorio 42 soportado en la caja 41 por rodamientos de bolas 43 y es movido por un motor de rotación 44 de eje vertical situado en la parte baja de la caja, comprendiendo la parte superior del conjunto giratorio una caperuza de protección cilíndrica 45 provista de una ventana rectangular 49 que permite a los rayos ópticos atravesar la caperuza para alcanzar el objetivo,

- una cámara digital 46 fijada al conjunto giratorio 42 y cuyo sensor mono línea 47 está desplazado por encima del cuerpo de la cámara; el sensor comprende típicamente de 512 a 8192 células elementales foto sensibles dispuestas en una línea vertical,

- un objetivo 48, con una apertura angular típicamente de 30 a 55°, dispuesto de tal manera que su eje óptico barra el horizonte con la rotación del conjunto giratorio 42, y

- una persiana dispuesta con el fin de obturar la apertura rectangular 49 cuando el sistema se encuentra desactivado con el fin de proteger el interior del transductor de las salpicaduras de las olas y de la lluvia; el desplazamiento de la persiana se realiza con la ayuda de un control magnético 51.

Cuando el sistema se encuentra en funcionamiento, la protección del objetivo 48 contra las proyecciones de lluvia que pasan por la abertura rectangular 49 está asegurada por un cristal de protección 52, ventilada con la ayuda de un ventilador de extracción 53 que insufla por una boquilla de secado 54 aire calentado por las diferentes fuentes de calor del conjunto giratorio y de la caja (motor de rotación, electrónica y cámara).

Las tarjetas electrónicas 56 que integran el calculador y los circuitos asociados del sistema de alerta anticolidión son solidarios del conjunto giratorio 42.

El conjunto giratorio 42 lleva igualmente un codificador de dirección del rumbo 57 que mide la posición angular del conjunto giratorio.

ES 2 306 271 T3

Los datos numéricos de salida del sistema de alerta anticolidión son transmitidos por mediación de un contactor giratorio 58 que asegura igualmente la transferencia hacia el calculador de datos procedentes del compás del barco, así como el contacto de la alimentación de los órganos del conjunto giratorio 42.

5 En el segundo modo de realización, la imagen panorámica del mar en 360° alrededor del transductor 10 se realiza mediante el barrido del haz óptico determinado por la rotación del transductor mono-línea. La apertura angular vertical de este haz es elegida de forma que cubra la zona útil de orientación en el emplazamiento mismo con movimientos de balanceo/cabeceo.

10 La resolución angular de la imagen depende de las resoluciones angulares horizontal y vertical.

La resolución angular horizontal de la imagen es función de la velocidad de rotación y de la frecuencia de lectura de línea. Las cámaras lineales existentes tienen frecuencias de lectura de línea que van típicamente de 6 a 87 kHz. En la práctica, el límite de la frecuencia de lectura depende de las condiciones de iluminación y de la sensibilidad
15 luminosa. Para una velocidad de rotación que va típicamente de 0,12 a 2 vueltas por segundo, la resolución horizontal se encuentra comprendida entre 0,01 y 2 mrad/píxel (miliradianes por píxel).

La resolución angular vertical está determinada por el número de píxeles del transductor y la apertura angular del objetivo. Para un número de píxeles que va de 512 a 8192 y una abertura angular vertical comprendida entre 4 y 45°,
20 la resolución vertical está comprendida entre 0,01 y 1,5 mrad/píxel.

En un tercer modo de realización ilustrado en las figuras 5A y 5B, el transductor óptico 10 comprende un conjunto de cámaras fijas. Más precisamente, el transductor óptico comprende:

- 25 - una caja 61 fijada a la superestructura del barco y que comprende una abertura acristalada 62,
- una o varias cámaras digitales 63 (típicamente cuatro) fijadas a la caja 61,
- un objetivo 64 para cada cámara 63, estando el conjunto de objetivos dispuesto de tal manera que los
30 sectores que barren cubran una porción sustancial del horizonte (típicamente de 187°), y
- un dispositivo de conexión y de multiplexado 65 que permite tratar simultáneamente las imágenes procedentes de todas las cámaras. Este dispositivo puede integrar una tarjeta electrónica que realiza una parte del
tratamiento de imagen.

35

En este tercer modo de realización, la resolución de las imágenes está relacionada con los movimientos de la plataforma del barco portador. Típicamente, en un barco grande con un balanceo limitado a +/-10°, la utilización de cámaras con una definición de 1280 x 1024 píxeles y objetivos de 8 a 12 mm permite obtener la resolución necesaria,
40 en todas las condiciones de iluminación, para un alcance de detección que llega hasta los 10 000 metros.

La interfaz con los transductores ópticos (tarjeta y circuito electrónico, y/o logicial, y/o conexiones con cable, y/o conexiones sin cable) entre los transductores ópticos y el calculador asociado, se adapta a la arquitectura retenida. Esta interfaz puede por consiguiente comprender:

45

- una interfaz integrada en el calculador,
- una interfaz integrada en los transductores,
- 50 - una interfaz contenida en una caja intermedia.

50

La interfaz con los transductores ópticos asegura dos funciones:

- 55 - la adquisición de imágenes y, en el caso en que los transductores comprendan un conjunto giratorio, la adquisición de la medición de orientación, y
- el pilotaje de los transductores, es decir el control de las cámaras y, en el caso en que los transductores comprendan un conjunto giratorio, el control de los motores de orientación.

60

En el primer modo de realización descrito más arriba e ilustrado en las figuras 3A y 3B, donde el transductor óptico 10 comprende una cámara cuyo campo óptico es orientable para cubrir el horizonte por rotación, la interfaz IFC es un circuito electrónico integrado en el calculador.

65

En el segundo modo de realización descrito más arriba e ilustrado en las figuras 4A y 4B, donde el transductor óptico 10 utiliza una cámara mono-línea giratoria, la interfaz IFC es un circuito integrado en las tarjetas electrónicas 56 montadas en el conjunto giratorio 42.

ES 2 306 271 T3

En el tercer modo de realización descrito más arriba e ilustrado en las figuras 5A y 5B, donde el transductor óptico 10 comprende un conjunto de cámaras fijas, la interfaz IFC es un circuito integrado en las tarjetas electrónicas del dispositivo de conexión y de multiplexado 65.

5 El procedimiento de tratamiento de imagen utilizado por los medios de tratamiento de imagen IMP permite extraer en tiempo real, de cada imagen proporcionada por el transductor óptico (10) informaciones de posición de objetos visibles en la superficie del mar, eliminando las olas y la espuma.

Este tratamiento de imagen comprende las etapas que consisten en:

- 10 - encuadrar la parte útil de la imagen proporcionada por el transductor óptico (10),
- medir la intensidad luminosa media en al menos una parte de la imagen,
- 15 - comparar cada píxel con la intensidad luminosa media, y atribuir un valor binario a cada píxel según la diferencia se encuentre por encima o por debajo de un umbral de intensidad luminosa,
- buscar píxeles con un valor dado que forman grupos de píxeles adyacentes, constituyendo cada grupo de píxeles adyacentes un objeto visible, y
- 20 - medir una posición y dimensiones de los objetos visibles.

25 El encuadramiento de la parte útil puede comprender una detección automática de la línea de horizonte. Puede incluir igualmente un enderezamiento de la imagen para que la línea de horizonte permanezca paralela por el borde inferior de la imagen.

La parte útil de la imagen puede en si misma ser escindida en varias partes, por ejemplo en función de la distancia entre cada píxel y la línea de horizonte; que determina a groso modo el alejamiento del punto correspondiente con relación al barco portador.

La medición de la intensidad luminosa puede realizarse, según el tipo de cámara utilizado, sobre la luminancia solamente, y/o sobre uno o varios de los tres componentes cromáticos (rojo, azul, amarillo).

35 La comparación de cada píxel con la intensidad luminosa media puede ser realizada simultáneamente con varios parámetros (umbral, color).

La detección de los objetos visibles puede comprender una etapa de evaluación de la persistencia de cada grupo de píxeles en imágenes sucesivas. Con este fin, las informaciones de posición de todos los grupos de píxeles de cada imagen son registrados en una base de datos. La comparación de las bases de datos sucesivas que corresponden a la sucesión de imágenes de un mismo sector permite determinar grupos que constituyen objetos visibles en función de su persistencia, es decir en función del porcentaje de aparición de estos grupos en un cierto número de imágenes. Este procedimiento permite eliminar los objetos "no persistentes": olas, reflejos, espuma, y conservar solo los objetos que corresponden a barcos o a objetos que flotan en la superficie.

45 En el primer modo de realización donde el transductor óptico 10 comprende una cámara cuyo campo óptico es orientable para cubrir el horizonte por rotación, el tratamiento de imagen se realiza sobre cada imagen, o sea típicamente cada 1/15 de segundo. Este tratamiento comprende las etapas siguientes:

- 50 - detección automática de la línea de horizonte,
- rectificación de la imagen para que la línea de horizonte permanezca paralela al borde inferior de la imagen,
- medición de la intensidad luminosa media sobre al menos una parte de la imagen centrada sobre el horizonte,
- 55 - comparación de cada píxel con un umbral de intensidad luminosa función de la intensidad luminosa media, y atribución de un valor binario a cada píxel según la diferencia se encuentre por encima o por debajo del umbral de intensidad luminosa,
- 60 - búsqueda de los píxeles con un valor dado que forman grupos de píxeles adyacentes,
- registro de las informaciones de posición de todos los grupos de píxeles en una base de datos de grupos detectados BDG,
- 65 - comparación de las bases de datos de grupos detectados constituidas sucesivamente en cada imagen proporcionada por el transductor óptico, y

ES 2 306 271 T3

- determinación de los grupos que constituyen objetos visibles en función de su persistencia en varias bases de datos de grupos detectados.

En el segundo modo de realización, el tratamiento de imagen por los medios de tratamiento de imagen IMP se realiza primeramente sobre cada imagen elemental correspondiente a una línea vertical, o típicamente cada 1/3000 de segundo. Este tratamiento comprende las etapas siguientes:

- detección automática de la línea de horizonte,
- reposición de la imagen para que la línea de horizonte permanezca a una distancia constante, en número de píxeles, del borde inferior de la imagen,
- medición de la intensidad luminosa media sobre al menos una parte de la imagen centrada sobre el horizonte,
- comparación de cada píxel con la intensidad luminosa media, y atribución de un valor binario a cada píxel según la diferencia se encuentre por encima o por debajo de un umbral de intensidad luminosa, y
- reconstitución de una imagen formada por la sucesión de líneas verticales.

En cada imagen así reconstituida, o típicamente cada segundo, el tratamiento de imagen comprende las etapas siguientes:

- búsqueda de los píxeles con un valor dado que forman grupos de píxeles adyacentes,
- registro de las informaciones de posición de todos los grupos de píxeles en una base de datos de grupos detectados BDG,
- comparación de las bases de datos de grupos detectados constituidas en cada imagen sucesiva reconstituida (comparación realizada típicamente de 3 a 10 imágenes), y
- determinación de los grupos que constituyen objetos visibles en función de su persistencia en varias bases de datos de grupos detectados.

En el tercer modo de realización, el tratamiento de imagen se realiza por los medios de tratamiento de imagen IMP en cada imagen, o sea típicamente cada segundo. Este tratamiento comprende las etapas siguientes:

- detección automática de la línea de horizonte,
- enderezamiento de la imagen para que la línea de horizonte permanezca paralela al borde inferior de la imagen,
- medición de la intensidad luminosa media sobre al menos una parte de la imagen centrada sobre el horizonte,
- comparación de cada píxel con la intensidad luminosa media, y asignación de un valor binario a cada píxel según la diferencia se encuentre por encima o por debajo de un umbral de intensidad luminosa,
- búsqueda de píxeles con un valor dado que forman grupos de píxeles adyacentes,
- registro de las informaciones de posición de todos los grupos de píxeles en una base de datos de grupos detectados BDG,
- comparación de las bases de datos de grupos detectados constituidas en cada imagen sucesiva (típicamente de 3 a 10 imágenes), y
- determinación de los grupos que constituyen objetos visibles en función de su persistencia en varias bases de datos de grupos detectados.

Las características de los objetos visibles se memorizan en una base de datos de objetos visibles BDOV.

De una manera general, el transductor óptico asociado con el tratamiento de imagen presenta las características siguientes:

- proporciona informaciones de detección, a saber la presencia de un objeto, su acimut, y en el caso de un sistema de varios transductores, la distancia del objeto.

ES 2 306 271 T3

- permite una detección en lo visible, en las mismas condiciones de visibilidad que el ojo humano, de día como de noche; con captadores apropiados (por ejemplo sensibles a los infrarrojos), puede operar en condiciones más severas,
- de noche, el sistema puede comprender un dispositivo de iluminación infrarroja, sabiendo que la distancia de detección de obstáculos no iluminados puede llegar hasta los 2000 metros,
- presenta una distancia de detección que puede llegar, según la configuración del sistema y la cinemática del vehículo marino portador, hasta 10 000 metros, detectando los objetos más próximos,
- permite señalar objetos no detectados por el radar, como las pequeñas embarcaciones y los restos flotantes de un naufragio,
- el tratamiento de la imagen puede ser realizado tanto en color como en negro y blanco,
- puede funcionar con movimientos de plataforma siguientes: balanceo (+/-35°). periodo de 5 a 15 segundos, cabeceo (+/-15°), velocidad angular inferior a 10°/seg.
- se acondiciona de una forma adaptada al medio marino en términos de estanqueidad, de protección mecánica y eléctrica, y de resistencia al sol, a las salpicaduras de las olas y a las vibraciones.

El procedimiento de análisis anticolidión empleado por los medios de análisis anticolidión ACOL comprende las etapas siguientes:

- determinación de informaciones de posición de cada objeto visible en la base de datos BDOV, en función de su posición en las imágenes proporcionadas por el transductor óptico.
- cálculo periódico de la evolución de las informaciones de posición de cada objeto visible,
- evaluación del riesgo de colisión del vehículo marino con cada objeto visible en función de la evolución de las informaciones de posición del objeto visible.

Las informaciones de posición de un objeto visible incluyen su acimut, su emplazamiento (distancia angular con relación a la línea del horizonte), y eventualmente su distancia cuando ésta puede ser calculada (en el caso de un sistema que comprende varios transductores). Estas informaciones se completan mediante una indicación de las dimensiones aparentes del objeto en la imagen: altura y/o anchura en número de píxeles.

El principio de análisis del riesgo de colisión aplicado por la invención está basado en la evolución del acimut de un objeto visible, y en la evolución de sus dimensiones y eventualmente de su distancia cuando ésta se ha calculado.

Más precisamente, el procedimiento de análisis anticolidión comprende las etapas siguientes:

- cálculo periódico de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión de cada objeto visible mediante análisis de la base de datos de los objetos visibles cada 30 segundos, en un histórico que llega hasta los 20 minutos,
- extracción de los objetos cuya variación de acimut es inferior a 1,5°/min (grados por minuto),
- extracción de los objetos cuya dimensión aumenta y/o cuya distancia (cuando se ha calculado) disminuye, y
- constitución de una base de datos de objetos peligrosos BDOD que asemejan las características de los objetos visibles extraídos en las dos etapas precedentes.

El análisis de la evolución del acimut de un objeto visible puede servir de base para una estimación de un riesgo de colisión, como se ha ilustrado en las figuras 6A y 6B. Estas figuras representan la trayectoria 1 del barco y la trayectoria estimada 2 de un objeto visible. Los puntos formados en las trayectorias 1, 2 muestran las posiciones respectivas del barco y del objeto en unos instantes t_1 a t_9 .

La figura 6A ilustra el caso de un objeto visible estimado peligroso. Se puede observar en esta figura que el acimut del objeto visible es constante con relación al acimut del barco.

La figura 6B ilustra el caso de un objeto visible estimado no peligroso. En este caso, el acimut del objeto visible con relación al barco no es constante.

La variación del tamaño de cada objeto visible constituye igualmente una información a considerar para estimar un riesgo de colisión. En efecto, si el barco y el objeto visible siguen trayectorias paralelas y a la misma velocidad, el acimut del objeto es constante con relación al del barco aunque el objeto no represente una amenaza para el barco. Además, si el tamaño aparente de un objeto visible aumenta, eso significa que se aproxima al barco.

ES 2 306 271 T3

Si el barco está equipado con un autómata ARPA acoplado con un sistema de radar, puede además estar previsto adquirir acimutes y distancias ecos de radar tomados en cuenta por el autómata “ARPA” y pistas “AIS”. Las posiciones de los ecos radar y de las pistas AIS pueden seguidamente ser comparadas con la base de datos de los objetos peligrosos BDOD, para relacionar cada pista externa con un objeto peligroso y a la inversa. La base de datos de los objetos peligrosos puede así agrupar todos los objetos peligrosos detectados por el sistema según la invención y por los otros equipos del barco, estando cada objeto peligroso asociado en la base de datos con una información que indica por qué medio(s) cada objeto ha sido detectado.

Las bases de datos de objetos visibles BDOV y de objetos peligrosos BDOD se codifican en ANSI bajo un formato de trama compatible con los lógicos corrientemente utilizados en los sistemas de tratamiento de datos a bordo de los barcos, típicamente el formato NMEA (National Maritime Electronic Association) o el formato XML (Extended Markup Language). Los atributos asociados con cada objeto en estas bases de datos incluyen ventajosamente:

- la hora de la primera detección,
- el acimut
- el ancho angular,
- la distancia respecto al barco cuando la misma está calculada,
- la precisión sobre la distancia con respecto al barco,
- la persistencia, y
- el contraste.

La interfaz hombre/máquina IHM asegura las funciones de información de la tripulación y de control del sistema. La función de información de la tripulación comprende:

- la emisión de una señal de alerta, que puede ser sonora y/o visual y/o adaptada a una necesidad específica (por ejemplo voz sintética, o vibración en una caja soportada), una vez que la base de datos de objetos peligrosos contienen un nuevo elemento,
- la representación de las informaciones de posición de un objeto peligroso, y particularmente de su acimut, y de una indicación de la urgencia de la situación (por ejemplo una distancia o un tiempo antes de la colisión), y
- registro de un histórico de las bases de datos de los objetos visibles y de los objetos peligrosos.

Se puede igualmente prever que la interfaz hombre/máquina IHM ofrezca la posibilidad de representar la imagen en tiempo real de un objeto a la vista, a petición del operador.

Cuando el barco comprende varios medios de detección, la interfaz hombre/máquina IHM puede igualmente representar una indicación del o de los medios de detección de cada objeto. Cuando el barco está equipado con un dispositivo ARPA de ayuda en la anticolidión asociado con un radar, la interfaz hombre/máquina permite ventajosamente superponer en forma gráfica las informaciones procedentes de las bases de datos de objetos visibles y de objetos peligrosos con la representación ARPA. Si el barco está equipado con un dispositivo de cartografía digital, por ejemplo según la norma ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), la interfaz hombre/máquina puede superponer en forma gráfica las informaciones procedentes de las bases de datos de objetos visibles y de objetos peligrosos con representación ECDIS.

La función de control del sistema comprende controles de gestión corriente del funcionamiento del sistema, y controles que permiten asegurar el mantenimiento del sistema anticolidión.

Los controles de gestión corriente comprenden un control de puesta en funcionamiento y de parada del sistema, y llegado el caso, controles que permiten seleccionar otros medios de detección a tomar en cuenta.

Los controles de mantenimiento del sistema comprenden controles de puesta en funcionamiento, de parada y de ajuste de cada cámara, controles que permiten realizar ajustes internos del calculador (umbrales, parámetros), y controles de lanzamiento de procedimientos automáticos de calibración y de ensayos internos del sistema.

La interfaz hombre/máquina IHM está conectada a la entrada a la base de datos de objetos visibles BDOV, así como a la base de datos de objetos peligrosos BDOD. La misma puede integrarse en el puesto de control del vehículo marino, o desplazarse a distancia.

ES 2 306 271 T3

En un modo de realización del sistema según la invención, la interfaz hombre/máquina IHM está integrada en un sistema de navegación exterior. Las funciones de alerta, de representación y de control enriquecen las interfaces existentes del sistema de navegación exterior para la explotación de medios de visualización ARPA ó ECDIS.

5 Los medios de visualización ARPA representan en una pantalla de visualización una zona circular alrededor del barco. La visualización ARPA se centra permanentemente sobre el barco. La señalización se facilita por un trazo radial calado sobre el norte o relativo al eje del barco, y por una serie de anillos de distancia.

10 Los medios de visualización ECDIS representan en una pantalla de visualización un mapa geográfico rectangular que respeta una norma internacional. Este mapa se caracteriza por la posición geográfica de su centro, su escala, el tipo de proyección (en general Mercator) y su orientación (lo más a menudo al norte o según el eje del barco). La señalización sobre este mapa se facilita por una cuadrícula que representa las latitudes y longitudes constantes.

15 Estos dos tipos de medios de visualización representan en forma de símbolos específicos los objetos visibles y los objetos peligrosos. De esta manera, el riesgo de colisión puede ser evaluado visualmente.

20 Al intervenir el operador, una imagen de un objeto visible puede presentarse en una ventana representada en la pantalla de visualización. Esta imagen se representa típicamente cada segundo para permitir una apreciación visual en tiempo real de la evolución de un barco detectado.

Cuando el sistema según la invención recibe informaciones de varios captadores, puede igualmente realizar para cada objeto una medición de la distancia angular de los acimutes del objeto proporcionados por los diferentes captadores, así como un cálculo de la distancia del objeto.

25 Gracias a estas disposiciones, el sistema anticolidión según la invención puede ofrecer una cierta redundancia con los medios existentes. Así, ofrece una señalización fiable con un porcentaje de falsas alarmas relativamente bajo.

Gracias a estas características, el sistema de la invención encuentra aplicaciones en numerosos ámbitos, y particularmente:

- 30
- en el ámbito de los barcos armados por profesionales (comercio, pesca, de crucero, barcos de ámbito público),
 - 35 - en el ámbito de los barcos de crucero, por su contribución a la seguridad y a la comodidad de la tripulación, especialmente en ausencia de radar,
 - en el ámbito de los canales de navegación costeros (boyas, faros, balizas, escolleras, etc.), por una vigilancia y un control del tráfico y una redundancia de la seguridad anticolidión en las zonas más peligrosas,
 - 40 - en el ámbito de los sistemas de vigilancia a distancia navales (drone), por la posibilidad de garantizar un control permanente de la seguridad anticolidión, incluso cuando la zona de despliegue de dicho sistema no se encuentre bajo el control visual del puesto de mando.

45 Además, en todo vehículo marino, el sistema de la invención permite realizar automáticamente un registro de todas las detecciones de objetos visibles, capaces de enriquecer los datos registrados automáticamente en una “caja negra”, o VDR (Voyage Data Recorder).

50 Aparecerá claramente al experto en la materia que el sistema según la presente invención es susceptible de diversas otras variantes de realización y aplicaciones. Así, la invención no se limita a un sistema en el cual el transductor óptico cubre el conjunto del horizonte del vehículo marino. La zona vigilada por el transductor óptico puede en efecto estar limitada por un sector de proa del vehículo marino. Tampoco es indispensable que el sistema tenga acceso a informaciones de posición tales como el acimut, del vehículo marino, o a informaciones proporcionadas por otros sistemas que equipan el vehículo marino. En efecto, la posición de los objetos detectados puede determinarse con relación al vehículo marino y a su rumbo. Por otro lado, el sistema según la invención puede no comprender interfaz 55 hombre/máquina, y simplemente enviar las informaciones relativas a la detección de objetos peligrosos a otro sistema del vehículo marino, que comprenda una interfaz hombre/máquina.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema de alerta anticolidión para vehículo marino (12), que comprende:

- al menos un transductor (10) que cubre al menos parcialmente el horizonte del vehículo marino, y que proporciona imágenes,
- medios de tratamiento de imagen (IMP) para buscar en tiempo real en cada imagen proporcionada por el transductor óptico grupos de píxeles adyacentes en función de la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen, para evaluar en tiempo real la persistencia de cada grupo de píxeles en imágenes sucesivas, para determinar en tiempo real grupos que constituyen objetos visibles en la superficie del mar, en función de su persistencia, y para determinar en tiempo real informaciones de posición y de dimensión de al menos uno de los objetos visibles,
- medios de análisis anticolidión (ACOL) para calcular periódicamente la evolución de las informaciones de posición y de dimensión de al menos un objeto visible, y para evaluar un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible en función de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el cual el transductor óptico (10) comprende al menos una cámara fija con relación al vehículo marino y cubre al menos una parte sustancial del horizonte de forma permanente.

3. Sistema según la reivindicación 1, en el cual el transductor óptico (10) comprende al menos una cámara cuyo campo óptico es orientable para cubrir el horizonte por rotación.

4. Sistema según la reivindicación 3, en el cual el transductor óptico (10) comprende:

- una cámara (28) que comprende un objetivo (29) que tiene un eje óptico orientado sustancialmente de forma vertical,
- un conjunto giratorio (30) accionado por un motor (31) y que lleva un espejo (32) dispuesto en el campo óptico del objetivo y orientado sustancialmente a 45° con relación al eje óptico del objetivo, y
- un dispositivo (14) de medición de la posición angular del conjunto giratorio (30).

5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:

- una caja (21) constituida por una base (22) que sirve de soporte, y
- una cuba estabilizada (24) montada en un dispositivo de estabilización (25, 26), y que sirve de soporte al transductor óptico (10).

6. Sistema según la reivindicación 5, en el cual el dispositivo de estabilización comprende una suspensión cardán (25) y un volante giroscópico (26).

7. Sistema según la reivindicación 3, en el cual el transductor (10) comprende una cámara mono-línea accionada en rotación alrededor de un eje vertical.

8. Sistema según la reivindicación 7, que comprende:

- una caja (41),
- un conjunto giratorio (42) contenido en la caja (41) y accionado por un motor (44) de eje vertical,
- una caperuza de protección (45) del conjunto giratorio provisto de una abertura (49),
- una cámara digital (46) fijada al conjunto giratorio, y que comprende un sensor mono-línea (47),
- un objetivo (48) cuyo eje óptico es apto para barrer el horizonte por rotación del conjunto giratorio (42).

9. Sistema según la reivindicación 8, en el cual el transductor (10) comprende un cristal de protección (52) ventilado con la ayuda de un ventilador de extracción (53) para proteger el objetivo (48).

10. Sistema según la reivindicación 8 ó 9, en el cual tarjetas electrónicas (56) de tratamiento de imagen son solidarias del conjunto giratorio (42).

ES 2 306 271 T3

11. Sistema según una de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende un dispositivo de medición (57) de la posición angular del conjunto giratorio (42).

5 12. Sistema según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el cual los datos digitales de salida del transductor óptico (10) son transmitidos por mediación de contactos giratorios (58) que aseguran igualmente el contacto de la alimentación de los órganos del conjunto giratorio (42).

13. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende medios de interfaz con un compás.

10 14. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende medios de interfaz con otros transductores y medios de análisis que realizan un análisis de coherencia con informaciones proporcionadas por los otros transductores.

15 15. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende medios de señalización (IHM) para señalar que un objeto peligroso ha sido detectado.

16. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 15, en el cual las informaciones de posición de cada objeto visible comprenden un acimut del objeto.

20 17. Procedimiento de alerta anticolidión en un sistema de alerta anticolidión para vehículo marino (12) que comprende al menos un transductor óptico (10) que cubre al menos parcialmente el horizonte del vehículo marino, **caracterizado** porque comprende las etapas que consisten en:

- 25 - adquirir del transductor óptico imágenes que incluyen una parte del horizonte del vehículo marino,
- buscar en tiempo real en cada imagen adquirida grupos de píxeles adyacentes en función de la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen,
- evaluar en tiempo real la persistencia de cada grupo de píxeles en imágenes adquiridas sucesivas,
- 30 - determinar en tiempo real grupos que constituyen objetos visibles en la superficie del mar, en función de su persistencia,
- determinar en tiempo real informaciones de posición y de dimensión de al menos uno de los objetos visibles,
- 35 - calcular periódicamente la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible, y
- evaluar un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible en función de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión del objeto visible, considerándose un objeto visible como peligroso si existe un riesgo de colisión del vehículo marino con el objeto visible.
- 40

18. Procedimiento según la reivindicación 17, que comprende las etapas de representación de informaciones relativas a cada objeto peligroso, y de emisión de una señal de alarma una vez que un nuevo objeto peligroso ha sido detectado.

45 19. Procedimiento según la reivindicación 17 ó 18, en el cual la búsqueda en cada imagen de grupos de píxeles adyacentes comprende las etapas que consisten en:

- 50 a) encuadrar la parte útil de la imagen proporcionada por el transductor óptico (10),
- b) medir la intensidad luminosa media de los píxeles en al menos la parte útil de la imagen,
- c) comparar cada píxel de la parte útil de la imagen con la intensidad luminosa media, y atribuir un valor binario al píxel en función del resultado de la comparación,
- 55 d) buscar píxeles con un valor binario dado que formen grupos de píxeles adyacentes.

20. Procedimiento según la reivindicación 19, en el cual el encuadramiento de la parte útil comprende una detección automática de la línea de horizonte.

60 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 20, en el cual las etapas de determinación de las informaciones de posición y de dimensión, de cálculo periódico de la evolución de las informaciones de posición y de dimensión, y de evaluación de un riesgo de colisión son realizadas para cada imagen.

65

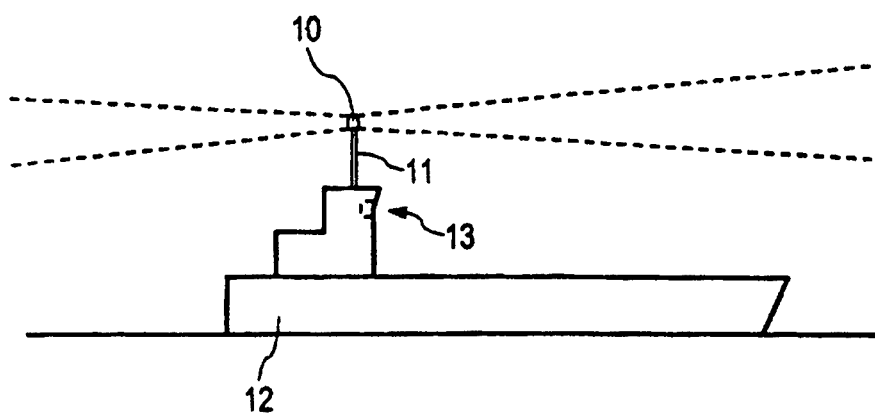


Fig. 1

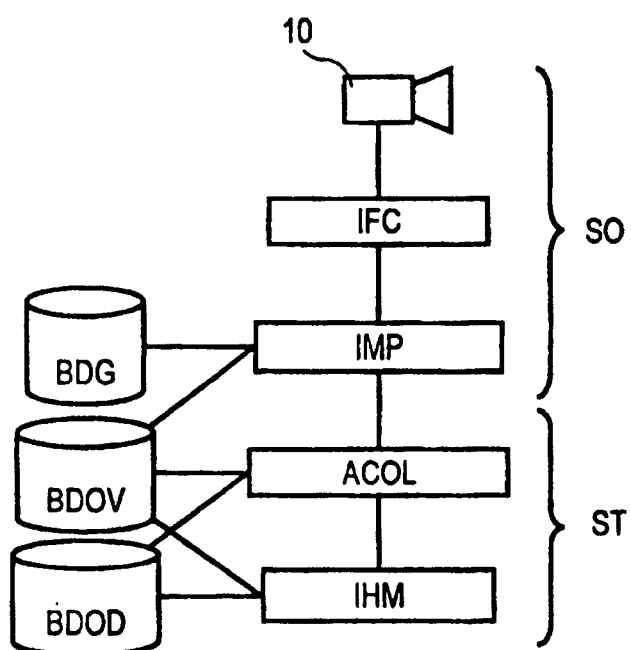
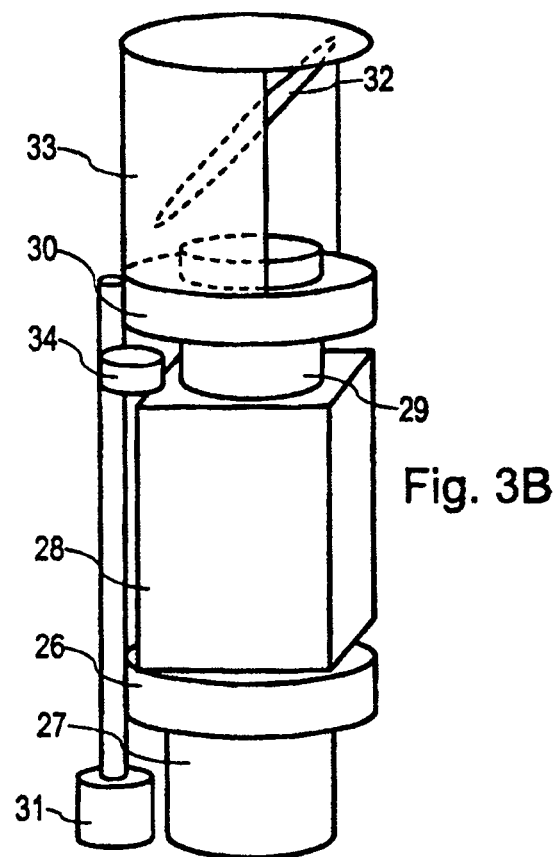
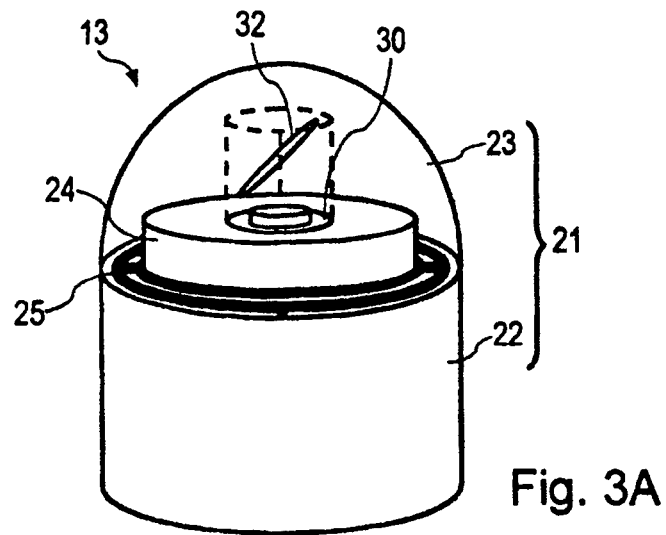
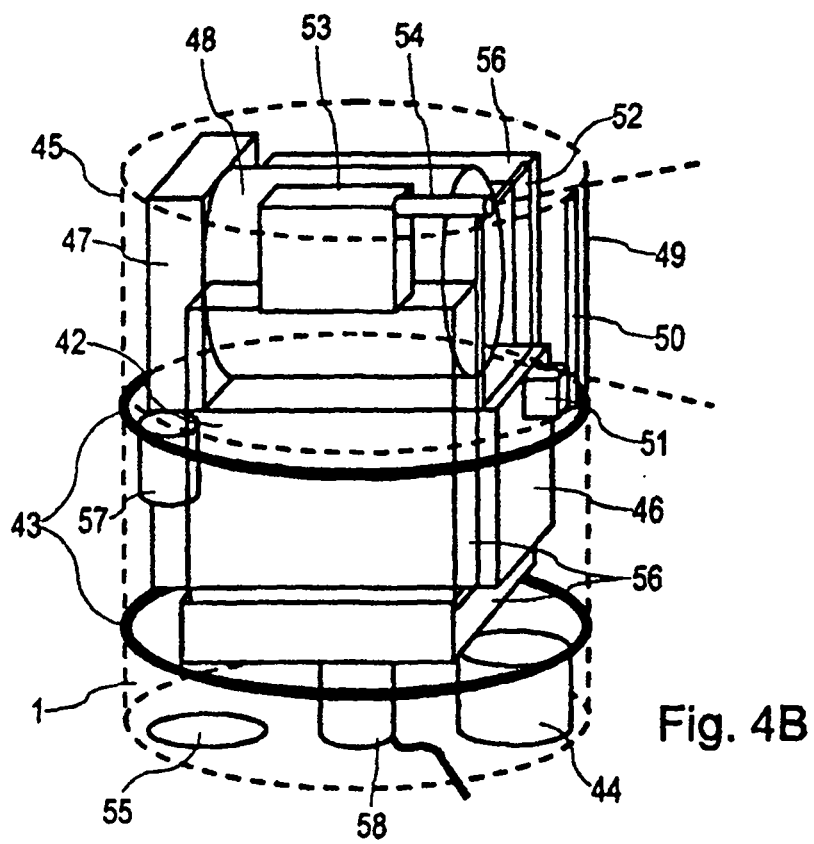
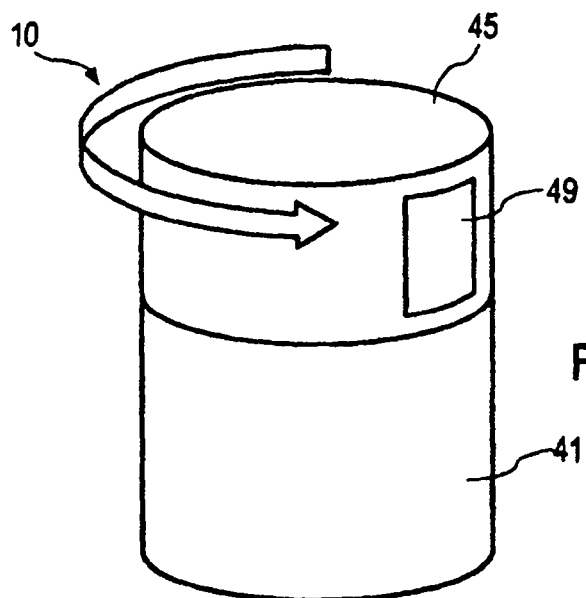


Fig. 2





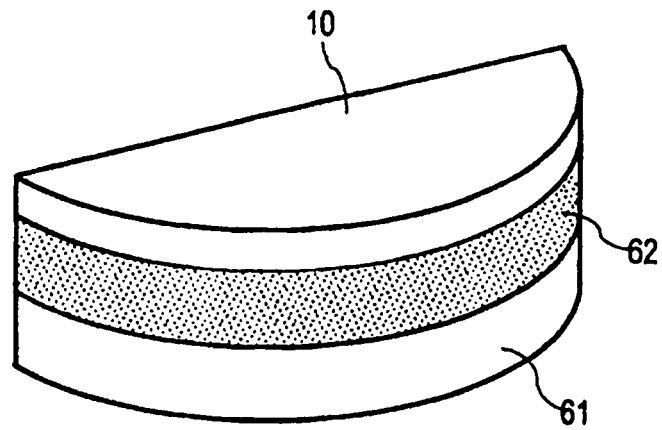


Fig. 5A

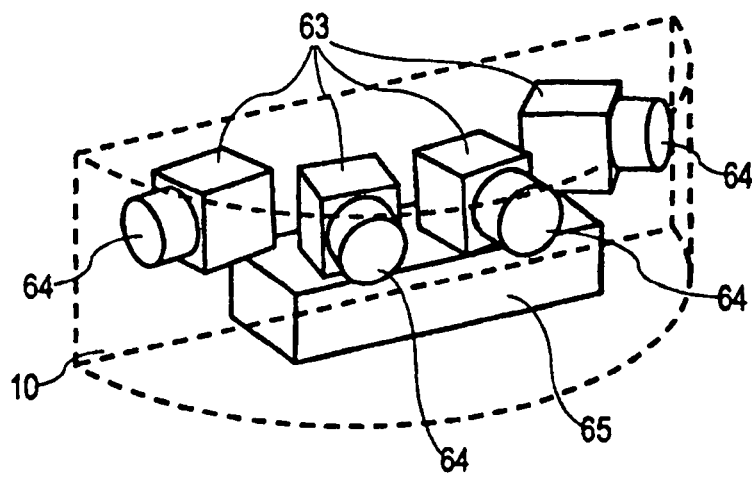


Fig. 5B

