

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 730**

51 Int. Cl.:

**G01C 11/06** (2006.01)

**G06T 7/00** (2007.01)

**H04N 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2009 PCT/US2009/044793**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2009 WO09143323**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2009 E 09751551 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2283314**

54 Título: **Sistema y método de medición estereoscópica**

30 Prioridad:

**22.05.2008 US 125794**

**22.05.2008 US 125801**

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

**20.07.2017**

73 Titular/es:

**MATRIX ELECTRONIC MEASURING  
PROPERTIES, LLC (100.0%)  
279 N. 170th Road  
Bennington, KS 67422, US**

72 Inventor/es:

**REDDEN, WARREN (FALLECIDO);  
STEVENS, GEORGE, B.;  
CLENENING, GRADY, A.;  
WATERS, WINDFLOWER;  
WEINTRAUB, STEVEN;  
REDDEN, CARL;  
SRACK, ROBERT, W. y  
SRACK, JANET, M.**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 625 730 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 y método de medición estereoscópica

Antecedentes

5 La generación de imágenes estereoscópicas, o estereoscopia, se utiliza para obtener información tridimensional acerca de un objeto sobre la base de un par de imágenes bidimensionales de ese objeto. En general, generación de imágenes estereoscópicas implica combinar visualmente al menos dos imágenes de un objeto, tomadas desde puntos de vista ligeramente diferentes, para producir la ilusión de profundidad tridimensional. Mediante la obtención de las dos imágenes estereó desde perspectivas ligeramente diferentes, las ubicaciones de coordenadas de los puntos de medición deseados identificados en ambas imágenes se pueden determinar con mayor precisión.

10 La formación de imágenes estereoscópicas es la base para la fotogrametría, que implica producir estereogramas o un par de imágenes estereó de un objeto con el fin de determinar propiedades geométricas y/o información de medición sobre el objeto. La fotogrametría se utiliza en diversos campos tales como la fabricación, el levantamiento arquitectónico, la preservación del edificio y la arqueología con el fin de obtener información de medición para un objeto de interés. Cuando se obtienen mediciones entre puntos de medición particulares sobre un objeto deseado mediante fotogrametría, generalmente se requiere que se designen los mismos puntos de medición en ambas imágenes para obtener información de medición precisa.

15 Con el advenimiento de los sensores de imagen digital, las técnicas de procesamiento de imágenes basadas en ordenadores se han desarrollado y aplicado a la fotogrametría. Sin embargo, el aumento de la resolución del sensor de imagen digital y los avances en el procesamiento de imágenes por ordenador no se han utilizado eficientemente para fines de medición estereoscópica. Además, existe la necesidad de un sistema de procesamiento estereoscópico que permita a un usuario designar fácilmente los mismos puntos de medición en imágenes estereó de un objeto para obtener mediciones más precisas.

Resumen

25 Según un aspecto, se proporciona un sistema que comprende módulos ejecutables con al menos un procesador para obtener mediciones de un objeto. El sistema comprende una memoria que almacena una pluralidad de imágenes estereó, comprendiendo cada una primera y segunda imágenes del objeto. El sistema comprende además un módulo compuesto para combinar al menos dos imágenes estereó en una imagen estereó compuesta, en el que la imagen estereó compuesta comprende una primera imagen compuesta y una segunda imagen compuesta, la primera imagen compuesta comprende una composición de las primeras imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estereó y la segunda imagen compuesta comprende un compuesto de cada una de las segundas imágenes de las al menos dos imágenes estereó. El sistema comprende además un módulo de interfaz de usuario (UI) para generar una lista de imágenes estereó para su visualización. El módulo UI está configurado además para recibir una primera entrada de usuario que selecciona las al menos dos imágenes estereó de la lista de imágenes estereó, generar la primera imagen y la segunda imagen de cada una de las al menos dos imágenes estereó para mostrar, recibir un segundo usuario Una entrada que designa puntos compuestos en la primera y segunda imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estereó, genera la primera y segunda imágenes compuestas para su visualización en base a los puntos compuestos designados, recibe una tercera entrada de usuario que designa un primer punto de medición en el primer compuesto recibe una entrada del cuarto usuario que designa un segundo punto de medición en la primera imagen compuesta, recibe una quinta entrada del usuario que designa el primer punto de medición en la segunda imagen compuesta y recibe una entrada del sexto usuario que designa un segundo punto de medición en la segunda imagen compuesta. El sistema comprende además un módulo de punto estereó para definir un primer punto estereó que corresponde al primer punto de medición designado en la primera y segunda imágenes compuestas y para definir un segundo punto estereó que corresponde al segundo punto de medición designado en el primer y segundo compuesto Imágenes. El sistema comprende además un módulo de medidas cruzadas para calcular la distancia entre el primer punto estereó y el segundo punto estereó.

40 Según otro aspecto, se proporciona un sistema que comprende módulos ejecutables con al menos un procesador para obtener mediciones de un objeto. El sistema comprende una memoria que almacena una pluralidad de imágenes estereó, comprendiendo cada una primera y segunda imágenes del objeto. El sistema comprende además un módulo compuesto para combinar al menos dos imágenes estereó de la pluralidad de imágenes estereó en una imagen estereó compuesta. La imagen estereó compuesta comprende una primera imagen compuesta y una segunda imagen compuesta. La primera imagen compuesta comprende un compuesto de las primeras imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estereó y la segunda imagen compuesta comprende un compuesto de cada una de las segundas imágenes de las al menos dos imágenes estereó. El sistema comprende además un módulo de interfaz de usuario (UI) para generar una lista de imágenes estereó para visualización, para recibir una primera entrada de usuario que selecciona las al menos dos imágenes estereó de la lista de imágenes estereó y para generar la primera imagen y la segunda Imagen de cada una de las al menos dos imágenes estereó para su visualización. El módulo UI está configurado además para recibir una segunda entrada de usuario que designa puntos compuestos en la primera y segunda imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estereó, para generar la primera y segunda imágenes compuestas para mostrar basándose en los puntos compuestos designados

para recibir una tercera entrada de usuario que designa un primer punto de medición en la primera imagen compuesta y para recibir una cuarta entrada de usuario que designa un segundo punto de medición en la primera imagen compuesta. El sistema comprende además un módulo de selección de puntos para identificar un intervalo de puntos en la segunda imagen compuesta en base al primer punto de medición designado en la primera imagen compuesta para generar una línea de asistencia de selección en la segunda imagen compuesta en base al margen de puntos, para identificar otra gama de puntos en la segunda imagen compuesta basada en el segundo punto de medición designado en la primera imagen compuesta, para generar otra línea de selección en la segunda imagen basada en la otra gama de puntos, para determinar primeros valores de píxeles adyacentes al primer punto de medición designado en la primera imagen compuesta para comparar los primeros valores de píxeles determinados con otros valores de píxeles a lo largo de la línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un primer punto de medición correspondiente en la segunda imagen compuesta con otros valores de píxeles adyacentes que coinciden con el primer píxel determinado, para determinar segundos valores de píxeles adyacentes al segundo diseño de punto de medición y comparar los segundos valores de píxeles determinados con otros segundos valores de píxeles a lo largo de la otra línea de ayuda de selección para identificar dinámicamente un segundo punto de medición correspondiente en la segunda imagen con otros valores de píxeles adyacentes que coincidan con los segundos valores de píxeles determinados. El sistema comprende además un módulo de punto estéreo para definir un primer punto estéreo que corresponde al primer punto de medición designado en la primera imagen compuesta e identificado en la segunda imagen compuesta y para definir un segundo punto estéreo que corresponde al segundo punto de medición designado en la primera imagen compuesta e identificada en la segunda imagen compuesta. El sistema también comprende un módulo de medidas cruzadas para calcular la distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo.

Según otro aspecto, se proporciona un método para obtener mediciones a partir de una imagen estéreo de un objeto utilizando al menos un procesador. La imagen estéreo comprende imágenes primera y segunda del objeto. El método comprende almacenar una pluralidad de imágenes estéreo que comprenden cada una primera y segunda imágenes del objeto en una memoria. El método comprende además generar una lista de la pluralidad de imágenes estéreo para su visualización. El método comprende además recibir una primera entrada de usuario seleccionando al menos dos imágenes estéreo de la lista. El método comprende además mostrar la primera imagen y la segunda imagen de cada una de las al menos dos imágenes estéreo. El método comprende además recibir una segunda entrada de usuario que designa puntos compuestos en la primera y segunda imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estéreo. El método comprende además combinar las al menos dos imágenes estéreo en una imagen estéreo compuesta basada en los puntos compuestos, comprendiendo la imagen estéreo compuesta una primera imagen compuesta y una segunda imagen compuesta. El método comprende además mostrar la primera imagen compuesta y la segunda imagen compuesta. El método comprende además recibir una tercera entrada de usuario que designa un primer punto de medición en la primera imagen compuesta. El método comprende además recibir una cuarta entrada de usuario que designa un segundo punto de medición en la primera imagen compuesta. El método comprende además recibir una quinta entrada de usuario que designa el primer punto de medición en la segunda imagen compuesta. El método comprende además recibir una sexta entrada de usuario que designa el segundo punto de medición en la segunda imagen compuesta. El método comprende además definir un primer punto estéreo que corresponde al primer punto de medición designado en la primera y segunda imágenes compuestas y que define un segundo punto estéreo que corresponde al segundo punto de medición designado en la primera y segunda imágenes compuestas. El método comprende además calcular la distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo.

Según otro aspecto, se proporciona un método para obtener mediciones a partir de una imagen estéreo de un objeto utilizando al menos un procesador. La imagen estéreo comprende imágenes primera y segunda del objeto. El método comprende almacenar una pluralidad de imágenes estéreo que comprenden cada una primera y segunda imágenes del objeto en una memoria. El método comprende además generar una lista de la pluralidad de imágenes estéreo para su visualización. El método comprende además recibir una primera entrada de usuario seleccionando al menos dos imágenes estéreo de la lista. El método comprende además mostrar la primera imagen y la segunda imagen de cada una de las al menos dos imágenes estéreo. El método comprende además recibir una segunda entrada de usuario que designa puntos compuestos en la primera y segunda imágenes de cada una de las al menos dos imágenes estéreo. El método comprende además combinar las al menos dos imágenes estéreo en una imagen estéreo compuesta basada en los puntos compuestos, comprendiendo la imagen estéreo compuesta una primera imagen compuesta y una segunda imagen compuesta. El método comprende además mostrar las primeras y segundas imágenes compuestas. El método comprende además recibir una tercera entrada de usuario que designa un primer punto de medición en la primera imagen compuesta. El método comprende además recibir una cuarta entrada de usuario que designa un segundo punto de medición en la primera imagen compuesta. El método comprende además identificar un intervalo de puntos en la segunda imagen compuesta basada en el primer punto de medición e identificar otro intervalo de puntos en la segunda imagen compuesta en base al segundo punto de medición. El método comprende además generar una línea de asistencia de selección en la segunda imagen compuesta basada en el intervalo de puntos y generar otra línea de asistencia de selección en la segunda imagen compuesta basada en la otra gama de puntos. El método comprende además determinar primeros valores de píxeles adyacentes al primer punto de medición designado en la primera imagen compuesta y determinar segundos valores de píxeles adyacentes al segundo punto de medición designado en la primera imagen compuesta. El método comprende además comparar los primeros valores de píxeles determinados con otros valores de píxel a lo largo de

la línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un primer punto de medición correspondiente en la segunda imagen compuesta con otros valores de píxeles adyacentes que coincidan con los primeros valores de píxeles determinados y comparar el segundo píxel determinado con otros segundos valores de píxel a lo largo de la otra línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un segundo punto de medición correspondiente en la segunda imagen con otros valores adyacentes de píxeles que coincidan con los segundos valores de píxeles determinados. El método comprende además definir un primer punto estéreo que corresponde al primer punto de medición designado en la primera imagen compuesta e identificado en la segunda imagen compuesta. El método comprende además definir un segundo punto estéreo que corresponde al segundo punto de medición designado en la primera imagen compuesta e identificado en la segunda imagen compuesta. El método comprende además calcular la distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de medición estereoscópica de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Las figuras 2A y 2B son vistas en perspectiva de un dispositivo de captura de imágenes estéreo según un aspecto del sistema de medición estereoscópica.

La figura 3A es un diagrama de bloques de una aplicación de medición estereoscópica según un aspecto del sistema de medición estereoscópica.

Las figuras 3B-3D son vistas de imágenes de una cámara seccionada para la calibración intrínseca de la cámara.

La figura 3E es una imagen de un vehículo con un plano de referencia central entre los puntos seleccionados.

La figura 3F es un modelo geométrico para determinar la simetría entre puntos seleccionados en una imagen.

Las figuras 4A-4F son vistas en pantalla de los formularios de gestión de imágenes.

La figura 5A es un modelo de mapeo geométrico para una cámara estenopeica.

La figura 5B es un modelo tridimensional del sistema de coordenadas para una cámara estenopeica.

Las figuras 6A-6B son modelos de triangulación para determinar la ubicación de un punto en un sistema de coordenadas de un dispositivo de captura de imágenes.

Las figuras 7A-7D son ilustraciones de un proceso de superposición para crear un par de imágenes estéreo compuestas a partir de dos pares de imágenes estéreo.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de adquisición de imagen estéreo de acuerdo con un aspecto del sistema de medición estereoscópica.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método de medición de puntos dentro de un par de imágenes estéreo de acuerdo con un aspecto del sistema de medición estereoscópica.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método para calcular e informar mediciones entre puntos de medición designados en un par de imágenes estéreo de acuerdo con un aspecto del sistema de medición estereoscópica.

Descripción detallada

Aspectos del sistema de medición estereoscópica y método aquí descritos permiten a un usuario generar imágenes estéreo de un objeto, designar puntos dentro de las imágenes estéreo del objeto y obtener mediciones de precisión con referencia a los puntos designados. Una ventaja del sistema es la provisión de un dispositivo de captura portátil que permite al usuario capturar imágenes estéreo de objetos en lugares remotos. El dispositivo de captura portátil transmite imágenes estéreo a un sistema de procesamiento para mostrar las imágenes estéreo y determinar mediciones de precisión entre puntos designados dentro de las imágenes estéreo. Además, el sistema se puede desplegar en diversos entornos y es más portátil y rentable que los sistemas de medición convencionales.

La figura 1 ilustra un aspecto de ejemplo de un sistema 100 de medición estereoscópica. El sistema 100 de medición estereoscópica permite que un usuario 102 capture imágenes estéreo de un objeto 104 con un dispositivo 106 de captura de imágenes estéreo. El dispositivo 106 de captura de imágenes estéreo comprende una cámara 108 izquierda y una cámara 110 derecha. La cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha son, por ejemplo, cámaras digitales estenopeicas situadas en extremos opuestos de un miembro 112 de bastidor.

Un monitor 114 está dispuesto centralmente entre la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha en el miembro 112 de bastidor. El monitor 114 está configurado para mostrar una imagen 116 izquierda capturada por la cámara 108 izquierda y una imagen 118 derecha capturada por la cámara 110 derecha. Aunque se representa un solo

monitor 114 en la figura 1, se contempla que monitores separados, tal como se representa en las figuras 2A y 2B, pueden usarse para mostrar la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha.

Haciendo referencia brevemente a las figuras 2A y 2B, se representan aspectos de un dispositivo 106 de captura de imágenes estéreo de ejemplo. En este aspecto, el dispositivo 106 de captura de imágenes estéreo es un aparato manual portátil que comprende un esqueleto 202 que es suficientemente rígido para limitar la flexión. Por ejemplo, el esqueleto 202 puede construirse a partir de un material ligero, tal como plástico u otro material adecuado.

Una vaina 204 izquierda está fijada al extremo izquierdo del esqueleto 202 y una vaina 206 derecha está fijada al extremo derecho del esqueleto 202. La vaina 204 izquierda está configurada para alojar la cámara 108 izquierda y la vaina 206 derecha está configurada para alojar la cámara 110 derecha.

Un cubo 208 está situado en el centro del esqueleto 202 y aloja una fuente de energía (no mostrada) para alimentar las cámaras 108, 110 izquierda y derecha. Por ejemplo, según un aspecto, el cubo 208 comprende un compartimento de batería (no mostrado) que recibe una batería. Según otro aspecto, el cubo 208 comprende unos terminales de entrada de potencia (no mostrados) configurados para conectarse con un cable de alimentación que está conectado a una toma de corriente.

Según otro aspecto, el cubo 208 comprende un monitor 210 izquierdo y un monitor 212 derecho. El monitor 210 izquierdo y el monitor 212 derecho son, por ejemplo, monitores de pantalla de cristal líquido (LCD). El monitor 210 izquierdo está conectado a la cámara 108 izquierda y muestra la imagen 116 izquierda. El monitor 212 derecho está conectado a la cámara 110 derecha y muestra la imagen 118 derecha del objeto 104. El usuario 102 maniobra el dispositivo 106 de captura de imágenes estéreo para mostrar las imágenes 116, 118 izquierda y derecha de una parte deseada del objeto 104 a través de los monitores 210, 212 izquierdo y derecho. La ubicación central de los monitores 210, 212 permite al usuario 102 determinar convenientemente un campo de visión común para la cámara 108, 110 izquierda y derecha.

Un asa 214 izquierda está situada a la izquierda del cubo 208 y un asa 216 derecha está situada a la derecha del cubo 208. En particular, se contempla que las asas 214, 216 del dispositivo 106 de captura de imágenes pueden estar localizados en una o varias posiciones diferentes. El usuario 102 retiene el dispositivo 106 de captura de imágenes a través del asa 214 izquierda y el asa 216 derecha. Según un aspecto, el asa 214 izquierda comprende un conmutador 218 que controla los obturadores electrónicos de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha. El conmutador 218 está cableado a las cámaras 108, 110 izquierda y derecha para asegurarse de que las imágenes 116, 118 izquierda y derecha correspondientes se capturan simultáneamente. Por ejemplo, cuando el monitor 210 izquierdo y el monitor 212 derecho (o un único monitor 114) muestran las imágenes 116, 118 izquierda y derecha del área deseada, el usuario 102 activa o conmuta el conmutador 218 para capturar las imágenes 116, 118 izquierda y derecha.

Según un aspecto, la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha están configuradas para transferir imágenes y datos de imagen al cubo 208 a través de cables de bus serie universal ("USB"). Por ejemplo, la cámara 108 izquierda está conectada a un puerto 220 de comunicación por un cable USB y la cámara 110 derecha está cableada al puerto 220 de comunicación por otro cable USB.

Según otro aspecto, el cubo 208 está montado sobre un bastidor giratorio de manera que puede girar independientemente de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha. Como resultado, el usuario 102 puede ver los monitores 210, 212 independientemente de la orientación de las cámaras 108, 110 derecha e izquierda.

De acuerdo con otro aspecto, las lámparas 222, 224 están situadas junto a las cámaras 108, 110 izquierda y derecha. El propósito de las lámparas 222, 224 es iluminar el objeto 104 durante la captura de las imágenes 116, 118 izquierda y derecha. En un ejemplo, las lámparas 222, 224 están configuradas para encenderse, o destellar, cuando el conmutador 218 es conmutado. En otro ejemplo, las lámparas 222, 224 están configuradas para encenderse cuando se conmuta un conmutador separado (no mostrado).

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el dispositivo 106 de captura de imagen está configurado para transferir la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha a un sistema 120 de procesamiento para procesamiento a través de un enlace de comunicación cableado o inalámbrico. Según un aspecto, el dispositivo 106 de captura de imágenes está configurado para transferir imágenes sin hilos al sistema 120 de procesamiento en respuesta al usuario 102 que acciona un conmutador de transmisión (no mostrado) en el dispositivo 106 de captura de imágenes. En un ejemplo, un transmisor 122 inalámbrico está conectado al dispositivo 106 de captura de imágenes a través del puerto 220 de comunicación. El transmisor 122 transmite una señal 124 que comprende datos de imagen representativos de las imágenes 116, 118 izquierda y derecha. Aunque el transmisor 122 está representado externamente al dispositivo 106 de captura de imágenes, se contempla que el transmisor 122 pueda estar integrado en el dispositivo 106 de captura de imágenes.

Un receptor 126 inalámbrico está conectado al sistema 120 de procesamiento y recibe la señal 124 desde el transmisor 122. El transmisor 122 y el receptor 126 correspondiente pueden utilizar un enlace Gigabit Ethernet, enlace IEEE 802.11, enlace de banda ultraancha (UWB), o cualquier otro enlace de comunicación inalámbrico adecuado. El transmisor 122 inalámbrico y el receptor inalámbrico son opcionales en algunas realizaciones.

Según otro aspecto, el dispositivo 106 de captura de imagen transfiere la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha desde el dispositivo 106 de captura de imagen al sistema 120 de procesamiento a través de una conexión 128 por cable en respuesta al usuario 102 que acciona el conmutador de transmisión (no mostrado). Alternativamente, el sistema 120 de procesamiento descarga automáticamente imágenes del dispositivo de captura 106 en respuesta a la detección de la conexión 128 por cable entre el dispositivo 106 de captura de imágenes y el sistema 120 de procesamiento. La conexión 128 por cable puede ser una conexión USB, una conexión FireWire o cualquier otra conexión por cable adecuada.

El sistema 120 de procesamiento comprende una aplicación 130 de medición estereoscópica ("aplicación de medición"). La aplicación 130 de medición comprende módulos ejecutables o instrucciones que permiten al sistema 120 de procesamiento procesar datos de imagen, mostrar imágenes estéreo y obtener datos de medición precisos para puntos designados dentro de imágenes estéreo. En un aspecto, el sistema 120 de procesamiento es un ordenador remoto, tal como un ordenador portátil o una estación de ordenador personal. En otro aspecto, el sistema 120 de procesamiento es un ordenador servidor.

Una interfaz 132 de usuario (IU) permite al usuario 102 seleccionar imágenes y/o emitir órdenes de procesamiento. Los comandos de procesamiento comprenden, por ejemplo, órdenes para iniciar la adquisición de datos de imagen desde el dispositivo 106 de captura de imagen y/o comandos para iniciar el análisis de datos de imagen. En un ejemplo, la interfaz 132 de usuario comprende una pantalla 134, tal como un monitor de ordenador, para ver datos de imagen y un dispositivo 136 de entrada, tal como un teclado o un dispositivo señalador (por ejemplo, un ratón, una esfera indicadora, un bolígrafo, una almohadilla táctil u otro dispositivo), para permitir que el usuario 102 interactúe con los datos de imagen.

La interfaz 132 de usuario está configurada para mostrar uno o más formularios de entrada a través de la pantalla 134. Los formularios de entrada permiten al usuario 102 seleccionar datos de imagen para su visualización y/o edición. Los formularios de entrada también permiten al usuario 102 designar puntos dentro de imágenes estéreo y mostrar información de medición para los puntos designados.

De acuerdo con un aspecto, el sistema 120 de procesamiento comprende una memoria 138 para almacenar datos de imagen estéreo para un objeto 104 particular, que incluye datos de imagen procesados y/o sin procesar. Por ejemplo, la memoria 138 comprende uno o más archivos 140 que comprenden cada uno datos de imagen procesados y/o no procesados para el objeto 104.

En un ejemplo operativo, el sistema 100 de medición estereoscópica compara puntos designados por el usuario dentro de imágenes estéreo del objeto 104 con puntos de referencia conocidos para ese objeto. Comparando el usuario 102 puntos designados dentro de imágenes estéreo de un objeto 104, tal como un vehículo dañado a los puntos de referencia correspondientes de un vehículo no dañado, el sistema 100 de medición determina una o más mediciones entre los puntos designados y los puntos de referencia para cuantificar una cantidad de daños al vehículo.

En otro ejemplo operativo, el sistema 100 de medición estereoscópica detecta un cambio en un objeto 104 que se produce durante un periodo de tiempo. Por ejemplo, el sistema 100 de medición estereoscópica se utiliza para calcular una distancia de corriente entre dos puntos designados por el usuario en las imágenes estéreo del exterior de un edificio. Uno de los puntos designados es, por ejemplo, un punto de referencia tal como un punto de referencia de elevación del terreno que permanece sustancialmente constante a lo largo del tiempo. El otro punto designado es, por ejemplo, un punto objetivo en el exterior del edificio. Después de transcurrido un periodo de tiempo, el sistema 100 de medición estereoscópica se utiliza para calcular la distancia entre el mismo punto de referencia y el mismo punto objetivo del edificio. Por consiguiente, un cambio en la distancia calculada entre el punto de referencia y el punto objetivo indica, por ejemplo, que la fundación del edificio se ha desplazado y/o alguna otra desviación estructural ha ocurrido.

Aunque el sistema 100 de medición estereoscópica se describe aquí como utilizado para obtener datos de medición para vehículos y/o edificios, se contempla que el sistema 100 pueda usarse para obtener mediciones para cualquier objeto 104 para el cual se puedan capturar imágenes estéreo.

Como otro ejemplo, el sistema 100 de medición estereoscópica puede utilizarse para catalogar una imagen tridimensional de un artefacto o propiedad personal, tal como un vaso. Por ejemplo, el sistema 100 de medición estereoscópica se utiliza para capturar varias imágenes estereoscópicas del vaso. Allí después, las medidas pueden ser calculadas entre los puntos seleccionados en el vaso en las tres dimensiones. Posteriormente, estas mediciones pueden catalogarse y utilizarse posteriormente para verificar la autenticidad del vaso y/o para generar una réplica del vaso.

La figura 3A representa una aplicación 302 de medición estereoscópica de ejemplo (por ejemplo, aplicación 130 de medición) de acuerdo a un aspecto del sistema 100 de medición. La medición de aplicación 302 comprende módulos que permiten que el sistema 120 procese datos de imagen, para generar imágenes estéreo, y obtenga mediciones precisas para puntos designados por el usuario dentro de una imagen estéreo generada.

Un módulo 304 de adquisición de datos está configurado para recibir datos de imagen desde el dispositivo 106 de

- 5 captura de imágenes. Por ejemplo, cuando la conexión 128 por cable conecta el dispositivo 106 de captura de imagen y el sistema 120 de procesamiento, el módulo 304 de adquisición de datos detecta la conexión 128 por cable y recibe las imágenes 116, 118 izquierda y derecha del dispositivo 106 de captura de imágenes. Como otro ejemplo, cuando las imágenes 116, 118 izquierda y derecha se están transfiriendo al sistema 120 de procesamiento a través de una comunicación inalámbrica, el módulo 304 de adquisición de datos detecta la conexión inalámbrica desde el dispositivo 106 de captura de imágenes a través del receptor 126 y recibe las imágenes 116, 118 izquierda y derecha desde el dispositivo 106 de captura de imágenes. Según un aspecto, las imágenes 116, 118 izquierda y derecha se suprimen de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha después de ser transferidas al sistema 120 de procesamiento.
- 10 Según otro aspecto, el módulo 304 de adquisición de datos está configurado para recuperar datos 306 intrínsecos de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha para almacenamiento en la memoria 138. Como se usa en la presente memoria, datos intrínsecos para una cámara se refieren a datos geométricos y ópticos, características de la lente y la cámara según lo determinado a través de un proceso de calibración de la cámara.
- 15 La calibración de cámara es el proceso de relacionar el modelo ideal de la cámara con el dispositivo físico real y determinar la posición y orientación de la cámara con respecto a un sistema de referencia mundial. La calibración estereoscópica normalmente implica un proceso interno o intrínseco de calibración y un proceso de calibración externo o estéreo. Como se describe con más detalle a continuación, la calibración estéreo implica típicamente determinar la posición y la orientación de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha entre sí con respecto a un sistema de referencia mundial.
- 20 El propósito de la calibración intrínseca es determinar datos 306 intrínsecos, tales como distorsión de lente, longitud focal y el punto principal de una imagen para una cámara particular. Los datos 306 intrínsecos se determinan por separado para cada una de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha. Según un aspecto, la calibración intrínseca se realiza durante las etapas finales del proceso de fabricación del dispositivo 106 de captura de imágenes. Por ejemplo, después de que el dispositivo 106 de captura de imágenes se ha montado y es operable, los datos 306 intrínsecos se determinan por separado para cada una de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha.
- 25 De acuerdo con un aspecto, los datos 306 intrínsecos determinados para la cámara 108 izquierda se almacenan en una memoria de la cámara 108 izquierda y los datos 306 intrínsecos determinados para la cámara 110 derecha se almacenan en una memoria de la cámara 110 derecha. En uno aspecto, los datos 306 intrínsecos determinados se almacenan como archivos XML en la memoria de cada cámara. Mediante la determinación de datos 306 intrínsecos para cada cámara, las imperfecciones de un punto en una imagen pueden neutralizarse eficazmente, vinculando de este modo el punto con las coordenadas correspondientes en el sistema de coordenadas de cámara.
- 30 De acuerdo con un aspecto, se determinan los datos 306 intrínsecos para cada una de las cámaras 108 izquierda y derecha, capturando primero una serie de fotos de una imagen 342 de calibración o plantilla tal como se muestra en las Figs. 3B-3D. De acuerdo con un aspecto, la imagen de calibración consiste en alternar cuadrados negros y blancos o rectángulos dispuestos en un patrón de tablero de ajedrez plano. La serie de fotos se obtiene para diversas orientaciones de la imagen 342 de calibración.
- 35 En un ejemplo, el campo de visión de cada cámara, o espacio 344 de vista de imagen, se divide en nueve secciones (es decir, tres filas y tres columnas). La figura 3B representa la imagen 342 de calibración en una primera orientación colocada en una sección del espacio 344 de vista de imagen que corresponde a la fila superior y a la columna izquierda. Las imágenes de la imagen 342 de calibración en la primera orientación se capturan en cada una de las nueve secciones por cada cámara. La figura 3C representa la imagen 342 de calibración en una segunda orientación (por ejemplo, girada aproximadamente cuarenta y cinco grados). Las imágenes de la imagen 342 de calibración en la segunda orientación son capturadas en cada una de las nueve secciones por cada cámara. La figura 3D representa la imagen 342 de calibración en una tercera orientación (por ejemplo, inclinada hacia atrás aproximadamente cuarenta y cinco grados). Las imágenes de la imagen 342 de calibración en la tercera orientación se capturan en cada una de las nueve secciones por cada cámara.
- 40 Se conocen las dimensiones de los patrones de comprobador individuales. Como resultado, se pueden determinar los valores intrínsecos de la cámara de distancia focal, distorsión de lente y posición de punto principal. Por ejemplo, se usan técnicas de procesamiento de imágenes para identificar las esquinas de cada cuadrado en el tablero de ajedrez y construir líneas de perspectiva que conectan estas esquinas. Si las líneas de perspectiva están ligeramente curvadas en lugar de rectas, puede derivarse una fórmula para enderezar su curvatura y usarse después para eliminar distorsiones de imagen. Como resultado, la fórmula se puede utilizar para establecer un mapeo de líneas rectas mundiales a rectas de imagen. En un ejemplo, esta fórmula es un vector de filas de valores escalares que representan la distorsión de la lente y el desalineamiento del centro del eje óptico del plano de la imagen, denominado punto principal, al eje mecánico del plano de la imagen. Las dos esquinas a lo largo de cualquier borde de un cuadrado en el tablero de ajedrez corresponden a píxeles que representan estas esquinas en el plano de la imagen. Los vectores homogéneos dibujados desde el sensor de imagen se cruzan en el punto focal y pasan por las esquinas del cuadrado de tamaño conocido. La longitud focal se determina como la altura del triángulo formado por estas dos líneas desde el plano de imagen al patrón de tablero de damas plano.
- 55

Según otro aspecto, el módulo 304 de adquisición de datos está configurado para determinar si los datos 306 intrínsecos recuperados desde la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha han sido actualizados antes de almacenar los datos 306 intrínsecos en la memoria 138. Por ejemplo, cuando los datos 306 intrínsecos se almacena como un archivo XML, el módulo 304 de adquisición de datos compara metadatos de archivo XML, tales como una fecha y hora de creación asociadas, con archivos XML que se recuperan de cada cámara, con metadatos de archivo XML similares asociados con archivos XML previamente almacenados en la memoria 138. Si los metadatos de archivo XML asociados a los archivos XML que se recuperan de la cámara 108 izquierda y de la cámara 110 derecha indican que la fecha y la hora de creación para esos archivos XML se crearon después de archivos XML previamente almacenados en la memoria 138, el módulo 304 de adquisición de datos reemplaza los archivos XML previamente almacenados con los archivos XML que se recuperan de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha.

De acuerdo con otro aspecto, un módulo 308 de emparejamiento empareja la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha para crear un par 310 de imágenes estéreo. El módulo 308 de emparejamiento almacena entonces el par 310 de imágenes estéreo y los datos 312 de historial de descarga correspondientes en la memoria 138. Los datos 312 de historial de descarga comprenden, por ejemplo, una hora y una fecha en la que los datos de imagen de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha incluidos en el par 310 de imágenes estéreo fueron transferidos desde el dispositivo 106 de captura de imágenes al sistema 120 de procesamiento. Según otro aspecto, los datos 312 de historial de descarga comprenden metadatos para cada una de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha. Los metadatos identifican, por ejemplo, un modelo de cámara, un tipo de película y una cámara izquierda o derecha.

Un módulo 314 de procesamiento de imágenes procesa el par 310 de imágenes estéreo para determinar si las imágenes 116, 118 izquierda y derecha son imágenes de una imagen 342 de calibración. Por ejemplo, el módulo 314 de procesamiento de imágenes emplea un algoritmo de reconocimiento de patrones para detectar el patrón geométrico conocido de la imagen 342 de calibración en la imagen estéreo. Si el módulo 314 de procesamiento de imágenes determina que un par 310 de imágenes estéreo particulares comprende imágenes de una imagen 342 de calibración, se ejecuta un módulo 316 calibración estéreo.

El módulo 316 calibración estéreo está configurado para determinar datos 318 de calibración estéreo para el dispositivo 106 de captura de imagen. Por ejemplo, el módulo 316 calibración estéreo determina las ubicaciones de cámara estenopeica para las cámaras 108, 110 izquierda y derecha con relación a un elemento común dentro de un patrón de calibración (por ejemplo, imagen 342 de calibración) para establecer un origen de referencia para un sistema de coordenadas que corresponde al dispositivo 106 de captura de imágenes. En otro aspecto, el módulo 316 calibración estéreo determina la distancia de separación entre el centro de las ubicaciones las cámaras 108, 110 izquierda y derecha y la posición angular de cada una de las cámaras en relación con el dispositivo 106 de captura de imágenes. Los lugares de cámara estenopeica determinados para las cámaras 108, 110 izquierda y derecha, la distancia de separación y la posición angular de las cámaras 108, 110 de la derecha se denominan colectivamente datos 318 de calibración estéreo. En un aspecto, los datos de calibración estéreo son una matriz, llamada la matriz esencial o la matriz fundamental, que comprende tanto valores de traslación como de rotación que describen los datos 318 de calibración estéreo. El módulo 316 calibración estéreo almacena los datos 318 de calibración estéreo en la memoria 138. Los datos 318 de calibración estéreo se utilizan para triangular la ubicación exacta de puntos designados por el usuario dentro de un par 310 de imágenes estéreo.

Según un aspecto, la calibración estéreo se realiza justo antes de capturar imágenes de un objeto 104 particular para el que se desea información de medición. Las condiciones ambientales, tales como los niveles de temperatura y humedad, pueden afectar la forma del dispositivo 106 de captura de imágenes (por ejemplo, contracción y expansión del material) y, por lo tanto, afectan al posicionamiento de las cámaras 108, 110 entre sí. Mediante la realización de una calibración estéreo antes de capturar imágenes de un objeto 104 deseado, los datos 318 de calibración estéreo se pueden determinar basándose en el posicionamiento más actual de las cámaras 108, 110 entre sí.

De acuerdo con un aspecto, la calibración estéreo implica el uso de una imagen de calibración (por ejemplo, imagen 342 de calibración) para determinar la posición actual de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha entre sí. Por ejemplo, el dispositivo 106 de captura de imágenes captura las imágenes 116, 118 izquierda y derecha de la imagen de calibración. El tamaño de los patrones individuales del inspector en la imagen, la distancia focal de las cámaras, el punto principal y la distorsión de la lente son parámetros conocidos. Como resultado, la distancia de separación y/o posición angular entre las cámaras izquierda y derecha puede determinarse aplicando técnicas de triangulación a puntos seleccionados en las imágenes izquierda y derecha. La triangulación se describe con más detalle a continuación con referencia a las figuras 6A y 6B.

Según otro aspecto del sistema 100 de medición estereoscópica, el módulo 314 de procesamiento de imágenes asocia los datos 318 de calibración estéreo con un par 310 de imágenes estéreo basándose en los datos 312 de historial de descarga. Por ejemplo, un par 310 de imágenes estéreo que tiene una fecha y hora de transferencia que es posterior a la fecha y hora asociadas con un par 310 de imágenes estéreo particulares en el que se detectó la imagen 342 de calibración, con los datos 318 de calibración estéreo determinados a partir de ese par 310 de imágenes estéreo particulares.

Un módulo 320 de interfaz de usuario (UI) está configurado para generar un formulario 322 de gestión de imagen para la visualización a través de la interfaz 132 de usuario. En un ejemplo, el módulo 320 de interfaz de usuario recupera el par 310 de imágenes estéreo de la memoria 138 y permite al usuario 102 para interactuar con las imágenes 116, 118 izquierda y derecha incluidas en el par 310 de imágenes estéreo a través de el formulario 322 de gestión de imágenes en la pantalla 134. El formulario 322 de gestión de imágenes comprende varias vistas que permiten al usuario mostrar datos de imagen, interactuar con datos de imagen, y para especificar puntos dentro de un par 310 de imágenes estéreo para la medición.

Las figuras 4A-4D representan varias vistas de pantalla de un formulario 322 de gestión de imágenes mostrado en la pantalla 134. En un aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes representado en la figura 4A a través de un dispositivo de entrada (por ejemplo, dispositivo 136 de entrada) para mostrar un proyecto existente. Como se usa en la presente memoria, el término "proyecto" se refiere a un archivo que comprende uno o más pares de imágenes 310 estéreo. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar un control 402 de proyecto abierto en el formulario 322 de gestión de imágenes para mostrar una lista de proyectos existentes, tal como se representa en la figura 4B. A continuación, el usuario 102 selecciona un proyecto particular de la lista de proyectos existentes para abrir utilizando técnicas estándar de apertura de archivos.

Según otro aspecto, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para interactuar con el formulario 322 de gestión de imágenes para mostrar una lista de pares 406 de imágenes estéreo incluidos en el proyecto seleccionado. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar un control 404 de imágenes de proyecto para mostrar la lista de pares 406 de imágenes estéreo incluidos en el proyecto seleccionado.

Según otro aspecto, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para interactuar con el formulario 322 de gestión de imágenes para eliminar una o más imágenes estéreo de la lista de pares 406 de imágenes estéreo incluidos en un proyecto. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para habilitar o seleccionar un control 408 de casilla de verificación adyacente a un par 310 de imágenes estéreo. A continuación, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar, por ejemplo, un control 410 de eliminación para permanentemente eliminar el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas de la memoria 138. En otro ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar, por ejemplo, un control 412 de retirada para eliminar el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas del proyecto, pero no de la memoria 138.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para añadir uno o más pares de imágenes estéreo nuevas a un proyecto existente. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar una nueva pestaña 414 de imágenes, tal como se muestra en la figura 4C, para mostrar una lista de nuevos pares de imágenes 416 estéreo. En un ejemplo, el usuario 102 selecciona un par 310 de imágenes estéreo de la lista de nuevos pares de imágenes 416 estéreo utilizando el dispositivo 136 de entrada para habilitar o seleccionar una casilla 418 de verificación adyacente a un nuevo par 310 de imágenes estéreo deseadas. A continuación, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar, por ejemplo, un control 420 de adición para añadir el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas al proyecto existente.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes, tal como se representa en la figura 4C, para crear un nuevo proyecto. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar un nuevo control 422 de proyecto en el formulario 322 de gestión de imágenes para mostrar la lista de nuevos pares de imágenes 416 estéreo. El usuario 102 utiliza entonces el dispositivo 136 de entrada para seleccionar uno o más pares de imágenes 310 estéreo de la lista de nuevos pares de imágenes 416 estéreo para incluir en el nuevo proyecto. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para habilitar o seleccionar la casilla 418 de verificación adyacente al nuevo par 310 de imágenes estéreo deseado. A continuación, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar el control 420 de adición para añadir el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas al nuevo proyecto.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes, tal como se representa en la FIG. 4C, para eliminar uno o más pares de imágenes estéreo de la lista de nuevos pares de imágenes 416 estéreo. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para habilitar o seleccionar la casilla 418 de verificación adyacente a un nuevo par 310 de imágenes estéreo deseadas. Después de eso, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar, por ejemplo, un control 424 de borrado para eliminar el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas de la lista de nuevas imágenes 416 estéreo.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para seleccionar un par 310 de imágenes estéreo particulares dentro de un proyecto particular para su visualización. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para habilitar el control de casilla de verificación 408 (véase la figura 4A) adyacente a un par 310 de imágenes estéreo incluido en la lista de imágenes estéreo 406 para un proyecto existente. Como otro ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para habilitar la casilla 418 de verificación (véase la figura 4C) adyacente a un par 310 de imágenes estéreo incluido en la lista de nuevas imágenes 416 estéreo para un nuevo proyecto.

El módulo 320 de interfaz de usuario genera el par 310 de imágenes estéreo seleccionadas para visualización en

una ventana 426 de imagen izquierda y una ventana 428 de imagen derecha del formulario 322 de gestión de imagen en respuesta a la selección de los usuarios. En particular, la ventana 426 de imagen izquierda muestra la imagen 116 izquierda del par 310 de imágenes estéreo y la ventana 428 de imagen derecha muestra la imagen 118 derecha del par 310 de imágenes estéreo.

5 Según otro aspecto, el módulo 320 de interfaz de usuario muestra la imagen 116 izquierda o la imagen 118 derecha en una ventana 430 activa en respuesta al usuario 102 que selecciona la ventana 426 de imagen izquierda o la ventana 428 de imagen derecha. Por ejemplo, El usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar la ventana 426 de imagen izquierda para mostrar la imagen 116 izquierda en la ventana 430 activa o para seleccionar la ventana 428 de imagen derecha para mostrar la imagen 118 derecha en la ventana 430 activa. En particular, el par 310 de imágenes estéreo mostrado en la figura 4C comprende imágenes 116, 118 izquierda y derecha de una imagen 342 de calibración.

De acuerdo con otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para designar uno o más puntos de medición dentro de una imagen mostrada en la ventana 430 activa. Por ejemplo, el usuario 102 selecciona la ventana 426 de imagen izquierda o la ventana 428 de imagen derecha para mostrar la imagen 116 izquierda correspondiente o la imagen 118 derecha en la ventana 430 activa. El usuario 102 utiliza entonces el dispositivo 136 de entrada para desplazarse horizontalmente y/o acercar y alejar la imagen mostrada en la ventana 430 activa. En un ejemplo, la ventana de imagen seleccionada (por ejemplo, la ventana 426 de imagen izquierda o la ventana 428 de imagen derecha) que corresponde a la imagen (por ejemplo imagen 116 izquierda o imagen 118 derecha) mostrada en la ventana 430 activa comprende un rectángulo 434 de enfoque, como se muestra en la figura 4F. El rectángulo 434 de enfoque esboza la parte de la imagen visible en la ventana 430 activa. El usuario 102 puede desplazar la imagen en la ventana 430 activa utilizando las barras de desplazamiento 436 adyacentes a la ventana 430 activa. Alternativamente, el usuario 102 proyecta la imagen en la ventana 430 activa arrastrando el rectángulo 434 de enfoque, por ejemplo, colocando un puntero del ratón sobre el rectángulo 434 de enfoque, presionando y manteniendo el botón del ratón mientras el rectángulo 434 de enfoque se mueve a la posición deseada.

Después de que el usuario 102 visualice localmente el punto de medición deseado, el usuario 102 interactúa con la imagen en la ventana 430 activa para seleccionar el punto. En un ejemplo, el usuario 102 posiciona un puntero del ratón sobre la ubicación deseada y hace clic en el botón del ratón para designar el punto. En respuesta a una designación de punto por parte del usuario 102, el módulo 320 de interfaz de usuario muestra una marca de precisión 438 en la posición en la imagen mostrada en la ventana 430 activa en la que el usuario designa el punto.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con la imagen mostrada en la ventana 430 activa para ajustar la ubicación del punto designado. Por ejemplo, el usuario utiliza las teclas de flecha de un teclado para ajustar la ubicación del punto.

Con el fin de obtener mediciones precisas, el usuario 102 debe designar los mismos puntos de medida tanto en la imagen 116 izquierda como en la imagen 118 derecha del par de imágenes estéreo. Por consiguiente, después de designar el punto deseado en una primera imagen (por ejemplo imagen 116 izquierda) del par 310 de imágenes estéreo, el usuario 102 selecciona la otra ventana de imagen (por ejemplo, la ventana 428 de imagen derecha) para mostrar la segunda imagen (por ejemplo imagen 118 derecha) del par 310 de imágenes estéreo en la ventana 430 activa. El usuario 102 designa entonces el mismo punto en la segunda imagen que se muestra en la ventana 430 activa. En respuesta a la designación de punto del usuario, el módulo 320 de interfaz de usuario muestra otra marca 440 de precisión en la ubicación de la segunda imagen mostrada en la ventana 430 activa donde el usuario designó el mismo punto. En otras palabras, el usuario 102 selecciona puntos comunes en ambas imágenes 116, 118 izquierda y derecha del par 310 de imágenes estéreo.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 3A, un módulo 324 de selección de puntos está configurado para ayudar al usuario 102 a seleccionar el mismo punto en la imagen 118 derecha identificando automáticamente un intervalo de puntos en la imagen 118 derecha que corresponde al punto designado por el usuario 102 en la imagen 116 izquierda. Como se ha descrito anteriormente, la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha son, por ejemplo, cámaras estenopeicas.

La figura 5A representa el modelo de cámara estenopeica de una cámara. Un eje 502 óptico se extiende en la dirección de la vista de la cámara. Todas las líneas de proyección, o vectores homogéneos, de una imagen pasan a través de una cámara 504 estenopeica de la cámara. Un plano 506 de imagen es donde un punto 508 particular ( $P_1$ ) en el mundo tridimensional ( $X, Y, Z$ ) se proyecta a través de la cámara 504 estenopeica de la cámara. Por ejemplo, un vector o línea 510 de proyección desde el punto  $P_1$  508 pasará a través de la cámara 504 estenopeica sobre el plano 506 de imagen de la cámara en un punto  $P_2$  512. La distancia entre la cámara 504 estenopeica y el plano 506 de imagen a lo largo del eje 502 óptico es la distancia focal,  $f$ , de la cámara.

La figura 5B representa un sistema de coordenadas tridimensional para el modelo de cámara estenopeica utilizado como base para las matemáticas de una sola cámara y estereoscópicas. Coloque la cámara 504 estenopeica de la cámara (por ejemplo, cámara izquierda) en el origen  $O$  del sistema de coordenadas y el plano 506 de imagen paralelo al plano  $XY$  del sistema de coordenadas. La relación entre las coordenadas mundiales tridimensionales del

punto P<sub>1</sub> 508 y las coordenadas en el plano de la imagen (x, y) puede expresarse de la siguiente manera:

$$x = f * X / Z \quad (1);$$

$$y = f * Y / Z \quad (2);$$

5 donde f es la longitud focal de la lente. Por lo tanto, el vector 510 homogéneo define un punto en el plano de imagen de la cámara.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 3A, el módulo 324 de selección de puntos define un intervalo de posibles puntos de coincidencia en la imagen 118 derecha basándose en un punto designado en la imagen 116 izquierda. Según un aspecto, el módulo 324 de selección de puntos utiliza la serie de puntos definidos por un vector homogéneo (Por ejemplo, el vector de proyección 510) en la figura 5B desde un punto designado en la imagen 116 izquierda junto con datos de calibración intrínsecos y datos de calibración estéreo para la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha para definir un intervalo de posibles puntos coincidentes en la imagen 118 derecha. Como se ha descrito anteriormente, los datos de calibración intrínseca comprenden distancias focales, puntos principales y distorsiones de lente para la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha y los datos de calibración estéreo incluyen la traducción y rotación relativa de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha.

Según otro aspecto, el módulo 324 de selección de puntos genera una línea 441 de selección, tal como se representa en la figura 4D, en la imagen 118 derecha cuando se muestra en la ventana 430 activa. La línea 441 de selección corresponde al intervalo de puntos posibles en la imagen 118 derecha que corresponde al punto designado en la imagen 116 izquierda.

20 Según otro aspecto, el módulo 324 de selección de puntos está configurado para identificar automáticamente un punto en la imagen 118 derecha que corresponde al punto designado por el usuario en la imagen 116 izquierda. Por ejemplo, además de generar una línea 441 de selección en la imagen 118 derecha, el módulo 324 de selección de puntos utiliza un algoritmo de reconocimiento de patrones para identificar un punto a lo largo de la línea 441 de selección que corresponde al punto designado por el usuario 102 en la imagen 116 izquierda. Por ejemplo, el módulo 324 de selección de puntos determina el valor de cada píxel adyacente al punto seleccionado por el usuario 102 en la imagen 116 izquierda.

Las imágenes digitales están constituidas por píxeles, y cada píxel tiene un valor que representa un valor de escala de grises o de color. En imágenes en escala de grises, el valor de píxel es un número único que representa el brillo del píxel. El formato de píxeles más común es la imagen de byte, donde este número se almacena como un entero de 8 bits que da un rango de valores posibles de 0 a 255. Típicamente, un valor de píxel de cero se toma negro y un valor de píxel de 255 se considera blanco. Los valores intermedios forman los diferentes tonos de gris. En las imágenes en color, deben especificarse componentes separados rojo, verde y azul para cada píxel (suponiendo un espacio de color RGB). En otras palabras, el valor de píxel es en realidad un vector de tres números. Los tres componentes diferentes se pueden almacenar como tres imágenes en escala de grises separadas conocidas como planos de color (uno para cada uno de rojo, verde y azul), que se pueden recombinar al mostrar o procesar.

El módulo 324 de selección de puntos compara entonces los valores determinados de los píxeles adyacentes al punto seleccionado por el usuario en la imagen 116 izquierda para identificar un punto particular que tiene píxeles adyacentes con valores coincidentes a lo largo de la línea 441 de selección en la imagen 118 derecha. El módulo UI 320 muestra la otra marca de precisión 440 en la posición en la imagen 118 derecha que corresponde al mismo punto designado en la imagen 116 izquierda.

El usuario 102 repite el proceso de selección de puntos para definir un segundo punto de medición en cada una de las imágenes 116, 118 derecha e izquierda. Por ejemplo, el usuario 102 selecciona la ventana 426 de imagen izquierda para mostrar la imagen 116 izquierda en la ventana 430 de imagen activa y luego usa el dispositivo 136 de entrada para realizar operaciones de panoramización y/o zoom para localizar un segundo punto de medición deseado en la imagen 116 izquierda. Después de que el usuario visualice localmente el segundo punto de medición, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para designar la ubicación del segundo punto en la imagen 116 izquierda como se ha descrito anteriormente en referencia al primer punto de medición. En respuesta a la designación del segundo punto del usuario, el módulo 320 de interfaz de usuario muestra una marca de precisión 442 en la posición designada en la imagen 116 izquierda.

50 El usuario 102 interactúa entonces con el formulario 322 de gestión de imágenes para designar los mismos segundos puntos de medición en la imagen 118 derecha. Por ejemplo, el usuario 102 selecciona la ventana 428 de imagen derecha para mostrar la imagen 118 derecha en la ventana 430 activa. El usuario 102 utiliza el dispositivo

136 de entrada para designar la ubicación de los mismos segundos puntos de medición en la imagen 118 derecha.

Alternativamente, el usuario utiliza el dispositivo 136 de entrada para designar la ubicación de los mismos segundos puntos de medición en la imagen 118 derecha a lo largo de otra línea de selección (no mostrada) generada en la imagen 118 derecha. La otra línea de selección es generada por el módulo 324 de selección de puntos y corresponde al intervalo de puntos posibles en la imagen 118 derecha que corresponde al segundo punto de medición. En otro aspecto, el usuario 102 se basa en el módulo 324 de selección de puntos para localizar automáticamente el mismo segundo punto de medición en la imagen 118 derecha. El módulo 320 de interfaz de usuario muestra una marca de precisión 444 en la ubicación en la imagen 118 derecha que corresponde al mismo punto designado en la imagen 116 izquierda.

- 5
- 10 Un módulo 326 de punto estéreo utiliza triangulación para definir un punto estéreo en el sistema de coordenadas tridimensional virtual del dispositivo 106 de captura de imágenes basado en los puntos comunes designados tanto en la imagen 116 izquierda como en la imagen 118 derecha del par 310 de imágenes estéreo. En otras palabras, un punto estéreo o posición tridimensional de un punto designado se puede reconstruir a partir de las proyecciones en perspectiva de ese punto en los planos de imagen de las cámaras 108, 110 izquierda y derecha una vez que la posición relativa y la orientación de las dos cámaras son conocidas. El punto estéreo corresponde a los valores de coordenadas x, y, z del punto designado común en las imágenes 116, 118 izquierda y derecha determinadas a partir de la triangulación.
- 15

La figura 6A representa un modelo de triangulación epipolar para determinar la ubicación de un punto P<sub>1</sub> 602 en un sistema de coordenadas del dispositivo 106 de captura de imágenes. La cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha son, cada una, cámaras estenopeicas con ejes ópticos paralelos. Para fines de ilustración, supongamos que la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha tienen cada una la misma longitud focal F 604. Además, supongamos que el centro de la cámara 108 izquierda está situado en X<sub>1</sub> 606 a lo largo del eje X y que el centro de la cámara 110 derecha está situado en X<sub>2</sub> 608 a lo largo del eje X. La distancia (D) 610 entre los centros de cada lente (es decir, el centro de los orificios) es igual a la diferencia entre X<sub>1</sub> 606 y X<sub>2</sub> 608. En este ejemplo, el eje óptico de cada cámara está en el plano XZ y el plano XY paralela al plano de imagen de ambas cámaras 108, 110 izquierda y derecha. Suponga que el eje X es la línea de base y se sitúa el origen, O, del sistema de coordenadas (X, Y, Z) del dispositivo 106 de captura de imágenes localizado en el centro de la lente (por ejemplo, cámara estenopeica) de la cámara 108 izquierda. Las coordenadas tridimensionales del punto P<sub>1</sub> 602 pueden determinarse a partir de los siguientes algoritmos:

- 20
- 25
- 30 Defínase un factor de escala como:

$$S = D / |x_1 - x_2| \quad (3).$$

- 35 Entonces, las coordenadas X, Y, Z pueden determinarse como sigue:

$$Z = f * S \quad (4);$$

$$X = x_1 * S \quad (5);$$

- 40
- y

$$Y = y_1 * S = y_2 * S \quad (6).$$

- 45 La Figura 6B representa otro modelo de triangulación epipolar para determinar la ubicación de un punto P<sub>1</sub> 602 en un sistema de coordenadas del dispositivo 106 de captura de imágenes. La cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha son cada una de las cámaras estenopeicas anguladas con sus ejes ópticos encajados uno hacia el otro. Para fines de ilustración supongamos que la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha tienen cada una la misma longitud focal F 604. La distancia entre los orígenes del modelo de cámara estenopeica de cada cámara está

representada por el vector  $t$  de traslación. Cualquier rotación, incluido la rotación hacia adentro de los ejes ópticos, puede ser representada por una matriz de rotación  $R$ . Una asignación de los sistemas de coordenadas de cámara izquierda y derecha enlazará los vectores de proyección que representan el punto  $P1$  en un sistema de coordenadas global. Una de estas cartografías es la matriz esencial  $E$ , resultante del producto de la matriz asimétrica sesgada del vector  $t$ , como se indica por el carácter de referencia 612, y la matriz de rotación  $R$ , como se indica por el carácter de referencia 614. Los vectores de proyección  $x1$  y  $x2$  son ahora relacionados en un único marco de coordenadas como:

$$x1 * E * x2 = 0 \quad (7).$$

10 Las coordenadas (X, Y Z) del punto  $P1$  se derivan de la triangulación simple de estos vectores de proyección dentro de la trama de coordenadas combinada.

Un módulo 328 de medición cruzada calcula la distancia entre dos o más puntos estéreo definidos por el módulo 326 de punto estéreo. En un ejemplo, el módulo 328 de medición cruzada calcula la distancia entre dos o más puntos estéreo en respuesta a que un usuario seleccione un control 446 de medida, tal como se muestra en la figura 4E. El módulo UI 320 muestra la distancia calculada en una tabla 448 de medición.

Un módulo 330 compuesto está configurado para combinar o pegar dos pares de imágenes 310 estéreo en un par de imágenes 332 estéreo compuestas. El par de imágenes 332 estéreo compuestas comprende dos pares de imágenes 310 estéreo en las que hay cierto solapamiento entre las imágenes 116, 118 derecha e izquierda incluidos en cada uno de los dos pares de imágenes 310 estéreo. Mediante la combinación de dos pares de imágenes 310 estéreo, pueden obtenerse mediciones entre un primer punto en las imágenes 116, 118 izquierda y derecha de una primera imagen de par de imágenes estéreo y un segundo punto en las imágenes 116, 118 izquierda y derecha de un segundo par de imágenes estéreo. En particular, puede obtenerse una medición entre las porciones no solapadas de las imágenes 116, 118 derecha e izquierda incluidas en los dos pares de imágenes 310 estéreo.

De acuerdo con un aspecto, el usuario 102 define puntos compuestos en cada uno de los dos pares de imágenes 310 estéreo y superpone los dos pares de imágenes 310 estéreo basados en los puntos compuestos para crear el par de imágenes 332 estéreo compuestas. Por ejemplo, los usuarios usan las técnicas de selección de puntos descritas anteriormente para seleccionar los mismos tres puntos de referencia no colineales e identificables de forma única en ambos pares de imágenes 310 estéreo. El módulo 330 compuesto superpone a los dos pares de imágenes 310 estéreo de tal manera que los tres elementos no colineales y los puntos de referencia identificables de manera única coinciden para crear el par de imágenes 332 estéreo compuestas en respuesta al usuario 102 que selecciona un control 450 compuesto de creación, tal como se muestra en la figura 4A. El par de imágenes 332 estéreo compuestas comprende una imagen izquierda compuesta y una imagen derecha compuesta. El módulo 330 compuesto almacena entonces el par de imágenes 332 estéreo compuestas en la memoria 138.

Las figuras 7A-7C representan un proceso de superposición para crear un par de imágenes 332 estéreo compuestas basado en dos imágenes estéreo de un vehículo 702. Aunque el proceso de superposición implica combinar imágenes tanto de izquierda como de derecha de dos pares de estéreo, a efectos ilustrativos se describe el proceso de superposición en referencia a la combinación de las imágenes izquierda 116 de dos pares estéreo 310. La FIG. 7A representa una primera imagen 704 izquierda de un primer par de imágenes estéreo que corresponde a una sección frontal del vehículo 702.

La figura 7B representa una segunda imagen izquierda 706 de un segundo par 310 de imágenes estéreo que corresponde a la sección media del vehículo 702. Como se ha descrito anteriormente, el usuario 102 utiliza las técnicas de selección de puntos descritas anteriormente para seleccionar las mismas tres líneas no colineales y puntos de referencia identificables de forma única en la primera y segunda imágenes de la izquierda. En este ejemplo, los puntos 708, 710, 712 de referencia se seleccionan tanto en la primera como en la segunda imagen 704, 706 izquierda.

La figura 7C representa una superposición del primer par de imágenes 704 izquierdo y de la segunda imagen izquierda 706 de manera que los puntos 708, 710, 712 de referencia coinciden para crear una imagen izquierda 714 compuesta. Como se muestra en la figura 7D, se puede seleccionar un primer punto 716 de medición en la sección delantera del vehículo 702 y se puede seleccionar un segundo punto de medición 718 en la sección media del vehículo 702 a través de la imagen 714 izquierda compuesta.

En particular, se utiliza un mismo proceso de superposición para crear una imagen compuesta derecha basada en una primera imagen derecha del primer par de imágenes estéreo de la segunda imagen derecha del segundo par de imágenes estéreo.

Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para añadir el par de imágenes 332 estéreo compuestas a un proyecto existente. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de

entrada para seleccionar, por ejemplo, el control 420 de adición (véase la figura 4C) para añadir el par de imágenes 332 estéreo compuestas al proyecto existente.

5 Según otro aspecto, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para seleccionar un par de imágenes 332 estéreo compuestas para mostrar las imágenes izquierdas y las imágenes correctas 116, 118 de cada par estéreo 310 incluido en el par de imágenes 332 estéreo compuestas. En un ejemplo, el usuario 102 selecciona un par de imágenes 332 estéreo compuestas para verlo utilizando el dispositivo 136 de entrada para habilitar o seleccionar una casilla de verificación (no mostrada) adyacente a un par de imágenes 332 estéreo compuestas deseado. El módulo 320 UI despliega imágenes desde las imágenes 116, 118 izquierda y derecha para cada una de las imágenes estéreo en las ventanas 452-458 de imagen en respuesta al usuario que selecciona el par de imágenes 332 estéreo compuestas.

Según otro aspecto, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar una de las ventanas 452-458 de imagen para mostrar la imagen correspondiente en la ventana 430 activa.

15 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3A, la aplicación de medición 302 está configurada para recuperar información de una base 334 de datos de medición que comprende datos 336 de punto estéreo para puntos definidos específicos en uno o más objetos 104. En un ejemplo, la base de datos 334 de medida comprende datos 336 de punto estéreo para puntos estéreo definidos, o puntos estéreo de referencia, a lo largo de una carrocería de vehículo para un tipo específico de vehículo cuando el cuerpo no está dañado.

20 Mediante la comparación de los datos de puntos estéreo de la base 334 de datos de medición con los puntos estéreo generados en base a los puntos designados por el usuario en imágenes estéreo de un vehículo del mismo tipo con daño corporal, se puede determinar con precisión la cantidad de daño al vehículo. Por ejemplo, la distancia entre un punto estéreo de referencia en un vehículo no dañado puede compararse con puntos estéreo definidos en función de los puntos designados por el usuario correspondiente en imágenes estéreo de un vehículo dañado. La distancia entre el punto estéreo de referencia y uno o más puntos estéreo definidos se puede medir para determinar la cantidad de daño al vehículo.

25 Como otro ejemplo, comparando datos 336 de punto estéreo de la base 334 de datos de medición con puntos estéreo generados en base a puntos designados por el usuario en imágenes estéreo de un vehículo no dañado, se pueden identificar desviaciones en el cuerpo del vehículo no dañado. Como resultado, el sistema 100 de medición puede utilizarse para verificar que se están fabricando productos, tales como vehículos, dentro de las tolerancias deseadas. Aunque la base 334 de datos de medición se representa como externa al sistema 120 de procesamiento, se contempla que la base de datos de medida 334 pueda estar situada en el sistema de procesamiento.

30 Un módulo 338 de simetría está configurado para determinar si hay desviaciones de simetría entre puntos seleccionados en un objeto. Según un aspecto, utilizando las técnicas descritas anteriormente, el usuario 102 abre un nuevo proyecto o un proyecto existente que comprende al menos dos pares de imágenes estéreo que muestran lados opuestos de un objeto. El usuario 102 utiliza entonces las técnicas de selección de puntos descritas anteriormente para definir un conjunto de puntos estéreo en cada lado opuesto del objeto 104.

35 Por ejemplo, si el objeto 104 es un vehículo, el usuario 102 selecciona un conjunto de puntos (por ejemplo, primer y segundo puntos) en un primer par 310 de imágenes estéreo que comprende imágenes 116, 118 izquierda y derecha de un lado de pasajero del vehículo. El usuario 102 selecciona entonces otro conjunto de puntos (por ejemplo, puntos primero y segundo) en un segundo par 310 de imágenes estéreo que comprende imágenes 116, 118 izquierda y derecha de un lado conductor del vehículo. El usuario interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para definir detalles de puntos para un conjunto seleccionado de puntos. Por ejemplo, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar, por ejemplo, un control 462 de detalle de punto para mostrar una tabla 464 de detalle de punto, tal como se representa en la figura 4F. El usuario 102 designa entonces un conjunto de puntos como un conjunto de referencia utilizando el dispositivo 136 de entrada para habilitar un control adyacente de la casilla 466 de verificación.

40 Según un aspecto, el módulo 338 de simetría está configurado para definir un plano 350 de referencia central basado en el conjunto de referencia designado en respuesta al usuario que selecciona un control 468 de simetría, tal como se representa en la figura 4C. Como ejemplo, la figura 3E representa una vista desde arriba de un vehículo que tiene un primer punto y un segundo punto 354 seleccionado en el lado 356 del pasajero un primer punto 358 correspondiente y un segundo punto 360 correspondiente seleccionado en un lado 362 del conductor. Asumiendo que el usuario designa el primer punto 352 y el segundo punto 354 seleccionado en el lado de pasajero 356 como el conjunto de referencia, el módulo 338 de simetría define el plano 350 de referencia central entre el primer punto 352 y el segundo punto 354.

45 Según un aspecto, las desviaciones de simetría se determinan y se muestran como valores de desviación a través del formulario de gestión de imágenes. En un ejemplo, los valores de desviación determinados se muestran como dos valores, uno para la distancia desde el plano central (Y) y uno para los valores X y Z combinados.

La figura 3F representa un modelo geométrico para determinar la simetría entre un primer conjunto de puntos en un primer lado de un objeto y un segundo conjunto de puntos en un segundo lado. A modo de ilustración, el modelo

geométrico se describirá con referencia al ejemplo mostrado en la figura 3E. Se define un vector 362 entre el primer y segundo puntos 352, 354 y un punto 364 medio del vector 362. El plano de referencia central 350 se define como el plano que pasa a través del punto 364 medio y que es perpendicular al vector 362. El punto 364 medio también se define como el origen de un sistema de coordenadas X, Y Z.

5 Se determina la distancia  $X_{11}$  desde el primer punto 352 hasta un punto perpendicular en el plano 350 de referencia y se determina la distancia  $X_{12}$  desde el segundo punto 354 hasta el punto perpendicular en el plano 350 de referencia. Se determina la distancia  $X_{21}$  desde el primer punto 358 correspondiente a un punto perpendicular en el plano 350 de referencia y se determina la distancia  $X_{22}$  desde el segundo punto 360 correspondiente al punto perpendicular en el plano 350 de referencia. Las distancias correspondientes se comparan para determinar los valores de desviación de simetría. Por ejemplo, la distancia  $X_{11}$  se compara con la distancia  $X_{21}$ . Según un aspecto, la aplicación 130 de medición define la diferencia de distancias como el error de desviación X. Si ninguno de los puntos es un punto de referencia, la aplicación 130 de medición divide el error de desviación X. Si al menos un punto es un punto de referencia, la aplicación 130 de medición asigna el error de desviación X al punto de no referencia.

15 De acuerdo con otro aspecto, la aplicación 130 de medición determina los puntos en los que el primer punto 352 y el segundo punto 354 sobresalen en el plano 350 de referencia y determina los puntos en los que el primer punto 358 correspondiente y el segundo punto 360 se proyectan en el plano 350 de referencia. La aplicación 130 de medición determina un error YZ combinado del primer y segundo puntos 352, 354 en función de la distancia entre los puntos proyectados desde el lado del pasajero 356. De manera similar, la aplicación 130 de medición determina el error YZ combinado del correspondiente primer y segundo puntos 358, 360 en función de la distancia entre los puntos proyectados desde el lado del conductor 362. Si ninguno de los puntos es un punto de referencia, la aplicación 130 de medición divide el error YZ. De lo contrario, la aplicación 130 de medición asigna el error YZ al punto de no referencia.

25 Según otro aspecto, un módulo 340 de generación de informes crea informes personalizados. En un ejemplo, los informes incluyen los resultados de los cálculos de medidas cruzadas basadas en puntos designados por el usuario. Los resultados pueden visualizarse en un formato tabular en el formulario 334 de gestión de imágenes. En otro ejemplo, los informes comprenden desviaciones de simetría o mediciones comparativas basadas en datos de puntos estéreo recuperados de la base 330 de datos de medida. En otro ejemplo, las imágenes y/o diagramas se incorporan a los informes. Por ejemplo, si el objeto 104 que se analiza es un vehículo, los informes pueden incluir imágenes o diagramas 470 del vehículo con puntos de medición identificados y etiquetados, tal como se representa en la figura 4E. En particular, los informes pueden generarse para su visualización y, opcionalmente, pueden imprimirse y/o guardarse en disco.

30 De acuerdo con otra realización, la aplicación 130 de medición se ejecuta en un ordenador servidor, y los informes y/o datos de imagen pueden comunicarse a ordenadores remotos, tales como ordenadores personales, ordenadores portátiles, asistentes digitales personales y cualquier otro dispositivo informático vía una red de comunicación, tal como Internet, una Intranet, o cualquier otra red de comunicación adecuada.

35 El medio 370 legible por ordenador puede incluir medios volátiles, medios no volátiles, medios removibles y medios no removibles, también puede ser cualquier medio disponible al que pueda acceder el dispositivo informático de propósito general. A modo de ejemplo y no de limitación, el medio 370 legible por ordenador puede incluir medios de almacenamiento informático y medios de comunicación. Los medios de almacenamiento informático pueden incluir además medios volátiles, no volátiles, extraíbles y no removibles implementados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de comunicación típicamente pueden incorporar instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada, tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de suministro de información. Los expertos en la técnica estarán familiarizados con la señal de datos modulada, que puede tener una o más de las características establecidas o cambiadas de tal manera que permita que la información sea codificada en la señal. Los medios de comunicación cableados, tales como una red cableada o una conexión directa por cable, y medios inalámbricos, tales como medios acústicos, de radiofrecuencia, infrarrojos y otros medios inalámbricos contemplados por el sistema 100 de medición estereoscópica, son ejemplos de medios de comunicación discutidos anteriormente.

40 También se incluyen combinaciones de cualquiera de los medios anteriores dentro del alcance de los medios legibles por ordenador discutidos anteriormente.

45 La figura 8 ilustra un método de adquisición de imágenes estéreo de acuerdo con un aspecto del sistema de medición. En 802, el dispositivo 106 de captura de imagen captura la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha del objeto 104 a través de la cámara 108 izquierda y la cámara 110 derecha, respectivamente. Se establece un enlace de comunicación entre el sistema 120 de procesamiento y el dispositivo 106 de captura de imagen en 804. Como se ha descrito anteriormente, el enlace de comunicación puede establecerse a través de una conexión 128 por cable o la combinación de un transmisor 124 inalámbrico y receptor 126 inalámbrico.

50 En 806, la aplicación 130 de medición se ejecuta en respuesta al enlace de comunicación establecido entre el sistema 120 de procesamiento y el dispositivo 106 de captura de imagen. La aplicación 130 de medición recupera las imágenes 116, 118 izquierda y derecha y descarga datos intrínsecos de las cámaras izquierda y derecha en 808.

En 810, la aplicación 130 de medición empareja la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha para crear el par 310 de imágenes estéreo. La aplicación 130 de medición almacena el par 310 de imágenes estéreo y los datos 312 de historial de descarga correspondientes en la memoria 138 en 812. Como se ha descrito anteriormente, los datos 312 de historial de descarga comprenden, por ejemplo, una hora y una fecha en que la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha del par 310 de imágenes estéreo fueron transferidas desde el dispositivo 106 de captura de imágenes al sistema 120 de procesamiento.

La figura 9 ilustra un método de medición de puntos dentro de un par 310 de imágenes estéreo de acuerdo con un aspecto del sistema 100 de medición. En 902, la aplicación 130 de medición muestra una forma de gestión de imágenes 322 en la pantalla 134 que permite al usuario seleccionar un par 310 de imágenes estéreo para ver. La imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha del par de imágenes estéreo seleccionado 310 en la ventana 426 de imagen izquierda y la ventana 428 de imagen derecha en 904. En 906, la imagen 116 izquierda o la imagen 118 derecha se muestra en la ventana 430 activa en respuesta al usuario 102 que selecciona la ventana 426 de imagen izquierda o la ventana 428 de imagen derecha. Como se ha descrito anteriormente, el usuario 102 utiliza el dispositivo 136 de entrada para seleccionar la ventana 426 de imagen izquierda para mostrar la imagen 116 izquierda en la ventana 430 activa o para seleccionar la ventana 428 de imagen derecha para visualizar la imagen 118 derecha en la ventana 430 activa.

En 908, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para designar dos puntos de medición dentro de una primera imagen del par de imágenes estéreo que se muestra en la ventana 430 activa. Por ejemplo, después de que el usuario 102 localice visualmente la imagen deseada, el usuario 102 posiciona un puntero del ratón sobre la posición deseada en la primera imagen y hace clic en el botón del ratón para designar dos puntos de medición en la primera imagen. Las marcas de precisión (por ejemplo, marcas 438, 442 de precisión) se muestran en las ubicaciones de la primera imagen mostrada en la ventana 430 activa donde el usuario designó el punto en 910.

En 912, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes a través del dispositivo 136 de entrada para designar los mismos puntos de medición dentro de la segunda imagen del par 310 de imágenes estéreo que se muestra en la ventana 430 activa. Opcionalmente en 914, una línea de selección que define un intervalo de posibles puntos de coincidencia en la segunda imagen 116 basándose en cada uno de los puntos designados por el usuario en la primera imagen. En 916, el usuario 102 interactúa con el formulario 322 de gestión de imágenes para designar los mismos puntos de medición a lo largo de las líneas de selección dentro de la segunda imagen del par 310 de imágenes estéreo visualizado en la ventana 430 activa.

Como otra opción, en la etapa 918, la aplicación 130 de medición identifica automáticamente puntos en la segunda imagen que corresponde a los puntos designados por el usuario en la primera imagen. Como se describe anteriormente, además de generar líneas 438 de selección en la segunda imagen 116, la aplicación de medición utiliza un algoritmo de reconocimiento de patrones para identificar un punto a lo largo de las líneas de selección que corresponden a los puntos designados por el usuario 102 en la primera imagen. En 920, se muestran marcas de precisión (por ejemplo, marcas 440, 444 de precisión) en ubicaciones en la segunda imagen que corresponden donde el usuario 102 designó puntos de medición en la segunda imagen en 912 o 916 o donde la aplicación 130 de medición identificó automáticamente puntos de coincidencia de medición en la segunda imagen en 918.

La figura 10 ilustra un método para calcular e informar mediciones entre puntos de medición designados de acuerdo con un aspecto del sistema 100 de medición. En 1002, la aplicación 130 de medición define un primer punto estéreo para el primer punto de medición designado en la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha. La aplicación 130 de medición define un segundo punto estéreo para el segundo punto de medición designado en la imagen 116 izquierda y la imagen 118 derecha en 1004. Como se ha descrito anteriormente, cada punto estéreo corresponde a las coordenadas x, y, z del punto común designado en las imágenes 116, 118 izquierda y derecha como se determina a partir de la triangulación. La distancia entre los puntos de medición primero y segundo se calcula como función de los valores de coordenadas de los puntos estéreo primero y segundo en la etapa 1006. En la etapa 1008, las distancias calculadas se muestran al usuario a través del formulario de gestión de imágenes. En la etapa 1010, los informes se generan en respuesta a la entrada recibida de un usuario a través del formulario de gestión de imágenes.

Cuando se introducen elementos de aspectos de la invención o sus realizaciones, los artículos "un", "una", "el/la" y "dicho" pretenden significar que hay uno o más de los elementos. Los términos "comprender", "incluir" y "tener" están destinados a ser inclusivos y significan que pueden existir elementos adicionales distintos de los elementos enumerados.

Dado que pueden hacerse diversos cambios en las construcciones, productos y métodos anteriores sin apartarse del alcance de los aspectos de la invención, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior y mostrada en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

Reivindicaciones

1. Un sistema que comprende módulos ejecutables con al menos un procesador para obtener mediciones de un objeto (104), comprendiendo el sistema:
- 5 una memoria (138) que almacena una pluralidad de imágenes estéreo, comprendiendo cada una primera y segunda imágenes (116, 118) del objeto (104);
- un módulo (330) compuesto configurado para combinar al menos dos imágenes estéreo de la pluralidad de imágenes estéreo en una imagen (332) estéreo compuesta, comprendiendo la imagen (332) estéreo compuesta
- 10 una primera imagen (116) compuesta y una segunda imagen (118) compuesta comprendiendo la primera imagen (116) compuesta una composición de las primeras imágenes (116) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo, y comprendiendo la segunda imagen (118) compuesta
- una composición de las segundas imágenes (118) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo;
- un módulo (320) de interfaz de usuario (UI) configurado para:
- generar una lista (406) de imágenes estéreo para la visualización;
- 15 recibir una primera entrada de usuario que selecciona las al menos dos imágenes estéreo de la lista (406) de imágenes estéreo;
- generar la primera imagen (116) y la segunda imagen (118) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo para la visualización;
- recibir una segunda entrada de usuario que designa puntos (708, 710, 712) compuestos en la primera y segunda imágenes (118) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo;
- 20 generar la primera y la segunda imágenes (116, 118) compuestas para la visualización en base a los puntos compuestos designados;
- recibir una tercera entrada de usuario que designa un primer punto (716) de medición en la primera imagen (116) compuesta;
- 25 recibir una cuarta entrada de usuario que designa un segundo punto (718) de medición en la primera imagen (116) compuesta;
- un módulo (324) de selección de puntos configurado para:
- identificar un intervalo de puntos en la segunda imagen (118) compuesta en base al primer punto (716) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta,
- 30 para generar una línea auxiliar de selección en la segunda imagen (118) compuesta en base a la gama de puntos,
- para identificar otra gama de puntos en la segunda imagen (118) compuesta basada en el segundo punto (718) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta,
- para generar otra línea auxiliar de selección en la segunda imagen (118) en base a la otra gama de puntos,
- para determinar primeros valores de píxeles adyacentes al primer punto de medición designado en la primera imagen (116) compuesta,
- 35 para comparar los primeros valores de píxeles determinados con otros valores de píxel a lo largo de la línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un primer punto de medición correspondiente en la segunda imagen (118) compuesta con otros valores de píxeles adyacentes que coincidan con los primeros valores de píxeles determinados,
- 40 para determinar segundos valores de píxeles adyacentes al segundo punto (718) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta, y
- para comparar los segundos valores de píxel determinados con otros segundos valores de píxeles a lo largo de la otra línea de ayuda de selección para identificar dinámicamente un segundo punto de medición correspondiente en la segunda imagen (118) compuesta con otros valores de píxeles adyacentes que coincidan con los segundos valores de píxeles determinados; un módulo (326) de punto estéreo configurado
- 45 para definir un primer punto estéreo que corresponde al primer punto de medición designado en la primera imagen (116) compuesta e identificado en la segunda imagen (118) compuesta y

para definir un segundo punto estéreo que corresponde al segundo punto (718) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta e identificado en la segunda imagen (118) compuesta; y

un módulo (328) de medidas cruzadas configurado para calcular la distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo.

5 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que cada una de la pluralidad de imágenes estéreo se reciben desde un dispositivo (106) de captura de imágenes que comprende una primera cámara (108) y una segunda cámara (110), y en el que la memoria (138) está configurada para almacenar datos (312) de historial de descarga para cada una de la primera y segunda imágenes (116, 118), incluyendo los datos (312) de historial de descarga metadatos y datos de calibración intrínsecos para la primera y segunda cámaras (110) y una fecha y hora en que la primera y segunda imágenes (116, 118) incluidas en cada imagen estéreo fueron recibidas desde el dispositivo (106) de captura de imágenes.

3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el sistema comprende además:

15 un módulo (314) de procesamiento de imágenes para procesar cada una de la pluralidad de imágenes estéreo para determinar si una primera imagen (116) particular y una segunda imagen (118) particular incluidas en una imagen (310) estéreo particular son imágenes de un patrón (342) de calibración; y

un módulo (316) de calibración estéreo para determinar datos (318) de calibración estéreo para el dispositivo (106) de captura de imágenes cuando la primera y segunda imágenes (116, 118) particulares son del patrón (342) de calibración,

20 los datos (318) de calibración estéreo que comprenden información de localización para la primera cámara (108) con respecto a la segunda cámara (110) en un sistema de coordenadas del dispositivo (106) de captura de imágenes, y en el que el módulo (316) de calibración estéreo está configurado para almacenar los datos (318) de calibración estéreo en la memoria (138);

25 en el que el módulo (314) de procesamiento de imágenes está configurado además para asociar los datos (318) de calibración estéreo con otra imagen (310) estéreo particular basándose en los datos (312) de historial de descarga para esa otra imagen (310) estéreo particular cuando la primera y segunda imágenes (116, 118) en la otra imagen (310) estéreo particular no son del patrón (342) de calibración.

4. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema comprende además:

un módulo (340) de notificación para crear un informe personalizado que comprende la distancia calculada entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo; y

30 una base de datos de medición para almacenar datos de punto estéreo de referencia correspondientes a al menos un punto estéreo de referencia en cada uno de la pluralidad de objetos (104),

35 en el que el módulo (340) de notificación está configurado además para crear un informe personalizado que comprende distancias calculadas seleccionadas de un grupo consistente en una primera distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo, una segunda distancia entre el primer punto estéreo y el punto estéreo de referencia, y una tercera distancia entre el segundo punto estéreo y el punto estéreo de referencia.

5. El sistema de la reivindicación 3, en el que los puntos compuestos comprenden al menos tres puntos de referencia iguales en cada una de la primera y segunda imágenes (116, 118) de las al menos dos imágenes estéreo, y en el que el módulo (330) compuesto está configurado para:

40 superponer cada una de las primeras imágenes (116) incluidas en las al menos dos imágenes estéreo de modo que coincidan los mismos tres puntos de referencia para crear la primera imagen (116) compuesta; y

superponer cada una de las segundas imágenes (118) incluidas en al menos dos imágenes estéreo de modo que coincidan los mismos tres puntos de referencia para crear la segunda imagen (118) compuesta.

45 6. Método para obtener mediciones a partir de una imagen estéreo de un objeto (104) utilizando al menos un procesador, comprendiendo la imagen estéreo una primera y una segunda imágenes (116, 118) del objeto (104), comprendiendo el método:

almacenar una pluralidad de imágenes estéreo que comprenden cada una primera y segunda imágenes (116, 118) del objeto (104) en una memoria (138);

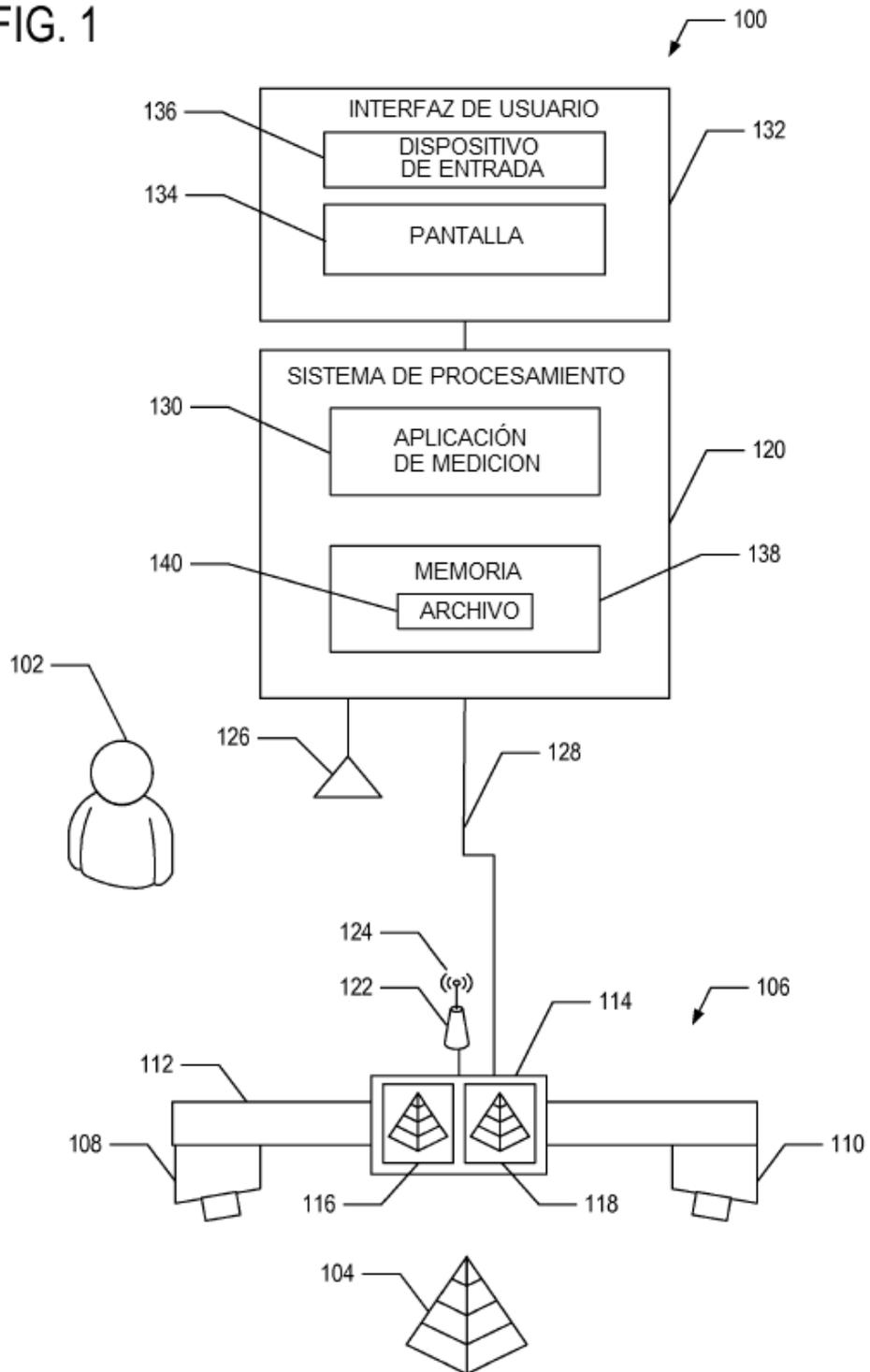
generar una lista de la pluralidad de imágenes estéreo para la visualización;

recibir una primera entrada de usuario que selecciona al menos dos imágenes estéreo de la lista;

50 mostrar la primera imagen (116) y la segunda imagen (118) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo;

- recibir una segunda entrada de usuario que designa puntos compuestos en la primera y segunda imágenes (118) de cada una de las al menos dos imágenes estéreo;
- 5 combinar las al menos dos imágenes estéreo en una imagen (332) estéreo compuesta basada en los puntos compuestos, comprendiendo la imagen (332) estéreo compuesta una primera imagen (116) compuesta y una segunda imagen (118) compuesta;
- mostrar las primeras y segundas imágenes (116, 118) compuestas;
- recibir una tercera entrada de usuario que designa un primer punto (716) de medición en la primera imagen (116) compuesta;
- 10 recibir una cuarta entrada de usuario que designa un segundo punto (718) de medición en la primera imagen (116) compuesta;
- identificar un intervalo de puntos en la segunda imagen (118) compuesta en base al primer punto de medición e identificar otro intervalo de puntos en la segunda imagen (118) compuesta en base al segundo punto (718) de medición;
- 15 generar una línea auxiliar de selección en la segunda imagen (118) compuesta basada en el intervalo de puntos y generar otra línea auxiliar de selección en la segunda imagen (118) compuesta en base al otro intervalo de puntos;
- determinar primeros valores de píxeles adyacentes al primer punto de medición designado en la primera imagen (116) compuesta y determinar segundos valores de píxeles adyacentes al segundo punto (718) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta;
- 20 comparar los primeros valores de píxeles determinados con otros valores de píxel a lo largo de la línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un primer punto de medición correspondiente en la segunda imagen (118) compuesta con otros valores de píxeles adyacentes que coinciden con los primeros valores de píxeles determinados y comparar los segundos valores de píxeles determinados con otros segundos valores de píxel a lo largo de la otra línea de asistencia de selección para identificar dinámicamente un segundo punto de medición correspondiente en la segunda imagen (118) con otros valores adyacentes de píxeles que coincidan con los segundos valores de píxeles determinados;
- 25 definir un primer punto estéreo que corresponde al primer punto de medición designado en la primera imagen (116) compuesta e identificado en la segunda imagen (118) compuesta y que define un segundo punto estéreo que corresponde al segundo punto (718) de medición designado en la primera imagen (116) compuesta e identificada en la segunda imagen (118) compuesta; y
- 30 calcular la distancia entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo.
7. El método de la reivindicación 6, que comprende además:
- generar un informe personalizado que comprende la distancia calculada entre el primer punto estéreo y el segundo punto estéreo; y
- 35 almacenar datos de punto estéreo de referencia correspondientes a al menos un punto estéreo de referencia en cada uno de una pluralidad de objetos (104) en una base de datos de medición, y
- en el que el informe personalizado comprende distancias calculadas seleccionadas de un grupo consistente en una primera distancia entre el primer estéreo y el segundo punto estéreo, una segunda distancia entre el primer punto estéreo y el punto estéreo de referencia y una tercera distancia entre el segundo punto estéreo y el punto estéreo de referencia.
- 40 8. El método de la reivindicación 7, en el que los puntos compuestos comprenden al menos tres puntos de referencia iguales en cada una de la primera y segunda imágenes (116, 118) de las al menos dos imágenes estéreo, y en el que el método comprende además:
- superponer cada una de las primeras imágenes (116) incluidas en las al menos dos imágenes estéreo de manera que los mismos tres puntos de referencia coincidan para crear la primera imagen (116) compuesta; y
- 45 superponer cada una de las segundas imágenes (118) incluidas en al menos dos imágenes estéreo de manera que los mismos tres puntos de referencia coincidan para crear la segunda imagen (118) compuesta.

FIG. 1



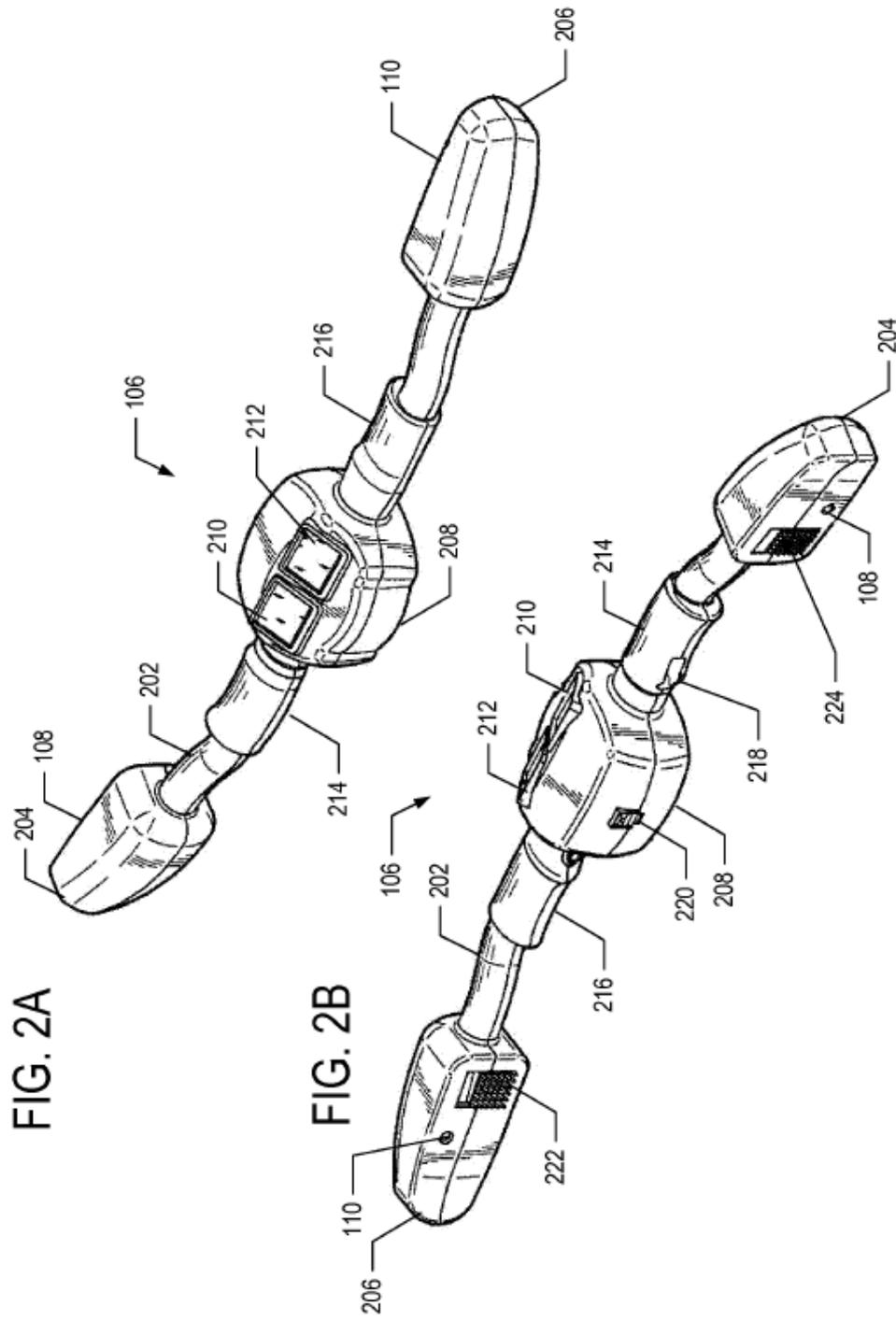


FIG. 2A

FIG. 2B

FIG. 3A

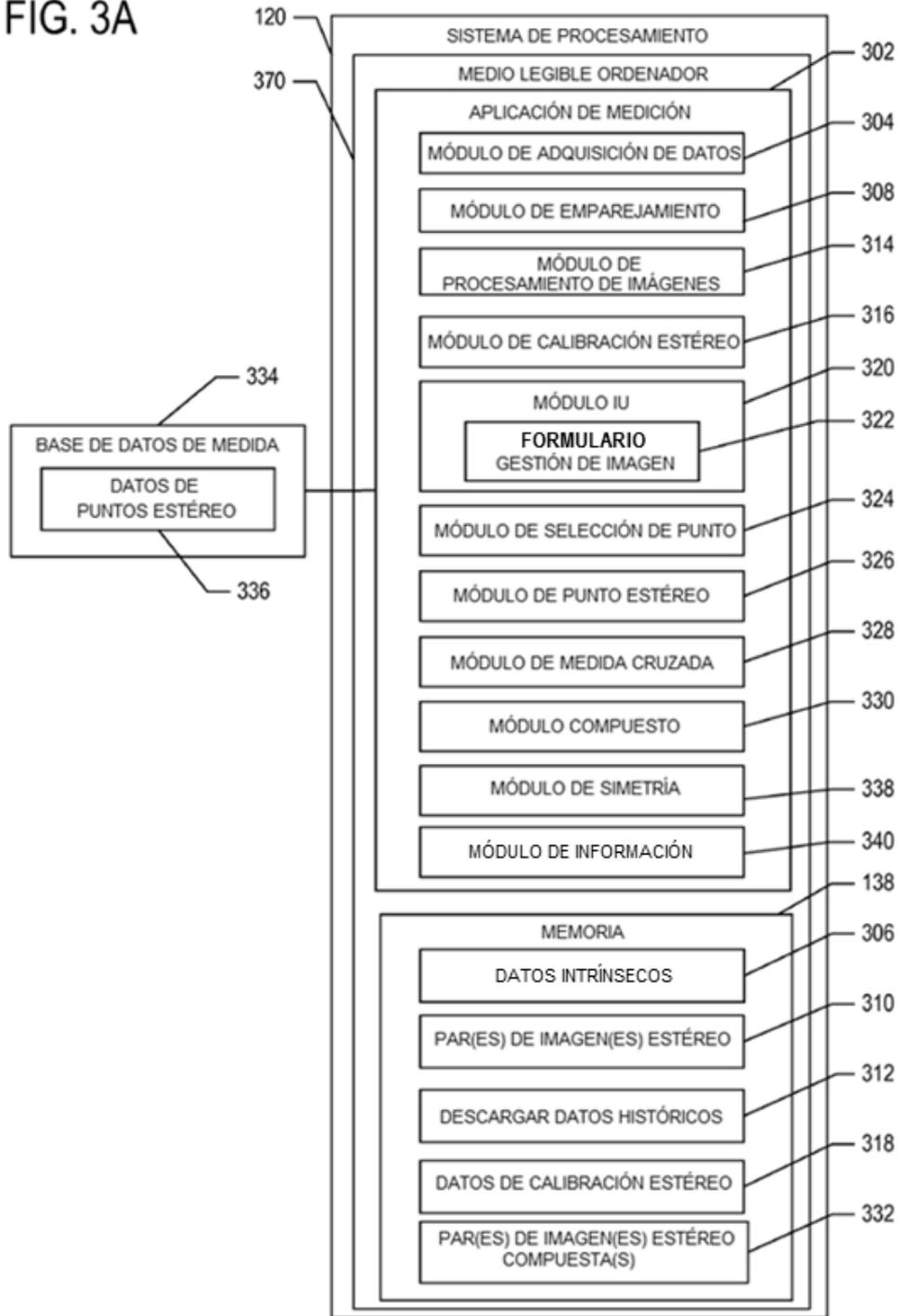


FIG. 3B

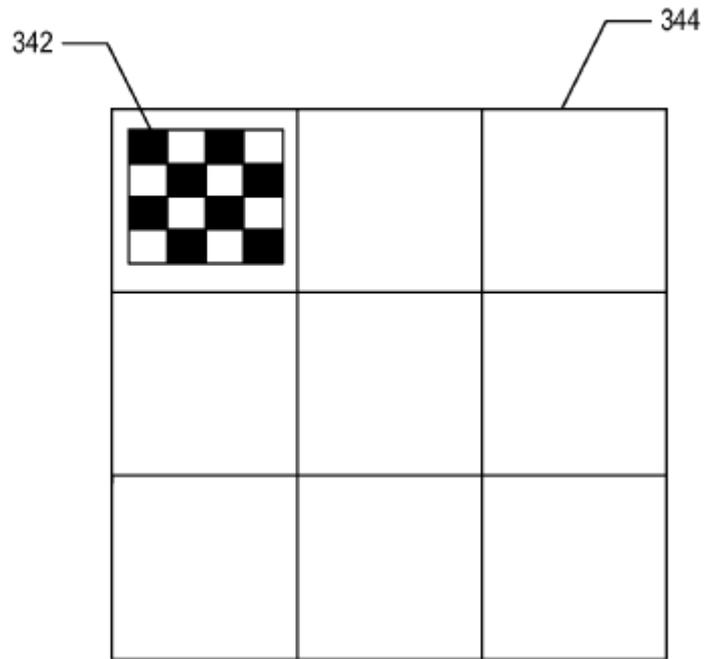


FIG. 3C

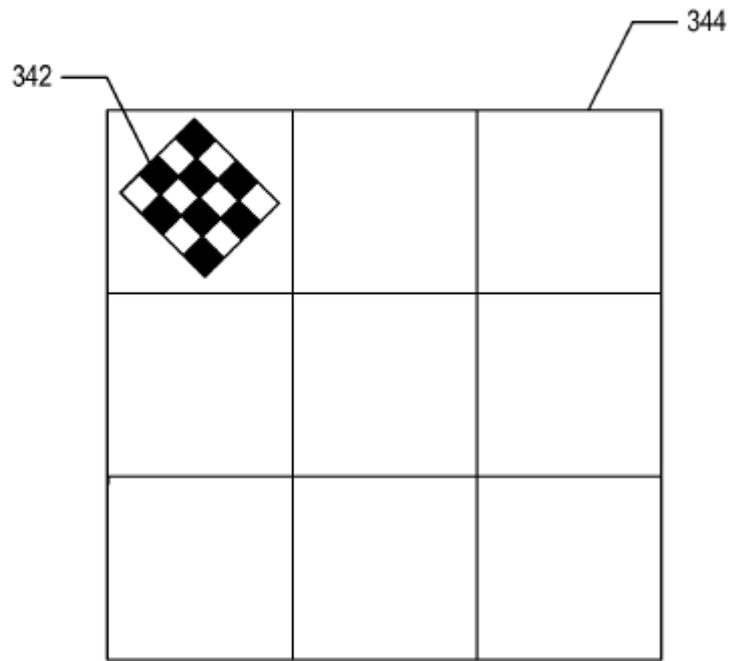


FIG. 3D

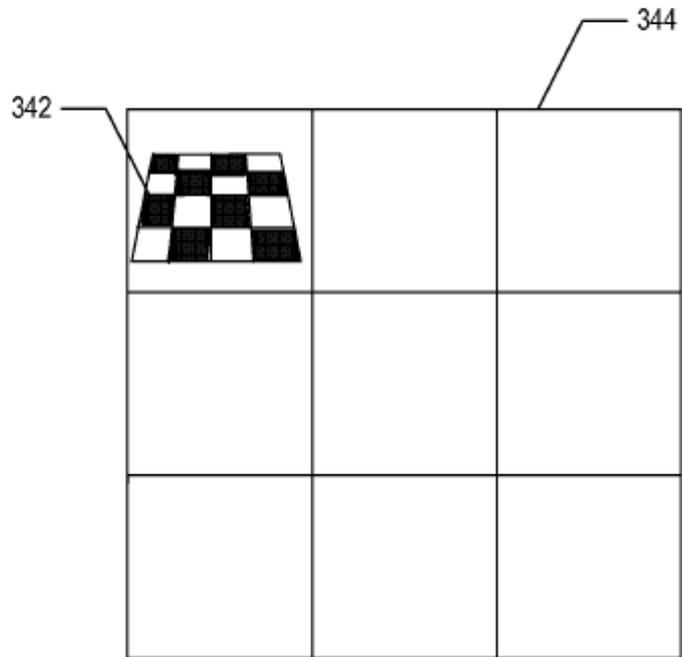


FIG. 3E

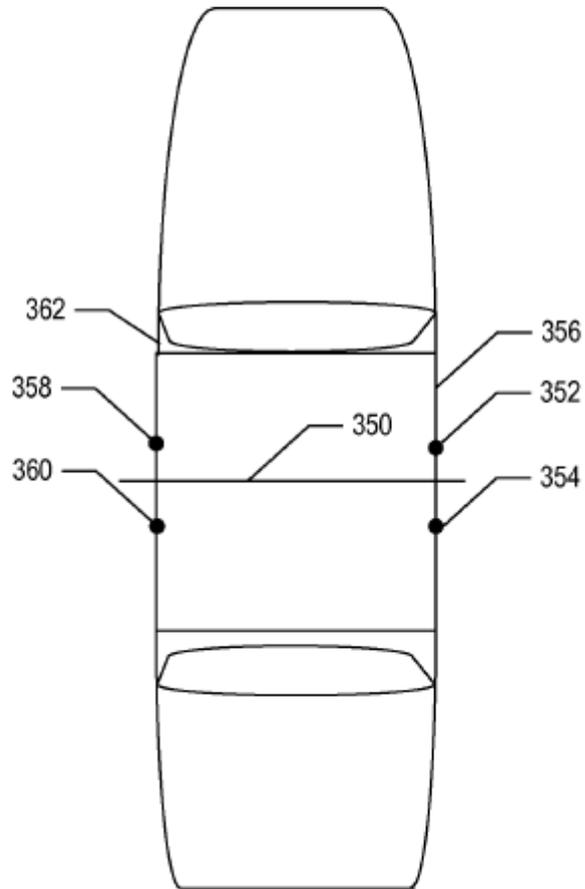


FIG. 3F

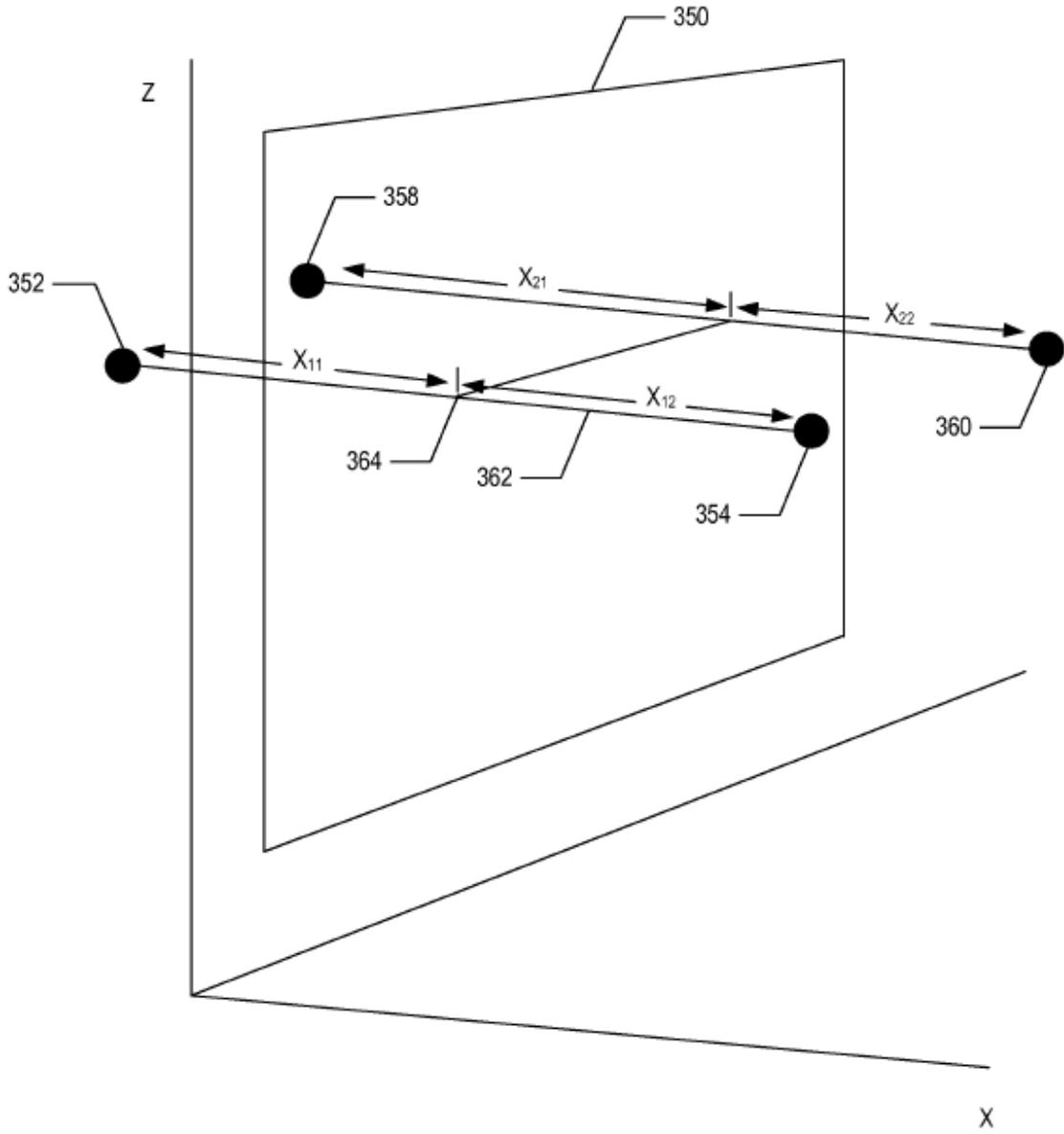


FIG. 4A

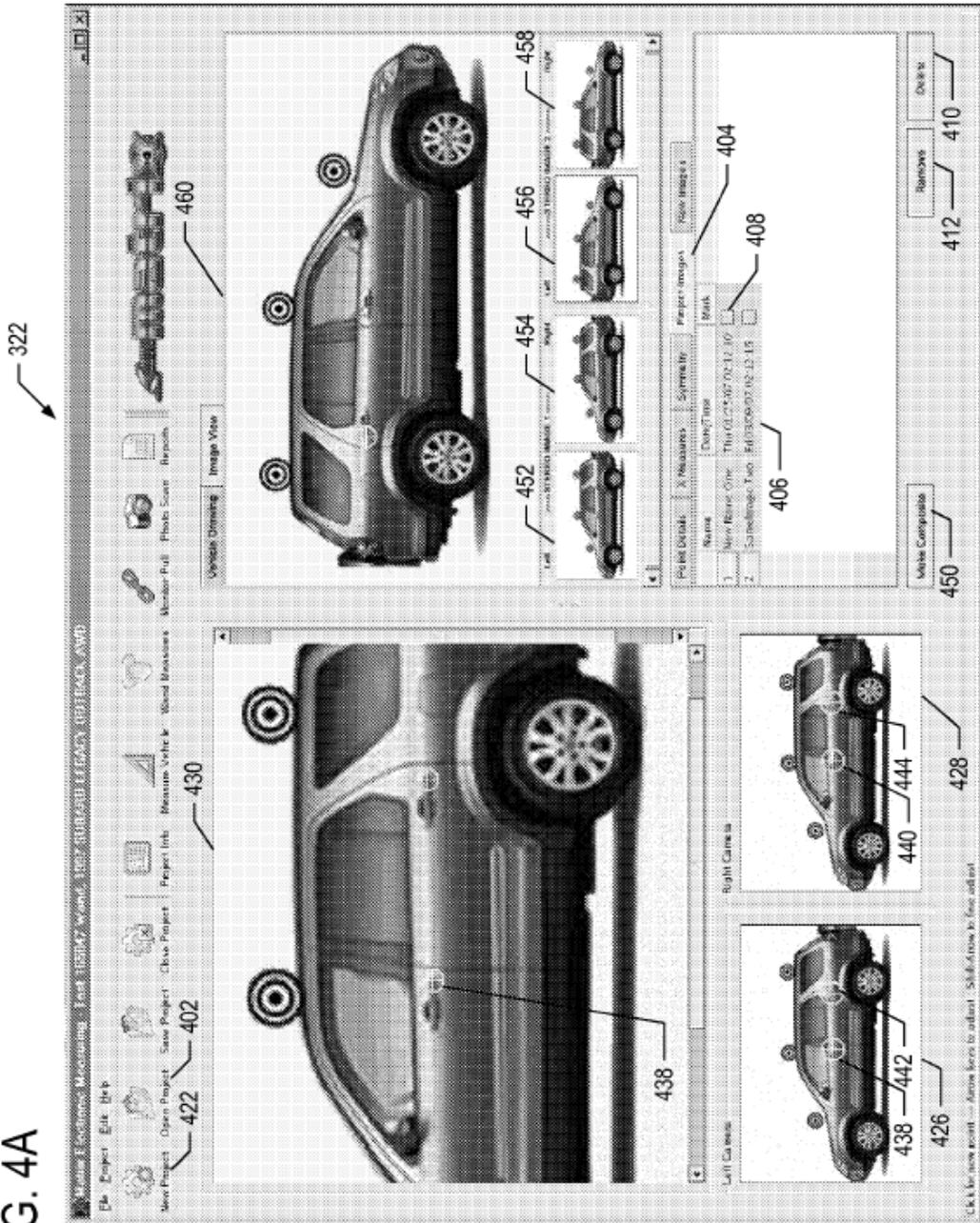


FIG. 4B

322

Customer Name	Measurement Date	Make	Model	Year	Bodytype
estimated , measures	2005-05-11	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
Camera, Optimization network, tester	2006-05-08	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
Johnson, Eric	2005-11-08	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
Johnson, Eric	2005-11-03	HUMMER	H2	2005	SPORT UTILITY
new, calibration	2005-10-20	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
Johnson, Eric	2005-10-12	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
carriage version 0.9rc2, sdf, dsf	2005-10-11	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
715, test	2005-09-27	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
test, serialcomm	2005-09-20	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
test, serialcomm	2005-08-30	ACURA	2.2CL	1997	COUPE
sdf, sdf	2005-08-30	ACURA	2.2CL	1997	COUPE

FIG. 4C

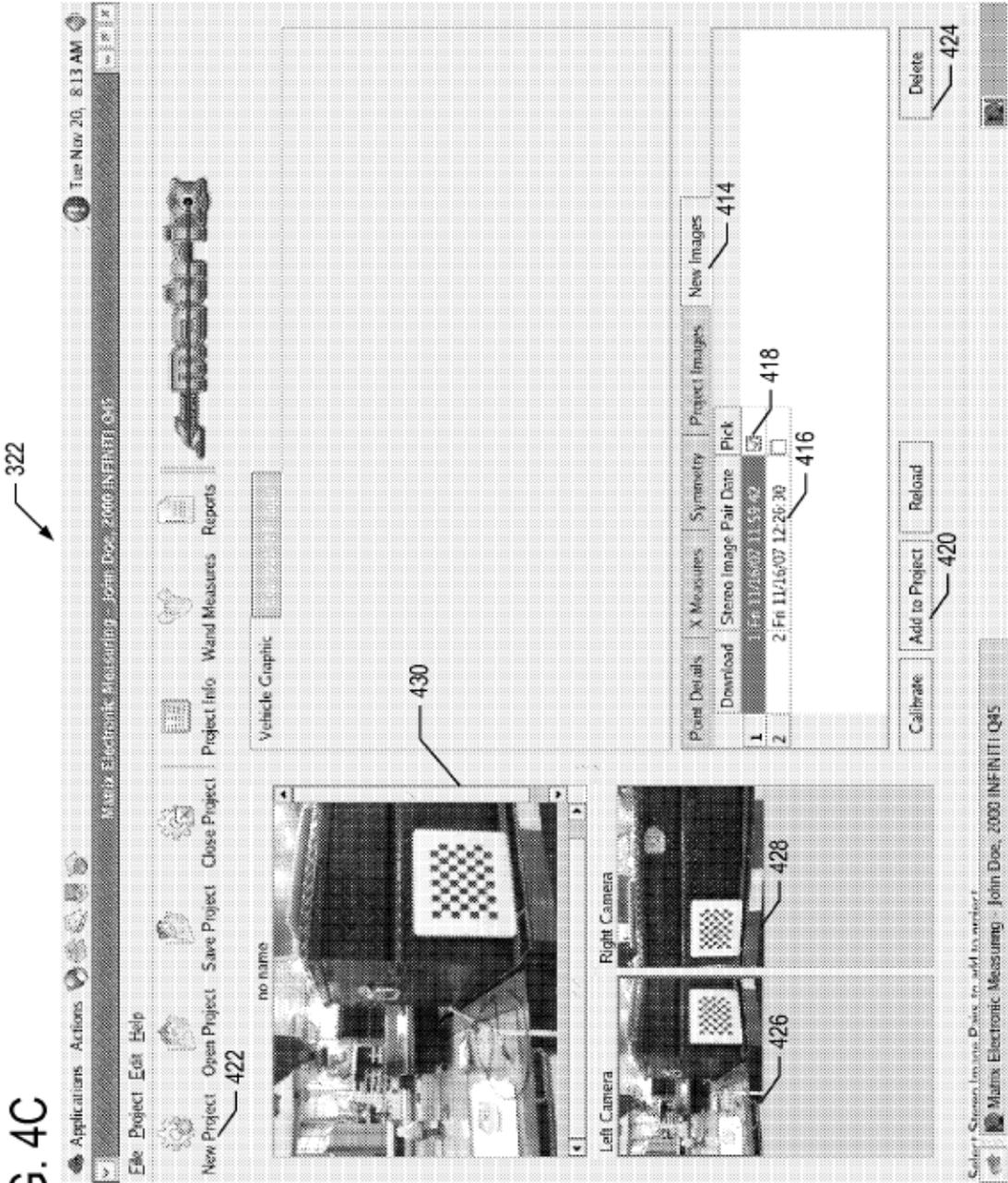


FIG. 4D

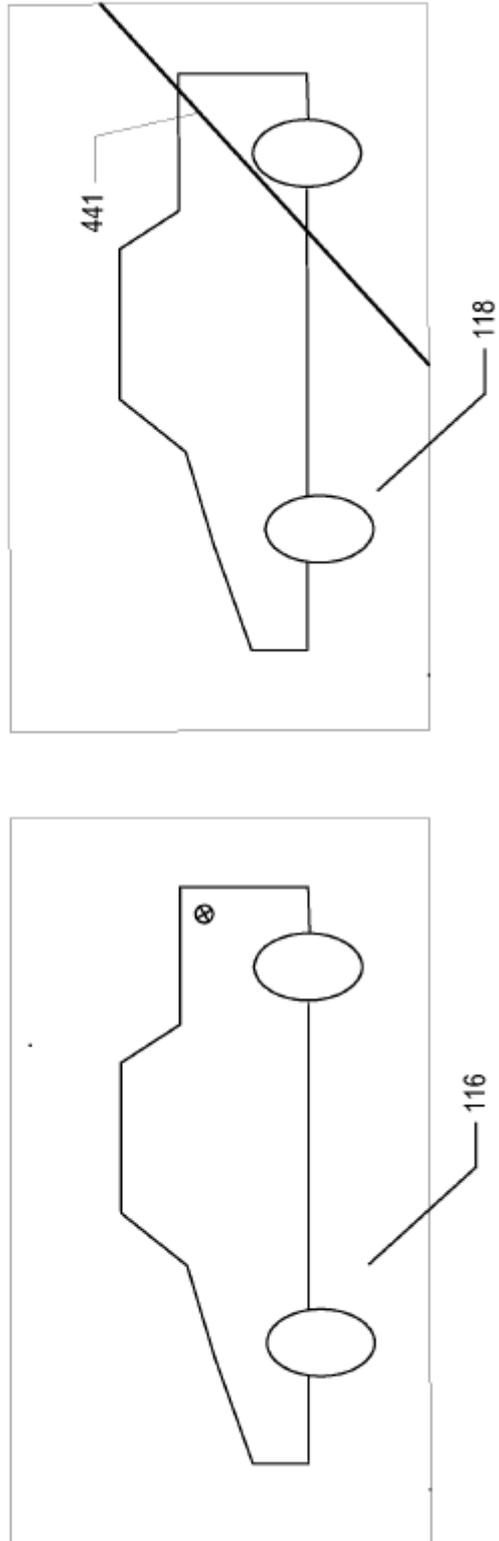


FIG. 4E

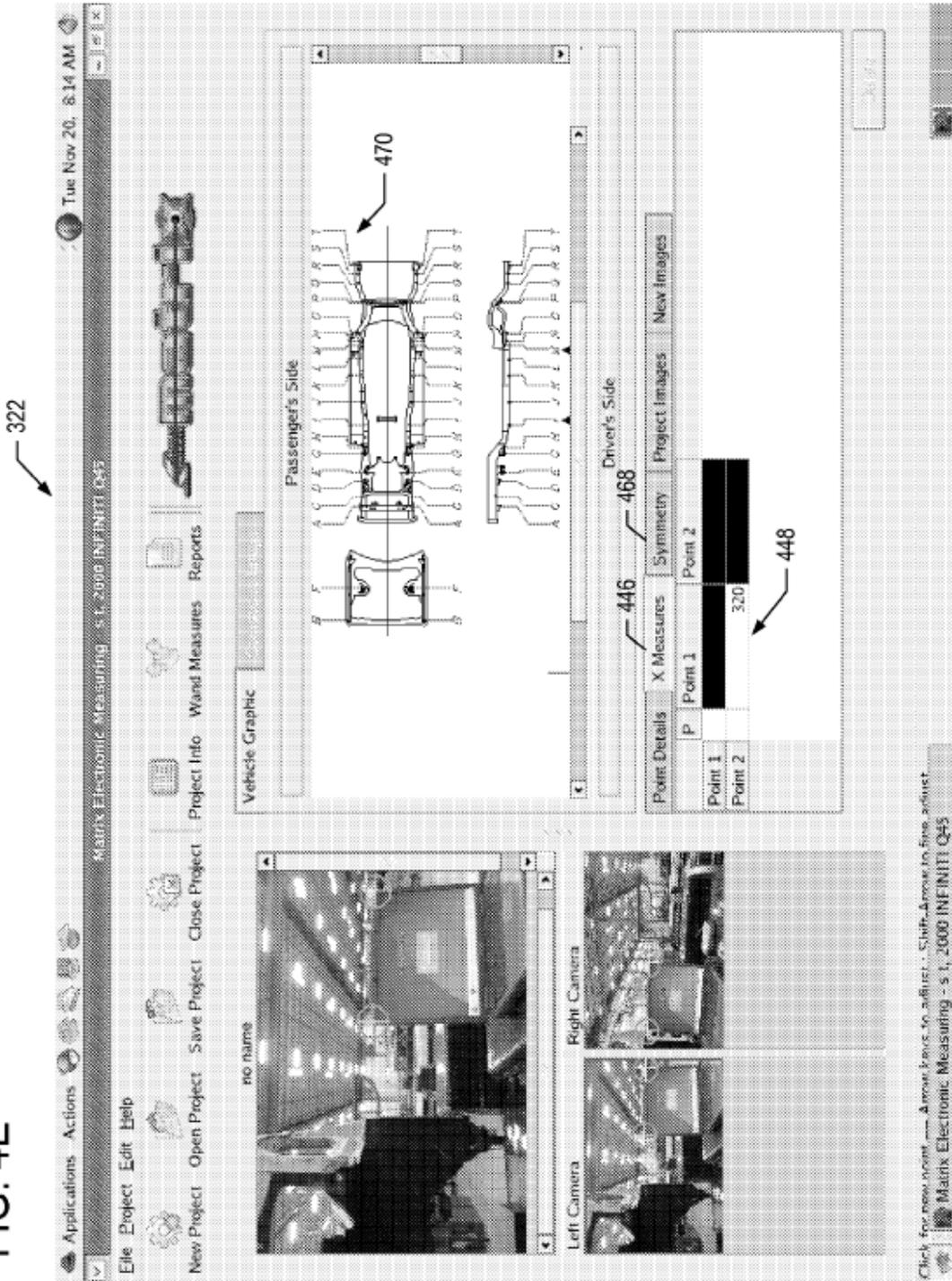
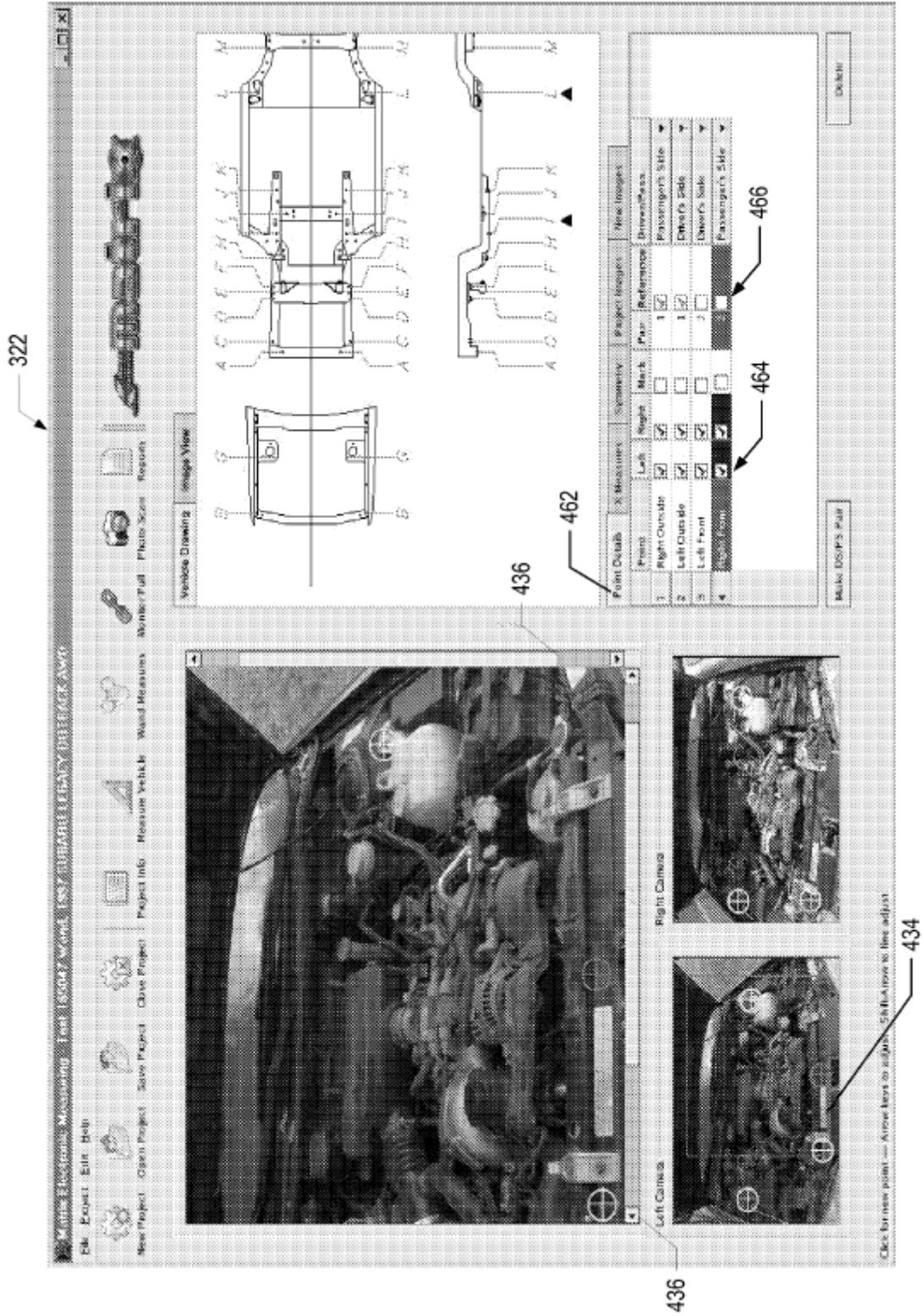


FIG. 4F



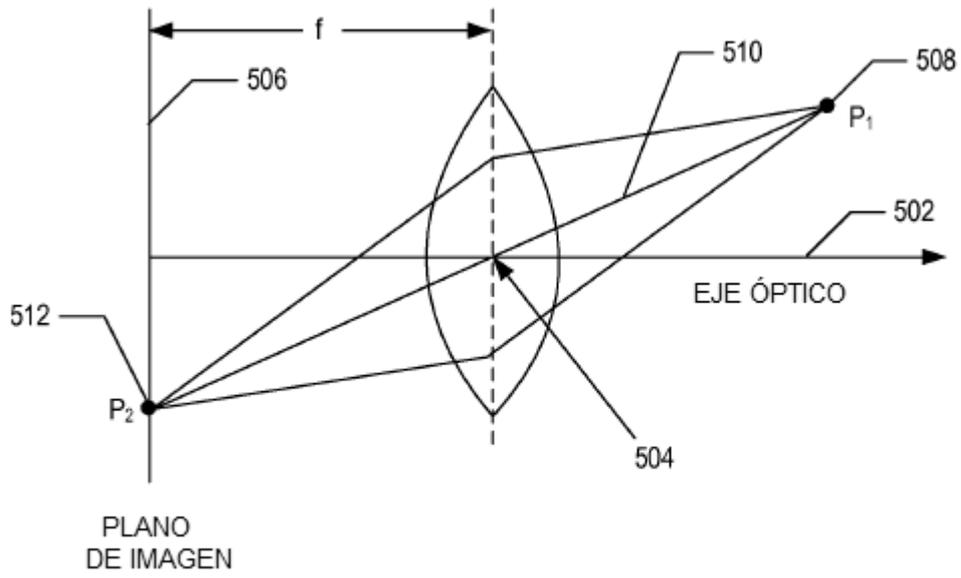


FIG. 5A

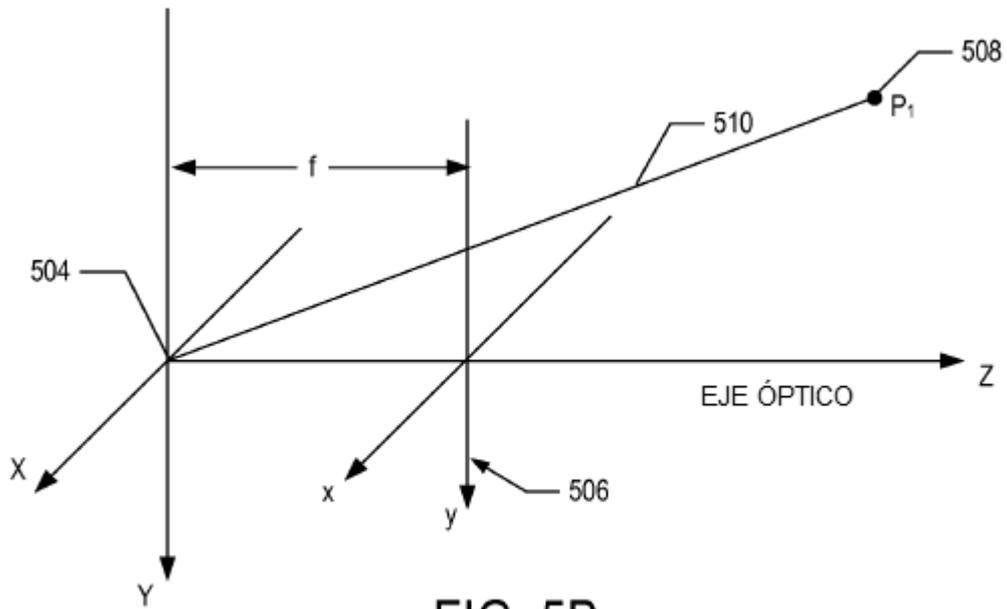


FIG. 5B

FIG. 6A

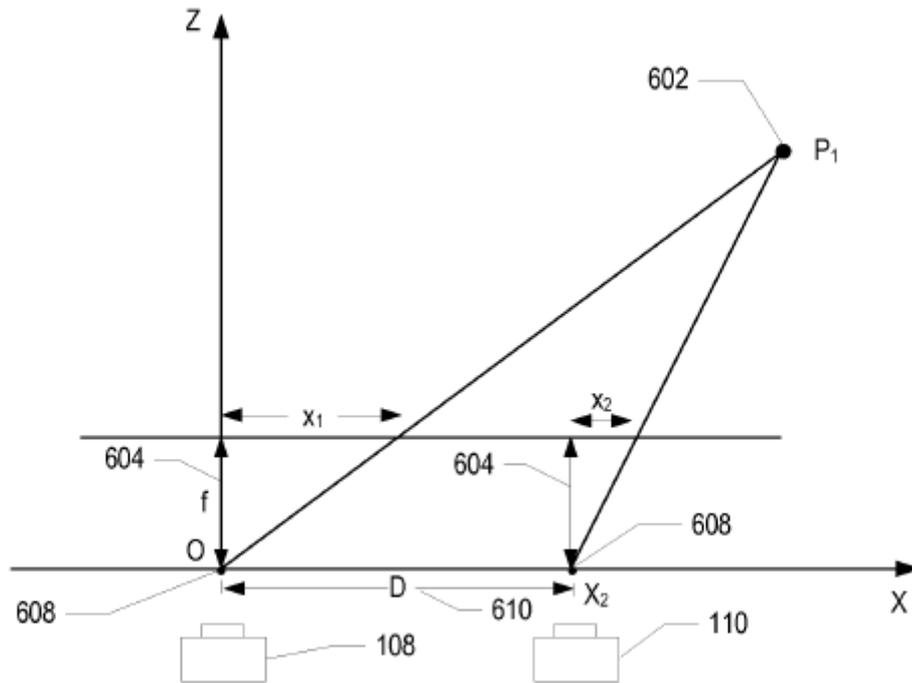
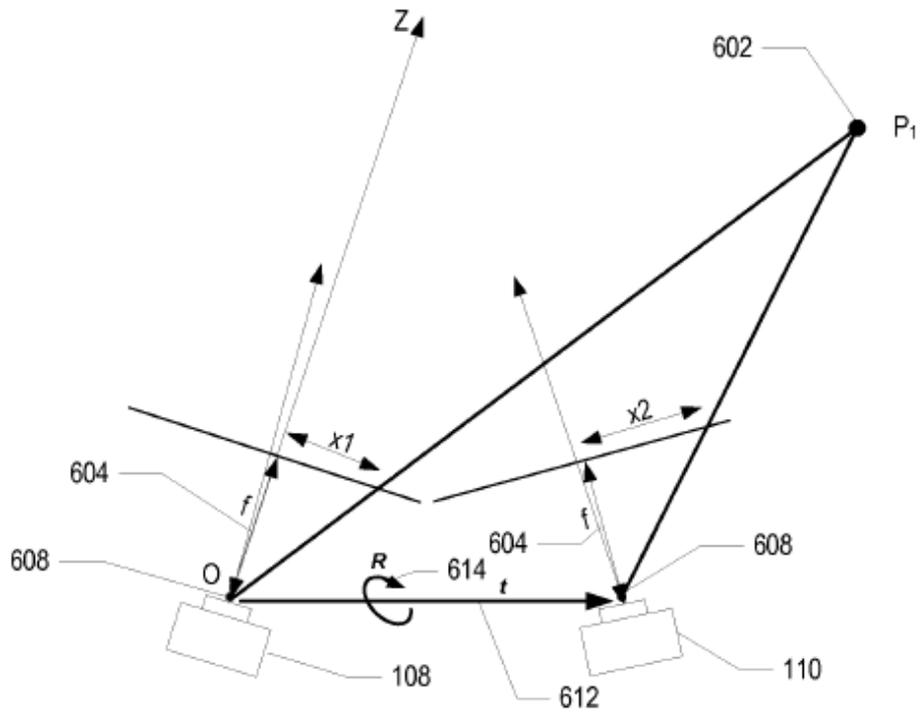


FIG. 6B



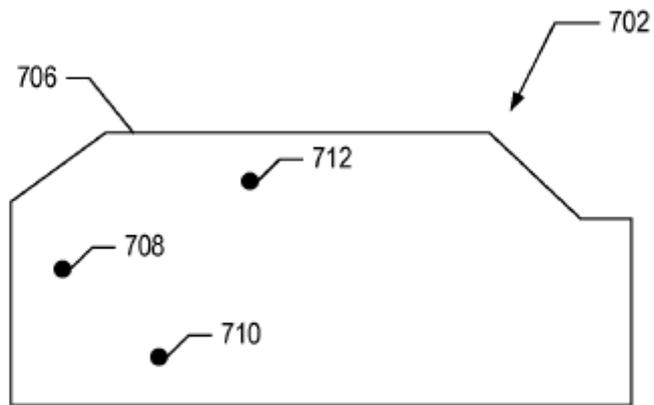
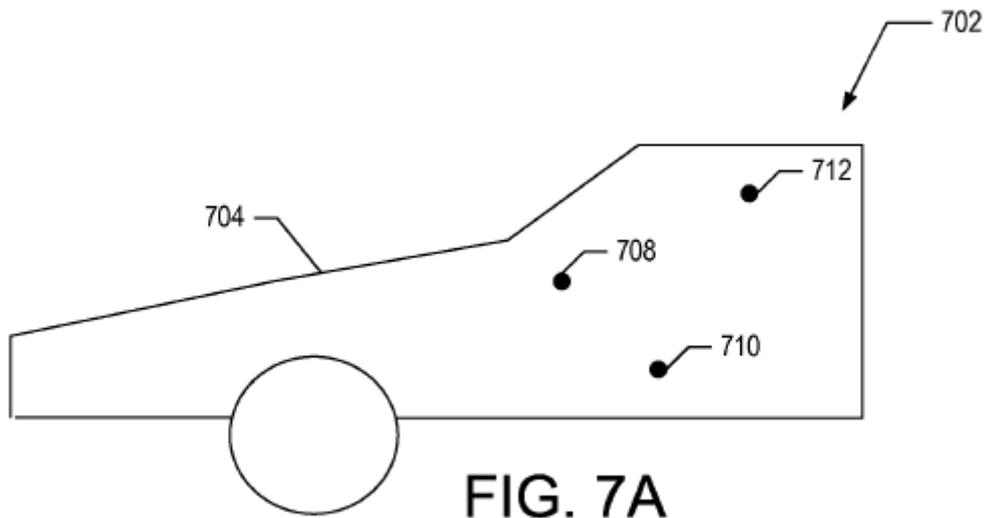


FIG. 7B

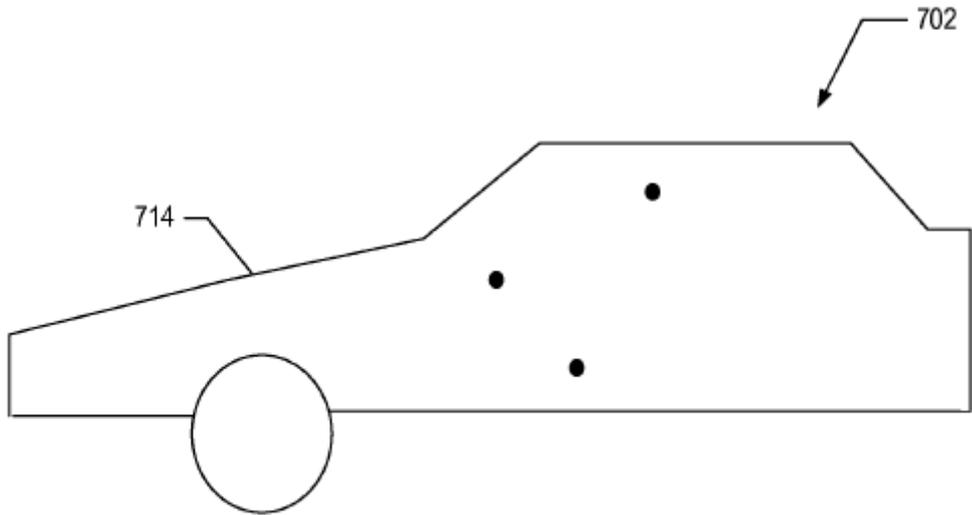


FIG. 7C

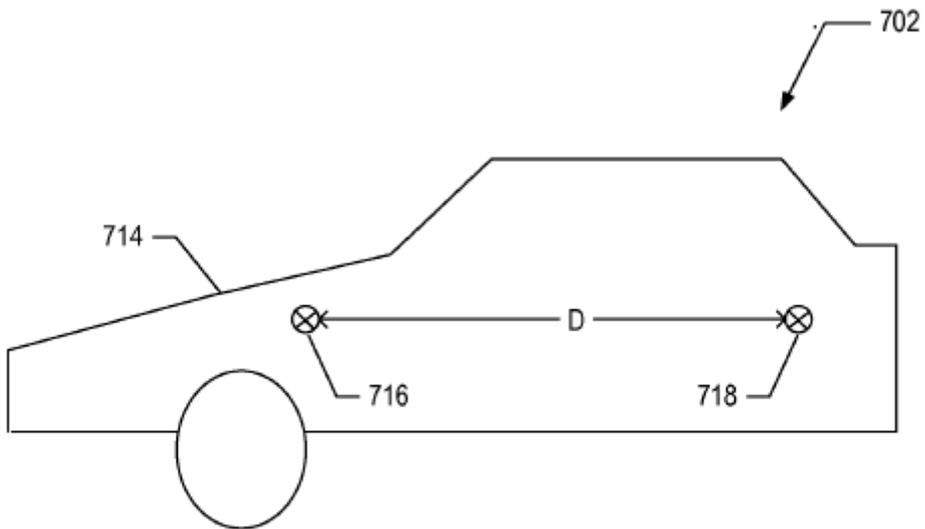


FIG. 7D

FIG. 8

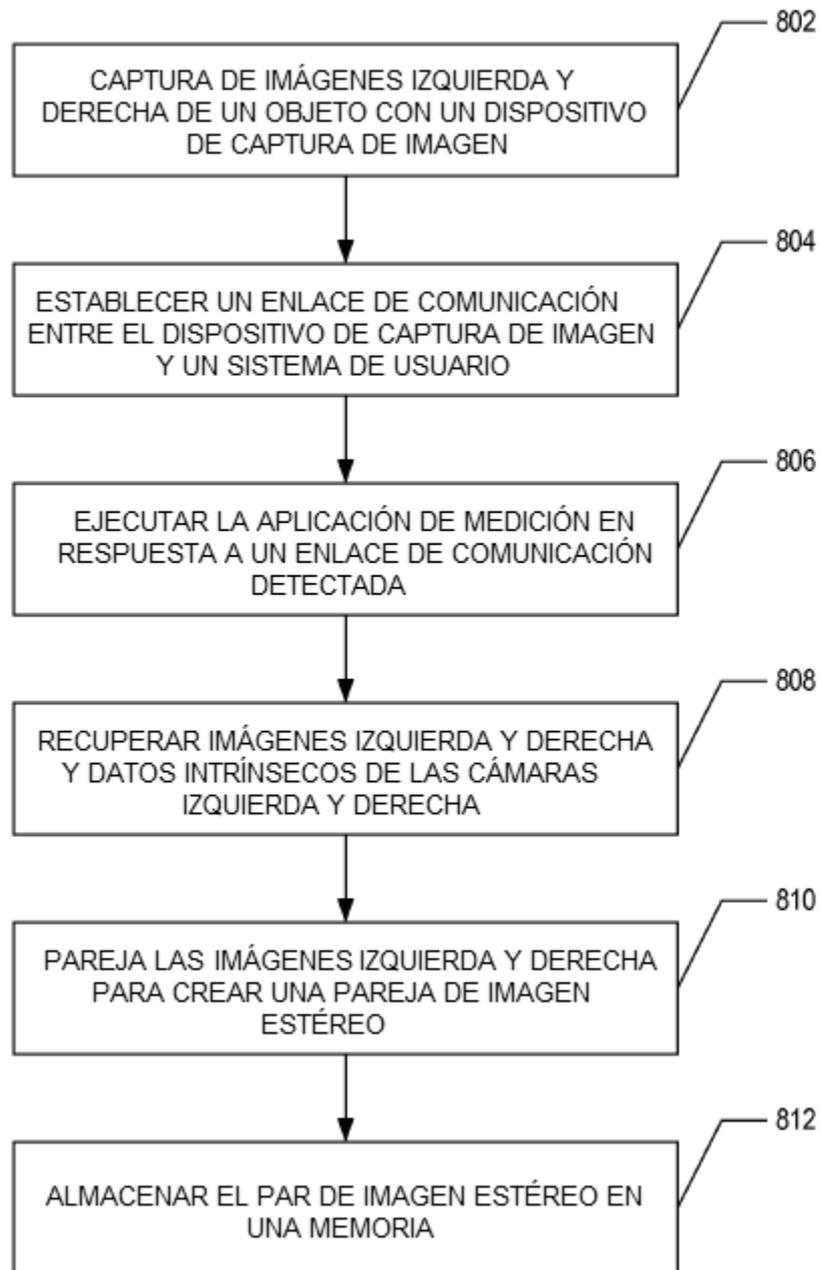


FIG. 9

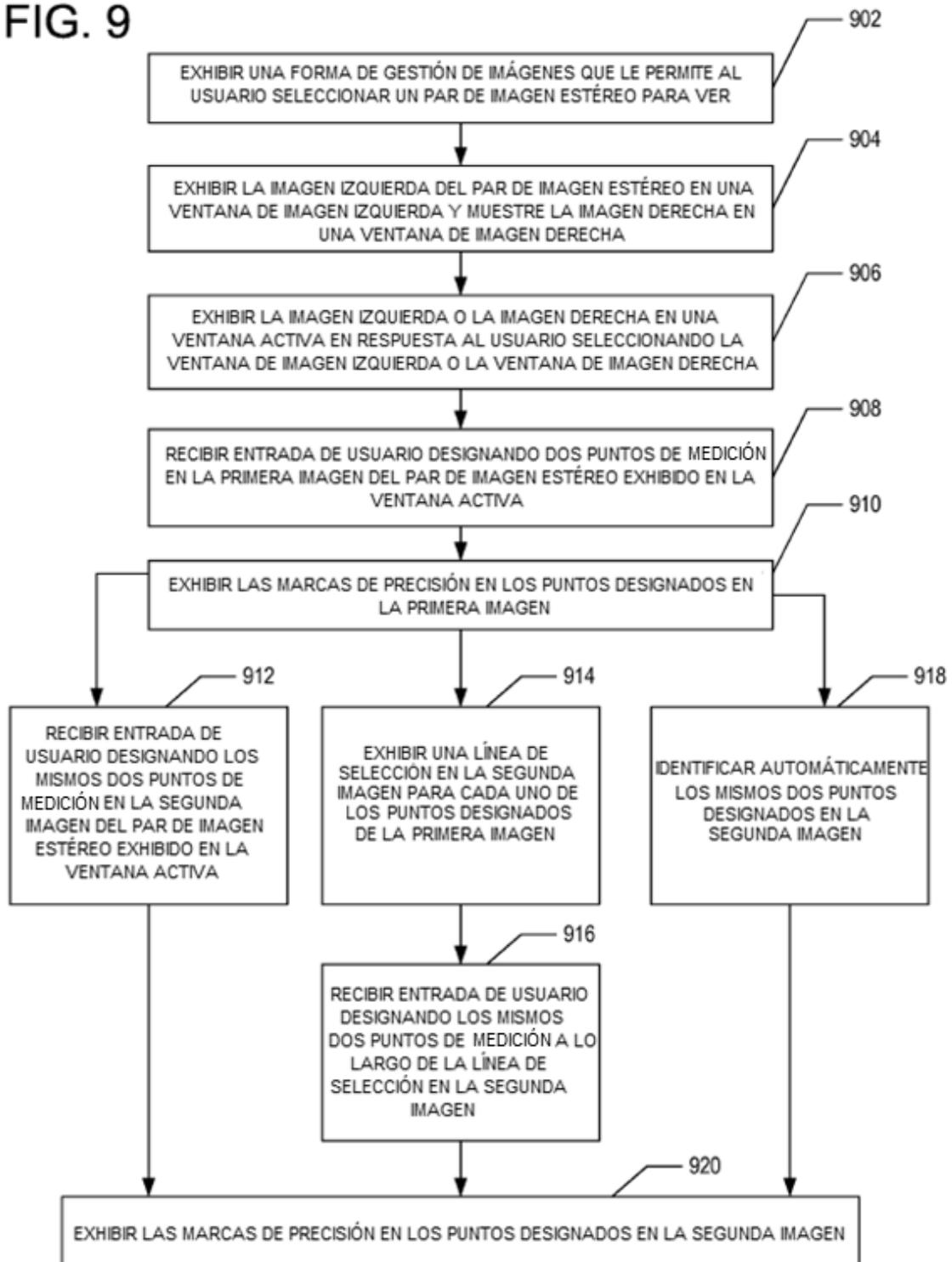


FIG. 10

