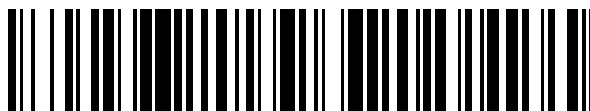


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 762**

51 Int. Cl.:

G06T 3/00 (2006.01)

H04N 1/387 (2006.01)

H04N 5/76 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2010 PCT/JP2010/068281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2011 WO11049046**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010 E 10824895 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2477152**

54 Título: **Dispositivo de procesamiento de imágenes, procedimiento de procesamiento de imágenes, programa de procesamiento de imágenes y medio de grabación**

30 Prioridad:

20.10.2009 JP 2009241233

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

27.12.2018

73 Titular/es:

**RAKUTEN, INC. (100.0%)
1-14-1, Tamagawa, Setagaya-ku
Tokyo 158-0094, JP**

72 Inventor/es:

**ONAI, RIKIO;
SATO, TOMOHIRO;
MORI, MASAYA y
SANJO, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 694 762 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de procesamiento de imágenes, procedimiento de procesamiento de imágenes, programa de procesamiento de imágenes y medio de grabación

Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de procesamiento de imágenes, a un procedimiento de procesamiento de imágenes, a un programa de procesamiento de imágenes y a un medio de grabación para transformar datos de imagen.

Técnica anterior

En los últimos años, se ha reducido el tamaño de las cámaras digitales y se proporcionan terminales portátiles con una cámara digital. Un usuario puede hacer fácilmente fotografías de paisajes, documentos o caracteres/dibujos presentados en una pizarra blanca mediante un terminal portátil con cámara aunque el usuario esté fuera de casa. Sin embargo, aunque el usuario puede hacer fácilmente fotografías aunque el usuario esté fuera de casa, la ubicación de disparo puede estar limitada debido a una condición de la posición del usuario, una pizarra negra puede ser difícil de fotografiar de frente debido a la posición del asiento del usuario, o el ángulo de disparo puede estar limitado debido a la relación entre un objetivo que va a fotografiarse y el ángulo de luz, por ejemplo, cuando el usuario va a hacer senderismo en las montañas o encuentra un objetivo deseado.

Con el fin de corregir una imagen de un objetivo que va a fotografiarse, tal como documentos o caracteres escritos en una pizarra blanca, y obtener una imagen que parece haberse fotografiado de frente, por ejemplo, el documento de patente 1 divulga en el mismo un aparato de procesamiento de imágenes para obtener un contorno mediante el uso de un filtro de Roberts a partir de una imagen fotografiada de una pizarra blanca objetivo, detectar líneas rectas candidatas que forman la imagen de la pizarra blanca a partir del contorno obtenido, obtener una forma cuadrilátera de la pizarra blanca, y encontrar parámetros proyectivos que indican la relación entre la imagen de la pizarra blanca y la pizarra blanca real en función de los vértices del cuadrilátero para transformar de manera proyectiva la imagen de la pizarra blanca.

Lista de referencias

Documento de patente

Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2005-122320

Sumario de la invención

Problema que va a resolverse por la invención

Sin embargo, dado que un objetivo de disparo se corrige en función de las líneas rectas de documentos y similares en la técnica relacionada, resulta difícil corregir el objetivo de disparo y obtener una imagen que parece haberse fotografiado de frente cuando va a fotografiarse un objetivo de disparo que tiene pocas líneas rectas, tal como una flor.

La presente invención, que se expone en las reivindicaciones adjuntas, se ha realizado a la luz de los problemas, y un objetivo a modo de ejemplo es proporcionar un aparato de procesamiento de imágenes, un procedimiento de procesamiento de imágenes, un programa de procesamiento de imágenes y un medio de grabación, que permitan transformar incluso una imagen objetivo que no tiene ningún contorno de líneas rectas en una imagen presentada en una orientación deseada.

Según la presente invención, se almacena una imagen objetivo que va a someterse a un procesamiento de imágenes, se calcula una elipse mediante la cual se aproxima la imagen objetivo, se decide un candidato central de la imagen objetivo, se calcula un primer polígono asociado con la elipse y el candidato central, se calcula una matriz de transformación proyectiva para transformar de manera proyectiva el primer polígono en un segundo polígono asociado con una elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva, y se transforma de manera proyectiva la imagen objetivo almacenada en función de la matriz de transformación proyectiva para obtener una imagen de transformación de la imagen objetivo, permitiendo de ese modo transformar incluso una imagen objetivo sin contorno de partes de línea recta en una imagen en una orientación deseada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una estructura esquemática a modo de ejemplo de un sistema de búsqueda de imágenes según una realización de la presente invención.

- La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una estructura esquemática a modo de ejemplo de un terminal portátil de la figura 1.
- 5 La figura 3 es un diagrama conceptual que muestra cómo se proyecta un objeto en una fotografía cuando se fotografía el objeto desde un punto de observación.
- La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un procesamiento de imágenes a modo de ejemplo por el terminal portátil de la figura 1.
- 10 La figura 5(A) es un diagrama esquemático que muestra una imagen a modo de ejemplo que incluye una imagen objetivo.
- La figura 5(B) es un diagrama esquemático que muestra cómo es la imagen objetivo extraída a partir de la imagen.
- 15 La figura 5(C) es un diagrama esquemático que muestra cómo se extrae una imagen de candidato central, que incluye un candidato central, a partir de la imagen objetivo.
- La figura 6 es un diagrama esquemático que muestra una imagen objetivo sometida a transformación proyectiva a modo de ejemplo.
- 20 La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un procesamiento de búsqueda a modo de ejemplo en un servidor de búsqueda de la figura 1.
- La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo de transformación en una imagen convencional en el diagrama de flujo de la figura 4.
- 25 La figura 9(A) es un diagrama esquemático que muestra un contorno a modo de ejemplo de la imagen objetivo de la figura 5 y una elipse a modo de ejemplo mediante la cual se aproxima la imagen objetivo.
- 30 La figura 9(B) es un diagrama esquemático que muestra una imagen de candidato central a modo de ejemplo que incluye un candidato central extraído a partir de la imagen objetivo y una elipse a modo de ejemplo mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central.
- La figura 10 es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la elipse de la figura 9(A) y la elipse de la figura 9(B).
- 35 La figura 11 es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la imagen objetivo de la figura 5 y un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse.
- La figura 12 son diagramas esquemáticos que muestran cómo se transforma una elipse de manera proyectiva en un círculo, donde la figura 12(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse, y la figura 12(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.
- 40 La figura 13(A) es un diagrama esquemático que muestra un plano para explicar una matriz de transformación proyectiva.
- La figura 13(B) es un diagrama esquemático que muestra un plano para explicar la transformación proyectiva en curva cuadrática.
- 50 La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo para calcular un cuadrilátero en el diagrama de flujo de la figura 8.
- La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo para calcular un cuadrilátero en una primera y segunda variantes para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse.
- 55 La figura 16 es un diagrama esquemático que muestra la primera variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse.
- La figura 17 es un diagrama esquemático que muestra la segunda variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse.
- 60 La figura 18 muestra una tercera variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse, donde la figura 18(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero a modo de ejemplo inscrito en una elipse, y la figura 18(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.
- 65

La figura 19 muestra una cuarta variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse, donde la figura 19(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero a modo de ejemplo que entra en contacto con una elipse, y la figura 19(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.

5

Modos de llevar a cabo la invención

A continuación se describirá un modo de llevar a cabo la presente invención con referencia a los dibujos.

10 En primer lugar se describirán una estructura esquemática y funciones de un sistema de búsqueda de imágenes según una realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una estructura esquemática a modo de ejemplo del sistema de búsqueda de imágenes según la realización de la presente invención. La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una estructura esquemática a modo de ejemplo de un terminal portátil de la figura 1.

15

Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de búsqueda de imágenes 1 como aparato de procesamiento de imágenes a modo de ejemplo incluye un terminal portátil 10 para fotografiar un objetivo de disparo, tal como un teléfono inalámbrico portátil, y un servidor de búsqueda de imágenes 20 para realizar una búsqueda en función de datos de imagen a partir del terminal portátil 10.

20

Tal como se muestra en la figura 2, el terminal portátil 10 que funciona como aparato de procesamiento de imágenes a modo de ejemplo tiene una unidad de toma de fotografías 11 para fotografiar un objetivo de disparo, una unidad de visualización 12 para visualizar una imagen fotografiada o similar, una unidad de comunicación inalámbrica 13 para comunicarse con una estación base inalámbrica, una unidad de funcionamiento 14 para introducir números o caracteres, una unidad de almacenamiento 15 para almacenar imágenes fotografiadas en la misma, y una unidad de control 16 para realizar diversos controles en el terminal portátil 10, y las unidades están interconectadas a través de un bus 17.

25

La unidad de toma de fotografías 11 tiene una cámara digital formada por un sensor de imágenes CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico) o un sensor de imágenes CCD (dispositivo de carga acoplada).

30

La unidad de visualización 12 está configurada mediante un dispositivo de pantalla de cristal líquido o un dispositivo EL (electroluminiscencia).

35

La unidad de comunicación inalámbrica 13 realiza la comunicación con el servidor de búsqueda de imágenes 20 a través de una red de comunicación móvil 2 o una red 3 tal como Internet.

La unidad de funcionamiento 14 se configurada mediante diversas teclas. Un usuario mueve un puntero visualizado en la unidad de visualización 12, o selecciona y confirma una parte de imagen mediante la unidad de funcionamiento 14.

40

La unidad de almacenamiento 15 tiene una memoria no volátil, tal como RAM (memoria de acceso aleatorio), ROM (memoria de sólo lectura) o memoria flash y forma en la misma un espacio de memoria en el que se carga un programa de procesamiento de imágenes y que contiene datos de imagen en el mismo.

45

La unidad de control 16 tiene una CPU (unidad de procesamiento central) y ejecuta un programa de procesamiento de imágenes como un ordenador.

El servidor de búsqueda de imágenes 20 que funciona como un ordenador tiene una unidad de control 21 para controlar todo el servidor de búsqueda de imágenes 20 y realizar un cálculo para el procesamiento de imágenes, y una base de datos 22 en la que se construye una base de datos para la búsqueda de imágenes.

50

Tal como se muestra en la figura 1, la unidad de control 21 tiene una CPU 21a para ejecutar programas informáticos, y una memoria 21b tal como una memoria no volátil, incluidas RAM, ROM o memoria flash, para almacenar programas que van a ejecutarse en la misma.

55

La CPU 21a en la unidad de control 21 busca información a partir de la base de datos 22 en respuesta a una solicitud de búsqueda transmitida desde el terminal portátil 10, realiza un procesamiento de imagen de la información de búsqueda a partir de datos de imagen recibidos, y gestiona la base de datos 22.

60

En la memoria 21b se desarrolla un programa para realizar una búsqueda de imágenes, se almacenan los datos de imagen recibidos y se almacena temporalmente un resultado de cálculo.

La base de datos 22 tiene una unidad de disco duro o disco de silicio, y almacena en la misma información asociada con la cantidad de características de una imagen. Por ejemplo, en lo que respecta a una base de datos sobre flores,

65

la base de datos 22 almacena en la misma información sobre nombres y nombres científicos de las flores e imágenes de flores tales como imágenes sobre flores, hojas y frutos secos en asociación con información sobre colores de flores, números de pétalos de flor y formas completas de flores e información sobre discontinuidades de pétalos de flor como la cantidad de características requerida para identificar una flor.

5 El terminal portátil 10 está conectado a la red de comunicación móvil 2, el servidor de búsqueda de imágenes 20 está conectado a la red 3, tal como Internet, y la red de comunicación móvil 2 y la red 3 están interconectadas a través de una pasarela para convertir un lenguaje de descripción de contenido o protocolo.

10 A continuación se describirá un principio general de la realización con referencia al dibujo.

La figura 3 es un diagrama conceptual que muestra un concepto de cómo se proyecta un objeto en una fotografía cuando se fotografía el objeto desde un punto de observación V1.

15 Tal como se muestra en la figura 3, se realiza una modificación de imagen como si una imagen de flor fotografiada de manera oblicua desde el punto de observación V1 se observara de frente de una forma supuesta. Se supone que la flor objeto se aproxima mediante una elipse E1 y está en el plano de un cuadrilátero P1'.

20 En primer lugar, se extraen toda la flor y el centro de la flor a partir de la imagen fotografiada, y se aproximan las curvas de contorno respectivas a elipses para un procedimiento simplificado. La elipse a la que se aproxima toda la flor corresponde a la elipse E1 y su centro es un punto O_B. El centro de la elipse a la que se aproxima el centro de la flor corresponde a un punto O_A.

25 Después se realiza una transformación proyectiva con el fin de obtener una imagen convencional aparente (imagen de transformación) desde delante de la flor. Cuando se compara con una fotografía, la transformación proyectiva corresponde a fotografiar un objeto en un espacio en 3D en una película plana en 2D. La proyección en el sentido inverso, es decir, de 2D a 3D, es normalmente imposible, pero se permite bajo algunas condiciones limitadas. Con el procedimiento según la realización, suponiendo que una flor plana está presente en un plano en un espacio en 3D (plano que incluye un cuadrilátero P1), se realiza la transformación proyectiva desde el plano en 2D al plano en 2D. 30 Además, para simplificar el procedimiento, se supone que la forma de una flor real puede aproximarse a un círculo E1'. La flor recortada a partir de la imagen introducida se aproxima a la elipse E1, y el cuadrilátero P1 circunscrito en la elipse E1 se obtiene para ser una zona objetivo que va a modificarse. Cuando la zona objetivo que va a modificarse se transforma de manera proyectiva en el cuadrilátero P1' como un cuadrado, la elipse E1 se proyecta en el círculo E1' anteriormente supuesto. De esta manera, con la transformación proyectiva, puede obtenerse la 35 imagen convencional de la fotografía de la flor tomada de frente de una manera supuesta a partir de la fotografía de la flor tomada con un ángulo inclinado. El procedimiento se describirá en detalle con los diagramas de flujo.

40 La imagen convencional (imagen de transformación) es una imagen transformada que va a visualizarse en una orientación deseada. Por ejemplo, la imagen convencional (imagen de transformación) es una imagen en la que se visualiza una flor con un ángulo tal que el centro de la flor está cerca del centro de toda la flor, y puede ser una imagen observada con un ángulo al que puede especificarse fácilmente una imagen objetivo, tal como una flor.

A continuación se describirán las operaciones de la realización con referencia a los dibujos.

45 La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un procesamiento de imágenes a modo de ejemplo mediante el terminal portátil de la figura 1. La figura 5(A) es un diagrama esquemático que muestra una imagen a modo de ejemplo que incluye una imagen objetivo, la figura 5(B) es un diagrama esquemático que muestra cómo es la imagen objetivo extraída a partir de la imagen, y la figura 5(C) es un diagrama esquemático que muestra cómo se extrae una imagen de candidato central, que incluye un candidato central, a partir de la imagen objetivo. La figura 6 50 es un diagrama esquemático que muestra una imagen objetivo sometida a transformación proyectiva a modo de ejemplo.

En primer lugar, tal como se muestra en la figura 4, el terminal portátil 10 obtiene una imagen de un objetivo de disparo mediante la unidad de toma de fotografías 11 (etapa S1). Específicamente, la unidad de control 16 en el 55 terminal portátil 10 obtiene una imagen que incluye una imagen objetivo (imagen de flor) tal como se muestra en la figura 5(A) a partir de la unidad de toma de fotografías 11, y almacena datos de imagen de la imagen en la unidad de almacenamiento 15. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de obtención de imagen a modo de ejemplo que obtienen la imagen que incluye la imagen objetivo, y funciona como medios de almacenamiento a modo de ejemplo que almacenan en los mismos la imagen objetivo que va a someterse al procesamiento de imagen. En la imagen de la figura 5(A), la flor objeto no está fotografiada de frente. 60

Después, el terminal portátil 10 extrae la imagen objetivo a partir de la imagen obtenida (etapa S2). Específicamente, la unidad de control 16 encuentra el contorno de toda la flor y extrae la imagen de flor tal como se muestra en la 65 figura 5(B). En la figura 5(B), se traza toda la flor caracterizada por sus pétalos mediante la curva de contorno y se oscurece su fondo. Tal como se muestra en la figura 5(B), el usuario puede designar la parte de flor y la parte de fondo mediante un puntero visualizado en la unidad de visualización 12 mediante la unidad de funcionamiento 14, y

la unidad de control 16 puede extraer la imagen objetivo basándose en la información sobre colores. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de extracción de imagen objetivo a modo de ejemplo que extraen la imagen objetivo a partir de la imagen obtenida.

Específicamente, por ejemplo, los medios de extracción de imagen objetivo incluyen unos medios de recepción que reciben, del usuario, designaciones de al menos un píxel de primer plano en una parte de flor (zona de primer plano) incluido en la imagen obtenida y al menos un píxel de fondo en la parte de fondo (zona de fondo) incluido en la imagen obtenida, unos medios de especificación de espacio de color dividido que realizan un procesamiento de especificación de espacio de color dividido que especifica, con el píxel de primer plano designado y el píxel de fondo designado como píxeles de referencia, respectivamente, un espacio de color dividido al que pertenece cada píxel de referencia como espacio de color dividido de referencia de entre múltiples espacios de color divididos en los que se divide un espacio de color en 3D, unos medios de cálculo de distancia de color que realizan un procesamiento de cálculo de distancia de color que calcula una distancia de color en un espacio de color entre cada píxel de referencia y un píxel vecino adyacente al mismo, unos medios de decisión de pertenencia que realizan un procesamiento de decisión de pertenencia que decide si cada píxel vecino pertenece a cada espacio de color dividido de referencia, unos medios de cálculo de coste que realizan un procesamiento de cálculo de coste que calcula el coste de cada píxel vecino, basándose en la distancia entre colores calculada para cada píxel vecino y un peso basándose en la pertenencia al espacio de color dividido de referencia decidido para cada píxel vecino, y unos medios de confirmación que realizan un procesamiento de confirmación que confirma un píxel vecino con el menor coste calculado como píxel de primer plano o píxel de fondo, y que pueden hacer que un ordenador ejecute de manera repetida el procesamiento de cálculo de distancia de color, el procesamiento de decisión de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste y el procesamiento de confirmación con el píxel vecino confirmado como píxel de referencia, extrayendo así la zona de primer plano a partir de la imagen obtenida y extrayendo una imagen objetivo.

Después, el terminal portátil 10 extrae una imagen de candidato central a partir de la imagen objetivo (etapa S3). Específicamente, tal como se muestra en la figura 5(C), la unidad de control 16 extrae el contorno del centro de la flor como imagen de candidato central a modo de ejemplo, que está presente en el contorno de toda la flor. Tal como se muestra en la figura 5(C), el usuario puede designar los pétalos de flor y el centro de la flor mediante un puntero visualizado en la unidad de visualización 12 mediante la unidad de funcionamiento 14, y la unidad de control 16 puede extraer la imagen objetivo basándose en la información sobre colores. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de decisión de candidato central a modo de ejemplo que extraen, a partir de la imagen objetivo, la imagen de candidato central que es una imagen en una zona predeterminada que incluye el candidato central. La imagen de candidato central es, por ejemplo, una imagen de una zona en una imagen objetivo que incluye el candidato central y en la que la información de profundidad o de color es diferente de manera discontinua con respecto al entorno.

Después, el terminal portátil 10 transforma la imagen objetivo en la imagen convencional (etapa S4). Específicamente, con el procedimiento de transformación proyectiva descrito más adelante, la unidad de control 16 transforma la imagen objetivo almacenada en la unidad de almacenamiento 15 en la imagen convencional que parece ser la flor fotografiada de frente, tal como se muestra en la figura 6. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de obtención de imagen convencionales a modo de ejemplo (medios de obtención de imagen de transformación) para transformar de manera proyectiva la imagen objetivo almacenada en los medios de almacenamiento en función de una matriz de transformación proyectiva y obtener la imagen convencional. Los datos de imagen de las inmediaciones, incluida la imagen objetivo, se transforman en la imagen convencional.

Después, el terminal portátil 10 transmite la imagen convencional al servidor de búsqueda de imágenes 20 para la búsqueda (etapa S5). Específicamente, con el fin de buscar cuál es una flor fotografiada, la unidad de control 16 transmite la imagen convencional, tal como se muestra en la figura 6, al servidor de búsqueda de imágenes 20 a partir de la unidad de comunicación inalámbrica 13 a través de la red de comunicación móvil 2 y la red 3.

Después, el terminal portátil 10 recibe y visualiza el resultado de búsqueda a partir del servidor de búsqueda de imágenes 20 (etapa S6). Específicamente, la unidad de control 16 recibe el nombre de la flor buscada y la información sobre su flor a partir del servidor de búsqueda de imágenes 20 a través de la unidad de comunicación inalámbrica 13, y visualiza los mismos en la unidad de visualización 12.

A continuación se describirá un procesamiento de búsqueda realizado por el servidor de búsqueda de imágenes 20.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un procesamiento de búsqueda a modo de ejemplo realizado por el servidor de búsqueda de imágenes 20.

En primer lugar, tal como se muestra en la figura 7, el servidor de búsqueda de imágenes 20 recibe la imagen convencional desde el terminal portátil 10 (etapa S7). Específicamente, la unidad de control 21 en el servidor de búsqueda de imágenes 20 recibe la imagen convencional desde el terminal portátil 10 a través de la red de comunicación móvil 2 y la red 3.

Después, el servidor de búsqueda de imágenes 20 extrae una cantidad de características a partir de la imagen

convencional recibida (etapa S8). Específicamente, cuando la imagen objetivo es una imagen de flor, la unidad de control 21 extrae la información sobre el número de pétalos de flor, el color de flor y la forma de toda la flor e información sobre el pétalo de flor, tal como discontinuidades del pétalo de flor, como la cantidad de características de la imagen convencional.

Después, el servidor de búsqueda de imágenes 20 busca la información para especificar la imagen convencional a partir de la base de datos 22 basándose en la cantidad de características de la imagen convencional extraída (etapa S9). Específicamente, la unidad de control 21 busca una flor similar en la base de datos 22 basándose en la cantidad de características de la imagen convencional de la flor, y encuentra la información sobre flores que tienen una mayor similitud e imágenes de las flores. De esta manera, el servidor de búsqueda de imágenes 20 funciona como medios de búsqueda a modo de ejemplo que buscan la información para especificar la imagen objetivo basándose en la imagen convencional. El servidor de búsqueda de imágenes 20 funciona como medios de búsqueda a modo de ejemplo que extraen una cantidad de características de la imagen a partir de la imagen convencional y que buscan la información para especificar la imagen objetivo basándose en la cantidad de características.

Después, el servidor de búsqueda de imágenes 20 transmite los resultados con una alta clasificación de búsqueda al terminal portátil 10 (etapa S10). Específicamente, la unidad de control 21 transmite la información sobre flores o las imágenes de las flores.

De esta manera, el servidor de búsqueda de imágenes 20 funciona como medios de búsqueda a modo de ejemplo que buscan la información para especificar la imagen objetivo basándose en la imagen convencional. El servidor de búsqueda de imágenes 20 funciona como medios de búsqueda a modo de ejemplo que extraen una cantidad de características de la imagen a partir de la imagen convencional y que buscan la información para especificar la imagen objetivo basándose en la cantidad de características.

El terminal portátil 10 puede incluir una base de datos, tal como la base de datos 22 del servidor de búsqueda de imágenes 20, y puede buscar la información sobre la imagen a partir de la imagen convencional.

A continuación se describirá en detalle, con referencia a los dibujos, una subrutina de la etapa S4 para transformar la imagen objetivo en la imagen convencional.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo para la transformación en la imagen convencional en el diagrama de flujo de la figura 4. La figura 9(A) es un diagrama esquemático que muestra el contorno de la imagen objetivo de la figura 5 y una elipse a modo de ejemplo mediante la cual se aproxima la imagen objetivo, y la figura 5(B) es un diagrama esquemático que muestra una imagen de candidato central que incluye un candidato central extraído a partir de la imagen objetivo y una elipse a modo de ejemplo mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central. La figura 10 es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la elipse de la figura 9(A) y la elipse de la figura 9(B). La figura 11 es un diagrama esquemático que muestra una relación entre la imagen objetivo de la figura 5 y un cuadrilátero que entra en contacto con la elipse. La figura 12 son diagramas esquemáticos que muestran la transformación proyectiva desde una elipse en un círculo, donde la figura 12(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse y la figura 12(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.

En primer lugar, el terminal portátil 10 realiza una aproximación de elipse en la imagen objetivo y la imagen de candidato central (etapa S20). Específicamente, la unidad de control 16 aproxima el contorno F1 de toda la flor extraída en la etapa S2 a la elipse E1 mediante mínimos cuadrados, tal como se muestra en la figura 9(A), y aproxima el contorno F2 del centro de la flor extraída en la etapa S3 a una elipse E2 mediante mínimos cuadrados, tal como se muestra en la figura 9(B). De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de elipse a modo de ejemplo que calculan la elipse mediante la cual se aproxima la imagen objetivo. La aproximación de elipse se describirá más adelante.

Después, el terminal portátil 10 decide el candidato central (etapa S21). Específicamente, la unidad de control 16 decide el candidato central O_A a partir del punto de intersección entre el eje mayor $E2_A$ y el eje menor $E2_B$ de la elipse E2 mediante la cual se aproxima el centro de la flor, tal como se muestra en la figura 9(B). El candidato central O_A es información sobre la profundidad. La relación entre la elipse E1 de toda la flor y la elipse E2 del centro de la flor es tal como se muestra en la figura 10. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de decisión de candidato central a modo de ejemplo que deciden el candidato central de la imagen objetivo. El terminal portátil 10 funciona como medios de decisión de candidato central a modo de ejemplo que deciden el candidato central a partir del punto de intersección entre el eje mayor y el eje menor de la elipse mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central extraída. El terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de elipse a modo de ejemplo que calculan la elipse cuya imagen objetivo es una imagen de flor y mediante la cual se aproxima la imagen de flor. El terminal portátil 10 funciona como medios de decisión de candidato central a modo de ejemplo que deciden el candidato central de la imagen de flor dentro del centro de la flor cuya imagen objetivo es la imagen de flor.

Después, el terminal portátil 10 calcula un cuadrilátero asociado con la elipse y el candidato central (etapa S22).

Específicamente, tal como se muestra en la figura 11, la unidad de control 16 calcula el cuadrilátero P1 como primer polígono a modo de ejemplo que entra en contacto con la elipse E1 a partir de la elipse E1 de toda la flor y el candidato central O_A de la elipse E2 del centro de la flor. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el primer polígono asociado con la elipse y el candidato central. El terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el cuadrilátero asociado con la elipse y el candidato central.

Después, el terminal portátil 10 calcula una matriz de transformación proyectiva basándose en el cuadrilátero como primer polígono a modo de ejemplo y un cuadrado como segundo polígono a modo de ejemplo (etapa S23). Específicamente, tal como se muestra en las figuras 12(A) y 12(B), la unidad de control 16 calcula la matriz de transformación proyectiva basándose en los vértices x₁, x₂, x₃, x₄ del cuadrilátero P1 como primer polígono y los vértices x₁', x₂', x₃', x₄' del cuadrado P1' como segundo polígono a modo de ejemplo. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva a modo de ejemplo que calculan la matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el primer polígono en el segundo polígono asociado con la elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva. El terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva que calculan la matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el cuadrilátero en el cuadrado asociado con la elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva. El segundo polígono es un polígono regular, por ejemplo. El centro del segundo polígono es el centro de gravedad, el incentro o el circuncentro del segundo polígono como polígono regular, por ejemplo. En la realización, se emplea un cuadrado como segundo polígono. En la realización, el cuadrado P1' como segundo polígono está circunscrito en la elipse (el círculo en la realización) E1' cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva. El centro de la elipse es el punto de intersección entre el eje mayor y el eje menor de la elipse. La elipse incluye un círculo en el que la longitud del eje mayor es la misma que la longitud del eje menor. La matriz de transformación proyectiva se describirá más adelante.

Después, el terminal portátil 10 transforma la imagen objetivo en la imagen convencional basándose en la matriz de transformación proyectiva (etapa S24). Específicamente, la unidad de control 16 transforma cada pixel de los datos de imagen de la imagen objetivo almacenada en la unidad de almacenamiento basándose en la matriz de transformación proyectiva para transformar el cuadrilátero P1 (x₁, x₂, x₃, x₄) en el cuadrado P1' (x₁', x₂', x₃', x₄').

Después, el terminal portátil 10 decide si se necesita corregir la imagen convencional (etapa S25). Específicamente, la unidad de control 16 decide si se necesita corregir la imagen convencional basándose en un error entre la aproximación de elipse y el contorno de toda la flor, una distorsión de la imagen convencional o una distorsión del centro de la flor en la imagen convencional. Cuando se necesita corregir la imagen convencional en el punto de vista de una persona, la unidad de control 16 recibe una entrada desde la unidad de funcionamiento 14 y decide si se necesita corregir la imagen convencional. Cuando se necesita una corrección (etapa S25; SÍ), la unidad de control 16 vuelve a la etapa S20 para ajustar la forma de la elipse y la posición del candidato central. Por otro lado, cuando no se necesita una corrección (etapa S25; NO), la unidad de control 16 termina la subrutina.

La aproximación de elipse se describirá en el presente documento. Se describirá mediante una curva cónica (curva cuadrática) que es una elipse generalizada.

La curva cuadrática puede indicarse mediante la siguiente ecuación usando los coeficientes A a F.

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0 \quad \dots (1)$$

En particular, cuando se cumple $AC-B^2 > 0$, se indica la elipse. Cuando se sustituye la ecuación mediante el uso de los vectores v y c, la ecuación (1) se escribe para dar las siguientes ecuaciones.

$$V^T C = 1 \quad \dots (2)$$

$$C = -1/F[A, 2B, C, 2D, 2E]^T \quad \dots (3)$$

$$C = [x_2, xy, y_2, x, y]^T \quad \dots (4)$$

Cuando se facilita una cadena de N (=5) puntos (x_i, y_i) (i = 1... N) en el plano, la curva cuadrática mediante la cual se aproximan los puntos conduce a las siguientes ecuaciones simultáneas con cinco incógnitas mediante el uso de la matriz V = [v₁, ..., v_N] en la que se agrupan N vectores v.

$$Vc = 1 \quad \dots (5)$$

En el caso de N>5, se generan ecuaciones simultáneas de sistemas sobredeterminados y sus soluciones no se obtienen de manera única, y por tanto se realiza una aproximación mediante mínimos cuadrados. Con el fin de minimizar un error residual entre Vc compuesto por la cadena de puntos dada y 1 en el lado derecho, se resuelve la siguiente ecuación (6) y por tanto se obtiene la solución de aproximación c~ tal como se indica en la ecuación (7).

$$\partial/\partial c \|Vc-1\|^2 = 0 \quad \dots (6)$$

$$c \sim = (V^T V)^{-1} V^T = V^+ \quad \dots (7)$$

V^+ se denomina matriz pseudoinversa.

A continuación se describirán, con referencia a los dibujos, la matriz de transformación proyectiva y la transformación proyectiva de curva cuadrática.

En la figura 13, la figura 13(A) es un diagrama esquemático que muestra un plano para explicar la matriz de transformación proyectiva, y la figura 13(B) es un diagrama esquemático que muestra un plano para explicar la transformación proyectiva de curva cuadrática.

Tal como se muestra en la figura 13(A), se toman dos planos arbitrarios en el espacio y se supone que el punto $x=(x, y)$ en el plano π se proyecta en el punto $x'=(x', y')$ en el plano π' con el origen como punto de observación.

Usando un coeficiente a_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$), se establece la siguiente ecuación para las coordenadas x y x' correspondientes al mismo punto.

[Fórmula 1]

Las ecuaciones respectivas en la fórmula pueden reducirse con una constante arbitraria y están compuestas cada una por un coeficiente 8 independiente. Por tanto, puede fijarse un coeficiente arbitrario y en este caso se supone que $a_{33} = 1$. El coeficiente 8 a_{ij} puede encontrarse de manera única a partir de los cuatro conjuntos de coordenadas x_k, x'_k ($k = 1, 2, 3, 4$) correspondientes al mismo punto. Esto significa que una zona cuadrilátera compuesta por x_k en el plano π se transforma de manera proyectiva en una zona cuadrilátera compuesta por x'_k en el plano π' . Las coordenadas de ocho puntos se sustituyen en la ecuación (8) para resolver la ecuación (8), definiendo así la matriz de transformación proyectiva P a partir de los coeficientes a continuación.

[Fórmula 2]

A continuación se describirá la transformación proyectiva de curva cuadrática.

Cuando los pares de tres números $\{X_1, X_2, X_3\}$ y $\{kX_1, kX_2, kX_3\}$ ($k \neq 0$) representan la misma coordenada, esto se denomina coordenada homogénea. En la figura 13(B), corresponde a la proyección a partir de la coordenada xy del plano σ en la coordenada XY del plano σ' . El punto x y su correspondiente punto X de coordenada homogénea cumplen las siguientes relaciones.

$$X = [X_1, X_2, X_3]^T \quad \dots (10)$$

$$x = [X_1/X_3, X_2/X_3]^T \quad \dots (11)$$

Usando la coordenada homogénea, la curva cuadrática de la ecuación (1) puede volver a escribirse para dar la siguiente ecuación.

$$AX_1^2 + 2BX_1X_2 + CX_2^2 + 2DX_1X_3 + 2EX_2X_3 + FX_3^2 = 0 \quad \dots (12)$$

La matriz Q se define mediante los coeficientes A a F de la siguiente manera.

[Fórmula 3]

Con la fórmula 3 y la ecuación (10), la ecuación (12) puede volver a escribirse adicionalmente para dar la siguiente ecuación.

$$X^T Q X = 0 \quad \dots (14)$$

Suponiendo que la matriz inversa de la matriz de transformación proyectiva es $P' = P^{-1}$, la transformación proyectiva a partir del punto X en la coordenada homogénea en X' y la transformación proyectiva inversa se representan en función de las ecuaciones (8), (9) y (10) mediante las siguientes ecuaciones.

$$X' = P X \quad \dots (15)$$

$$X = P' X' \quad \dots (16)$$

Cuando la ecuación $X'^T (P'^T Q P') X' = 0$ obtenida sustituyendo la ecuación (16) en la ecuación (14) se sustituye por

$Q' = P'^T Q P'$, se obtiene la ecuación $X'^T Q' X' = 0$ simétrica con respecto a la ecuación (14). La ecuación usada para la sustitución representa que Q' resulta de la transformación proyectiva de Q . Por tanto, la transformación proyectiva y la transformación proyectiva inversa mediante P de la curva cuadrática Q pueden representarse con las siguientes ecuaciones mediante el uso de la matriz de transformación proyectiva, respectivamente.

$$Q = P^T Q' P \quad \dots (17)$$

$$Q' = P'^T Q P' \quad \dots (18)$$

Por tanto, se demuestra que la curva cuadrática puede conservar su naturaleza aunque se aplique la transformación proyectiva a la misma.

A continuación se describirá en detalle la subrutina para calcular un cuadrilátero con referencia al dibujo.

La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo para calcular un cuadrilátero en el diagrama de flujo de la figura 8. Para la subrutina, se supone que el objetivo de la transformación proyectiva está limitado a una elipse en la curva cuadrática y que el cuadrilátero virtual (zona objetivo que va a modificarse) $P1$ obtenido a partir de la elipse $E1$ se transforma de manera proyectiva en el cuadrado $P1'$ en el que está inscrito el círculo $E1'$. Dicho de otro modo, se supone la transformación proyectiva de la elipse $E1$ en el círculo $E1'$.

La subrutina calcula el cuadrilátero $P1$ en la zona objetivo que va a modificarse mediante el siguiente procedimiento.

Tal como se muestra en la figura 14, el terminal portátil 10 decide en primer lugar una primera línea recta de referencia que pasa a través del candidato central (etapa S30). Específicamente, la unidad de control 16 en el terminal portátil 10 decide una línea recta arbitraria que pasa a través del candidato central O_A , por ejemplo la primera línea recta de referencia l_0 paralela al eje mayor $E1_A$ de la elipse $E1$ con respecto a la elipse $E1$ y su punto interior (candidato central) O_A tal como se muestra en la figura 12(A). De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que suponen una línea recta paralela al eje mayor de la elipse como línea recta (la primera línea recta de referencia l_0) que pasa a través del candidato central.

Después, el terminal portátil 10 calcula un primer punto de tangente y un segundo punto de tangente a partir de los puntos de intersección entre la primera línea recta de referencia y la elipse (etapa S31). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el primer punto de tangente q_1 y el segundo punto de tangente q_2 a partir de los puntos de intersección entre la primera línea recta de referencia l_0 y la elipse $E1$.

Después, el terminal portátil 10 calcula una primera línea tangencial en el primer punto de tangente y una segunda línea tangencial en el segundo punto de tangente (etapa S32). Específicamente, la unidad de control 16 calcula la primera línea tangencial m_1 de la elipse $E1$ en el primer punto de tangente q_1 y la segunda línea tangencial m_2 de la elipse $E1$ en el segundo punto de tangente q_2 .

Después, el terminal portátil 10 calcula un primer punto de fuga a partir del punto de intersección entre la primera línea tangencial y la segunda línea tangencial (etapa S33). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el primer punto de fuga q_∞ a partir del punto de intersección entre la primera línea tangencial m_1 y la segunda línea tangencial m_2 . El primer punto de fuga q_∞ se denomina polo y la línea recta de referencia l_0 se denomina línea polar, que se encuentran en una relación doble en la que se define uno de ellos y de ese modo se define el otro.

Después, el terminal portátil 10 calcula una segunda línea recta de referencia que pasa a través del primer punto de fuga y el candidato central (etapa S34). Específicamente, la unidad de control 16 calcula la segunda línea recta de referencia m_0 como línea polar que pasa a través tanto del primer punto de fuga q_∞ como del candidato central O_A .

Después, el terminal portátil 10 calcula un tercer y cuarto puntos de tangente a partir de los puntos de intersección entre la segunda línea recta de referencia y la elipse (etapa S35). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el tercer punto de tangente p_1 y el cuarto punto de tangente p_2 a partir de los puntos de intersección entre la segunda línea recta de referencia m_0 y la elipse $E1$.

Después, el terminal portátil 10 calcula una tercera línea tangencial en el tercer punto de tangente y una cuarta línea tangencial en el cuarto punto de tangente (etapa S36). Específicamente, la unidad de control 16 calcula la tercera línea tangencial l_1 de la elipse $E1$ en el tercer punto de tangente p_1 y la cuarta línea tangencial l_2 de la elipse $E1$ en el cuarto punto de tangente p_2 .

Después, el terminal portátil 10 calcula un segundo punto de fuga a partir del punto de intersección entre la tercera línea tangencial y la cuarta línea tangencial (etapa S37). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el segundo punto de fuga p_∞ del polo a partir del punto de intersección entre la tercera línea tangencial l_1 y la cuarta línea tangencial l_2 .

Después, el terminal portátil 10 calcula los vértices del cuadrilátero a partir de los puntos de intersección entre la

primera y la cuarta línea tangencial (etapa S38). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el punto de intersección x_1 entre la primera línea tangencial m_1 y la cuarta línea tangencial l_2 , el punto de intersección x_2 entre la cuarta línea tangencial l_2 y la segunda línea tangencial m_2 , el punto de intersección x_3 entre la segunda línea tangencial m_2 y la tercera línea tangencial l_1 , y el punto de intersección x_4 entre la tercera línea tangencial l_1 y la segunda línea tangencial m_1 , y supone los puntos de intersección como vértices del cuadrilátero P1. El cuadrilátero P1 rodeado por las líneas tangenciales primera a cuarta es la zona objetivo que va a modificarse, y es un primer polígono a modo de ejemplo con los puntos de intersección entre las líneas rectas que pasan a través del candidato central y la elipse como puntos de tangente. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el cuadrilátero como primer polígono a modo de ejemplo con los puntos de intersección entre las líneas rectas que pasan a través del candidato central y la elipse como puntos de tangente.

La unidad de control 16 calcula la matriz de transformación proyectiva P a partir de las coordenadas de los vértices x_1 a x_4 del cuadrilátero P1 mostrado en la figura 12(A) y las coordenadas de los vértices x_1' a x_4' del cuadrado P1' mostrado en la figura 12(B) en la etapa S23 tras la subrutina. Con la matriz de transformación proyectiva P, la elipse E1 se transforma de manera proyectiva en el círculo E1' como imagen convencional a modo de ejemplo y al mismo tiempo el candidato central O_A se proyecta en el centro O_A' del círculo.

Mediante el uso de la coordenada del centro de la flor situada en el centro de la flor, puede tomarse de manera apropiada el candidato central O_A . Por tanto, el cuadrilátero P1 en la zona objetivo que va a modificarse se obtiene a partir de la elipse E1 aproximada a partir de toda la flor y la coordenada central (la coordenada del candidato central O_A) de la elipse aproximada a partir del centro de la flor, y se transforma de manera proyectiva en el cuadrado P1' de modo que se obtiene la vista frontal.

De esta manera, según la realización, el terminal portátil 10 almacena la imagen objetivo que va a someterse al procesamiento de imágenes en la unidad de almacenamiento 15, calcula la elipse E1 mediante la cual se aproxima la imagen objetivo (tal como el contorno F1 de toda la flor), decide el candidato central O_A de la imagen objetivo, calcula el primer polígono (tal como el cuadrilátero P1) asociado con la elipse y el candidato central, calcula la matriz de transformación proyectiva P para transformar de manera proyectiva el primer polígono en el segundo polígono (tal como el cuadrado P1') asociado con la elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva, y transforma de manera proyectiva la imagen objetivo almacenada en la unidad de almacenamiento 15 basándose en la matriz de transformación proyectiva obteniendo así la imagen de transformación de la imagen objetivo de modo que puede transformarse incluso una imagen objetivo que no tiene ningún contorno de partes de línea recta, tal como una flor, en una imagen visualizada en una orientación deseada.

El terminal portátil 10 puede transformar el objeto en la imagen convencional que parece haberse fotografiado de frente, es decir, una imagen visualizada en una orientación deseada, y por tanto el usuario no necesita tener en cuenta el ángulo de disparo, reduciendo así la carga del usuario. Por ejemplo, convencionalmente, cuando el objeto es una flor, con el fin de ajustar la orientación o forma de la flor, o para eliminar automáticamente un fondo no deseado, el usuario ponía la flor sobre el fondo negro o fotografiaba la flor de frente en toda la pantalla. Por tanto, la carga del usuario, tal como el ajuste del ángulo durante el disparo, era pesada. Dado que hay muchas flores que no son fáciles de fotografiar en la montaña, en la técnica relacionada, una fotografía tomada anteriormente no podía corregirse para dar una imagen visualizada en una orientación deseada. Sin embargo, según la realización, incluso un objeto sin partes de línea recta puede transformarse en una imagen que parece haberse fotografiado de frente.

Dado que el terminal portátil 10 puede cambiar la orientación visualizada en la imagen fotografiada tras el disparo, el usuario puede fotografiar el objeto sin necesidad de tener en consideración el reflejo de la iluminación, mejorando así la conveniencia para el usuario.

Cuando se busca lo que se fotografió en el exterior, *in situ*, están presentes diversas imágenes objetivo debido a un ángulo de disparo de un objetivo de disparo y por tanto la búsqueda es difícil de realizar a diferencia de una búsqueda por palabras clave. Por el contrario, según la realización, cuando se busca la información sobre la imagen objetivo en función de la imagen objetivo, la imagen objetivo se transforma en una imagen que parece haberse fotografiado de frente, y la búsqueda se realiza en función de la imagen de transformación, facilitando así la búsqueda mediante la cantidad de características normalizadas y potenciando la velocidad de búsqueda y la precisión de búsqueda.

Según la realización, puede construirse una base de datos para búsquedas que está asociada únicamente con las imágenes cuyas direcciones de visualización se especifican como imagen frontal, y no se necesita preparar previamente los datos de imagen en los que un objeto se fotografía con diversos ángulos, construyendo fácilmente y simplificando así la base de datos. Por tanto, el terminal portátil 10 puede incluir la base de datos para búsquedas.

Cuando se calcula el primer polígono (tal como el cuadrilátero P1) en contacto con los puntos de intersección q_1 , q_2 , p_1 , p_2 entre las líneas rectas l_0 , m_0 que pasan a través del candidato central O_A y la elipse E1 como medios de cálculo de polígono, el terminal portátil 10 puede calcular fácilmente y de manera única el primer polígono asociado con la elipse y el candidato central, decidiendo así la matriz de transformación proyectiva a partir de las coordenadas de los vértices del primer polígono.

Quando el terminal portátil 10 puede funcionar como medios de cálculo de polígono que suponen una línea recta paralela al eje mayor $E1A$ de la elipse como línea recta l_0 que pasa a través del candidato central O_A , el terminal portátil 10 puede calcular la imagen convencional con menos distorsión y la imagen transformada puede visualizarse fácilmente. Debido a la imagen convencional con menos distorsión, también se potencia la precisión de búsqueda.

Quando se calcula el cuadrilátero P1 asociado con la elipse E1 y el candidato central O_A como medios de cálculo de polígono y se calcula la matriz de transformación proyectiva para transformar de manera proyectiva el cuadrilátero en el cuadrado P1' asociado con el círculo E1' cuyo centro es el candidato central O_A' correspondiente al candidato central O_A como medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva, el terminal portátil 10 puede calcular fácilmente las cuatro coordenadas para calcular la matriz de transformación proyectiva a partir de los vértices del cuadrilátero P1.

Quando se extrae la imagen de candidato central que incluye el candidato central (el centro de la flor) a partir de la imagen objetivo, tal como la imagen de toda la flor, y se decide el candidato central a partir del punto de intersección (punto O_A) entre el eje mayor $E2_A$ y el eje menor $E2_B$ de la elipse E2 mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central extraída como medios de decisión de candidato central, el terminal portátil 10 puede obtener de manera objetiva la información sobre profundidad a partir del candidato central y puede obtener la imagen convencional más parecida a la imagen fotografiada de frente.

Suponiendo que la imagen objetivo es una imagen de flor (el contorno F1 de la flor), cuando se calcula la elipse E1 mediante la cual se aproxima la imagen de flor como medios de cálculo de elipse y se decide el candidato central O_A de la imagen de flor dentro del centro de la flor de la imagen de flor (el contorno F2 del centro de la flor) como medios de decisión de candidato central, el terminal portátil 10 puede obtener la imagen convencional de la flor tal como la imagen frontal en la que la flor se observa desde su pistilo aunque el lugar o ángulo de disparo de la imagen esté limitado. El terminal portátil 10 puede especificar la clase de la flor o similar a partir de la imagen convencional de la flor.

Quando se incluye la unidad de toma de fotografías 11 como medios de obtención de imagen a modo de ejemplo que obtienen la imagen que incluye la imagen objetivo, el terminal portátil 10 puede fotografiar la imagen objetivo, tal como una flor fuera de casa tal como en la montaña, y puede obtener la imagen convencional en la que la imagen frontal de la flor se visualiza en una orientación deseada *in situ*, especificando así fácilmente la imagen objetivo, por ejemplo, especificando la clase de flor.

Quando se incluyen los medios de extracción de imagen objetivo que extraen la imagen objetivo a partir de la imagen obtenida como en la etapa S2, el terminal portátil 10 puede separar la imagen de fondo y la imagen objetivo y eliminar una influencia de la imagen de fondo, obteniendo así la imagen convencional con buena precisión y potenciando la precisión de búsqueda basándose en la imagen convencional. Cuando se extrae la imagen objetivo en función de la información sobre las partes de flor y el color de fondo, el usuario puede fotografiar la imagen objetivo sin necesidad de tener en consideración el contraste, y el terminal portátil 10 puede reducir la carga del usuario durante la toma de fotografías.

Quando se busca la información para especificar la imagen objetivo en función de la imagen convencional transmitida a partir del terminal portátil 10, el servidor de búsqueda de imágenes 20 también puede buscar la información sobre las imágenes en la montaña en respuesta a la recepción del resultado de búsqueda por el terminal portátil 10, y puede construir el sistema capaz de buscar fácilmente la información sobre la flor a partir de las fotografías de las flores tomadas en la montaña, por ejemplo. Dado que la imagen objetivo se especifica en función de la imagen convencional que parece haberse fotografiado de frente, por ejemplo, la búsqueda puede realizarse mediante la cantidad de características normalizadas, potenciando así la velocidad de búsqueda y la precisión de búsqueda o simplificando la base de datos.

Quando se extrae la cantidad de características de la imagen a partir de la imagen convencional y se busca la información para especificar la imagen objetivo en función de la cantidad de características como medios de búsqueda, el servidor de búsqueda de imágenes 20 puede potenciar la precisión de búsqueda.

A continuación se describirá, con referencia a los dibujos, una primera variante para calcular un cuadrilátero en una zona objetivo que va a modificarse.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra una subrutina a modo de ejemplo para calcular un cuadrilátero según una primera y segunda variantes para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse. La figura 16 es un diagrama esquemático que muestra la primera variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse. La figura 17 es un diagrama esquemático que muestra la segunda variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse.

Tal como se muestra en la figura 15, en primer lugar, el terminal portátil 10 decide el primer punto de tangente y la primera línea tangencial que es horizontal con respecto al marco de imagen y entra en contacto con la elipse (etapa

S40). Específicamente, la unidad de control 16 en el terminal portátil 10 decide el primer punto de tangente q_2 y la primera línea tangencial m_2 que son horizontales con respecto al lado superior 30a o lado inferior del marco de imagen 30 y entran en contacto con la elipse E1 tal como se muestra en la figura 16. El marco de imagen 30 es un marco rectangular que rodea a toda la imagen en 2D fotografiada, por ejemplo.

Después, el terminal portátil 10 calcula la primera línea recta de referencia que pasa a través del primer punto de tangente y el candidato central (etapa S41). Específicamente, la unidad de control 16 calcula la primera línea recta de referencia l_0 que pasa a través del primer punto de tangente q_2 y el candidato central O_A .

Después, el terminal portátil 10 calcula el segundo punto de tangente y la segunda línea tangencial a partir de la primera línea recta de referencia y la elipse (etapa S42). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el segundo punto de tangente q_1 a partir del punto de intersección entre la primera línea recta de referencia l_0 y la elipse E1, y calcula la segunda línea tangencial m_1 que entra en contacto con la elipse E1 en el segundo punto de tangente q_1 .

Después, el terminal portátil 10 calcula el primer punto de fuga a partir del punto de intersección entre la primera línea tangencial y la segunda línea tangencial (etapa S43). Específicamente, la unidad de control 16 calcula el primer punto de fuga q_∞ a partir del punto de intersección entre la primera línea tangencial m_2 y la segunda línea tangencial m_1 . Las etapas S44 a S48 son iguales que las etapas S34 a S38, y finalmente puede obtenerse el cuadrilátero P2 tal como se muestra en la figura 16.

De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el cuadrilátero como primer polígono a modo de ejemplo cuyo punto de tangente q_2 es el punto de intersección entre la línea recta que pasa a través del candidato central O_A y la elipse E1. El terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que usan, como punto de tangente q_2 , el punto en el que la línea recta m_2 paralela a cualquier lado 30a del marco de imagen 30 que rodea a la imagen objetivo entra en contacto con la elipse E1.

Según la presente variante, con la transformación proyectiva del cuadrilátero P2 en el cuadrado P1', cuando la imagen objetivo se transforma de manera proyectiva, puede obtenerse la imagen convencional con menos rotación de imagen en la dirección circunferencial para la imagen objetivo. Por tanto, el usuario puede comparar fácilmente la imagen objetivo con la imagen convencional obtenida, editando así fácilmente la imagen.

Tal como se muestra en la figura 17, en lo que respecta a la segunda variante para calcular un cuadrilátero en una zona objetivo que va a modificarse, en la etapa S40, pueden decidirse el primer punto de tangente q_1 y la primera línea tangencial m_1 que son horizontales con respecto al lado superior 30a o lado inferior del marco de imagen 30 y que entran en contacto con la elipse E1. Finalmente, pueden obtenerse efectos similares a la primera variante excepto por la forma diferente del cuadrilátero P3. De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el cuadrilátero como primer polígono a modo de ejemplo cuyo punto de tangente q_1 es el punto de intersección entre la línea recta que pasa a través del candidato central O_A y la elipse E1. El terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que usan, como punto de tangente q_1 , el punto en el que la línea recta m_1 paralela a cualquier lado 30a del marco de imagen 30 que rodea a la imagen objetivo entra en contacto con la elipse E1. Las líneas rectas de referencia l_0 , m_0 pueden ser líneas rectas arbitrarias que pasan a través del candidato central O_A y pueden intersectarse entre sí en el candidato central O_A , y por tanto pueden tomarse diversas líneas.

A continuación se describirá, con referencia a los dibujos, una tercera variante para calcular un cuadrilátero en una zona objetivo que va a modificarse.

La figura 18 muestra la tercera variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse, donde la figura 18(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero a modo de ejemplo inscrito en una elipse, y la figura 18(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.

Tal como se muestra en la figura 18(A), el cuadrilátero para calcular la matriz de transformación proyectiva P es un cuadrilátero P4 que tiene los puntos de tangente p_1 , q_1 , p_2 y q_2 como vértices. El cuadrilátero P4 está inscrito en la elipse E1. En este caso, el segundo polígono para calcular la matriz de transformación proyectiva P es un cuadrado P4' que tiene los puntos de tangente p_1' , q_1' , p_2' y q_2' como vértices y está inscrito en el círculo E1', tal como se muestra en la figura 18(B). En este caso, los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva calculan la matriz de transformación proyectiva para transformar de manera proyectiva el cuadrilátero P4 en el cuadrado P4' inscrito en la elipse (el círculo E1' en la presente variante) cuyo centro es el punto O_A' en el que el candidato central O_A se transforma de manera proyectiva.

En la presente variante, hasta la etapa S35 o la etapa S45, si se halla el primer punto de tangente, el segundo punto de tangente, el tercer punto de tangente y el cuarto punto de tangente, se calculan los vértices del cuadrilátero P4.

De esta manera, el terminal portátil 10 funciona como medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el primer polígono asociado con la elipse y el candidato central. El terminal portátil 10 funciona como

medios de cálculo de polígono a modo de ejemplo que calculan el cuadrilátero como primer polígono a modo de ejemplo cuyos puntos de tangente son los puntos de intersección entre las líneas rectas que pasan a través del candidato central y la elipse.

5 En la presente variante, los vértices del cuadrilátero P4 para calcular la matriz de transformación proyectiva P se obtienen fácilmente como primer punto de tangente, segundo punto de tangente, tercer punto de tangente y cuarto punto de tangente.

10 A continuación se describirá, con referencia a los dibujos, una cuarta variante para calcular un cuadrilátero en una zona objetivo que va a modificarse.

La figura 19 muestra la cuarta variante para calcular un cuadrilátero que entra en contacto con una elipse, donde la figura 19(A) es un diagrama esquemático que muestra un cuadrilátero a modo de ejemplo que entra en contacto con una elipse y la figura 19(B) es un diagrama esquemático que muestra el cuadrilátero transformado de manera proyectiva.

La presente variante es un caso en el que el candidato central O_A está cerca del borde de la elipse E1, tal como se muestra en la figura 19(A). En la presente variante, el cuadrilátero circunscrito en la elipse E1 es un cuadrilátero P5 y el cuadrilátero inscrito en la elipse E1 es un cuadrilátero P6. La primera línea recta de referencia l_0 y la segunda línea recta de referencia m_0 se encuentran como líneas rectas arbitrarias que pasan a través del candidato central O_A y como líneas que se intersecan entre sí en el candidato central O_A .

En la presente variante, el cuadrilátero P5 circunscrito en la elipse E1 en los puntos de tangente p_1 , q_1 , p_2 y q_2 no rodea a la elipse E1. Por tanto, el segundo polígono para calcular la matriz de transformación proyectiva P tiene las coordenadas $(-\infty, -\infty)$ de x_3' correspondiente al vértice x_3 , y es conceptualmente un segundo polígono P5' tal como se indica con una línea discontinua en la figura 19(B). De esta manera, aunque el cuadrilátero P5 no rodee a la elipse E1, puede calcularse la matriz de transformación proyectiva P. En este caso, los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva calculan la matriz de transformación proyectiva para transformar de manera proyectiva el cuadrilátero P5 en el polígono P5' asociado con la elipse (el círculo E1' en la presente variante) cuyo centro es el punto O_A' en el que el candidato central O_A se transforma de manera proyectiva.

Por otro lado, en el caso del cuadrilátero P6 inscrito en la elipse E1 en los puntos de tangente p_1 , q_1 , p_2 y q_2 , el segundo polígono para calcular la matriz de transformación proyectiva P es el cuadrado P6' que tiene los puntos de tangente p_1' , q_1' , p_2' y q_2' como vértices y está inscrito en el círculo E1', tal como se muestra en la figura 19(B). De esta manera, en el caso del cuadrilátero inscrito P6, aunque el candidato central esté cerca del borde de la elipse, el segundo polígono puede reconocerse de manera intuitiva. En este caso, los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva calculan la matriz de transformación proyectiva para transformar de manera proyectiva el cuadrilátero P6 en el cuadrado P6' circunscrito en la elipse (el círculo E1' en la presente variante) cuyo centro es el punto O_A' en el que el candidato central O_A se transforma de manera proyectiva.

Un polígono a modo de ejemplo puede ser un triángulo o un pentágono. Con el fin de calcular la matriz de transformación proyectiva P, al menos cuatro coordenadas sólo pueden decidirse en asociación con la elipse E1 y el candidato central O_A para la imagen objetivo antes de la transformación. En el caso de un triángulo, con el fin de calcular la matriz de transformación proyectiva P, un punto en un lado, el centro de gravedad, el incentro o el circuncentro del triángulo pueden ser la cuarta coordenada además de los tres vértices. El segundo polígono sólo puede ser un polígono equiangular, tal como un triángulo equilátero, un cuadrado, un rectángulo, un pentágono regular o un polígono regular, o puede ser una figura asociada con el círculo transformado de manera proyectiva E1', y una figura para poder calcular la matriz de transformación proyectiva P. El segundo polígono no está limitado a un polígono regular. La elipse inscrita o circunscrita en el segundo polígono, cuyo centro es el punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva, no está limitada a un círculo.

El servidor de búsqueda de imágenes 20 puede calcular la imagen convencional como imagen de transformación visualizada en una orientación deseada a partir de la imagen objetivo como aparato de procesamiento de imágenes. Por ejemplo, el terminal portátil 10 transmite los datos de imagen, incluida la imagen objetivo fotografiada como imagen de búsqueda solicitada, al servidor de búsqueda de imágenes 20 a través de la red 3. La unidad de recepción en el servidor de búsqueda de imágenes 20 funciona como medios de obtención de imagen para transformar la imagen en la imagen convencional en el lado de servidor de búsqueda de imágenes 20, y el servidor de búsqueda de imágenes 20 realiza una búsqueda basándose en la imagen convencional. El servidor de búsqueda de imágenes 20 transmite el resultado de búsqueda al terminal portátil 10.

Puede emplearse una forma de recuperar la imagen objetivo fotografiada por una cámara digital no sólo en el terminal portátil 10, tal como un teléfono inalámbrico portátil, sino también en un ordenador personal con un programa instalado mediante el cual funciona el procedimiento según la realización, y de calcular la imagen convencional como imagen de transformación visualizada en una orientación deseada. Los procesamientos mediante el servidor de búsqueda de imágenes 20 en el sistema de búsqueda de imágenes 1 pueden realizarse en un único servidor o pueden estar distribuidos en una pluralidad de servidores. Puede no proporcionarse el servidor

de búsqueda, puede obtenerse simplemente la imagen convencional, por ejemplo, o puede usarse la imagen convencional obtenida para realizar un procesamiento diferente de la búsqueda.

5 La imagen objetivo no está limitada a una imagen de flor y puede ser otra forma circular tal como un plato, una taza, un CD, un DVD, una esfera de reloj o una señal de carretera. Alternativamente, la imagen objetivo no está limitada a una imagen de flor y puede ser un objeto elíptico o plano, por ejemplo.

10 La presente invención no está limitada a la realización anterior. La realización anterior es a modo de ejemplo y cualquier realización que se encuentre dentro del alcance de las reivindicaciones queda abarcada en el alcance técnico de la presente invención.

Descripción de números de referencia

15 10: Terminal portátil
15: Unidad de almacenamiento
14: Unidad de toma de fotografías
20 16: Unidad de control
20: Servidor de búsqueda de imágenes
21: Unidad de control
25 21b: Unidad de almacenamiento
22: Base de datos
30 30: Marco de imagen
E1: Elipse
F1: Contorno de flor
35 F2: Contorno del centro de flor
O_A: Candidato central
40 P1: Cuadrilátero (primer polígono)
P1': Cuadrado (segundo polígono)

REIVINDICACIONES

1. Aparato de procesamiento de imágenes (10) para realizar un procesamiento de imágenes para una imagen objetivo que se extrae de una imagen obtenida para eliminar una influencia de una imagen de fondo mediante la recepción de designaciones de al menos un pixel de primer plano y al menos un pixel de fondo, que comprende:

unos medios de cálculo de elipse que calculan una primera elipse (E1) mediante la cual se aproxima la imagen objetivo y que calculan una segunda elipse (E2) mediante la cual se aproxima una imagen de candidato central de la imagen objetivo;

unos medios de decisión de candidato central que deciden un candidato central (O_A) de la imagen objetivo, decidiéndose dicho candidato central (O_A) a partir de un punto de intersección entre un eje mayor ($E2_A$) y un eje menor ($E2_B$) de la segunda elipse (E2) mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central;

unos medios de cálculo de polígono que calculan un primer polígono (P1) asociado con la primera elipse (E1) y el candidato central (O_A);

unos medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva que calculan una matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el primer polígono (P1) en un segundo polígono (P1') asociado con una tercera elipse cuyo centro es un punto (O_A') en el que el candidato central (O_A) se transforma de manera proyectiva; y

unos medios de obtención de imagen de transformación que transforman de manera proyectiva la imagen objetivo basándose en la matriz de transformación proyectiva y que obtienen una imagen de transformación,

en el que los medios de cálculo de polígono calculan el primer polígono cuyos puntos de tangente son puntos de intersección entre una línea recta que pasa a través del candidato central y la primera elipse,

en el que los medios de cálculo de polígono adoptan una línea recta paralela al eje mayor de la primera elipse como línea recta que pasa a través del candidato central.
2. Aparato de procesamiento de imágenes según la reivindicación 1, en el que los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva calculan una matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el primer polígono en el segundo polígono que está inscrito o circunscrito en una elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva.
3. Aparato de procesamiento de imágenes según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva en los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva es un círculo.
4. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios de cálculo de polígono calculan un cuadrilátero asociado con la primera elipse y el candidato central, y los medios de cálculo de matriz de transformación proyectiva calculan una matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el cuadrilátero en un cuadrado asociado con la tercera elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva.
5. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los medios de decisión de candidato central extraen una imagen de candidato central, que incluye el candidato central, a partir de la imagen objetivo y deciden el candidato central a partir de un punto de intersección entre el eje mayor y el eje menor de la segunda elipse mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central extraída.
6. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la imagen objetivo es una imagen de flor, los medios de cálculo de elipse calculan la primera elipse mediante la cual se aproxima la imagen de flor, y los medios de decisión de candidato central deciden el candidato central de la imagen de flor dentro del centro de la flor en la imagen de flor.
7. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además unos medios de obtención de imagen que obtienen una imagen que incluye la imagen objetivo.
8. Aparato de procesamiento de imágenes según la reivindicación 7, que comprende además unos medios de extracción de imagen objetivo que extraen la imagen objetivo a partir de la imagen obtenida.

9. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además unos medios de búsqueda que buscan información para especificar la imagen objetivo basándose en la imagen de transformación.
- 5 10. Aparato de procesamiento de imágenes según la reivindicación 9, en el que los medios de búsqueda extraen una cantidad de características de la imagen a partir de la imagen de transformación y buscan información para especificar la imagen objetivo basándose en la cantidad de características.
- 10 11. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el segundo polígono es un polígono regular.
12. Aparato de procesamiento de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende además unos medios de almacenamiento que almacenan la imagen objetivo.
- 15 13. Procedimiento de procesamiento de imágenes para realizar un procesamiento de imágenes para una imagen objetivo que se extrae de una imagen obtenida para eliminar una influencia de una imagen de fondo mediante la recepción de designaciones de al menos un pixel de primer plano y al menos un pixel de fondo, que comprende:
20 una etapa de cálculo de elipse que calcula una primera elipse mediante la cual se aproxima la imagen objetivo y que calcula una segunda elipse (E2) mediante la cual se aproxima una imagen de candidato central;
25 una etapa de decisión de candidato central que decide un candidato central (O_A) de la imagen objetivo tras el procesamiento de imágenes, decidiéndose dicho candidato central (O_A) a partir de un punto de intersección entre un eje mayor ($E2_A$) y un eje menor ($E2_B$) de la segunda elipse (E2) mediante la cual se aproxima la imagen de candidato central;
30 una etapa de cálculo de polígono que calcula un primer polígono asociado con la primera elipse y el candidato central;
35 una etapa de cálculo de matriz de transformación proyectiva que calcula una matriz de transformación proyectiva que transforma de manera proyectiva el primer polígono en un segundo polígono asociado con una tercera elipse cuyo centro es un punto en el que el candidato central se transforma de manera proyectiva; y
40 una etapa de obtención de imagen de transformación que transforma de manera proyectiva la imagen objetivo basándose en la matriz de transformación proyectiva y que obtiene una imagen de transformación,
45 en el que la etapa de cálculo de polígono calcula el primer polígono cuyos puntos de tangente son puntos de intersección entre una línea recta que pasa a través del candidato central y la primera elipse,
en el que la etapa de cálculo de polígono adopta una línea recta paralela al eje mayor de la primera elipse como línea recta que pasa a través del candidato central.
- 50 14. Programa de procesamiento de imágenes para hacer que un ordenador funcione como un aparato de procesamiento de imágenes (10) según una de las reivindicaciones 1-12.
15. Medio de grabación legible por ordenador que graba un programa de procesamiento de imágenes para hacer que un ordenador funcione como un aparato de procesamiento de imágenes (10) según una de las reivindicaciones 1-12.

FIG. 1

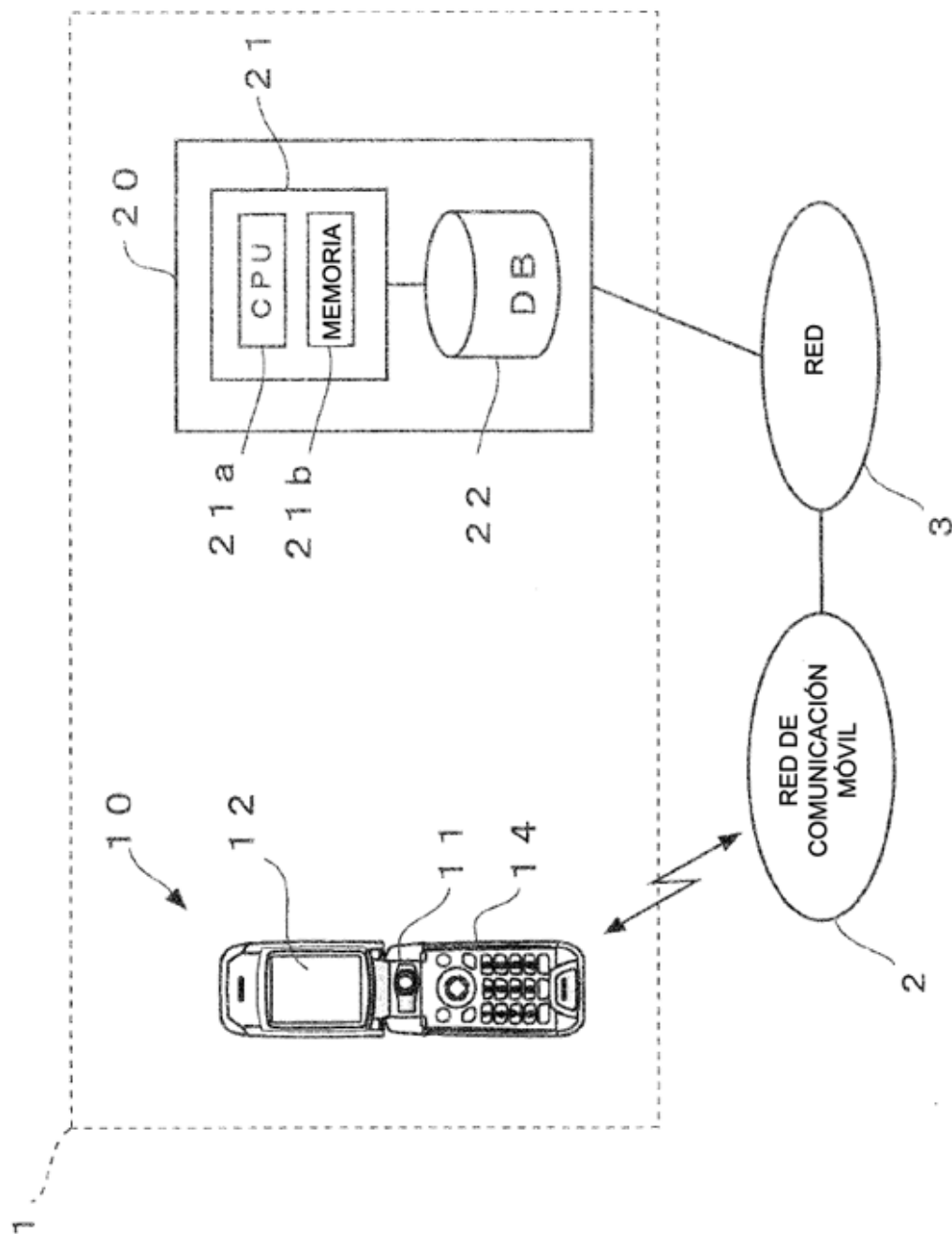


FIG. 2

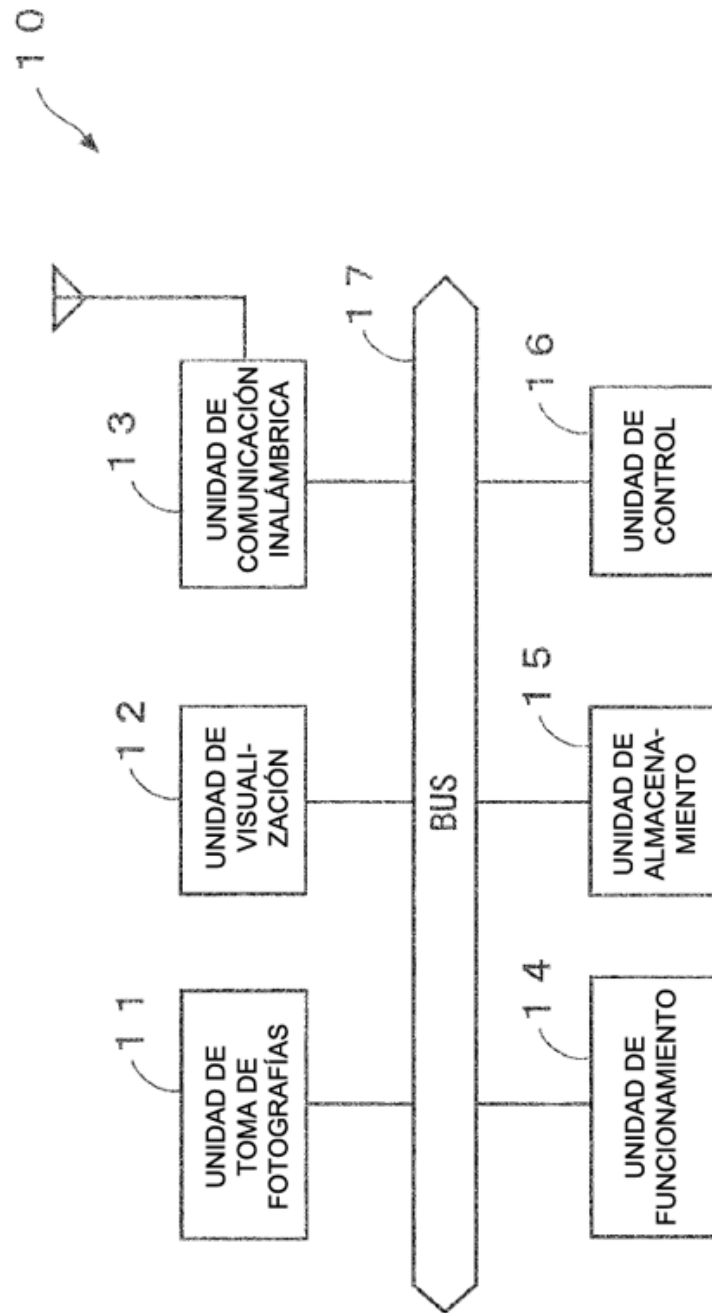


FIG. 3(A)

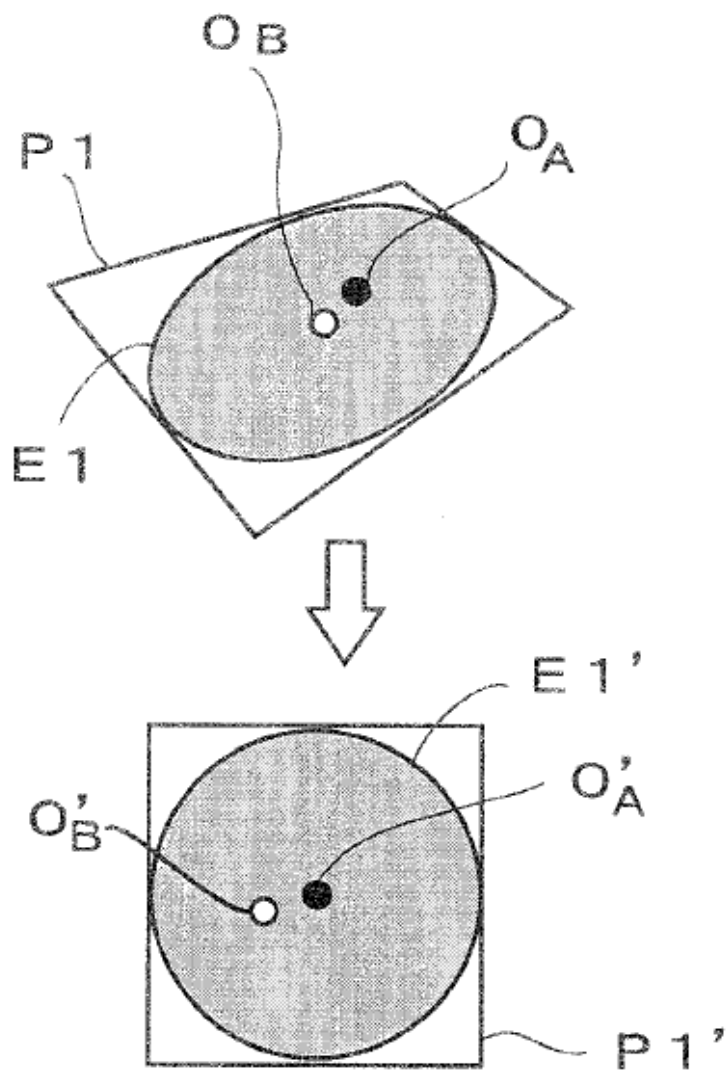


FIG. 3(B)

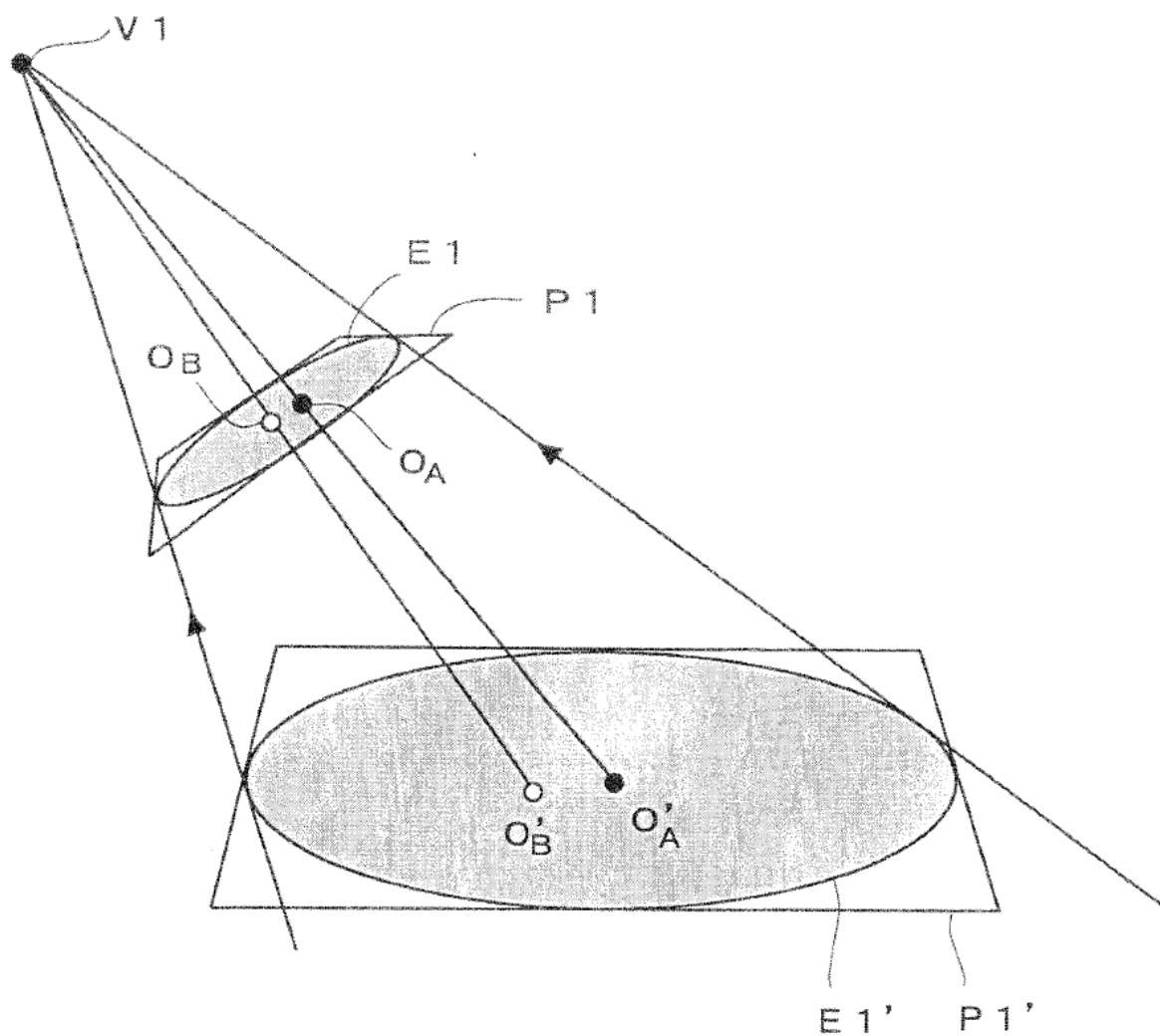


FIG. 4

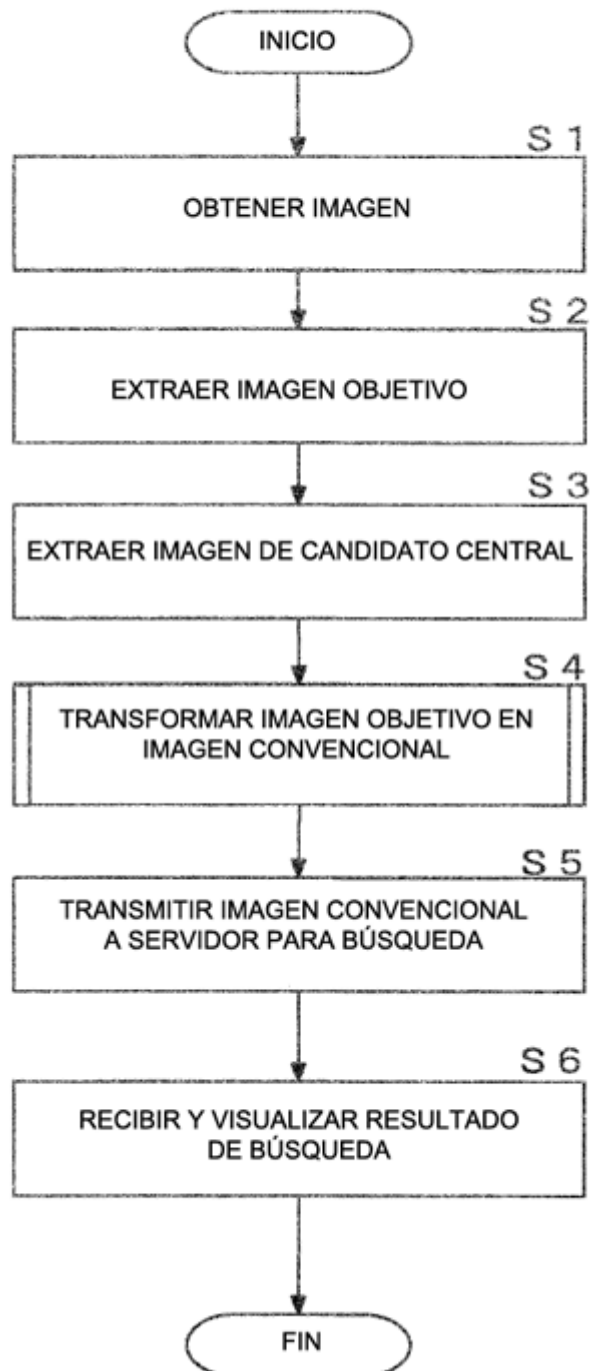


FIG. 5(A)

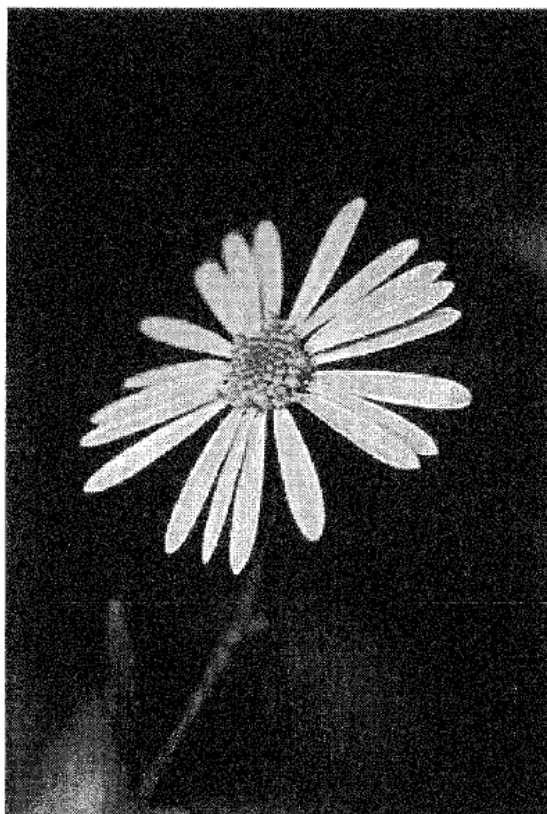


FIG. 5(B)

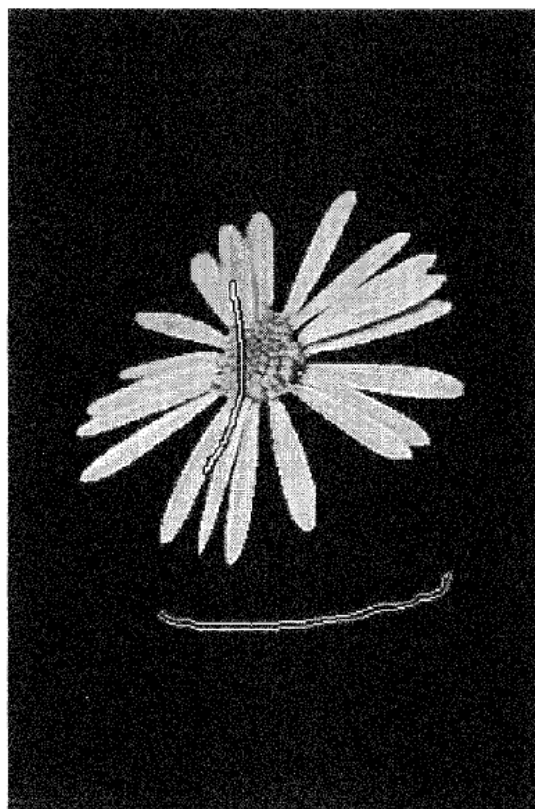


FIG. 5(C)

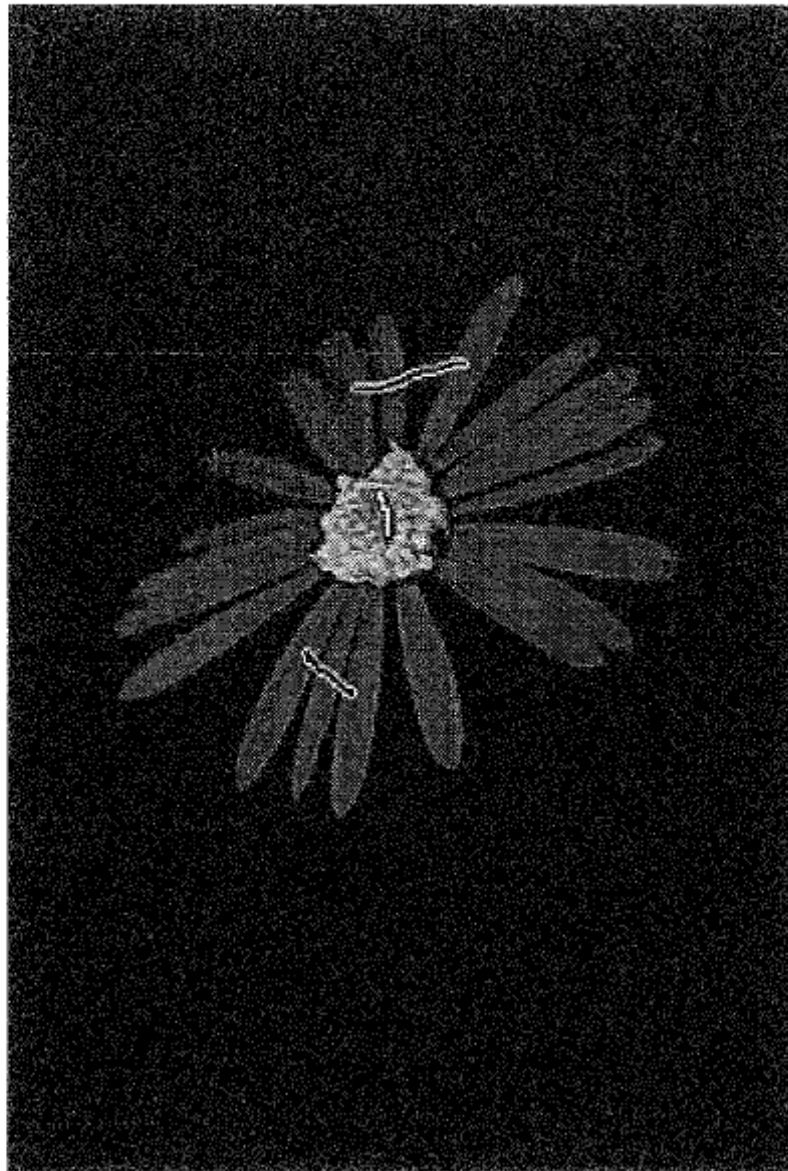


FIG. 6

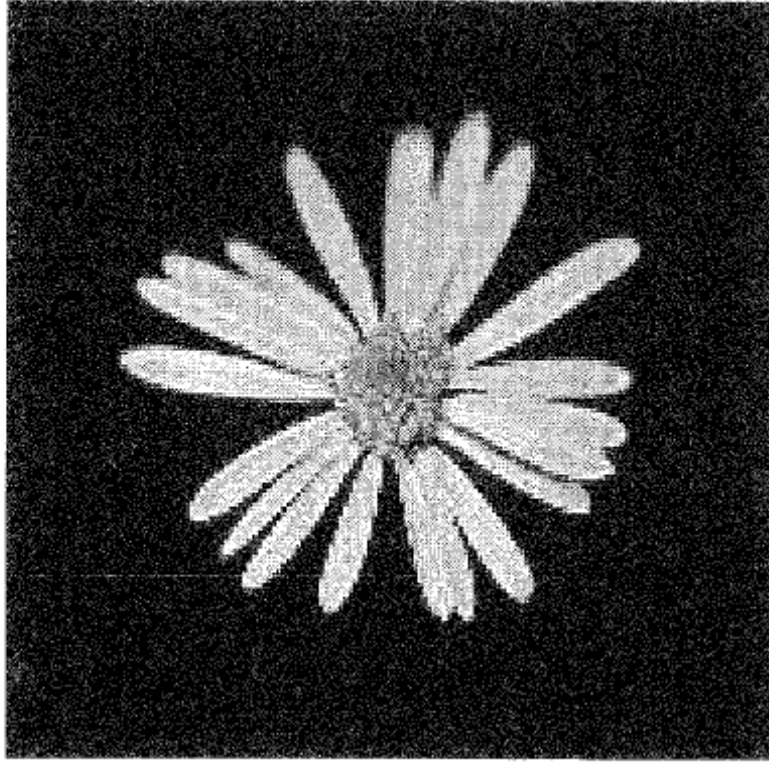


FIG. 7

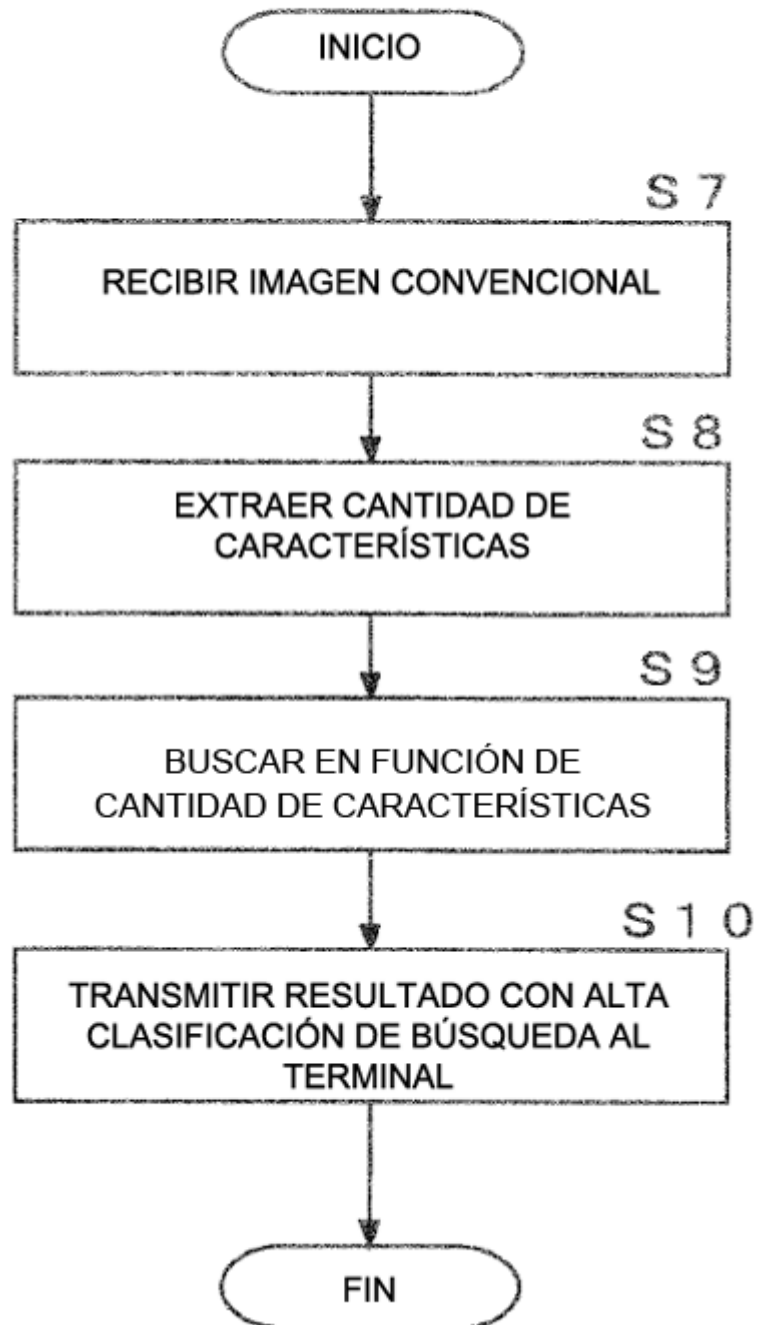


FIG. 8

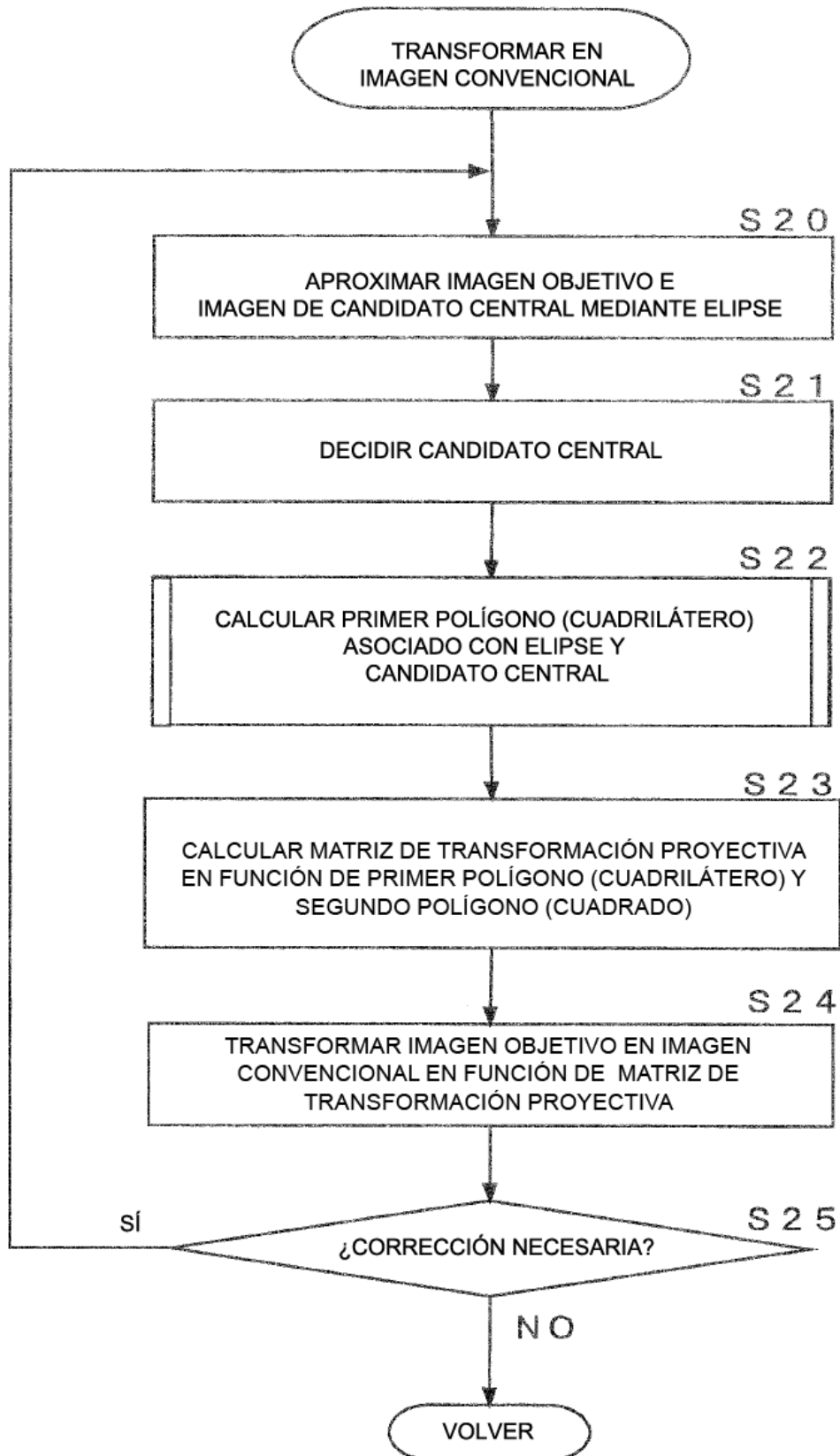


FIG. 9(A)

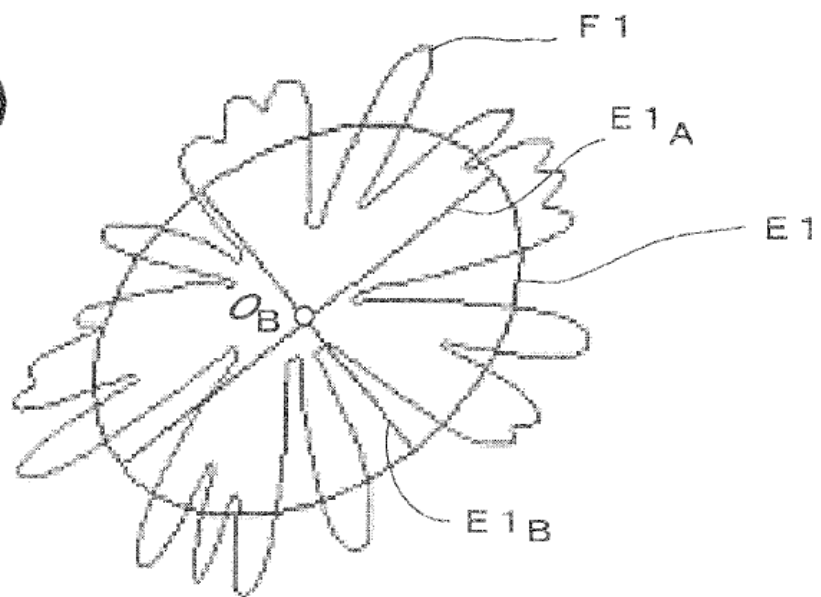


FIG. 9(B)

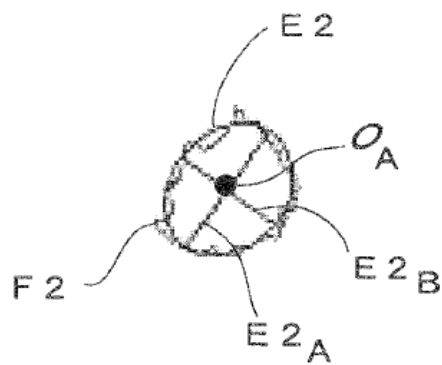


FIG. 10

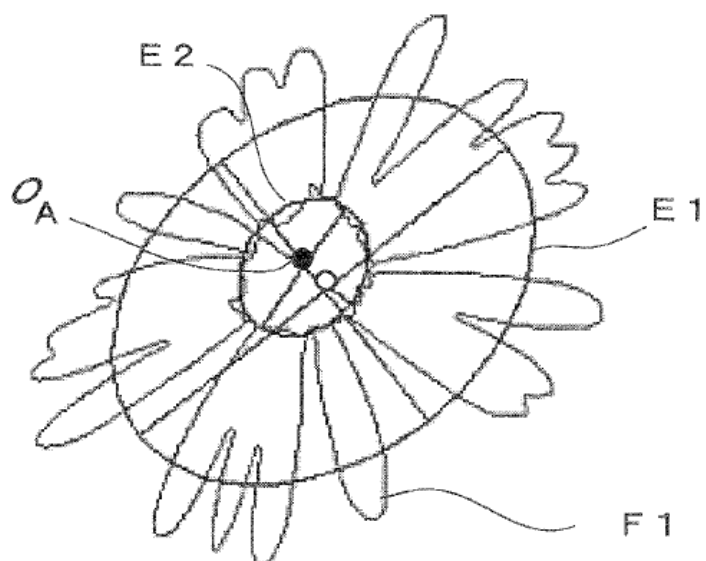


FIG. 1 1

FIG. 11

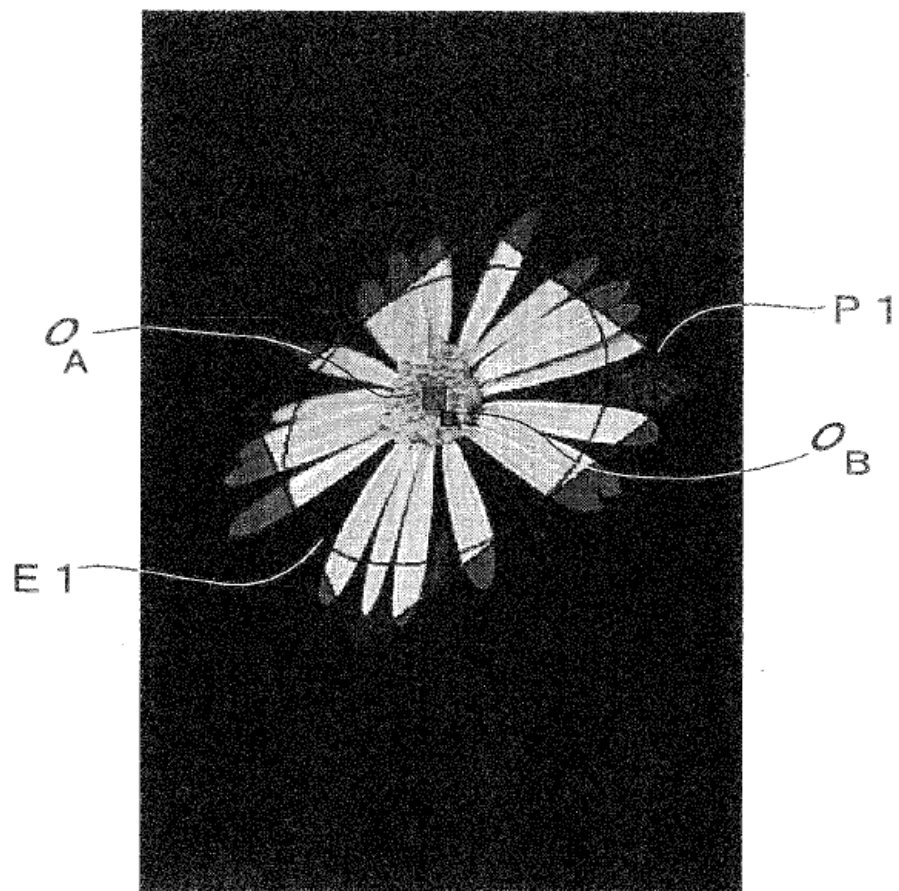


FIG. 12(A)

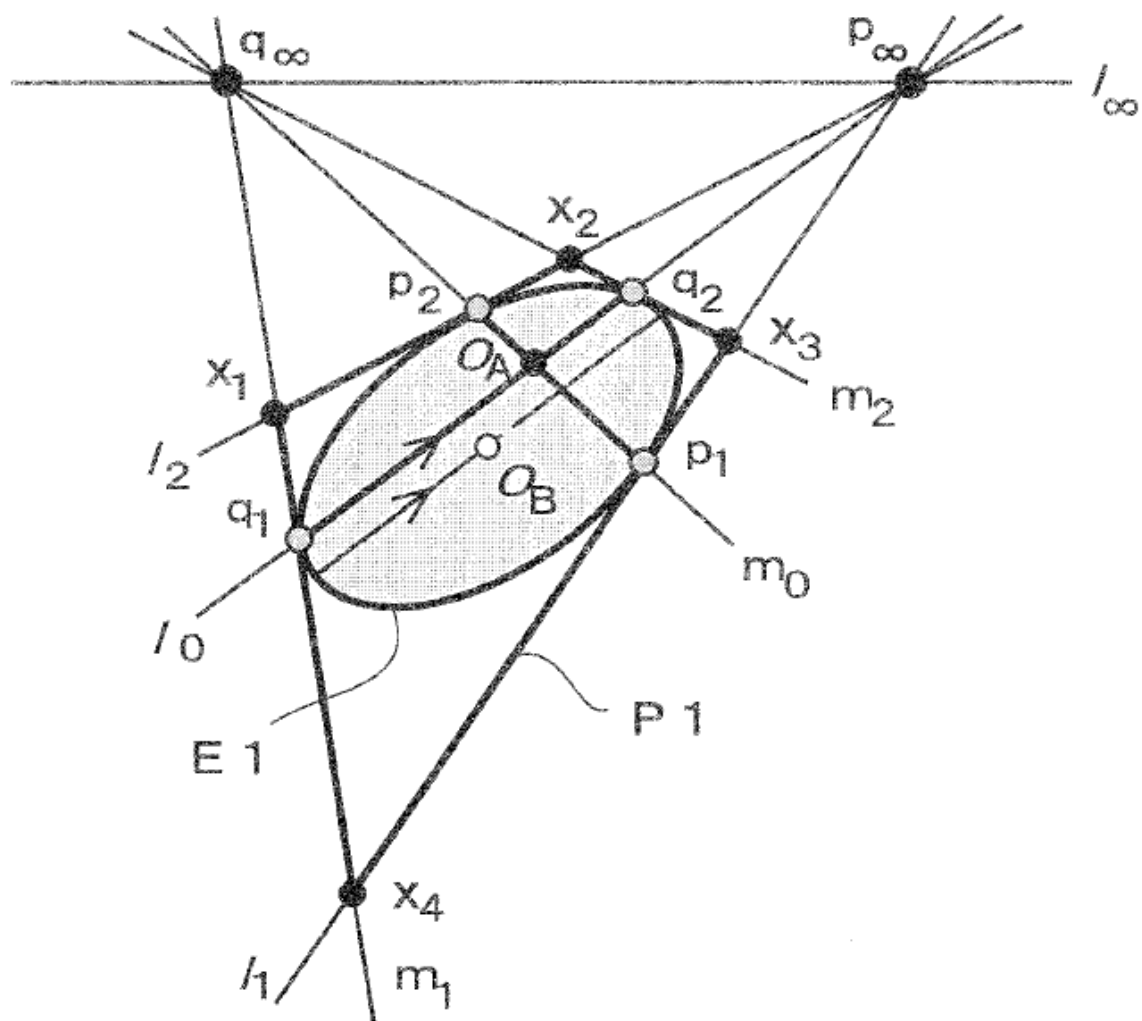


FIG. 12(B)

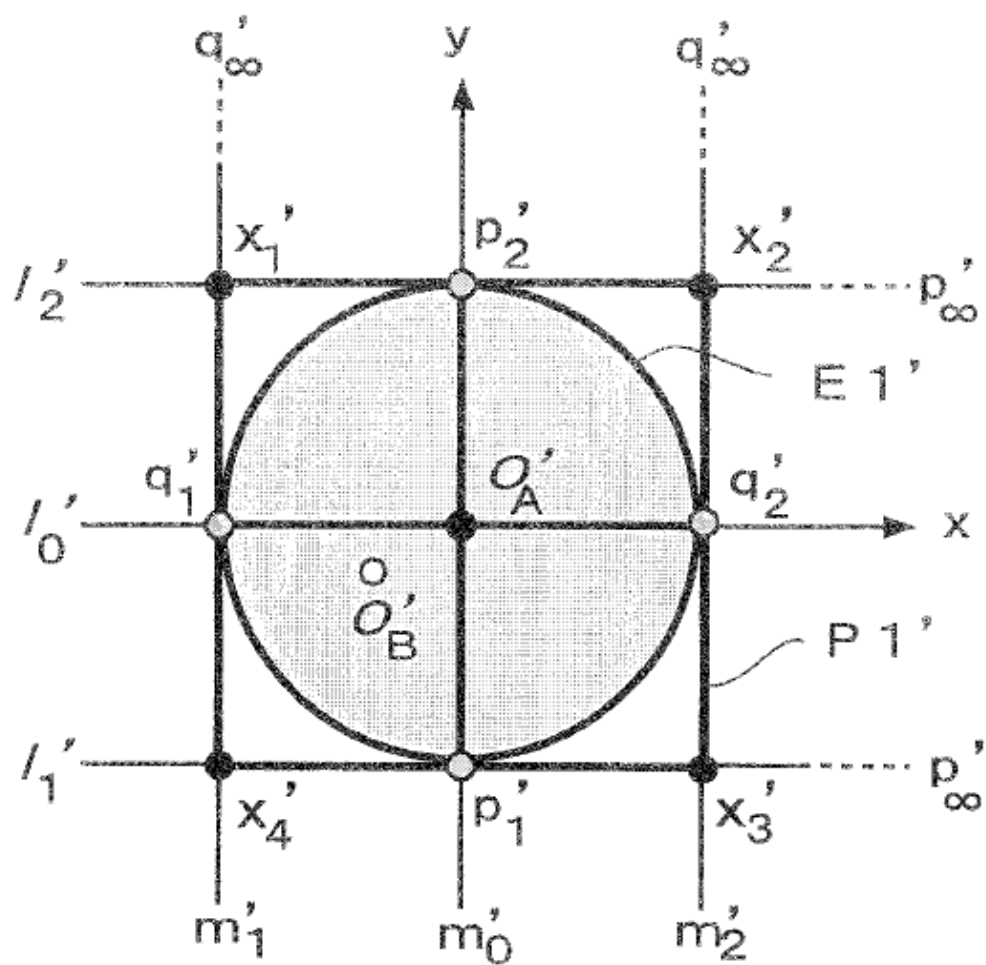


FIG. 13(A)

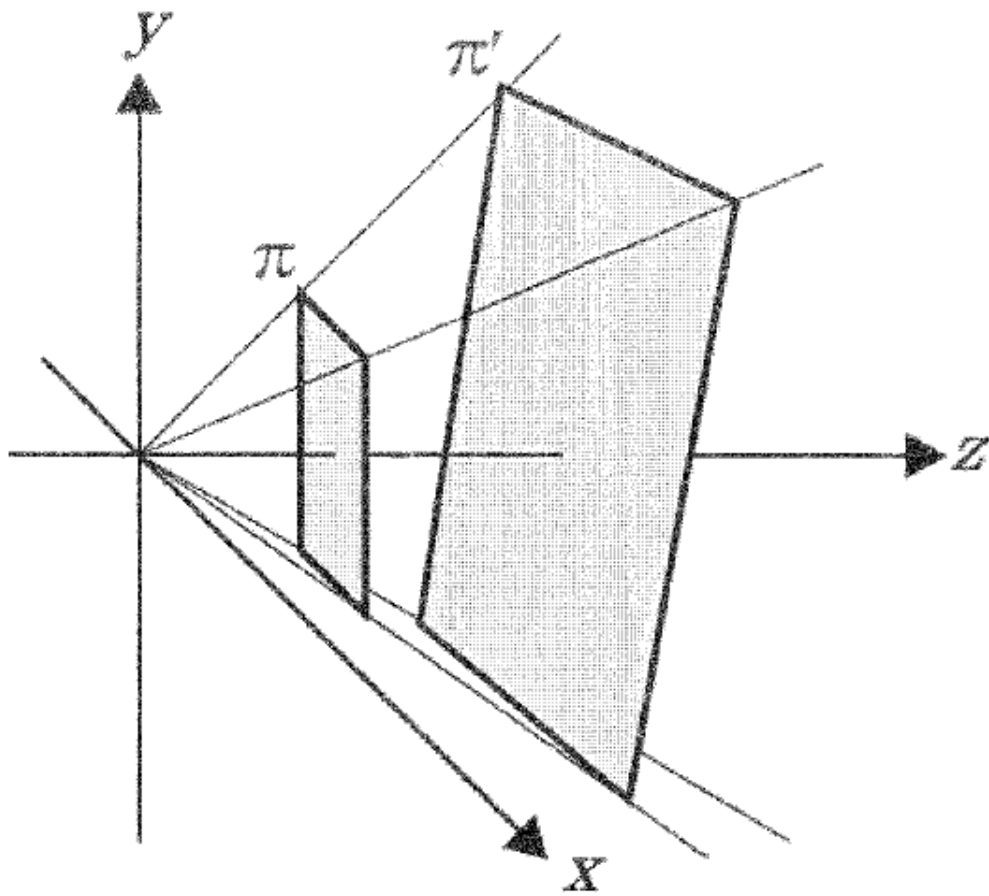


FIG. 13(B)

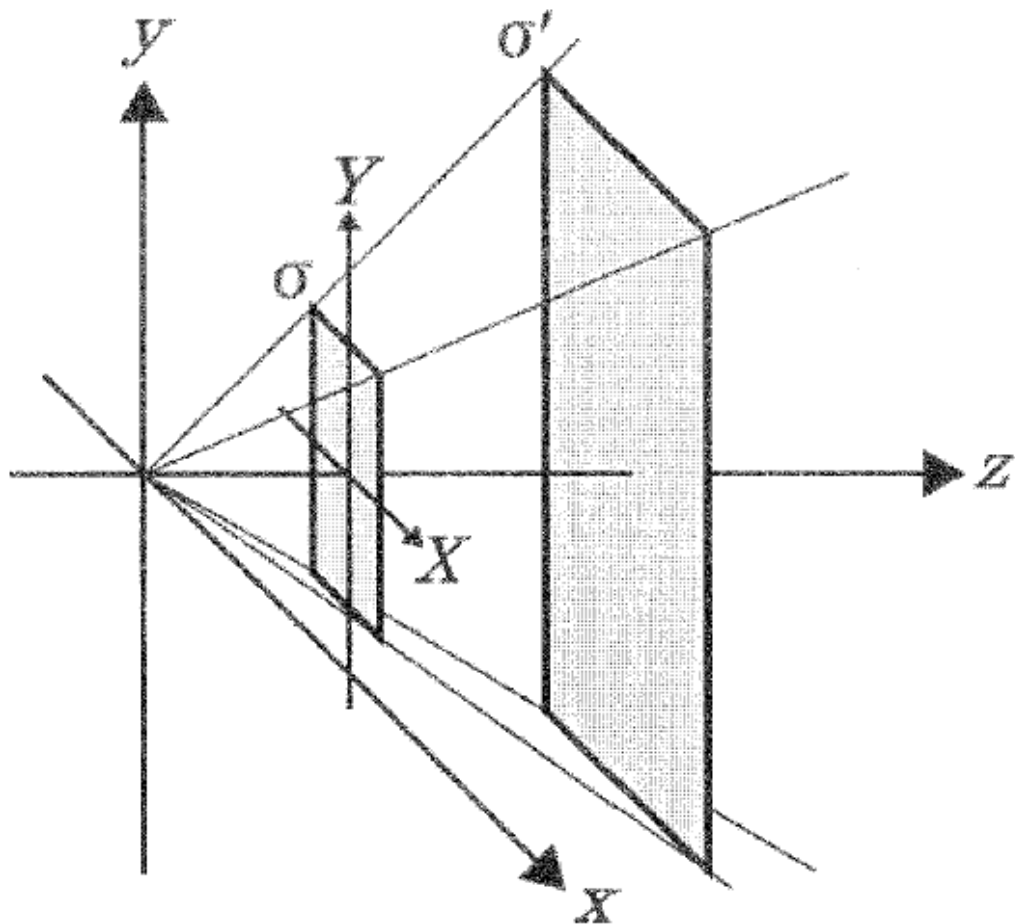


FIG. 14

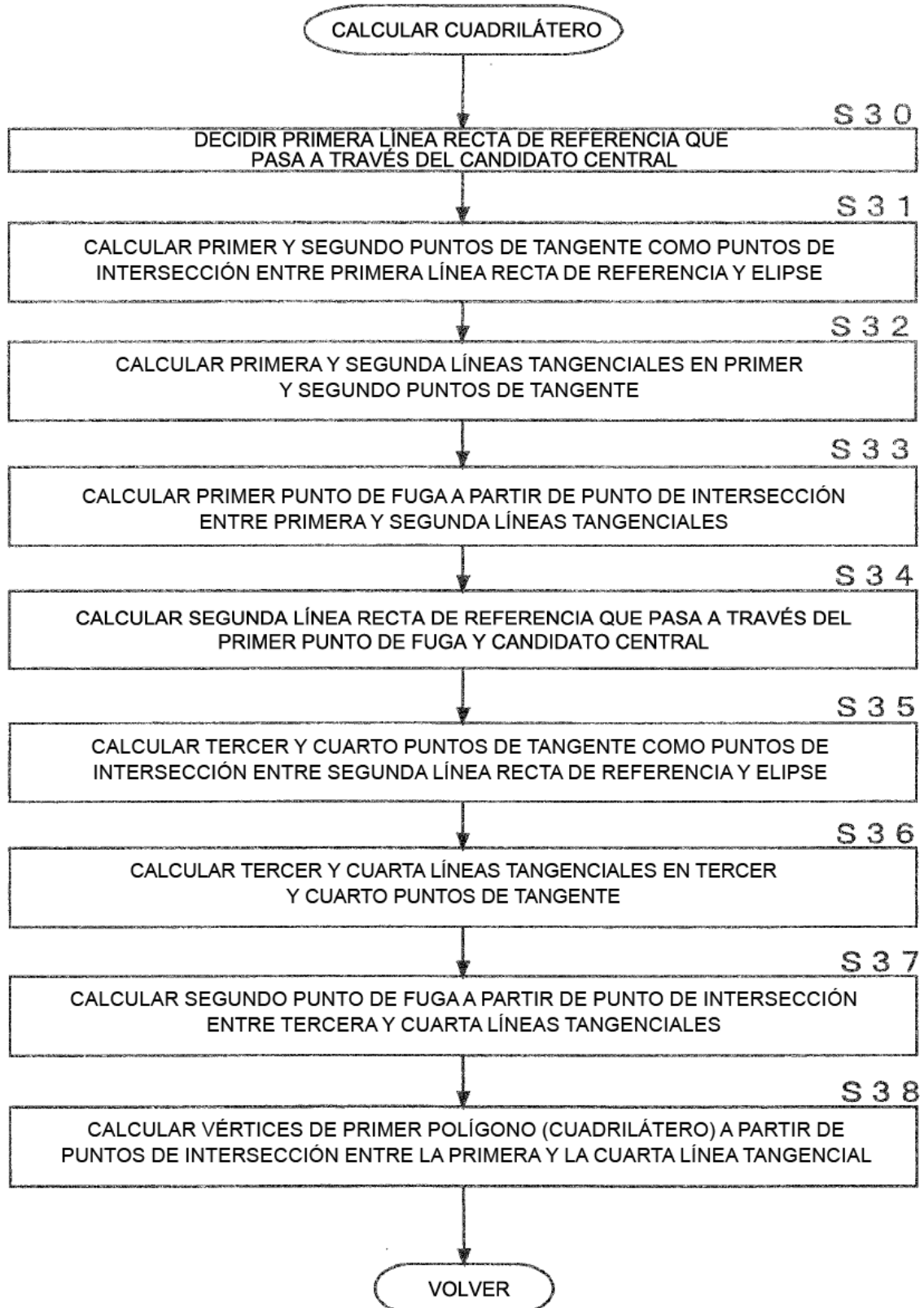


FIG. 15

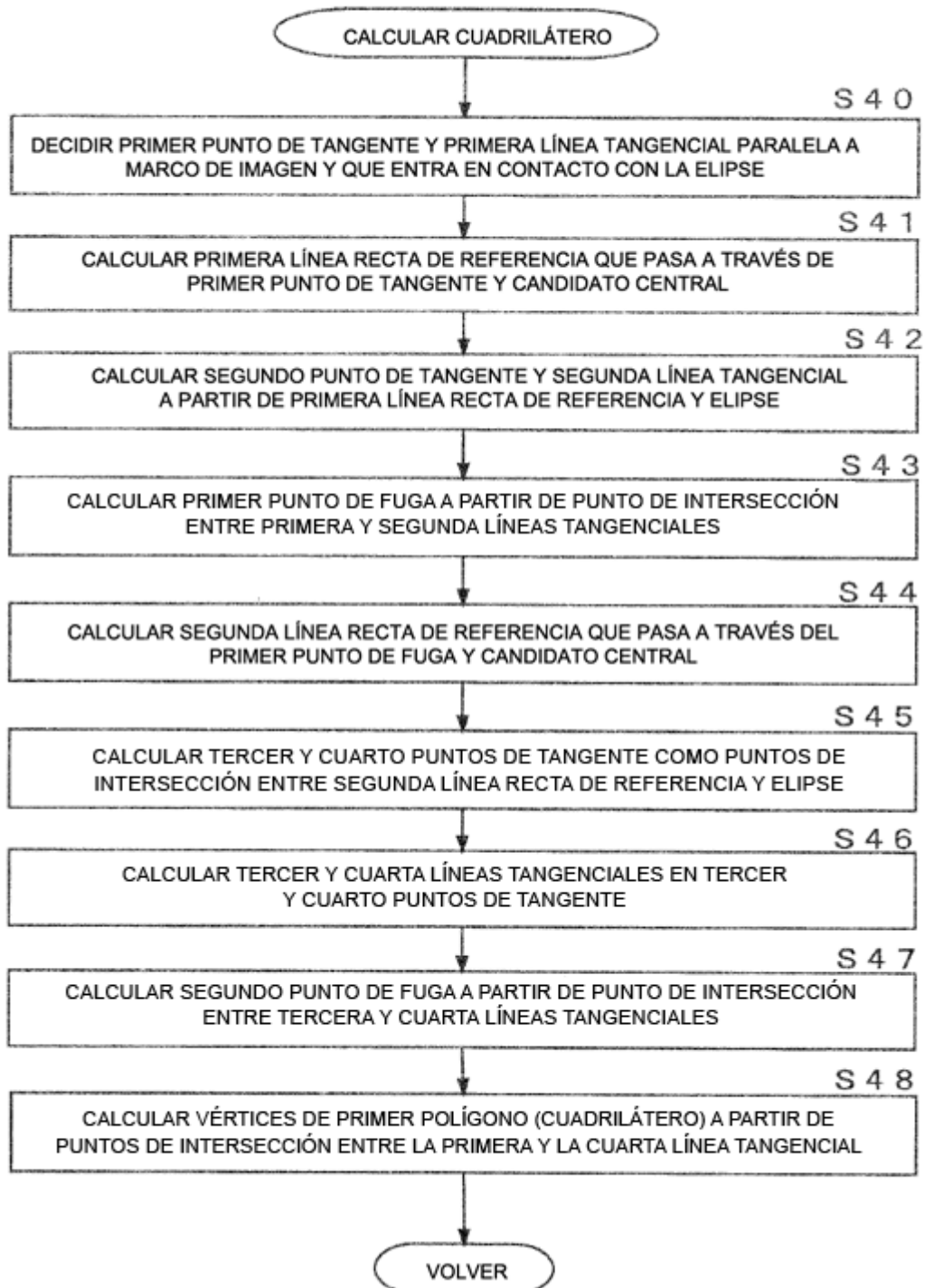


FIG. 16

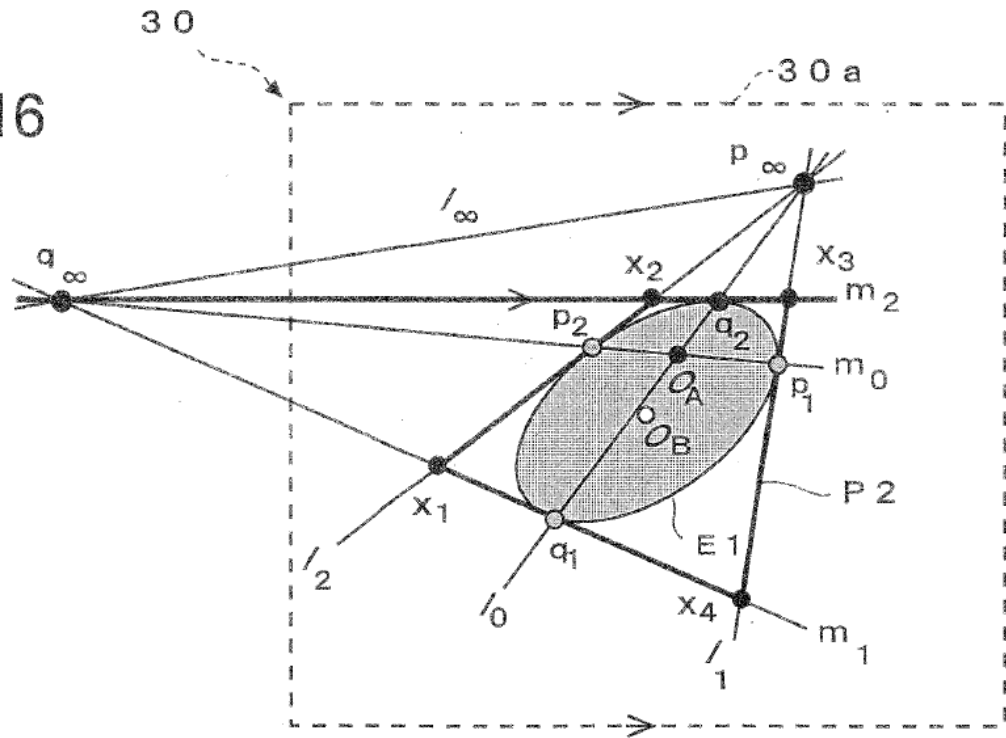


FIG. 17

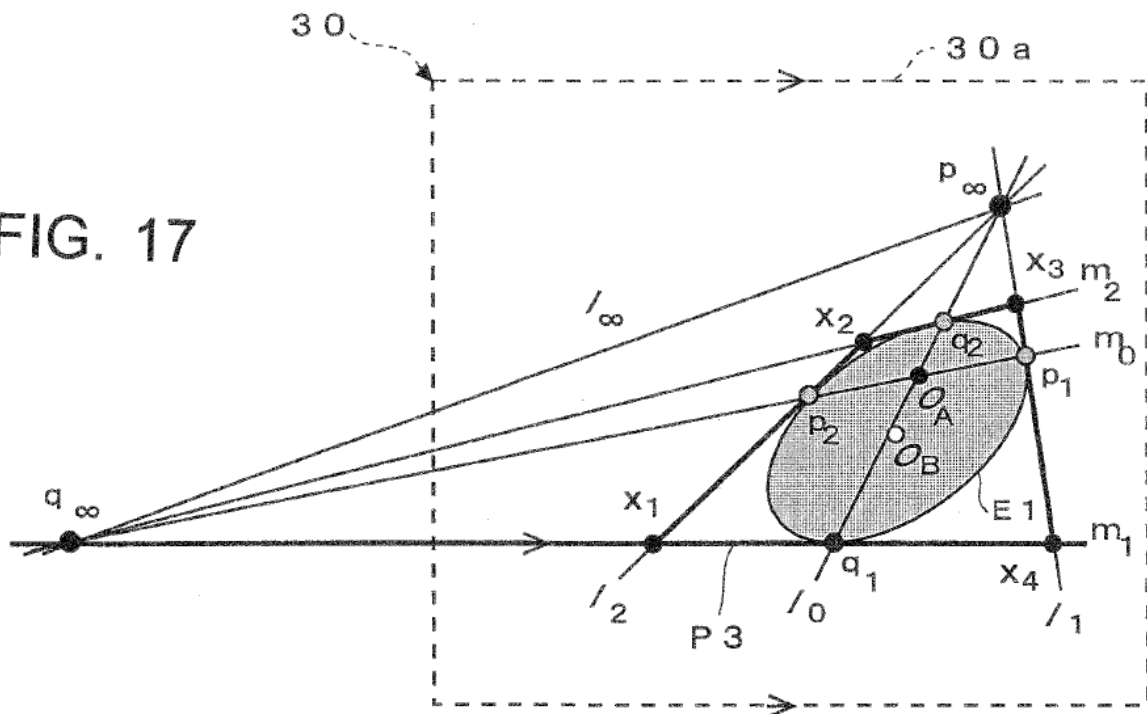


FIG. 18(A)

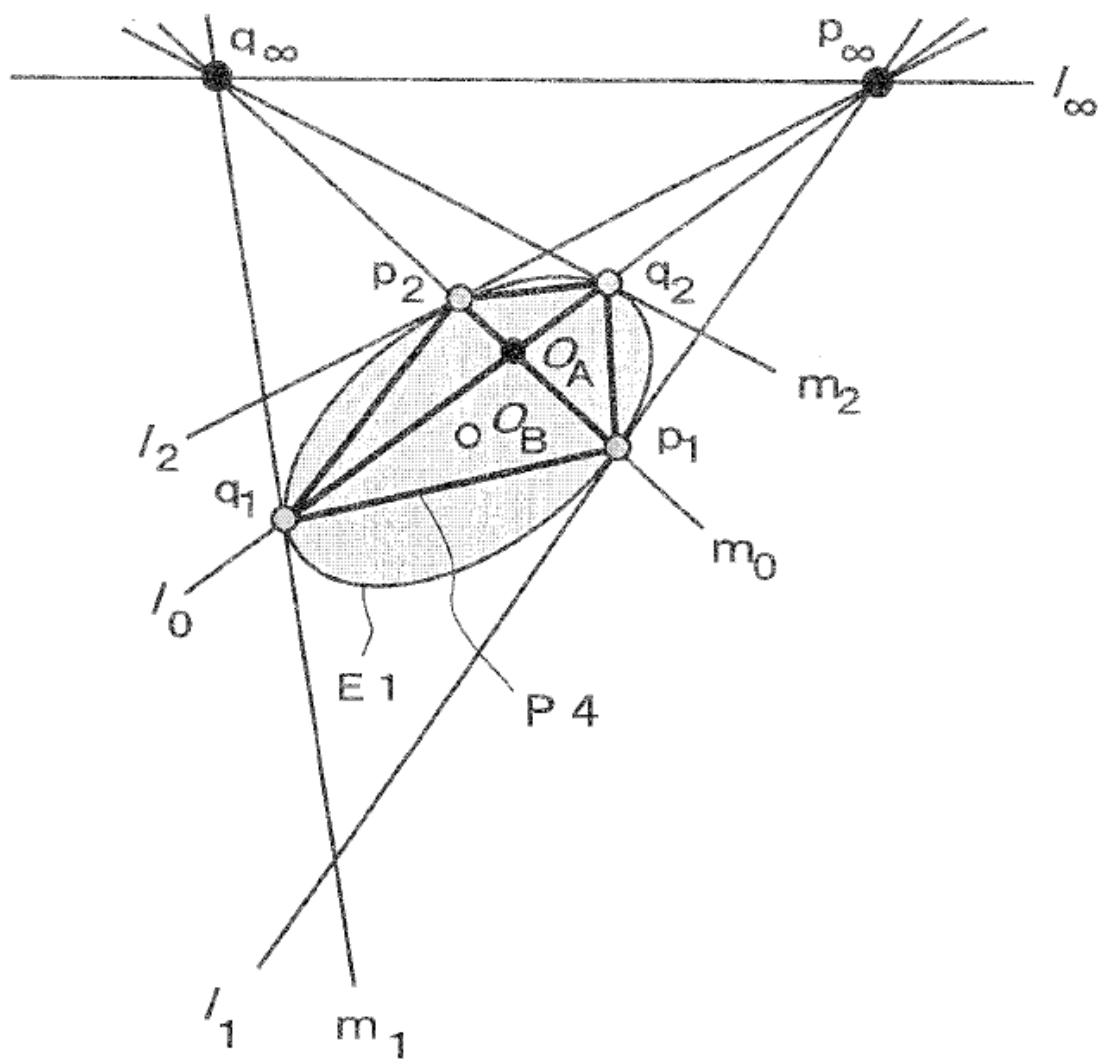


FIG. 18(B)

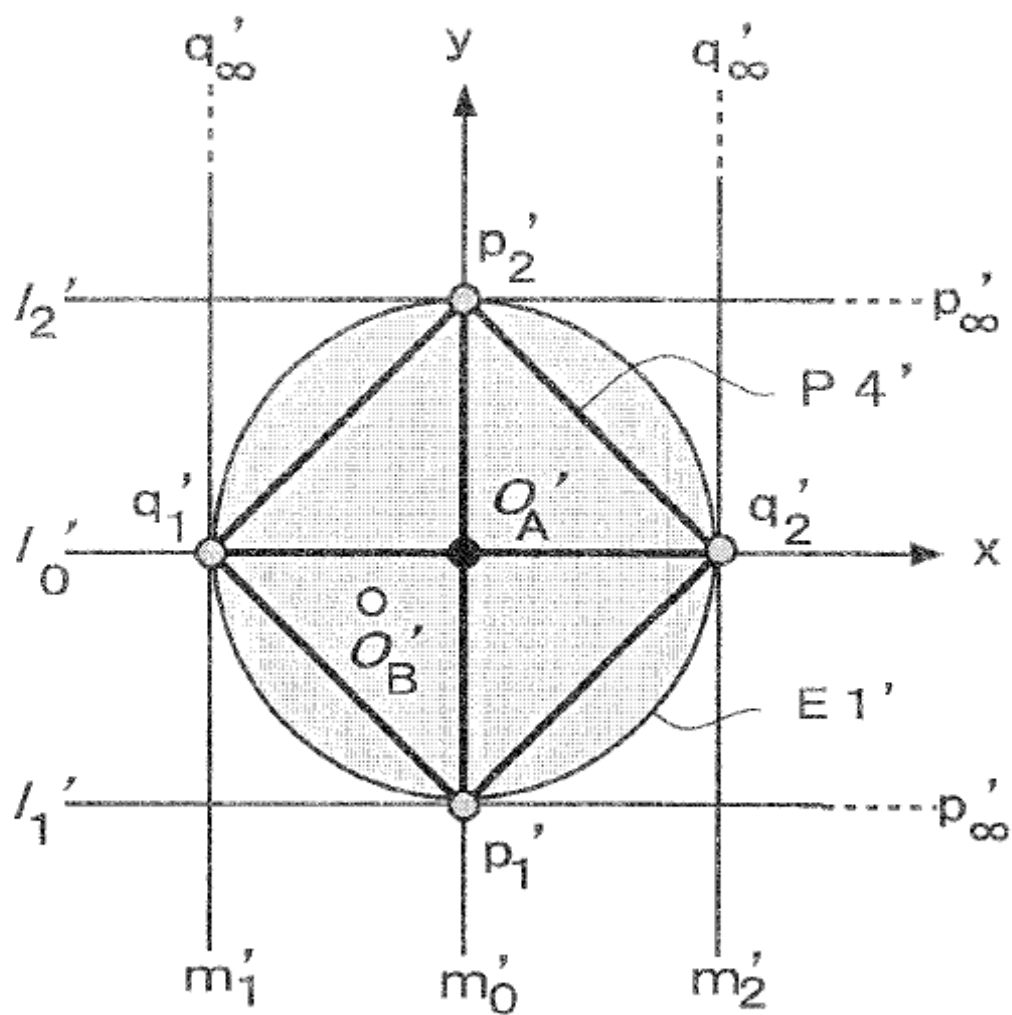


FIG. 19(A)

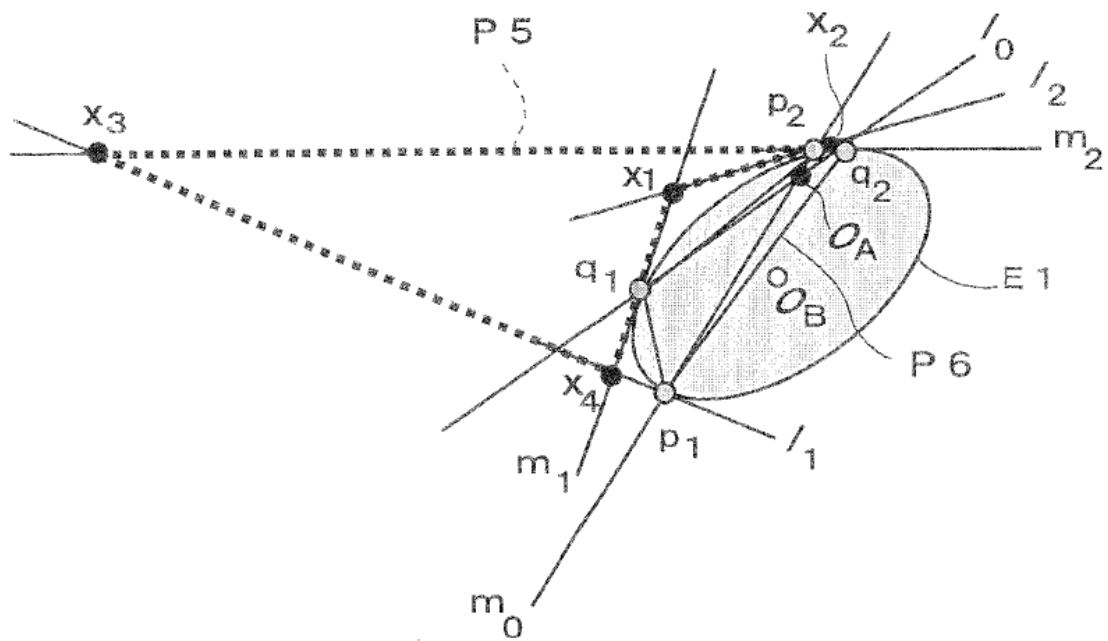


FIG. 19(B)

