



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 475**

51 Int. Cl.:
G01L 23/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06767751 .8**

96 Fecha de presentación : **26.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1896818**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2008**

54 Título: **Dispositivo para la determinación de la detonación para motores de combustión interna.**

30 Prioridad: **30.06.2005 JP 2005-192043**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.04.2011

73 Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP
DENSO CORPORATION y
NIPPON SOKEN, Inc.**

72 Inventor/es: **Yoshihara, Masatomo;
Kasashima, Kenji;
Kaneko, Rihito;
Aso, Koji;
Senda, Kenji;
Takemura, Yuichi;
Iwade, Kiyoshi y
Oe, Shuhei**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 357 475 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 para la determinación de la detonación para motores de combustión interna.

Sector técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la determinación de la detonación y, de manera más específica, a un dispositivo para la determinación de la detonación en un motor de combustión interna, que determina si ha tenido lugar o no detonación basándose en la forma de onda de las vibraciones del motor de combustión interna.

Técnica anterior

10 De modo convencional, se conocen técnicas para detectar la detonación en un motor de combustión interna. La solicitud de patente japonesa publicada nº2001-227400 da a conocer un dispositivo de control de la detonación para un motor de combustión interna que puede determinar de manera precisa si el motor se encuentra en régimen de detonación. El dispositivo de control de detonación para un motor de combustión interna que se da a conocer en la patente japonesa publicada nº 2001-227400 comprende un detector de señales que detecta una señal representativa de una forma de onda de las vibraciones que tienen lugar en el motor de combustión interna (o una señal en forma de onda de vibración), un detector del periodo en que ello tiene lugar, que detecta el periodo como periodo de tiempo en que ha tenido lugar el fenómeno durante el cual se ha detectado la señal de forma de onda por el detector de señal llega a un valor predeterminado o superior, un detector de la presión pico o máxima que detecta la posición de la presión máxima en el periodo de tiempo considerado detectado por el detector del periodo de tiempo, un dispositivo para determinar la detonación, que determina si el motor de combustión interna se encuentra en detonación basándose en la relación entre el periodo en que haya tenido lugar y la posición de la presión pico o máxima, y un controlador de detonación que controla un estado operativo del motor de combustión interna de acuerdo con el resultado de determinación del dispositivo de determinación de la detonación. El dispositivo de determinación de la detonación determina la detonación (detonación o "picado") que tiene lugar cuando la posición de presión máxima con respecto a este periodo se encuentra dentro de un rango predeterminado. El detector de señal detecta una componente de frecuencia predeterminada específica de una señal de detonación como señal de forma de onda de vibración.

25 De acuerdo con el dispositivo de control de detonación para un motor de combustión interna que se da a conocer en la publicación mencionada, una señal que representa una forma de onda de vibraciones que tienen lugar en el motor de combustión interna es detectada por un detector de señales. Un periodo de tiempo durante el cual la señal de la forma de onda de vibración adopta un valor predeterminado o superior y una posición de presión máxima o pico son detectados por un detector de periodo de tiempo y un detector de posición de presión máxima o pico, respectivamente. De este modo, el dispositivo de determinación de detonación puede determinar si el motor detona al detectar la posición del pico en el periodo de tiempo de la señal en forma de onda de vibración. De acuerdo con el resultado de la determinación de la detonación, se controla el estado operativo del motor de combustión interna. Cuando la posición máxima o pico con respecto al periodo de tiempo se encuentra dentro de un rango predeterminado, es decir, cuando la forma de onda tiene una forma tal que la posición del pico aparece más pronto con respecto a un tramo predeterminado del periodo de tiempo de la señal de forma de onda de vibración, el dispositivo de determinación de la detonación lo reconoce como específico de la detonación. Por lo tanto, incluso en un estado de transición en el que el estado operativo del motor de combustión interna cambia bruscamente o cuando se conectan/desconectan cargas o consumos eléctricos, si el motor de combustión interna detona o no, es determinado con exactitud y el estado operativo del motor de combustión interna puede ser controlado de manera apropiada.

40 Si bien una componente de frecuencia específica de la detonación es detectada como señal de forma de onda de vibración con el dispositivo de control de detonación para un motor de combustión interna que se da a conocer en la solicitud de patente japonesa publicada nº 2001-227400, la componente de frecuencia específica de la detonación no es constante. De acuerdo con ello, es necesario detectar componentes de frecuencia incluidas en determinadas bandas de frecuencia. Por lo tanto, las componentes de frecuencia detectadas pueden incluir aquellas que no son específicas de la detonación. Este problema no se tiene en cuenta en el dispositivo de control de detonación en un motor de combustión interna que se da a conocer en la solicitud de patente japonesa publicada nº 2001-227400. De acuerdo con ello, algunas bandas de frecuencia pueden incluir grandes componentes de ruido. En este caso, se presenta el problema de que la magnitud o el máximo de las vibraciones no se pueden detectar de manera apropiada y se deteriora la exactitud de la determinación de la detonación.

50 El documento EP 0 423 031 A da a conocer un dispositivo para la detonación para un motor de combustión interna, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

55 Además, ninguno de los documentos de la técnica anterior US 4 637 245 A, US 2004/204814 A1, US 5 400 644 A, EP 0 454 486 ó GB 2 245 382 muestra, entre otros, una unidad extractora que capte o extraiga, a partir de las vibraciones detectadas, vibraciones en una banda de frecuencia más amplia que la banda de frecuencia predeterminada y que incluya la banda de frecuencia predeterminada.

Materia de la invención

Es objetivo de la presente invención dar a conocer un dispositivo para la determinación de la detonación que puede determinar con gran exactitud si tiene lugar o no detonación.

5 Este objetivo se consigue mediante un dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, mediante una primera unidad de captación, se captan vibraciones en una banda de frecuencia predeterminada de las vibraciones del motor de combustión interna. Mediante una segunda unidad de captación, se captan vibraciones en una banda de frecuencia que es más amplia que la banda de frecuencia predeterminada, partiendo de las vibraciones del motor de combustión interna. Por lo tanto, las vibraciones en la banda de frecuencia estrecha y las vibraciones en la banda de frecuencia ancha pueden ser captadas. Mientras tanto, tienen lugar vibraciones específicas de la detonación en una banda de frecuencia específica. De acuerdo con ello, al estrechar el ancho de banda de la banda de frecuencia a captar, se pueden captar con elevada exactitud vibraciones, específicamente, la magnitud de las vibraciones específica de la detonación. Por otra parte, al estrechar la anchura de banda de la banda de frecuencia, las vibraciones de componentes de ruido se eliminan y, como resultado, se eliminan también de la forma de onda de las vibraciones partes características (tales como temporización de la aparición de vibraciones y proporción de atenuación) de componentes de ruido. En este caso, incluso con vibraciones que se atribuyen realmente a componentes de ruido, se detecta una forma de onda similar a una forma de onda que no incluye componentes de ruido, es decir, una forma de onda atribuida a detonación. Por lo tanto, las vibraciones atribuidas a la detonación y vibraciones atribuidas a componentes de ruido son difícilmente discriminadas basándose en una forma de onda. De acuerdo con ello, una forma de onda es detectada a partir de vibraciones en una banda de frecuencia amplia. De este modo, la forma de onda que puede incluir vibraciones atribuidas a componentes de ruido puede ser detectada. Basándose en el resultado de la comparación entre la forma de onda detectada de este modo y la forma de onda almacenada (por ejemplo, una forma de onda almacenada como forma de onda atribuida a detonación), así como la magnitud de las vibraciones en la banda de frecuencia estrecha, se determina si el motor de combustión interna detona o no. De acuerdo con la presente invención, la banda de frecuencia ancha incluye la banda de frecuencia estrecha. De este modo, la forma de onda que puede incluir con gran exactitud las vibraciones atribuidas a la detonación puede ser detectada. Por lo tanto, se puede determinar con elevada exactitud si ha tenido lugar o no la detonación, considerando si la forma de onda y la magnitud de las vibraciones son específicas de la detonación o no. De acuerdo con ello, se puede conseguir un dispositivo para la determinación de detonación que puede determinar con gran exactitud si ha ocurrido detonación o no.

Otros desarrollos ventajosos quedan definidos en las reivindicaciones dependientes. Es decir, de modo preferente, la banda de frecuencias predeterminada está especificada en una serie de números.

De acuerdo con la presente invención, dado que hay una serie de bandas de frecuencia de vibraciones atribuidas a la detonación, se captan las vibraciones en una serie de bandas de frecuencia estrechas. De este modo, las vibraciones atribuidas a la detonación pueden ser captadas con elevada exactitud. Como resultado, se puede determinar con gran exactitud si ha tenido lugar o no la detonación.

De modo más preferente, la serie de bandas de frecuencia predeterminadas son idénticas en cuanto a anchura de banda.

De acuerdo con la presente invención, dado que las vibraciones específicas de la detonación se encuentran dentro del rango de valor medio de banda de frecuencia $\pm X$ (en la que X es un número natural) kHz, con independencia de las bandas de frecuencia, las vibraciones son captadas en una serie de bandas de frecuencia con una anchura de banda uniforme. Por lo tanto, la anchura de banda de la banda de frecuencia no puede resultar innecesariamente amplia, con lo que se puede suprimir la detección de muchos ruidos. De acuerdo con ello, las vibraciones específicas de la detonación se pueden detectar con gran exactitud. Como resultado de ello, se puede determinar con gran exactitud si ha tenido lugar o no la detonación.

Además, es preferible que el dispositivo de determinación de la detonación para un motor de combustión interna comprenda además: una primera unidad de detección para detectar un primer periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones captadas por la primera unidad de captación se hace máxima y una segunda unidad de detección que detecta un segundo periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones captadas por la segunda unidad de captación se hace máxima, basándose en el primer periodo de tiempo. La unidad de determinación determina si ha tenido lugar la detonación en el motor de combustión interna o no, basándose en el resultado de la comparación entre la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada, en una situación en la que el segundo periodo de tiempo y el periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones se hace máxima en la forma de onda almacenada se corresponden.

De acuerdo con la presente invención, dado que el primer periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones en la banda de frecuencia estrecha resulta máxima y el segundo periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones en la banda de frecuencia amplia resulta máxima no siempre se corresponden, el segundo periodo de tiempo es detectado basándose en el primer periodo de tiempo. En la situación en la que el segundo periodo de tiempo

5 y el periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones se hace máxima en la forma de onda almacenada se corresponden, la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada son comparadas entre sí. Basándose en el resultado, se determina si ha tenido lugar o no la detonación. Por lo tanto, utilizando el periodo de tiempo en el que posiblemente ha tenido lugar la detonación como punto inicial, la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada se pueden comparar entre sí. De acuerdo con ello, se puede determinar con elevada exactitud si ha tenido lugar o no la detonación, considerando el comportamiento de las vibraciones en el caso en el que ha ocurrido detonación.

De manera adicionalmente preferente, la segunda unidad de detección detecta el segundo periodo de tiempo, dentro de un rango que es determinado basándose en el primer periodo de tiempo.

10 De acuerdo con la presente invención, en el rango que se determina basándose en el primer periodo de tiempo, se detecta el segundo periodo de tiempo. De este modo, el segundo periodo de tiempo en el que la magnitud de las vibraciones de la banda de frecuencia amplia se hace máxima se puede detectar con alta exactitud.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un diagrama de configuración esquemática que muestra un motor controlado por un dispositivo de determinación de detonación, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama representativo de frecuencias de vibraciones que tienen lugar en el motor.

La figura 3 es un diagrama representativo de las frecuencias de las vibraciones que tienen lugar en un bloque de cilindro cuando tiene lugar la detonación.

La figura 4 es un diagrama de un bloque de control que muestra un motor ECU.

20 La figura 5 es un diagrama representativo de un modelo de forma de onda de detonación almacenado en la memoria del motor ECU.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra una estructura de control de un programa ejecutado por el motor ECU.

25 La figura 7 es un diagrama representativo de una forma de onda sintetizada de la primera a la tercera bandas de frecuencia A-C y una forma de onda de vibración de la cuarta banda de frecuencia D.

La figura 8 es un diagrama representativo de los periodos de tiempo para la comparación de la forma de onda de vibración normalizada con el modelo de forma de onda con detonación.

Formas preferentes de llevar a cabo la invención

30 Se describirán a continuación con referencia a los dibujos realizaciones de la presente invención. En la siguiente descripción las mismas partes están indicadas con iguales numerales de referencia. Tienen los mismos nombres y funciones. Por lo tanto, no se repetirá la descripción detallada de las mismas partes.

35 Haciendo referencia a la figura 1, se ha mostrado un motor de un vehículo (100) en el que está montado un dispositivo de determinación del estado de detonación de acuerdo con una primera realización de la presente invención. El dispositivo de determinación del estado de detonación de acuerdo con la presente invención está realizado por un programa llevado a cabo a título de ejemplo por una unidad ECU (Electronic Control Unit (Unidad de Control Electrónico)) (200).

El motor (100) es un motor de combustión interna en el que una mezcla de aire y combustible es aspirada desde el filtro de aire (102) y el combustible es inyectado mediante un inyector (104) y su encendido se produce por una chispa de encendido (106) y quema en la cámara de combustión.

40 La combustión de la mezcla aire-combustible provoca una presión en la combustión que empuja al émbolo (108) hacia abajo, de manera que gira el cigüeñal (110). La mezcla quemada de aire-combustible (o gases de escape) es purificada por un catalizador de tres vías (112) y después de ello es descargada hacia fuera del vehículo. La cantidad de aire admitido en el motor (100) es ajustado por una válvula de mariposa (114).

45 El motor (100) está controlado por la ECU (200) del motor, estando conectado al mismo un sensor de detonación (300), un sensor de temperatura del agua (302), un sensor de posición del cigüeñal (306) enfrentado a un rotor de temporización (304), un sensor de la apertura de la válvula de mariposa (308), un sensor de la velocidad del vehículo (310) y un interruptor de encendido (312).

50 El sensor de detonación (300) está dispuesto en el bloque de cilindros del motor (100). El sensor de detonación (300) está constituido por un elemento piezoeléctrico. El sensor de detonación (300) genera un voltaje como respuesta a la vibración del motor (100) que tiene una magnitud que corresponde a la magnitud de las vibraciones. El sensor de detonación (300) envía una señal que representa un voltaje a la ECU (200) del motor. El sensor de temperatura del

agua (302) detecta la temperatura del agua de refrigeración en la camisa de agua del motor (100) y envía una señal representativa del resultado de detección a la ECU (200) del motor.

5 El rotor de temporización (304) está dispuesto en el cigüeñal (110) y gira con dicho cigüeñal (110). En la periferia externa del rotor de temporización (304) se dispone una serie de salientes a intervalos predeterminados. El sensor (306) de posición del cigüeñal está dispuesto enfrente a los salientes del rotor de temporización (304). Cuando el rotor de temporización (304) gira, varía el intersticio de aire entre los salientes del rotor de temporización (304) y el sensor de posición (306) del cigüeñal y, como resultado, el flujo magnético que pasa por la parte captadora del sensor (306) de la posición del cigüeñal aumenta/disminuye, generando una fuerza electromotriz. El sensor de posición (306) del cigüeñal envía una señal representativa de la fuerza electromotriz a la ECU (200) del motor. La ECU (200) detecta el ángulo del cigüeñal basándose en la señal enviada desde el sensor (306) de posición del cigüeñal.

10 El sensor (308) de apertura de la válvula de mariposa detecta una posición de apertura de la válvula de mariposa y transmite una señal representativa del resultado de la detección a la ECU (200) del motor. El sensor de velocidad (310) del vehículo detecta el número de vueltas de una rueda (no mostrado) y transmite una señal representativa del resultado de la detección a la ECU (200). A partir del número de vueltas de la rueda, la ECU (200) del motor calcula la velocidad del vehículo. El interruptor de encendido (312) es accionado por el conductor para poner en marcha el motor (100).

15 La ECU (200) del motor utiliza las señales transmitidas desde cada sensor y del interruptor de encendido (312), así como un mapa y un programa almacenados en la memoria (202) para llevar a cabo la operación de control de equipo, de manera que el motor (100) alcanza las condiciones de conducción deseadas.

20 En la presente realización, al usar una señal transmitida desde el sensor de detonación (300) y ángulo del cigüeñal, la ECU (200) del motor detecta una forma de onda de vibraciones del motor (100) en una puerta predeterminada de detección de la detonación (una parte de un primer ángulo de cigüeñal predeterminado con respecto al segundo ángulo de cigüeñal predeterminado)(a continuación esta forma de onda de vibraciones se indicará como "forma de onda de vibración") y a partir de la forma de onda de vibración detectada determina si existe detonación en el motor (100). La puerta de detección de detonación de la presente realización varía desde el punto muerto superior (0°) hasta 90° de la carrera de combustión. Se observará que la puerta de detección de detonación no está limitada a ello.

25 Cuando el motor detona, tienen lugar vibraciones en el motor (100) a frecuencias aproximadamente próximas a las frecuencias representadas por las líneas continuas de la figura 2. Las frecuencias de las vibraciones atribuidas a detonación no son constantes y tienen una amplitud de banda predeterminada. De acuerdo con ello, en la presente realización, tal como se ha mostrado en la figura 2, se detectan vibraciones incluidas en una primera banda de frecuencia A, una segunda banda de frecuencia B y una tercera banda de frecuencia C. En la figura 2, CA representa el ángulo de giro del cigüeñal. El número de bandas de frecuencia de vibraciones atribuidas a detonación no está limitado a tres.

30 En este caso, si la amplitud de banda de frecuencia es excesivamente amplia, se pueden incluir con elevada probabilidad ruidos distintos de las vibraciones atribuidas a la detonación (por ejemplo, vibraciones de un inyector en el cilindro u otros atribuidos al asiento de válvulas de admisión/escape).

35 No obstante, tal como se ha mostrado en la figura 3, las vibraciones que aparecen en cada banda de frecuencia cuando el motor detona están incluidas en un rango del valor medio de cada banda de frecuencia $\pm X$ (siendo X un número natural) kHz. De acuerdo con ello, en la presente realización, la primera banda de frecuencia A, la segunda banda de frecuencia B y la tercera banda de frecuencia C se disponen de manera que tengan una amplitud de banda de un valor fijo, de manera que la amplitud de banda es la misma con independencia de las bandas de frecuencia, y entonces se detectan las vibraciones. La amplitud de la banda se ajusta para que se encuentre dentro de $2 \times X$ kHz. Tal como se describirá más adelante, las vibraciones en la primera banda de frecuencia A, la segunda banda de frecuencia B y la tercera banda de frecuencia C se utilizan para calcular un valor pico o máximo de la magnitud de las vibraciones.

40 En lugar de ajustar la amplitud de banda a un valor fijo, la amplitud de banda de cada banda de frecuencia puede ser ajustada a un valor distinto entre las bandas de frecuencia, siempre que la amplitud de banda no sea especialmente grande. Por ejemplo, una de las bandas de frecuencia se puede ajustar para que tenga una amplitud de banda de $2 \times X$ kHz, mientras que otra banda de frecuencia entre el resto de bandas de frecuencia se puede ajustar para que tenga una banda menor de $2 \times X$ kHz.

45 Al estrechar la amplitud de banda para la detección de vibraciones, tal como se ha descrito anteriormente, si bien las componentes de ruido incluidas en la magnitud de las vibraciones detectadas se pueden suprimir, partes características (tales como la aparición de temporización de vibraciones y proporción de atenuación) de las componentes de ruido son suprimidas también de la forma de onda de vibración. En este caso, incluso con vibraciones que son atribuidas realmente a componentes de ruido, se detecta una forma de onda de vibraciones que no incluye componentes de ruido, es decir, una forma de onda de vibración similar a una forma de vibración atribuida a detonación. Por lo tanto, las vibraciones atribuidas a la detonación y las vibraciones atribuidas a componentes de ruido difícilmente se discriminan basándose en la forma de onda de vibración.

5 Por lo tanto, en la presente realización, cuando se utilicen ruidos, a efectos de determinar si ha tenido lugar detonación o no tomando los ruidos en consideración, se detectan vibraciones en una cuarta banda de frecuencia D que es amplia y que incluye las primera a tercera bandas de frecuencia A-C, a efectos de incluir los ruidos. Tal como se describirá más adelante, se utilizan las vibraciones de la cuarta banda de frecuencia D para detectar una forma de onda de vibración del motor (100).

Haciendo referencia a la figura 4, la ECU (200) se describirá adicionalmente. La ECU (200) del motor comprende un convertidor A/D (analógico/digital) (400), un filtro paso-banda (1) (410), un filtro paso-banda (2) (420), un filtro paso-banda (3) (430), un filtro paso-banda (4) (440) y una unidad de integración (450).

10 El convertidor A/D convierte una señal analógica transmitida desde el detector de detonación (300) en una señal digital. El filtro paso-banda (1) (410) permite solamente que una señal en la primera banda de frecuencia A pase entre las señales transmitidas desde el sensor de detonación (300). Es decir, a partir de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300) solamente se extraen las vibraciones en la primera banda de frecuencia A en el filtro paso-banda (1) (410).

15 El filtro paso-banda (2) (420) permite solamente el paso de una señal de la segunda banda de frecuencia B entre las señales transmitidas desde el sensor de detonación (300). Es decir, de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300) solamente extraen las vibraciones en la segunda banda de frecuencia B por el filtro paso-banda (2) (420).

20 El filtro paso-banda (3) (430) permite solamente el paso de una señal de la tercera banda de frecuencia C entre las señales transmitidas desde el sensor de detonación (300). Es decir, de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300) solamente son captadas las vibraciones en la tercera banda de frecuencia C por el filtro paso-banda (3) (430).

25 El filtro paso-banda (4) (440) permite solamente el paso de una señal de la cuarta banda de frecuencia D entre las señales transmitidas desde el sensor de detonación (300). Es decir, de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300) solamente son captadas las vibraciones en la cuarta banda de frecuencia D por el filtro paso-banda (4) (440).

La unidad de integración (450) integra las señales, es decir, la magnitud de vibraciones, seleccionadas por el filtro paso-banda (1) (410)-filtro paso-banda (4) (440) para un ángulo del cigüeñal de cada cinco grados. A continuación, el valor obtenido mediante esta integración será referente también como valor integrado. Los valores integrados son calculados para cada banda de frecuencia.

30 De los valores integrados calculados, los valores integrados de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C se añaden en correspondencia con los ángulos de giro del cigüeñal. Es decir, se sintetiza una forma de onda de vibración de la primera a tercera bandas de frecuencia A a C. De manera adicional, los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia D son utilizados como forma de onda de vibración del motor (100).

35 La forma de onda de vibración detectada por los valores integrados por la cuarta banda de frecuencia D es comparada con un modelo de forma de onda de detonación mostrado en la figura 5, y se determina si ha tenido lugar o no detonación. El modelo de forma de onda de detonación es un modelo de forma de onda de vibración cuando el motor (100) sufre detonación. El modelo de forma de onda de detonación es almacenado en la memoria (202) de la ECU (200) del motor.

40 En el modelo de forma de onda de detonación, la magnitud de la vibración es representada por un número sin dimensiones de 0 a 1 y no corresponde únicamente a un ángulo del cigüeñal. De manera más específica, para el modelo de forma de onda de detonación de la presente realización, si bien se determina que las vibraciones disminuyen en magnitud al aumentar el ángulo de giro del cigüeñal después del valor pico o máximo en la magnitud de las vibraciones, no se determina el ángulo de giro del cigüeñal en el que la magnitud de la vibración adopta dicho valor máximo o pico.

45 El modelo de forma de onda de detonación de la presente realización, corresponde a las vibraciones que tienen lugar después del valor máximo en la magnitud de las vibraciones que han tenido lugar por la detonación. Un modelo de forma de onda de detonación que corresponde a vibraciones después del aumento de las vibraciones atribuidas a la detonación puede ser almacenado.

50 En el modelo de forma de onda de detonación se obtiene de la manera siguiente: se lleva a cabo un experimento o similar para forzar la detonación del motor (100) y la forma de onda de vibración del motor (100) es detectada, basándose en ello se crea el modelo de forma de onda de detonación y se almacena de antemano. No obstante, se debe observar que los modelos pueden ser creados por un método diferente.

Haciendo referencia a la figura 6, se describirá la estructura de control del programa realizado por la ECU (200) del motor en el dispositivo de determinación de detonación, de acuerdo con la presente realización.

55 En la etapa (100) (que simplemente se indica a continuación como "S"), la ECU (200) del motor detecta la magnitud de la vibración del motor (100) basándose en una señal transmitida por el sensor de detonación (300). La

magnitud de vibración está representada por un valor de salida de voltaje del sensor de detonación (300). Se debe observar que la magnitud de la vibración se puede representar por un valor que corresponde al valor de la salida de voltaje del sensor de detonación (300). La magnitud de vibración es detectada en la carrera de combustión para un ángulo comprendido desde el punto muerto superior hasta (un ángulo de giro del cigüeñal) 90°.

5 En (S102), la ECU (200) del motor calcula cada cinco grados de giro del cigüeñal una integración (un "valor integrado") de valores de salida de voltaje procedentes del sensor de detonación (300) (es decir, representando la magnitud de vibraciones). Los valores integrados son calculados para vibraciones de cada una de las primera a cuarta bandas de frecuencia A a D. En este caso, los valores integrados de la primera a tercera bandas de frecuencia A a C son añadidas en correspondencia con ángulos de giro del cigüeñal (es decir, una forma de onda es sintetizada).
10 Además, los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia D son calculados, de manera que se detecta la forma de onda de vibración del motor (100).

15 En (S104), la ECU (200) del motor calcula el mayor de los valores integrados (valor pico o máximo) en la forma de onda sintetizada de la primera a tercera bandas de frecuencia A a C. En (S106), la ECU (200) del motor detecta una posición (ángulo del cigüeñal) del valor máximo o pico, es decir, una temporización en la que el valor integrado pasa a ser máximo en la forma de onda sintetizada de las primera a tercera bandas de frecuencia A-C. A continuación, la posición del valor máximo en la forma de onda sintetizada de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C se indica como "posición máxima (1)".

20 En (S108), la ECU (200) del motor detecta una posición del valor máximo, es decir, una temporización, en la que el valor integrado se hace máximo, en la cuarta banda de frecuencia D, dentro de un rango (ángulo de cigüeñal) desde la posición (ángulo de cigüeñal) del valor máximo. A continuación, la posición del valor máximo en la cuarta banda de frecuencia D se indicará como "posición máxima (2)".

25 En la presente realización, la posición máxima (2) es detectada a partir de la posición máxima precedente (1). Por ejemplo, la posición máxima (2) es detectada a partir de tres posiciones de valores integrados referentes a la posición máxima (1). La posición de los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia D que es la mayor en la posición máxima precedente (1) es detectada como posición máxima (2). Se observará que el rango desde el que la posición máxima (2) es detectada no está limitada a lo indicado y que puede ser el rango después de la posición máxima (1).

30 En (S110), la ECU (200) del motor normaliza los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia D (la forma de onda de vibración del motor (100)). En este caso, la división de medios de normalización de cada valor integrado por valor máximo calculado en (S104) para representar la magnitud de vibración por un número sin dimensiones comprendido entre 0 y 1. No obstante, se debe observar que la normalización se podría hacer por un método distinto. Por ejemplo, cada valor integrado puede ser dividido por un valor integrado en la posición máxima (2).

35 En (S112), la ECU (200) del motor calcula un coeficiente de correlación K, que es un valor relacionado a una desviación entre la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación. En el estado en el que la posición máxima (2) y una posición (temporización) en la que la magnitud de las vibraciones se hace máxima en un modelo de forma de onda de detonación se corresponden, se calcula para cada ángulo del cigüeñal (de cinco grados), la desviación del valor absoluto (o una magnitud de desviación) entre la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación, de manera que se obtiene el coeficiente de correlación K.

40 Cuando se representa el valor absoluto de la desviación entre la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación para cada ángulo del cigüeñal por $\Delta S(l)$ (en la que l es un número natural) y la magnitud de vibración del modelo de forma de onda de detonación integrado por el ángulo del cigüeñal (es decir, el área del modelo de forma de onda de detonación) por S, entonces el coeficiente de correlación K es calculado por una ecuación $K=(S-\Sigma\Delta S(l))/S$, donde $\Sigma\Delta S(l)$ representa la suma de los $\Delta S(l)$. se debe observar que el coeficiente de correlación K puede ser calculado por un procedimiento diferente.

45 En (S114), la ECU (200) del motor calcula la intensidad de detonación N, cuando se representa el valor máximo calculado por P y el valor que representa la magnitud de vibración del motor (100) mientras el motor (100) no presenta detonación por BGL (Back Ground Level (nivel básico)), la intensidad de detonación N es calculada por la ecuación $N=P \times K/BGL$. El BGL se almacena en la memoria (202). Se debe observar que la intensidad de detonación N puede ser calculada por un procedimiento distinto.

50 En (S116), la ECU (200) del motor determina si la intensidad de detonación N es superior que un valor de referencia predeterminado. Si la intensidad de detonación N es superior que el valor de referencia predeterminado (Sí en (S116), el control pasa a (S118).

De otro modo (NO en (S116)), el control pasa a (S122).

55 En (S118), la ECU (200) determina que el motor (100) sufre detonación. En (S120), la ECU (200) del motor introduce un retraso de la chispa. En (S122), la ECU (200) del motor determina que el motor (100) no detona. En (S124), la ECU(200) del motor introduce un adelanto de la chispa.

A continuación se describirá el funcionamiento de una ECU (200) del motor, del dispositivo de determinación de la detonación según la presente realización, basándose en la configuración anteriormente descrita y el diagrama de flujo.

5 Cuando el conductor acciona el interruptor de encendido (312) y el motor (100) se pone en marcha, la magnitud de la vibración del motor (100) es detectada a partir de una señal transmitida desde el sensor de detonación (300) (S100).

10 En una carrera de combustión para un rango comprendido entre el punto muerto superior y 90° , se calcula el valor integrado para cada cinco grados de giro para las respectivas vibraciones de cada una de las primera a cuarta bandas de frecuencia A-D (S102). En este caso, los valores integrados de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C son añadidos en correspondencia con ángulos de giro del cigüeñal. De este modo, se sintetiza una forma de onda de vibración, tal como se ha representado por la línea de trazos largo y corto alternados de la figura 7. Los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia D, tal como se representa por una línea continua en la figura 7, se utilizan como forma de onda de vibración del motor (100).

15 Dado que se utiliza un valor integrado para cada cinco grados para detectar la forma de onda de vibración, se hace posible detectar una forma de onda de vibración en la que se suprimen variaciones delicadas. Esto hace más fácil comparar una forma de onda de vibración detectada con el modelo de forma de onda de detonación.

20 Basándose en los valores integrados calculados, se calcula (S104) el valor máximo P de los valores integrados en la forma de onda sintetizada de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C. En este caso, dado que la amplitud de banda de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C es dispuesta de manera uniforme a una amplitud en la medida necesaria que incluye vibraciones atribuidas a detonación, la anchura de banda no puede resultar innecesariamente amplia. De esta manera, los ruidos incluidos en las vibraciones detectadas pueden ser suprimidos. De acuerdo con ello, se pueden suprimir cálculos erróneos del valor pico o máximo P debido a los ruidos.

25 Una posición de valor máximo P (posición máxima (1)) es detectada (S106). En este caso, tal como se muestra en la figura 7, se supone que la posición máxima (1) se encuentra en la sexta posición desde la izquierda (posición de valor integrado para 25° a 30°).

De las tres posiciones de valores integrados (la cuarta, quinta y sexta posiciones desde la izquierda) que preceden esta posición máxima (1), se detecta la posición máxima (2) (S108). De manera específica, en la cuarta banda de frecuencia D, fuera de las posiciones cuarta, quinta y sexta desde la izquierda, se detecta como posición máxima (2) una posición del valor integrado mayor que los dos valores integrados adyacentes.

30 En este caso, se supone que, tal como se ha mostrado en la figura 7, el quinto valor integrado desde la izquierda es superior que los dos valores integrados adyacentes (el cuarto y sexto valores integrados) y, por lo tanto, la posición del quinto valor integrado desde la izquierda es detectado como posición máxima (2).

35 Los valores integrados en la cuarta banda de frecuencia D son divididos por el valor máximo P en la forma de onda sintetizada de las primera a tercera bandas de frecuencia A-C y, tal como se ha representado en la línea continua de la figura 8, la forma de onda de vibración es normalizada (S110).

40 Por la normalización, la magnitud de la vibración en la forma de onda de vibración es representada por un número sin dimensiones de 0 a 1. De este modo, la forma de onda de vibración detectada puede ser comparada con el modelo de forma de onda de detonación con independencia de la magnitud de la vibración. Esto puede eliminar la necesidad de almacenar un gran número de modelos de forma de onda de detonación correspondientes a la magnitud de vibraciones y, por lo tanto, facilita la preparación del modelo de forma de onda de detonación.

45 Tal como se ha mostrado en la figura 8, una temporización en la que la magnitud de la vibración se hace máxima en la forma de onda de vibración normalizada, es decir, la posición máxima (2), y una temporización en la que la magnitud de las vibraciones se hace máxima en el modelo de forma de onda de detonación se corresponden, y en esta situación se calcula, para cada ángulo de giro del cigüeñal, una desviación en el valor absoluto $\Delta S(l)$ entre la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación. La suma $\Sigma \Delta S(l)$ de dichos $\Delta S(l)$ y el valor S que representa una magnitud de vibraciones en el modelo de forma de onda de detonación que está integrado por el ángulo de giro del cigüeñal se utiliza para calcular el coeficiente de correlación $K = (S - \Sigma \Delta S(l)) / S$ (S112). Esto permite la representación numérica de un grado de correspondencia entre la forma de onda de vibración detectada y el modelo de forma de onda de detonación y, por lo tanto, permite la determinación objetiva. Adicionalmente, comparando la forma de onda de vibración con el modelo de forma de onda de detonación, se puede analizar si las vibraciones se atribuyen o no a la detonación partiendo del comportamiento de las vibraciones, tales como tendencia a la atenuación de las mismas.

55 El producto del coeficiente de correlación calculado K y el valor máximo P es dividido por el BGL para calcular la intensidad de detonación N (S114). De este modo, se puede analizar en mayor detalle si se pueden atribuir las vibraciones del motor (100) a detonación utilizando la magnitud de la vibración además del grado de correspondencia entre la forma de onda de vibración detectada y el modelo de forma de onda de detonación. En este caso, se supone que el

producto del coeficiente de correlación K y el valor integrado para 20°-25° se divide por BGL para calcular la intensidad de detonación N.

5 Si la intensidad de detonación N es superior a un valor de referencia predeterminado (SÍ en (S116)) se lleva a cabo la determinación de si el motor detona (S118) y se introduce un retraso de la chispa (S120) de manera que desaparece la detonación.

Si la intensidad de detonación N no es superior que el valor de referencia predeterminado (NO en (S116)), se realiza la determinación de que el motor no presenta detonación (S122) y se lleva a cabo el avance de la chispa (S124).

10 Tal como se ha descrito en lo anterior, en el dispositivo de determinación de la detonación, según la presente realización, la ECU del motor extrae las vibraciones en una primera banda de frecuencia A, una segunda banda de frecuencia B, una tercera banda de frecuencia C y una cuarta banda de frecuencia D, incluyendo las primera a tercera bandas de frecuencia A-C, a partir de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación. Las magnitudes de vibraciones incluidas en cada banda de frecuencia son integradas para un ángulo de cigüeñal de cada cinco grados. Los valores integrados de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C que son bandas estrechas se añaden en correspondencia con ángulos de cigüeñal y se sintetiza una forma de onda de vibración de las primera a tercera bandas de frecuencia A-C. Se calcula un valor máximo de los valores integrados en la forma de onda sintetizada. De este modo, se puede obtener un valor máximo menos afectado por componentes de ruido. Además, a partir de los valores integrados de la cuarta banda de frecuencia que es una banda ancha, se detecta la forma de onda de vibración del motor. De este modo, se puede obtener una forma de vibración que comprende vibraciones atribuidas a componentes de ruido y con las que se pueden distinguir entre sí fácilmente las vibraciones atribuidas a detonación y vibraciones atribuidas a ruido. Basándose en los resultados de la comparación entre esta forma de onda de vibración y el modelo de forma de onda de detonación, así como el valor máximo de los valores integrados en la forma de onda sintetizada de la primera a tercera bandas de frecuencia A-C, se determina si ha tenido lugar o no la detonación. De este modo, se puede determinar con gran exactitud si ha tenido lugar detonación o no considerando si la forma de onda y la magnitud de las vibraciones son específicas de la detonación o no.

25 Se observará que, en la presente realización, si bien el número de bandas de frecuencia que son bandas estrechas es de tres, puede ser una, dos, cuatro o más.

Si bien la presente invención se ha descrito y mostrado en detalle, se comprenderá claramente que la misma tiene solamente carácter ilustrativo y de ejemplo y que no se tiene que considerar con carácter limitativo, estando limitado el alcance de la presente invención solamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna, que comprende:

una unidad (300) de detección de vibración adaptada para detectar vibraciones de un motor de combustión interna (100);

5 una primera unidad de captación (200) adaptada para la captación, a partir de dichas vibraciones detectadas, de vibraciones en una determinada banda de frecuencia;

una segunda unidad de captación (200) adaptada para captar, a partir de dichas vibraciones detectadas, vibraciones en una banda de frecuencia que es más amplia que dicha banda de frecuencia predeterminada;

una unidad de almacenamiento (200) adaptada para almacenar por adelantado una forma de onda de vibraciones de dicho motor de combustión interna (100);

10 caracterizado por

una unidad (200) de detección de forma de onda adaptada para detectar dicha forma de onda de las vibraciones con intervalos predeterminados de ángulo del cigüeñal, basándose en las vibraciones captadas por dicha segunda unidad de captación (200); y

15 una unidad de determinación (200) adaptada para determinar si ha tenido lugar o no detonación en dicho motor de combustión interna (100), basándose en el resultado de la comparación entre dicha forma de onda detectada basada en dichas vibraciones en la banda de frecuencia más amplia que dicha banda de frecuencia predeterminada y dicha forma de onda almacenada, así como en la magnitud de dichas vibraciones en dicha banda de frecuencia predeterminada, en el que

20 dicha segunda unidad de captación (200) está adaptada para captar vibraciones a una banda de frecuencia que comprende dicha banda de frecuencia predeterminada.

2. Dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna, según la reivindicación 1, en el que dicha banda de frecuencia predeterminada está especificada en una serie de números.

25 3. Dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna, según la reivindicación 2, en el que dicha pluralidad de bandas de frecuencia predeterminadas son idénticas en amplitud de banda.

4. Dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna, según la reivindicación 1, que comprende además:

una primera unidad de detección (200) adaptada para detectar una primera temporización en la que la magnitud de las vibraciones captadas por dicha primera unidad de captación (200) se hace máxima; y

30 una segunda unidad de detección (200) adaptada para detectar una segunda temporización en la que la magnitud de las vibraciones captadas por dicha segunda unidad de captación (200) se hace máxima, basándose en dicha primera temporización, en el que

35 dicha unidad de determinación (200) adaptada para determinar si ha tenido lugar o no detonación en dicho motor de combustión interna (100), basándose en el resultado de la comparación entre dicha forma de onda detectada y dicha forma de onda almacenada en una situación en la que dicha segunda temporización y una temporización en la que la magnitud de las vibraciones se hace máxima en dicha forma de onda almacenada se corresponden.

5. Dispositivo para la determinación de la detonación para un motor de combustión interna, según la reivindicación 4, en el que dicha segunda unidad de detección (200) está adaptada para detectar dicha segunda temporización en un rango que se determina basándose en dicha primera temporización.

FIG. 1

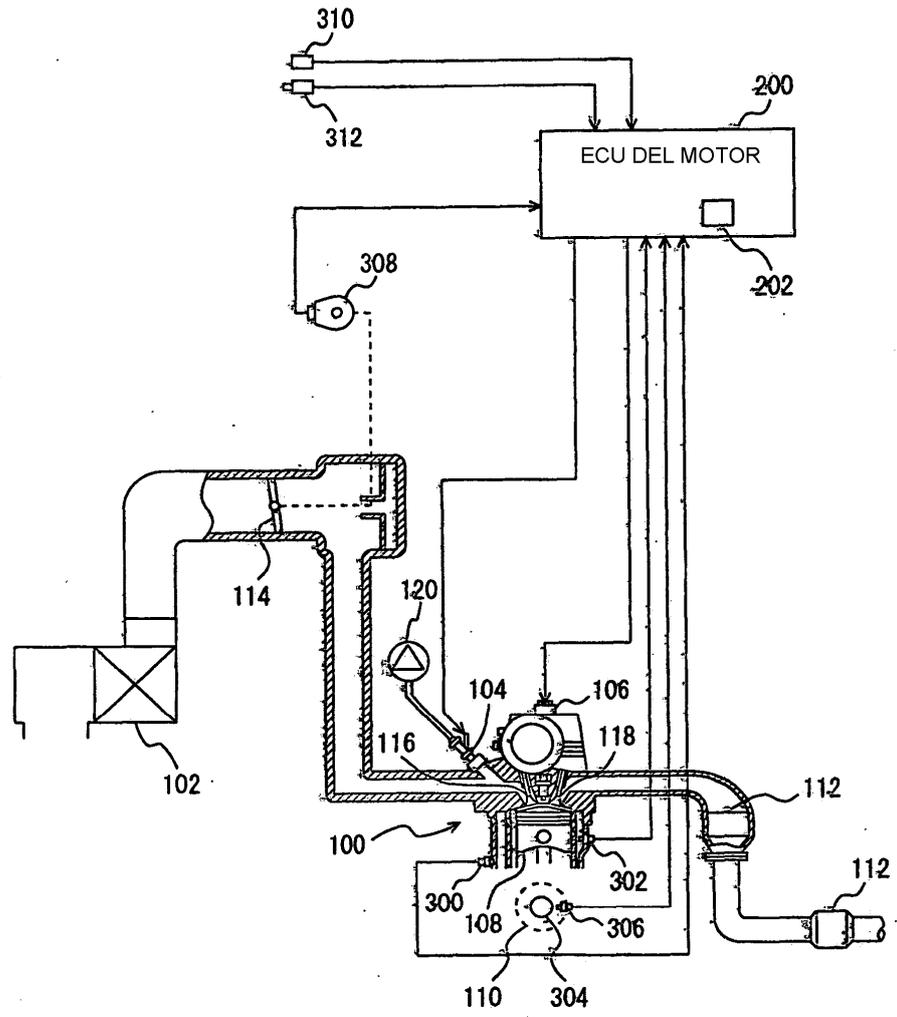


FIG. 2

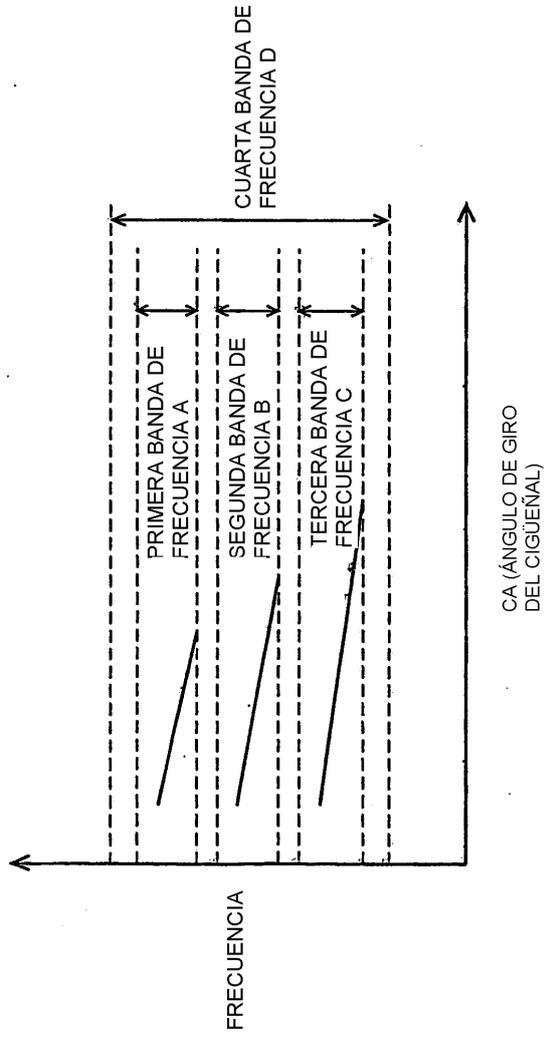
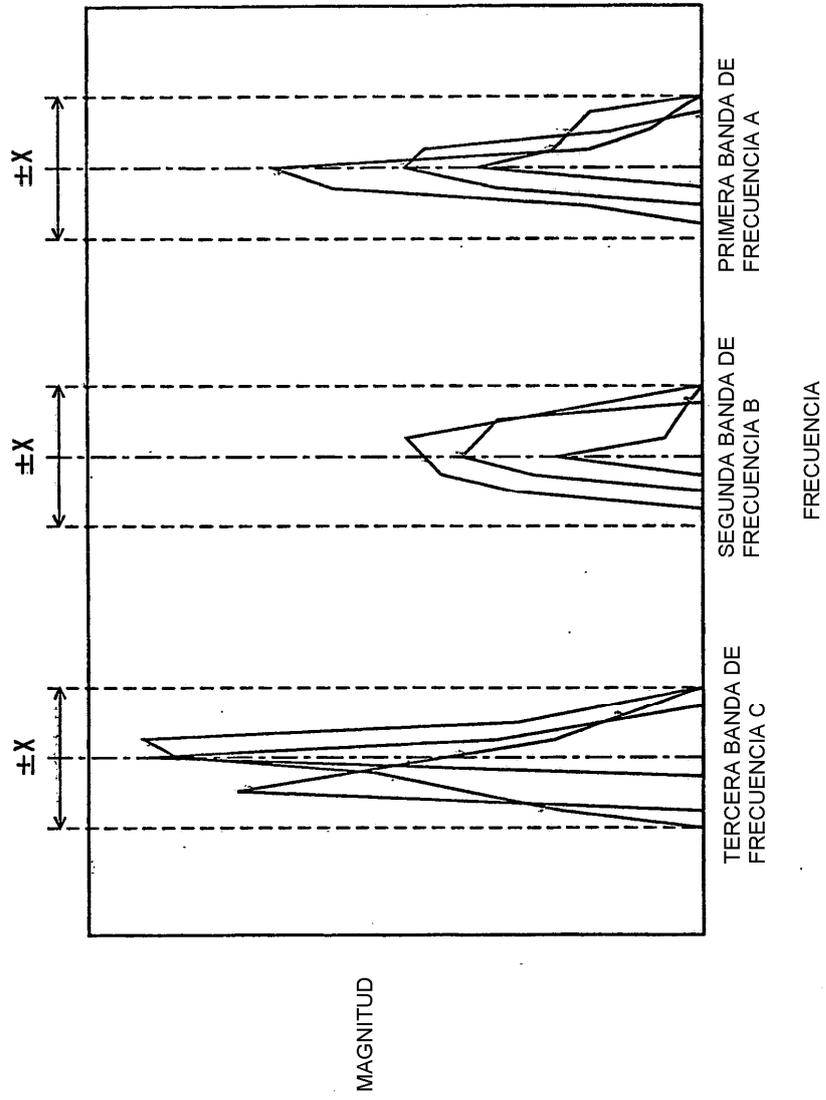


FIG. 3



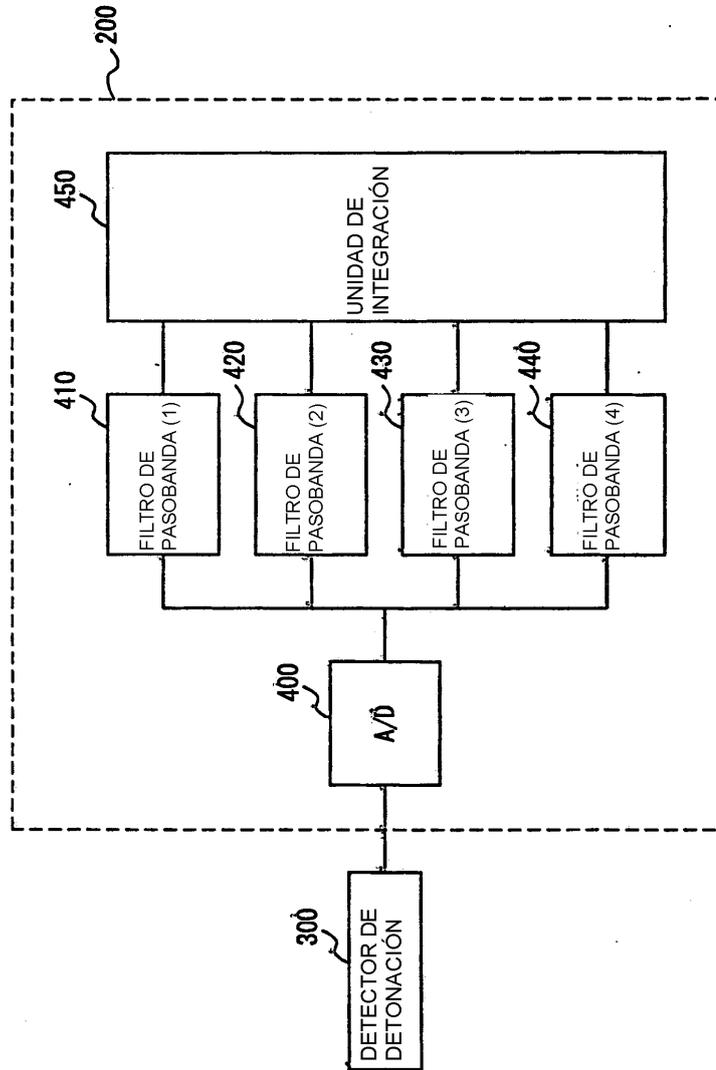


FIG. 4

FIG. 5

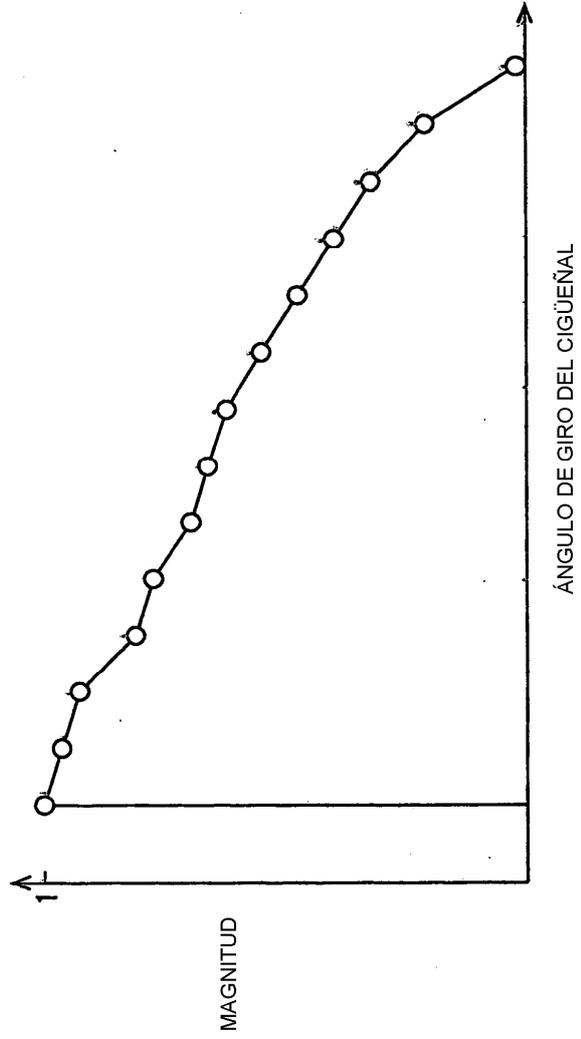


FIG. 6

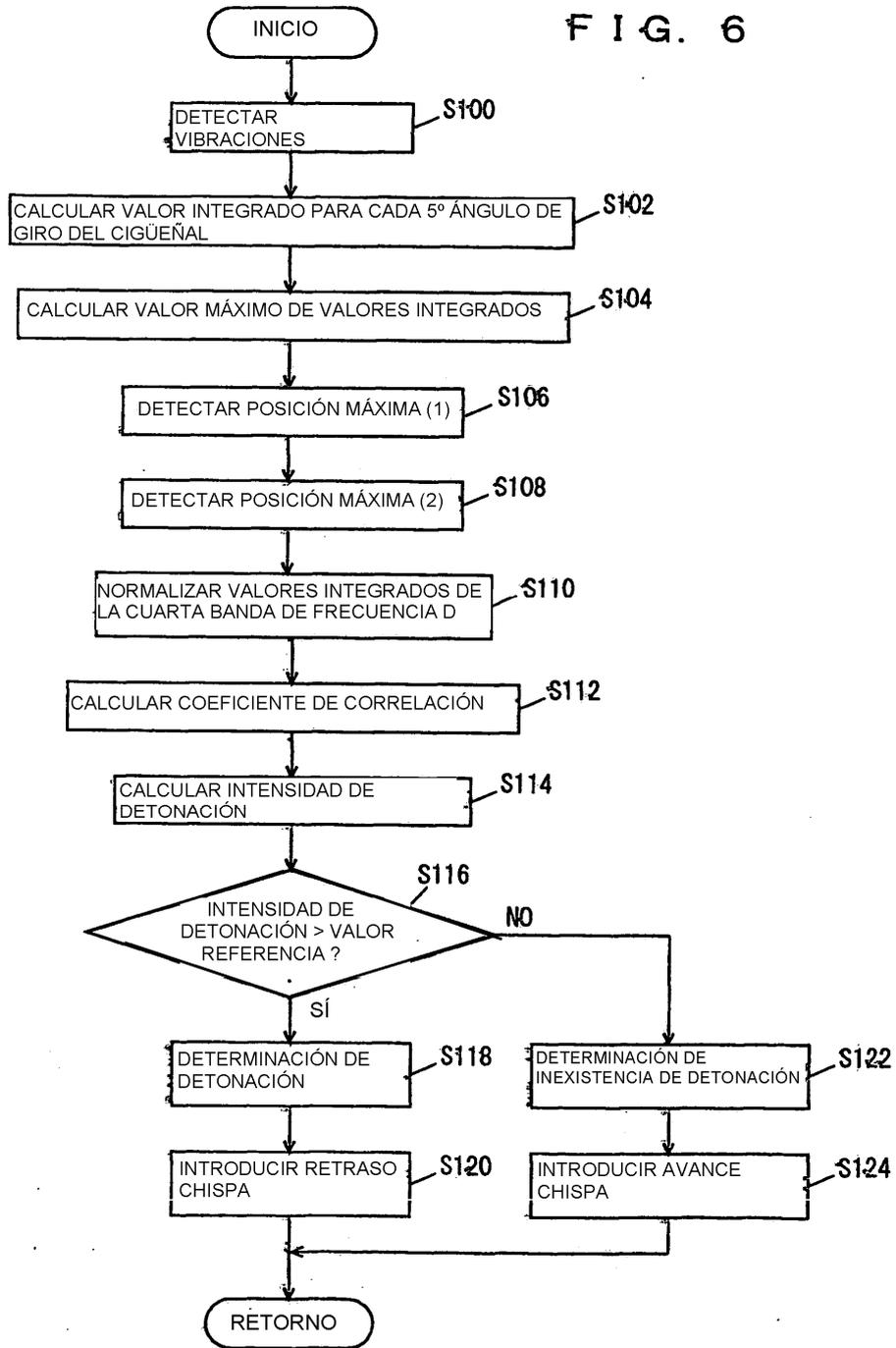


FIG. 7

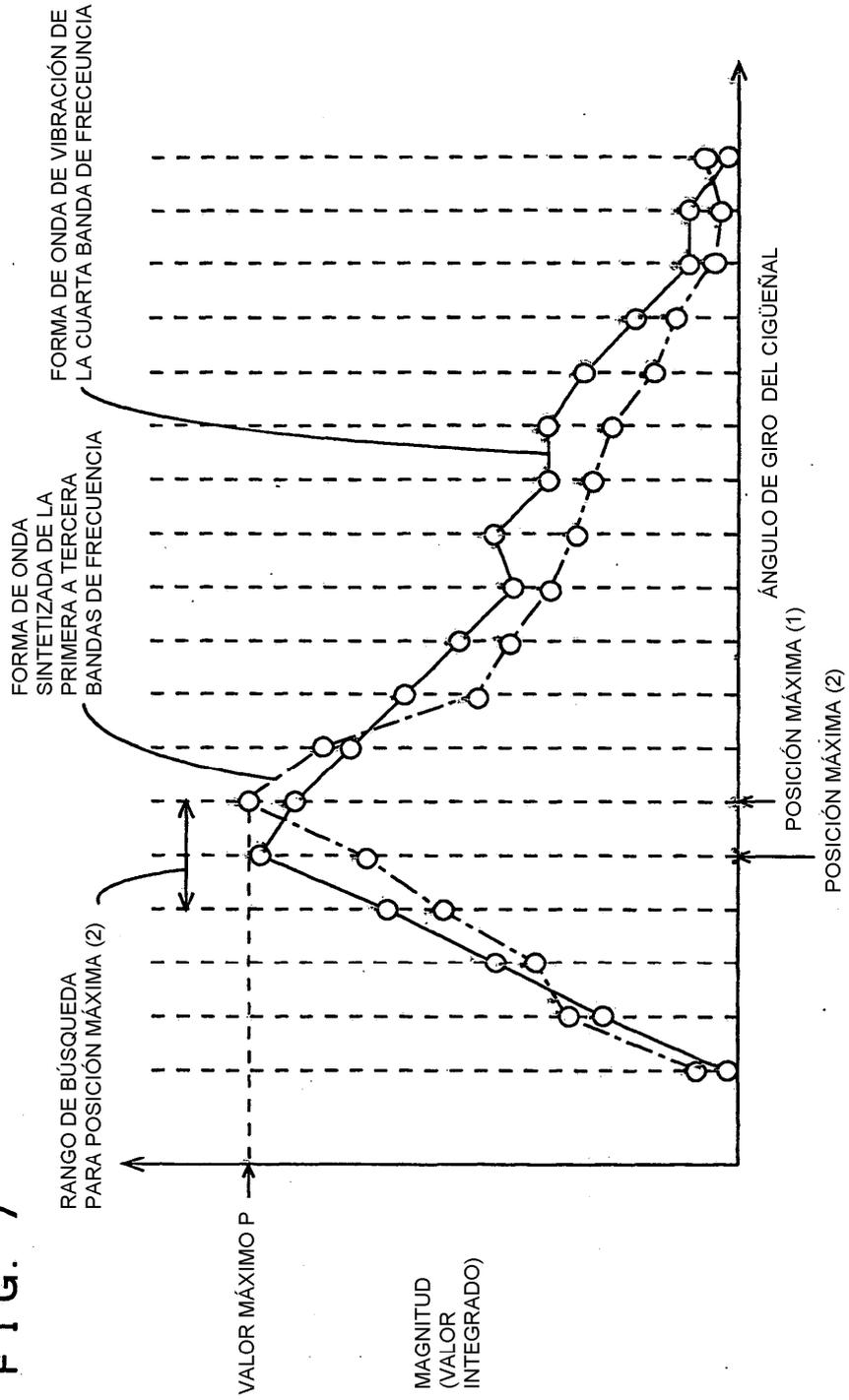


FIG. 8

