(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 012 155 A1** 2005.10.06

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 012 155.1**
(22) Anmeldetag: **16.03.2005**
(43) Offenlegungstag: **06.10.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G01C 19/56**

(30) Unionspriorität:
2004-81322 **19.03.2004** **JP**
2004-90459 **25.03.2004** **JP**

(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

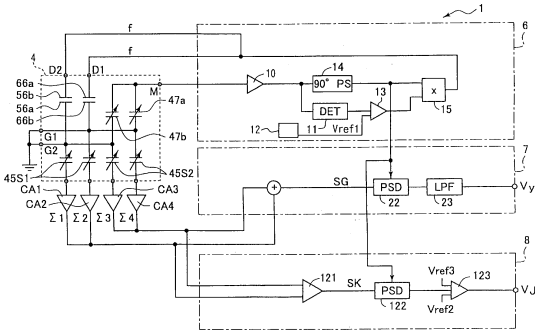
(74) Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS, KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

(72) Erfinder:
Mase, Shunji, Kariya, Aichi, JP; Hirano, Kenji, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps weist auf: erste und zweite Winkelgeschwindigkeitssensoren (100, 200) und eine Anomalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (7, 8, 16, 21, 121), die einen entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (6, 7, 16, 21, 121) aufweist. Die ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (100, 200) weisen auf: einen Vibrator (41a, 41b); eine Vibrationstreibereinheit (6) und eine Erkennungswellenformerzeugungseinheit (CA1-CA4, CA1A-CA4A, CA1B-CA4B, 20a, 20b, 45a1, 45a2, 45b1, 45b2, 45S1, 45S2, 45S1A, 45S1B, 45S2A, 45S2B, 75, 76). Der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (6, 7, 16, 21, 121) synthetisiert die ersten und die zweiten Erkennungswellenformen mit entgegengesetzter Phase. Die Anomalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (7, 8, 16, 21, 121) erzeugt ein Anomalitätsüberwachungssignal auf der Grundlage einer synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform, die aus den ersten und den zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde und gibt dieses Signal aus.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor.

Stand der Technik

[0002] Abhängig von dem Arbeitsverfahren gibt es verschiedene Arten von Winkelgeschwindigkeitssensoren (Gyrosensoren). Bekannte Typen von Winkelgeschwindigkeitssensoren umfassen mechanische Typen, welche die Präzession eines sich drehenden Körpers verwenden; den mechanischen Typ, der Änderungen von Lichtempfangszeiten aufgrund der Drehung von Laserlicht verwendet, welches in einem Behälter gedreht wird; und den Fluidtyp, bei dem ein Gasstrom zur Sensierung auf einen Wärmestrahl gerichtet wird und Änderungen in der Strahlmenge aufgrund der Drehung eines Behälters werden durch die Wärmestrahltemperatur erkannt. In letzter Zeit ist die Nachfrage nach Winkelgeschwindigkeitssensoren für eine Fahrzeugrichtungserkennung in Fahrzeugnavigationssystemen oder dergleichen erheblich angestiegen. Im Ergebnis werden Winkelgeschwindigkeitssensoren des Vibrationstyps, welche im Vergleich zu den oben erwähnten Typen preiswert und von geringem Gewicht sind, immer vorherrschender. Ein Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor ist so aufgebaut, dass folgendes stattfindet: wenn eine Winkelgeschwindigkeit auf Vibratoren wirkt, welche in einer bestimmten Referenzrichtung vibrieren, wird eine neue Vibrationskomponente erkannt. Diese neue Vibrationskomponente (nach-folgend als "Winkelgeschwindigkeitsvibrationskomponente" bezeichnet) basiert auf einer Corioliskraft in einer Erkennungsrichtung senkrecht zur Referenzrichtung. Basierend auf der Vibrationskomponente wird eine Information über die Winkelgeschwindigkeit ausgegeben.

[0003] Allgemein bekannt sind die folgenden Systeme, bei denen eine Fahrzeugsteuerung unter Verwendung eines Winkelgeschwindigkeitssensors durchgeführt wird: ein Fahrzeugstabilitätssteuersystem, bei dem ein Rutsch eines Fahrzeugs erkannt wird und eine Abbremsung oder ein Drehmoment an jedem Rad optimal eingestellt wird, um das Fahrzeug in einem Normalzustand zu halten; ein Vierrad-Lenkwinkelsteuersystem, bei dem der Lenkwinkel der Vorderräder oder Hinterräder eines Fahrzeugs gesteuert wird; etc. Diese Systemarten verwenden einen Winkelgeschwindgkeitssensor, um anormale Zustände von Fahrzeugen zu erkennen, beispielsweise ein Rutschen. Somit wird gefordert, dass die Zuverlässigkeit eines Winkelgeschwindigkeitssignals verbessert wird.

[0004] Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensoren werden wie folgt gekennzeichnet: wenn eine translatorische Beschleunigung auf ein Fahrzeug während der Winkelgeschwindigkeitserkennung angelegt wird, wird sie als ein Rauschen der auf der Coriolis-kraft basierenden Winkelgeschwindigkeits-Erkennungswellenform überlagert. Die in der japanischen ungeprüften Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2003-21517 beschriebene Technik wendet das folgende Verfahren an: zwei Sätze von Vibrationssensoreinheiten werden in entgegengesetzten Phasen betrieben und miteinander kombiniert und die Ausgänge der Sensoreinheiten, die in entgegengesetzten Phasen erzeugt werden, werden differenzverstärkt; die Beschleunigungskomponente wird hierdurch aufgehoben. Die ungeprüfte japanische Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2003-21517 beschreibt das folgende Vorgehen als übliche Maßnahme zur Verwendung bei einer Fahrzeugsteuerung: das Ausgangssystem eines Winkelgeschwindigkeitssensors wird in einen Hauptausgang und einen Unterausgang unterteilt; der Unterausgang wird als backup für den Hauptausgang verwendet. wenn irgendwelche Störungen in einem der Ausgangssysteme auftreten, können diese durch Vergleich des Ausgangs des Unterausgangssystems mit demjenigen des Hauptausgangssystems erkannt werden.

[0005] Die in der ungeprüften japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2003-21517 beschriebene Technologie verwendet das folgende Verfahren zur Aufhebung der Beschleunigung: die Ausgängen der beiden Sensoreinheiten werden vorab synthetisiert und der synthetisierte Ausgang wird in einen Unterausgang und einen Hauptausgang unterteilt. Dieses Verfahren hat jedoch ein Problem: die ersten und zweiten Sensoreinheiten bilden des Basis des Sensorausgangs. Wenn irgendwelche Störungen in einer Komponente (z.B. einem Vibrator oder einer Elektrode für eine Vibrationserkennung) im Inneren der Sensoreinheiten auftreten, können sie nicht erkannt werden. Dies deshalb, als eine besondere Differenz zwischen dem Unterausgang und dem Hauptausgang nicht erzeugt wird, so lange nicht das Ausgangssystem fehlerhaft ist. Somit ist es bei einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor notwendig, Anormalitäten einfach und zuverlässig auch dann zu erkennen, wenn irgendwelche Störungen in einzelnen Sensoreinheiten auftreten.

[0006] Wenn weiterhin die Treiberamplitude eines Vibrators bei einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor aus einem bestimmten Vibrationsbereich herausgelangt, kann eine gewisse Anormalität im Nullpunkt der Empfindlichkeit des Winkelgeschwindigkeitssensor-Ausgangs auftreten. Daher ist es notwendig, die Treiberamplitude zu erkennen und bestimmen zu können, ob sie innerhalb des bestimmten Bereichs liegt oder nicht. Insbesondere wird bei der ungeprüften japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2000-88578 der folgende Vorgang angewendet: die Treiberamplitude von Vibratoren wird durch piezoelektrische Elemente erkannt und einer

Ladungs/Spannungs-Wandlung unterworfen. Weiterhin wird eine Gleichrichtung durchgeführt und das gleichgerichtete Signal wird als Amplitudenüberwachungssignal verwendet. Eine Anormalitätserkennung wird auf der Basis darauf durchgeführt, ob der Pegel dieses Amplitudenüberwachungssignals innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt oder nicht.

[0007] Wenn eine translatorische Beschleunigung auf ein Fahrzeug während der Winkelgeschwindigkeitserkennung aufgebracht wird, tritt das folgende in einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor auf: die translatorische Beschleunigung wird als Störrauschen einer Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform basierend auf der Corioliskraft überlagert. Die in der ungeprüften japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2000-88578 beschriebene Technologie wendet das folgende Verfahren an: zwei Sätze von Vibrationssensoreinheiten, welche in entgegengesetzten Phasen betrieben werden, werden kombiniert und die Ausgänge der Sensoreinheiten, welche in entgegengesetzten Phasen erzeugt werden, werden differenzverstärkt. Somit werden die Beschleunigungskomponenten aufgehoben. In diesem Fall müssen die Vibratoren der beiden Einheiten synchron betrieben werden. Bei der Amplitudensteuerung einer Vibrationstreibereinheit werden Amplitudenüberwachungssignale, welche einzeln aus den individuellen Einheiten herausgeführt werden, in Phase addiert und die Empfindlichkeit für das Amplitudenüberwachungssignal wird dadurch verbessert. Die Amplitudenüberwachungssignale, welche als Additionsergebnis erhalten werden, werden auch bei der Anormalitätserkennung verwendet.

[0008] Wenn in einer Sensoreinheit irgendeine Anormalität auftritt, findet das folgende bei dem Amplitudenüberwachungssignal statt, welches als Ergebnis der Addition erhalten wurde: anormale Amplitudenkomponenten werden einer im normalen Betrieb erwarteten Bezugsamplitude überlagert. Wenn zwei Sensoreinheiten kombiniert und verwendet werden, wie oben beschrieben, ergibt sich ein Problem: die folgende Maßnahme muß ergriffen werden, wenn das Amplitudenüberwachungssignal, welches als Additionsergebnis erhalten wird, für die Anormalitätserkennung verwendet wird, nämlich gemäß dem linken Teil der **Fig.** 12A bis 12H muß eine anormale Vibrationskomponente α erkannt und zusammen mit einer Bezugsamplitudenkomponente A mit dem gleichen Signalverstärkungsfaktor G zweimal verstärkt werden. Es ergibt sich jedoch eine Beschränkung am Signalverstärkungsfaktor G aufgrund der Betriebsspannung des Schaltkreises. Eine Einschränkung wird der erlaubbaren Grenze zur Überlagerung der anormalen Amplitudenkomponente α auf die Bezugsamplitude A auferlegt. Somit können Anormalitäten nicht mit Genauigkeit erkannt werden.

Aufgabenstellung

[0009] Angesichts des oben beschriebenen Problems ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor bereitzustellen, der in der Lage ist, Anormalitäten zu erkennen, welche in einer individuellen Sensoreinheit auftreten, wobei die Erkennung einfach und zuverlässig erfolgen soll und Anormalitäten in der Vibrationstreiberamplitude genau erkannt werden sollen. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor zu schaffen, der in der Lage ist, einfach und zuverlässig Anormalitäten erkennen zu können, die in einer individuellen Sensoreinheit aufgetreten sind. Weiterhin ist es eine darüber hinausgehende Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor zu schaffen, der in der Lage ist, Anormalitäten in der Vibrationstreiberamplitude genau erkennen zu können.

[0010] Ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps gemäß der vorliegenden Erfindung weist auf: einen ersten Winkelgeschwindigkeitssensor und einen zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor: und eine Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit mit einem entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt. Jeder der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren weist auf: einen Vibrator, der in einer bestimmten Referenzrichtung vibrationsbetrieben wird; eine Vibrationstreibereinheit zum Vibrieren lassen des Vibrators mit einer vorbestimmten konstanten Amplitude; und eine Erkennungswellenformerzeugungseinheit zur Erkennung einer Vibrationskomponente des Vibrators in einer Winkelgeschwindigkeitserkennungsrichtung senkrecht zu der Referenzrichtung abhängig von einer an den Vibrator angelegten Winkelgeschwindigkeit und zur Erzeugung einer ersten oder einer zweiten Erkennungswellenform basierend auf der Vibrationskomponente. Der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt synthetisiert die erste Erkennungswellenform, die vom ersten Winkelgeschwindigkeitssensor erhalten wurde und die zweite Erkennungswellenform, die vom zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor erhalten wurde, derart, dass eine Phase der ersten Erkennungswellenform entgegengesetzt zu derjenigen der zweiten Erkennungswellenform ist. Die erste Erkennungswellenform wird abhängig von einer Verschiebung des Vibrators im ersten Winkelgeschwindigkeitssensor erzeugt und die zweite Erkennungswellenform wird abhängig von einer Verschiebung des Vibrators in dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor erzeugt. Die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit erzeugt ein Anormalitätsüberwachungssignal und gibt es aus, um eine Anormalität eines Sensorausgangs auf der Grundlage einer synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform zu überwachen, welche aus

den ersten und zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde.

[0011] Der obige Sensor erkennt einfach und zuverlässig Anormalitäten, welche in einer individuellen Sensoreinheit aufgetreten sind und erkennt weiterhin mit Genauigkeit Anormalitäten in der Vibrationstreiberamplitude.

[0012] Bevorzugt weist der Sensor weiterhin eine Signalausgabeeinheit mit einem phasengleichen Wellenformsynthetisierungsabschnitt auf. Die Vibrationstreibereinheit läßt die Vibratoren der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren synchron vibrieren. Der phasengleiche Wellenformsynthetisierungsabschnitt synthetisiert die erste Erkennungswellenform und die zweite Erkennungswellenform derart, dass eine Phase der ersten Erkennungswellenform und eine Phase der zweiten Erkennungswellenform gleichphasig gemacht werden. Die Signalausgabeeinheit gibt eine synthetisierte gleichphasige Wellenform aus, die aus den ersten und zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde und das Winkelgeschwindigkeitssignal ist, wobei Beschleunigungswellenformkomponenten, welche den ersten und zweiten Erkennungswellenformen überlagert sind, aufgehoben sind. Der Sensor erkennt in der einzelnen Sensoreinheit aufgetreten Anormalitäten einfach und zuverlässig.

[0013] Bevorzugt weist der Sensor weiterhin auf: einen ersten Amplitudenüberwacher zur Erkennung einer Treiberamplitude des Vibrators im ersten Winkelgeschwindigkeitssensor in Referenzrichtung zur Ausgabe der ersten Erkennungswellenform; und einen zweiten Amplitudenüberwacher zur Erkennung einer Treiberamplitude des Vibrators im zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor in Referenzrichtung zur Ausgabe der zweiten Erkennungswellenform. Der Sensor erkennt Anormalitäten in der Vibrationstreiberamplitude mit Genauigkeit.

Ausführungsbeispiel

[0014] Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich besser aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0015] Es zeigt:

[0016] Fig. 1 ein Schaltkreisdiagramm eines Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0017] Fig. 2 eine Draufsicht auf die ersten und zweiten Sensoreinheiten in dem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor der ersten Ausführungsform;

[0018] Fig. 3 ein Schaltkreisdiagramm eines. Anormalitätsüberwachungssignal-Erzeugungsschaltkreises in dem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß der ersten Ausführungsform;

[0019] Fig. 4A bis Fig. 4F Darstellen von Wellenformen, mit welchen Effekt und Funktion des Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß der ersten Ausführungsform erläutert werden;

[0020] Fig. 5A und Fig. 5B Darstellungen von Wellenformen, mit welchen die Erzeugung eines Anormalitätsüberwachungs-Vorbereitungssignals gemäß der ersten Ausführungsform erläutert wird;

[0021] Fig. 6 ein Schaltkreisdiagramm eines Anormalitätsüberwachungssignal-Erzeugungsschaltkreises in einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß einer Abwandlung der ersten Ausführungsform;

[0022] Fig. 7 ein Schaltkreisdiagramm eines Anormalitätsüberwachungssignal-Erzeugungsschaltkreises in einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß einer weiteren Abwandlung der ersten Ausführungsform;

[0023] Fig. 8A und Fig. 8B Schaltkreisdiagramme eines Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] Fig. 9 eine Draufsicht auf die ersten und zweiten Sensoreinheiten in dem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß der zweiten Ausführungsform;

[0025] Fig. 10A und Fig. 10B Darstellungen von Wellenformen, mit denen die Addition von Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen von Elektroden im Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß der zweiten Ausführungsform erläutert werden;

[0026] Fig. 11 eine Draufsicht auf die ersten und zweiten Sensoreinheiten in einem Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensor gemäß einer Abwandlung der zweiten Ausführungsform; und

[0027] Fig. 12A bis Fig. 12H Darstellungen von Wellenformen, mit denen Effekt und Funktion des Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensors gemäß der zweiten Ausführungsform erläutert werden.

(Erste Ausführungsform)

[0028] Fig. 1 ist ein Schaltkreisdiagramm eines Vibrations-Winkelgeschwindigkeitssensors **1** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Schaltkreis weist eine Vibrationseinheit **4**,

einen Vibrationstreiberschaltkreis **6** und eine Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7** auf. Wie in Fig. 2 dargestellt weist die Vibrationseinheit **4** eine erste Sensoreinheit **100** und eine zweite Sensoreinheit **200** auf. Die Sensoreinheiten **100** und **200** haben Vibratoren **41a** und **41b**, die in einer vorbestimmten X-Richtung (Referenzrichtung) vibrieren. Wenn an die Vibratoren **41a** und **41b** eine Winkelgeschwindigkeit angelegt wird, wird eine zu erkennende Vibrationskomponente in Y-Richtung (Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung), die als senkrecht zur X-Richtung vorbestimmt ist, erkannt. Die Erkennungswellenformerkennungsabschnitte in Fig. 1 erkennen die Wellenform der zu erkennenden Vibrationskomponente. Die Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte sind Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung, bei denen sich die Abstände zwischen Elektroden abhängig von der zu erkennenden Wellenformvibration ändern. Die Ladungsänderungsausgängen von Kondensatoren **47a** und **47b** zur Vibrationserkennung werden über Ladungs/Spannungswandlereinheiten CA1 bis CA4 in eine Spannungswellenform umgewandelt. (Die Ladungs/Spannungswandlereinheiten können aus allgemein bekannten Ladungsverstärkern etc. aufgebaut sein.) Eine Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform wird hierdurch erzeugt. Wenn eine Translationsbeschleunigung angelegt wird, wird eine Beschleunigungswellenformkomponente der zu erkennenden Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente der Vibrationswellenform überlagert. Was die erste Sensoreinheit **100** und die zweite Sensoreinheit **200** betrifft, so ist die oben erwähnte Referenzrichtung und die Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung vorbestimmt, so dass das folgende eintritt: aufgrund eines Vibrationsbetriebs der Vibratoren **41a** und **41b** mit entgegengesetzter Phase sind ihre zu erkennenden Vibrationswellenform in entweder der Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente oder der hier überlagerten Beschleunigungswellenformkomponente gleichphasig oder sie sind in entgegengesetzten Phasen. (D.h., die Richtungen sind vorbestimmt, so dass entweder die Beschleunigungswellenformkomponente oder die Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente durch Addition oder Differenz aufgehoben werden kann.) In dieser Ausführungsform sind die erste Sensoreinheit **100** und die zweite Sensoreinheit **200** in X-Richtung einander benachbart angeordnet. Die Vibratoren **41a** und **41b** sind in einer spiegelsymmetrischen Beziehung in X-Richtung vibrationsbetrieben. Die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Aufbau beschränkt.

[0029] Die Vibrationseinheit **4** wird unter Verwendung einer Halbleiter-Mikrobearbeitungstechnologie für Silizium oder dergleichen gebildet. Bei dem in Fig. 2 als Beispiel dargestellten Aufbau ist der Vibrator **41a** der ersten Sensoreinheit **100** mittels Auslegern **42a** an einem Rahmen **40** angebracht. Der Vibrator **41b** der zweiten Sensoreinheit **200** ist an einem weiteren Rahmen **40**, der einstückig mit dem obigen Rahmen ist, über Ausleger **42b** angebracht. Die Vibratoren **41a** und **42a** sind an den Rahmen **40** so angebracht, dass sie unabhängig in X-Richtung und einer senkrecht hierzu liegenden Y-Richtung vibrieren.

[0030] Kammförmige antriebsseitige feste Elektroden **56a** und **56b** sind an den inneren Oberflächen der Enden der Rahmen **40** der Sensoreinheiten **100** und **200** in X-Richtung angebracht (d.h. in Richtung des vibrationsartigen Antriebs). Die festen Elektroden **56a** und **56b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und sind in Y-Richtung in gleichen Abständen angeordnet. Kammartige antriebsseitige bewegliche Elektroden **66a** und **66b** sind an den Endflächen der Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung angebracht. Die beweglichen Elektroden **66a** und **66b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und Y-Richtung in gleichen Abständen angeordnet, wobei ein Spalt zwischen ihnen und den antriebsseitigen festen Elektroden **56a** und **56b** vorliegt. Die festen Elektroden **56a** und **56b** und die beweglichen Elektroden **66a** und **66b** sind in ineinandergestufter Weise angeordnet.

[0031] Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung sind an den Enden der Sensoreinheiten **100** und **200** in Y-Richtung angeordnet (d.h., in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung). Genauer gesagt, kammartige erkennungsseitige feste Elektroden **55a** und **55b** sind an den Innenoberflächen der Enden der Rahmen **40** in Y-Richtung ausgebildet. Die festen Elektroden **55a** und **55b** sind Einzelelektroden für die Y-Richtung und in X-Richtung in gleichen Abständen angeordnet. Kammartige erkennungsseitige bewegliche Elektroden **65a** und **65b** sind an den entsprechenden Endflächen der Vibratoren **41a** und **41b** in Y-Richtung angeordnet. Die beweglichen Elektroden **65a** und **65b** sind Einzelelektroden für die Y-Richtung und sind in gleichen Abständen in X-Richtung mit einem Spalt zwischen ihnen und den erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** angeordnet. Die festen Elektroden **55a** und **55b** und die beweglichen Elektroden **65a** und **65b** sind in einer ineinandergeschachtelten Weise angeordnet. Diese erkennungsseitigen beweglichen Elektroden **65a** und **65b** und erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** bilden die oben erwähnten Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung.

[0032] Kondensatoren **47a** und **47b** für eine Amplitudenüberwachung sind an den Enden der Sensoreinheiten **100** und **200** am nächsten zueinander in X-Richtung für eine Rückkopplungssteuerung der Vibration angeordnet. Genauer gesagt, kammartige überwachungsseitige feste Elektroden **57a** und **57b** sind an den entsprechenden Innenoberflächen der Rahmen **40** angeordnet. (Der Bereich zwischen den

inneren Oberflächen bildet einen Trennwandabschnitt, der die Sensoreinheiten **100** und **200** voneinander trennt.) Die festen Elektroden **57a** und **57b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und den gleichen Abständen in Y-Richtung angeordnet. Kammartige überwachungsseitige bewegliche Elektroden **67a** und **67b** sind an den entsprechenden Endflächen der Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung eingebaut. Die beweglichen Elektroden **67a** und **67b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und sind in gleichen Abständen in Y-Richtung mit einem Spalt zwischen sich und den überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** angeordnet. Die festen Elektroden **57a** und **57b** und die beweglichen Elektroden **67a** und **67b** sind in einer ineinandergeschachtelten Weise angeordnet. Diese überwachungsseitige beweglichen Elektroden **67a** und **67b** und überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** bilden die oben erwähnten Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung.

[0033] Was die erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** und die zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **200** in Fig. 2 betrifft, so wird der folgende Betrieb durchgeführt: die jeweiligen Vibratoren **41a** und **41b** werden synchron in entgegengesetzten Phasen mit einer konstanten Amplitude in X-Richtung in Vibration versetzt. Wenn in diesem Zustand eine Winkelgeschwindigkeit um die Z-Richtung senkrecht sowohl zur X-Richtung als auch zur Y-Richtung eingegeben wird, tritt das folgende auf (im Fall der Anordnung in einem Kraftfahrzeug ist die Z-Richtung die Richtung senkrecht zur Fahrbahnoberfläche): in den Vibratoren **41a** und **41b** werden Winkelgeschwindigkeitsvibrationskomponenten in entgegengesetzten Phasen mit einer Amplitude entsprechend der Größe der Winkelgeschwindigkeit durch die Corioliskraft erzeugt. Diese Winkelgeschwindigkeitsvibrationskomponenten werden in Y-Richtung (in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung) erzeugt. Diese Vibration wird als eine Kapazitätsänderung der Kondensatoren **45S1** und **45S2** zur Vibrationserkennung erfaßt und über die Anschlüsse S1 bis S8 ausgegeben. Danach erfolgt eine Umwandlung in eine Spannung durch einen Ladungs/Spannungswandler und die Ausgabe als Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform.

[0034] Eine Corioliskraft wirkt auf die Vibratoren **41a** und **41b** in entgegengesetzte Richtungen. Aus diesem Grund tritt in den ersten Kondensatoren **45S1** zur Vibrationserkennung auf seiten der ersten Sensoreinheit **100** und der zweiten Kondensatoren **45S1** zur Vibrationserkennung auf seiten der zweiten Sensoreinheit **200** das folgende auf: die auf der Seite in Y-Richtung entgegengesetzt zueinander angeordneten Elemente erzeugen gleichphasige Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen.
(Die auf den einander entgegengesetzten Seiten angeordneten Elemente sind die Anschlüsse S1 und S4 und die Anschlüsse S5 und S8 bzw. die Anschlüsse S2 und S3 und die Anschlüsse S6 und S7.) Was diese Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform betrifft, wie in Fig. 1 gezeigt, so werden diejenigen in entgegengesetzten Phasen in der gleichen Einheit gepaart. Die Wellenformen werden an Ladungs/Spannungswandlereinheiten C1, CA4 synthetisiert, welche eine Differenzverstärkungsfunktion haben und als vier synthetisierte Wellenformen Σ1 bis Σ4 jeweils in Phase zusammengefaßt. Danach werden alle synthetisierte Wellenformen in der Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7** addiert und in ein Winkelgeschwindigkeitssignal SG gewandelt.

[0035] In den Einheiten **100** und **200** von Fig. 2, welche in entgegengesetzten Phasen in Vibration versetzt werden, werden Corioliskräfte, die in Y-Richtung erzeugt werden, wenn eine Winkelgeschwindigkeit um die Z-Richtung herum angelegt wird, in einander entgegengesetzten Richtungen erkannt. Weiterhin wird eine translatorische Beschleunigung in Y-Richtung aufgrund einer Rotations- bzw. Zentrifugalkraft oder einer zufälligen Vibration in der gleichen Richtung erkannt. Dies wird eine Art von Rauschkomponente vom Gesichtspunkt der Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente her. Wellenformen, deren überlagerte Beschleunigungswellenformkomponente gleichphasig sind und deren Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten in entgegengesetzten Phasen zwischen den Einheiten **100** und **200** sind, werden einer Differenzberechnung unterworfen. (Oder Wellenformen, deren überlagerte Beschleunigungswellenformkomponenten in entgegengesetzten Phasen sind und deren Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten gleichphasig sind, werden einer Addierungsberechnung unterworfen.) Somit werden die Beschleunigungskomponenten gegenseitig aufgehoben und nur die Winkelgeschwindigkeitswellenform kann herausgeführt werden.

[0036] Die Vibrationstreibereinheit **6** weist auf: einen Ladungs/Spannungswandler **10**, der elektrische Ladungen, die in den Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung gespeichert sind, in Spannungen wandelt; einen AC/DC-Wandler (Gleichrichtereinheit) **11**, der die ausgegebene Wechselstromspannung in einen Gleichstrom wandelt; eine Referenzspannungserzeugungseinheit **12**, welche die Ausgangsspannung des AC/DC-Wandlers **11** als Amplitudenüberwachungswert nimmt und die Referenzspannung Vref liefert; einen Differenzverstärker **13**, der die Differenz zwischen dem Amplitudenüberwachungswert und der Referenzspannung Vref **1** verstärkt; einen Phasenschieber **14**, der die Phase des Vibrationstypspannungsausgangs von dem Ladungs/Spannungswandler **10** um 90 Grad verschiebt; und einen Multiplizierer **15**, der den Ausgang des Differenzverstärkers **13** und den Ausgang des Phasenschiebers **14** multipliziert. Der Ausgang

des Multiplizierers **15** wird als Vibrationstyptreiberspannungswellenform den jeweiligen Treiberanschlüssen D1 und D2 der ersten Sensoreinheit **100** und der zweiten Sensoreinheit **200** eingegeben.

[0037] In der Vibrationstreibereinheit **6** wird die Vibration der Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung als Vibrationsüberwachungssignal aus dem Überwachungsanschluß M über die Änderung der Kapazitäten der Kondensatoren **47a** und **47b** für die Amplitudenüberwachung herausgegriffen. In den Sensoreinheiten **100** und **200** von Fig. 2 sind die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** der Kondensatoren **47a** und **47b** für die Amplitudenüberwachung wie folgt angeordnet: die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** liegen auf der gleichen Seite (linke Seite in Fig. 2) in Richtung der Vibration (d.h. in X-Richtung) relativ zu den Elektroden **57a** und **57b** auf der festen Seite. Wenn daher die Vibratoren **41a** und **41b** synchron in X-Richtung in entgegengesetzten Phasen in Vibration versetzt werden, sind die Vibrationsüberwachungswellenformen von den Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung ebenfalls in entgegengesetzten Phasen. Die Vibrationsüberwachungssignalwellenform wird in dem Ladungs/Spannungswandler **10** in ein Spannungssignal umgewandelt. Das Signal wird durch den Phasenschieber **14** und den Multiplizierer **15** auf die Treiberanschlüsse D1 und D2 rückgekoppelt. Somit wird ein sich selbst erregender vibrationsbetriebener Mechanismus gebildet.

[0038] Der Phasenschieber **14** dient auch zum Ausklingen lassen einer mechanischen Vibration im Nahbereich des Resonanzpunkts der Vibratoren **41a** und **41b** über Ausleger **60**. Das synthetisierte Vibrationsüberwachungssignal vom Differenzverstärker **10** als Ladungs/Spannungswandler wird separat in dem AC/DC-Wandler **11** geglättet und in ein Amplitudenpegelsignal umgewandelt. Die Differenz zwischen dem Amplitudenpegelsignal und dem Referenzspannungssignal von der Referenzspannungserzeugungseinheit **12** entsprechend dem Steueramplitudenpegel wird am Differenzverstärker **13** berechnet. Der Ausgang vom Differenzverstärker **13** wird als Amplitudenkorrektursignal verwendet und am Multiplizierer **15** mit dem Vibrationsüberwachungssignal multipliziert. Somit wird die Treiberamplitude auf einen konstanten Wert gesteuert. Die Treiberanschlüsse D1 und D2 der ersten Sensoreinheit **100** und der zweiten Sensoreinheit **200** sind an einander nicht entsprechenden Enden der Rahmen **40** in X-Richtung ausgebildet. Die Treiberausgänge von dem Multiplizierer **15** werden in Phase eingegeben. Somit werden die Vibratoren **41a** und **41b** der beiden Einheiten **100** und **200** in entgegengesetzten Phasen mit der Resonanzfrequenz in X-Richtung in Vibration versetzt.

[0039] Was das oben erwähnte Winkelgeschwindigkeitssignal SG betrifft, so findet der folgende Ablauf in der Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7** statt: die amplitudenmodulierte Winkelgeschwindigkeitswellenform wird in einem Synchronerkennungsabschnitt **22** demoduliert und dann werden über einen Tiefpaßfilter **23** Signalrauhigkeiten entfernt. Dann wird das Signal als Gleichstrombeschleunigungssignal Vy proportional zu der eingegebenen Winkelgeschwindigkeit ausgegeben. In dieser Ausführungsform wird das Vibrationsüberwachungssignal vom Phasenschieber **14** für das Referenzfrequenzsignal für den Synchronerkennungsabschnitt **22** verwendet. Proportional zu dem Vektorprodukt der Geschwindigkeit eines Vibrators und der angelegten Winkelgeschwindigkeit wird eine Corioliskraft erzeugt. Daher wird die erkannte Wellenform der Corioliskraft fehlerfrei als um 90 Grad gegenüber der Treibervibrationswellenform vorlaufend erkannt. Infolgedessen ist die Treibervibrationswellenform, welche um 90 Grad vorläuft, am Phasenschieber **14** identisch in Phase mit der Erkennungswellenform der Corioliskraft (d.h. der Winkelgeschwindigkeitswellenform). Somit kann sie optimal als Referenzfrequenzsignal für die Synchronerkennung verwendet werden.

[0040] In Fig. 1 werden die ersten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ1 und Σ2 von der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** und die zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen T3 und T4 von der zweiten Winkelgeschwindigkeitseinheit **200** der Anormalitätsüberwachungssignal-Erzeugungs- und -ausgabeeinheit **8** eingegeben. Die ersten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ1 und Σ2 und die zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ3 und Σ4 wurden bereits synthetisiert, so dass sie alle gleichphasig sind. Diese Wellenformen werden in einer derartigen Phasenrelation synthetisiert, dass sie in entgegengesetzten Phasen sind. Zu diesem Zweck werden sie einem Differenzverstärker **121** eingegeben, der einen Synthetisierungsabschnitt für eine entgegengesetzte Phasenwellenform bildet. Die sich ergebenden in entgegengesetzten Phasen synthetisierten Wellenformsignale SK laufen durch einen Synchronerkennungsabschnitt **122** und einen Komparator **123**, der einen Spannungserkennungsabschnitt bildet und es erfolgt ein Ausgang als Anormalitätsüberwachungssignal VJ.

[0041] Die beiden Sensoreinheiten **100** und **200** in Fig. 2 sind hinsichtlich ihrer Hardware äquivalent aufgebaut. Wenn daher die gleiche Winkelgeschwindigkeit angelegt wird, geben sie theoretisch Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen aus, welche im wesentlichen die gleiche Amplitude haben (Fig. 1: Σ1 + Σ2, Σ3 + Σ4). Wenn daher diese Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen (Σ1 + Σ2, Σ3 + Σ4) in entgegengesetzten Phasen am

Differenzverstärker **121** synthetisiert werden, wie in Fig. 4A bis Fig. 4F gezeigt, tritt das folgende ein: wenn es keine Anormalität in den beiden Sensoreinheiten **100** und **200** gibt, heben die Wellenformen einander auf und der Ausgang SK des Differenzverstärkers **121** nimmt eine flache Wellenform in einer Position nahe des Neutralpunkts ein, wie in den Fig. 4A bis Fig. 4C gezeigt. Wenn eine Anormalität in der Treiberamplitude einer der Sensoreinheiten **100** oder **200** auftritt, tritt das folgende ein: eine Differenz α aufgrund des Beitragsfaktors der Anormalität wird in den Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ1 + Σ2, Σ3 + Σ4 erzeugt und dies bringt die Aufhebung außer Balance, wie in den Fig. 4B bis Fig. 4F gezeigt. Im Ergebnis wird der Amplitudenwert des Ausgangs SK vom Differenzverstärker **121** aus dem Neutralpunkt verschoben. wenn daher der Signalausgang SK, der als das Ergebnis der Synchronerkennung erhalten wird, dem Komparator **123** mit den Referenzspannungsbereichen "Vref2 und Vref3" einschließlich des oben erwähnten Neutralpunktes eingegeben wird, kann das folgende umgesetzt werden: ein Signal, das angibt, ob der Signalausgang SK innerhalb der bestimmten Bereiche ist oder nicht, d.h., ob der Signalausgang SK anormal ist oder nicht kann als Anormalitätsüberwachungssignal VJ vom Komparator **123** ausgegeben werden.

[0042] In dieser Ausführungsform sind gemäß Fig. 2 die Elektroden, die an der Signalausgangsseite der Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung liegen, d.h., die erkennungsseitigen festen Elektroden in eine Mehrzahl von Teilelektroden unterteilt. Eine genauere Beschreibung hiervon erfolgt nun. Auf Seiten der ersten Sensoreinheit **100** sind die erkennungsseitigen festen Elektroden in einen Teilelektrode **55S1** und eine Teilelektrode **55S4**, sowie eine Teilelektrode **55S2** und eine Teilelektrode **55S3** unterteilt; auf Seiten der zweiten Sensoreinheit **200** sind die erkennungsseitigen festen Elektroden in eine Teilelektrode **55S6** und eine Teilelektrode **55S7**, sowie eine Teilelektrode **55S5** und eine Teilelektrode **55S8** unterteilt. Die Ladungsänderungsausgänge der Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung werden von den Teilelektroden **55S1** bis **55S18** in Form von unterteilten Ausgängen (Anschlüsse S1 bis S8) abgegriffen. Die Elektroden der festen Seite der Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung sind in Teilelektroden unterteilt und ihre Ladungsänderungen werden einzeln von den einzelnen Teilelektroden in Form von unterteilten Ausgängen herausgeführt. Selbst wenn irgendeine Anormalität, beispielsweise ein Verziehen oder Verwerfen einer Einzelelektrode, welche die kammartigen Elektroden bildet, auftritt, wobei sie so gering ist, dass sie in den einzelnen Teilelektroden verbleibt, ergibt sich der folgende Vorteil: der Einfluß der Anormalität zeigt sich am größten in den unterteilten Ausgängen der Teilelektroden selbst und somit kann die Anormalität mit höherer Genauigkeit erkannt werden.

[0043] In diese Ausführungsform haben die Kondensatoren **45S1** und **45S2** für die Vibrationserkennung erste Kondensatoren **45S1A** und **45S2A** für die Vibrationserkennung und zweiten Kondensatoren **45S1B** und **45S2B** für die Vibrationserkennung. Die ersten Kondensatoren **45S1A** und **45S2A** zur Vibrationserkennung sind an ersten Enden der Vibratoren **41a** und **41b** in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung angeordnet. Die zweiten Kondensatoren **45S1B** und **45S2B** für die Vibrationserkennung sind an zweiten Enden der Vibratoren **41a** und **41b** in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung angeordnet. Diese ersten Kondensatoren **45S1A** und **45S2A** für die Vibrationserkennung und zweiten Kondensatoren **45S1B** und **45S2B** für die Vibrationserkennung erzeugen Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen mit entgegengesetzten Phasen. Die jeweiligen Elektroden, die an der Signalausgangsseite liegen, sind in erste Teilelektroden **55S1**, **55S2**, **55S6** und **55S5** und zweite Teilelektroden **55S4**, **55S3**, **55S7** und **55S8** unterteilt. Unter Verwendung der ersten Endseite und der zweiten Endseite der Vibratoren **41a** und **41b** kann die Anzahl der Kondensatoren für die Vibrationserkennung erhöht werden und der Ausgang der Winkelgeschwindigkeitssignale kann erhöht werden. Durch Unterteilen dieser Elektroden, die an der Signalausgangsseite liegen, in Teilelektroden, kann die Empfindlichkeit für eine Anormalitätserkennung verbessert werden. In den ersten Kondensatoren **45S1A** oder **45S2A** für die Vibrationserkennung und den zweiten Kondensatoren **45S1B** oder **45S2B** für die Vibrationserkennung in der gleichen Sensoreinheit gilt das folgende: sowohl die Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten als auch die Beschleunigungswellenformkomponenten zeigen sich in entgegengesetzten Phasen.

[0044] Die Vibratoren **41a** und **41b** werden zusammen mit den Elektroden **65a**, **66a**, **67a**, **65b**, **66b** und **67b**, welche auf ihren Oberflächen ausgebildet sind, über die Ausleger **42b** und die Rahmen **40** mit GND-Anschlüssen G1 und G2 verbunden und werden extern mit GND verbunden. Die Treiberanschlüsse D1 und D2, die Winkelgeschwindigkeitswellenformerkennungsanschlüsse S1 bis S8 und der Vibrationsüberwachungsanschluß M sind auf den Oberflächen der Rahmen **30** ausgebildet. Die Treiberanschlüsse D1 und D2 sind mit den treiberseitigen festen Elektroden **56a** und **56b** verbunden. Die Winkelgeschwindigkeitswellenformerkennungsanschlüsse S1 bis S8 sind mit den erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** (Teilelektroden **55S1** bis **55S8**) verbunden. Der Vibrationsüberwachungsanschluß M ist mit den überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** verbunden. Die Anschlüsse sind elektrisch voneinander durch Isolationsabschnitte **60** getrennt.

[0045] Wie in Fig. 3 gezeigt, werden in der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** die unterteilten Ausgänge (S1 und S2 sowie S3 und S4) von den ersten Teilelektroden der ersten Kondensatoren **45S1** für die Vibrationserkennung synthetisiert; in der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **200** werden die unterteilten Ausgänge (S5 und S6 sowie S7 und 58) von den zweiten Teilelektroden der zweiten Kondensatoren **45S2** für die Vibrationserkennung synthetisiert. Die unterteilten Ausgänge werden jeweils an Differenzberechnungsabschnitten CA1 bis CA4 synthetisiert. (In dieser Ausführungsform werden die Differenzberechnungsabschnitte CA1 bis CA4 auch als Ladungs/Spannungswandlerabschnitte verwendet.) Als Ergebnis der Synthesen werden erste Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale, d.h. die ersten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ1 und Σ2 und zweite Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale, d.h. die zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Σ3 und Σ4 in Phase erhalten. Wie in den Fig. 5A und Fig. 5B gezeigt, werden die so gebildeten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ1, Σ2, Σ3 und Σ4 amplitudenmäßig addiert. Diese Amplitudenaddition wird durch unterteilte Ausgänge in entgegengesetzten Phasen durchgeführt, welche differenziell verstärkt werden. Hierdurch ergibt sich der folgende Vorteil: wenn irgendeine Anormalität in jeder bestimmten Elektrode auftritt, zeigt sich der Einfluß der Teilelektrode, deren Ausgang die Anormalität hat, am stärksten in den Differenzberechnungsabschnitten CA1 bis CA4, die in den Kondensatoren für die Vibrationserkennung liegen. Was daher die Elektroden der Kondensatoren für die Vibrationserkennung betrifft, so kann die Anormalitätserkennung durch die Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ1, Σ2, Σ3 und Σ4 genau durchgeführt werden.

[0046] In dem in Fig. 3 dargestellten Schaltkreis ist der Differenzberechnungsabschnitt, d.h. der Differenzverstärker **121** vorgesehen. Die ersten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ1 und Σ2 und die zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ3 und Σ4 werden jeweils vorab in der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** bzw. der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **200** addiert. Der Differenzberechnungsabschnitt **121** führt die Differenzberechnung an den Signalen von den beiden Einheiten **100** und **200** durch, die als Ergebnis der Addierungsberechnung erhalten werden. Der Differenzberechnungsabschnitt **121** verwendet die als Ergebnis der Differenzberechnung erhaltenen Signale als Anormalitätsüberwachungssignale. Die ersten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ1 und Σ2 und die zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale Σ3 und Σ4 werden durch Kombinationen aus Addierungsberechnungen und Differenzberechnungen integriert. Dann werden sie als Anormalitätsüberwachungssignal eines Einzelsystems ausgegeben.

[0047] Somit kann der Aufbau der Hardware, der für die Erzeugung der Anormalitätsüberwachungssignale sorgt, vereinfacht werden.

[0048] Bei dem Aufbau gemäß Fig. 6 können Differenzberechnungsabschnitte **121A** und **121B** in der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **200** vorgesehen sein. Die Differenzberechnungsabschnitte **121A** und **121B** führen getrennt eine Differenzberechnung an den ersten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignalen und den zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignalen zwischen den Einheiten **100** und **200** durch. Was die Ausgangsspannungen ΔΣ1 und ΔΣ2 der Differenzberechnungsabschnitte **121A** und **121B** betrifft, wird eine Anormalitätsbestimmung individuell an den jeweiligen Einheiten **100** und **200** durchgeführt. Basierend auf diesen beiden Anormalitätsbestimmungssignalen wird die letztendliche Anormalitätsbestimmung durchgeführt. Bei diesem Aufbau wird das Anormalitätsbestimmungssignal in zwei Systemen erzeugt. Die Anzahl von Teilausgängen (Teilelektroden), welche in jedem System integriert werden, ist jedoch von acht in Fig. 3 auf vier reduziert. Im Ergebnis ergibt sich der folgende Vorteil, wenn irgendeine Anormalität oder Störung in einer der Teilelektroden auftritt: da die Anzahl von integrierten Teilausgängen verringert ist, erhöht sich eine relative Änderung im Ausgang beim Auftreten einer Anormalität entsprechend gegenüber den einzelnen Anormalitätsbestimmungssignalen. Somit kann eine Anormalitätserkennung mit höherer Empfindlichkeit durchgeführt werden. In dieser Ausführungsform sind die Synchronerkennungsabschnitte **122A** und **122B** und die Komparatoren (Spannungserkennungsabschnitte) **123A** und **123B** für jeden der Ausgänge der Differenzberechnungsabschnitte **121A** und **121B** vorgesehen. Die logische Summe der binären Bestimmungsausgänge von dem Komparatoren **123A** und **123B** wird an einem Gatter **124** berechnet. Dieser Ausgang wird als letztendliches Anormalitätsüberwachungssignal VJ verwendet.

[0049] Bei dem in Fig. 7 dargestellten Aufbau können vier Differenzberechnungsabschnitte **121A1**, **121A2**, **121B1** und **121B2** vorgesehen werden. Die Differenzberechnungsabschnitte **121A1**, **121A2**, **121B1** und **121B2** führen einzeln die folgende Differenzberechnung zwischen der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **100** und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit **200** durch: dividierte Ausgänge (S1 und S5) von den ersten Teilelektroden **55S1** und **55S6** der ersten Kondensatoren **45S1A** und **45S2A** zur Vibrationserkennung gemäß Fig. 1 und dividierte Ausgänge (S4 und S7) von den zweiten Teilelektroden **55S4** und **55S7**; und die dividierten Ausgänge (S2 und S5) von den ersten Teile-

lektroden **55S2** und **55S5** der zweiten Kondensatoren **45S1B** und **45S2B** zur Vibrationserkennung und dividierte Ausgänge (S3 und S8) von den zweiten Teilelektroden **55S3** und **55S8**. Was die Ausgangsspannungen dieser Differenzberechnungsabschnitte **121A1**, **121A2**, **121B1** und **121B2** betrifft, so wird eine Anormaliätätsbestimmung individuell durchgeführt. Basierend auf diesen vier Anormalitätsbestimmungssignalen wird die letztendliche Anormalitätsbestimmung durchgeführt. Bei diesem Aufbau wird das Anormalitätsbestimmungssignal in vier Systemen erzeugt. Die Anzahl der Teilausgänge (Teilelektroden), welche in jedem System integriert werden, wird jedoch von vier in Fig. 6 auf zwei reduziert. Im Ergebnis ergibt sich der folgende Vorteil, wenn eine Anormalität oder Störung in einer der Teilelektroden auftritt: eine Relativänderung im Ausgang beim Auftreten einer Anormalität wird gegenüber den individuellen Anormalitätsbestimmungssignalen weiter erhöht. Daher wird die Empfindlichkeit bei der Anormalitätserkennung weiter verbessert. In dieser Ausführungsform sind die Synchronerkennungsabschnitte **122A1**, **122A2**, **122B1** und **122B2** und die Komparatoren (Spannungserkennungsabschnitte) **123A1**, **123A2**, **123B1** und **123B2** bezüglich jedem der Ausgänge der Differenzberechnungsabschnitte **121A1**, **121A2**, **121B1** und **121B2** vorgesehen. Die logische Summe der binären Bestimmungsausgänge von den Komparatoren **123A1**, **123A2**, **123B1** und **123B2** wird an einem Gatter **124** berechnet. Dessen Ausgang wird als letztendliches Anormalitätsüberwachungssignal VJ verwendet.

[0050] Daher ist ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist: eine erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und eine zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit; eine Vibrationsantriebseinheit; eine Signalausgabeeinheit; und eine Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit. Die erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und die zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit haben jeweils einen Vibrator, einen Vibrationstreiberabschnitt und einen Erkennungswellenformerzeugungsabschnitt. Die Vibratoren werden in einer Referenzrichtung in Vibration versetzt. Die Vibrationstreiberabschnitte lassen die entsprechenden Vibratoren mit einer konstanten Amplitude vibrieren. Die Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte erkennen eine Vibrationskomponente in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung, welche zu erkennen ist, wenn eine Winkelgeschwindigkeit an die Vibratoren angelegt wird. Die Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung ist vorbestimmt, so dass sie senkrecht zur Referenzrichtung ist. Dann erzeugen die Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte eine Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform basierend auf der zu erkennenden Vibrationskomponente.

[0051] Die Vibrationstreibereinheit betreibt die erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und die zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit synchron und vibrierend.

[0052] Die Winkelgeschwindigkeitssignalausgabeeinheit hat einen Synthetisierungsabschnitt für eine phasengleichgerichtete Wellenform. Der Synthetisierungsabschnitt für die phasengleichgerichtete Wellenform synthetisiert die erste Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und die zweite Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit in einer derartigen Phasenbeziehung, dass die Wellenformen gleichphasig sind. Die Winkelgeschwindigkeitssignalausgabeeinheit gibt die gleichphasig synthetisierte Wellenform als Winkelgeschwindigkeitssignal aus. In diesem Winkelgeschwindigkeitssignal sind die Beschleunigungswellenformkomponenten, welche jeweils den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen überlagert sind, gegenseitig aufgehoben.

[0053] Die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit hat einen Synthetisierungsabschnitt für eine welle in entgegengesetzter Phase. Der Synthetisierungsabschnitt für die Wellenform in entgegengesetzter Phase synthetisiert die erste Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform von der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und die zweite Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform von der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit in einer derartigen Phasenbeziehung, dass die Wellenformen phasenentgegengesetzt sind. Die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit erzeugt Anormalitätsüberwachungssignale bezüglich dem Sensorausgang basierend auf der synthetisierten Wellenform entgegengesetzter Phase und gibt sie aus.

[0054] Bei dem obigen Aufbau der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt der folgende Vorgang, um irgendeine Anormalität in beiden Winkelgeschwindigkeitssensoreinheiten zu erkennen: die erste Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform und die zweite Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform werden in einer derartigen Phasenbeziehung synthetisiert, dass die Wellenformen entgegengesetzte Phasen haben; basierend auf der synthetisierten Wellenform mit entgegengesetzter Phase wird ein Anormalitätsüberwachungssignal ausgegeben. Wenn die beiden Sensoreinheiten hardwaremäßig äquivalent aufgebaut sind, geben sie theoretisch die Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen mit im wesentlicher gleicher Amplitude aus, wenn die gleiche Winkelgeschwindigkeit anliegt. Wenn daher diese Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen in entgegengesetzten Phasen synthetisiert werden, tritt das folgende ein, wenn es

keine Anormalität in den beiden Sensoreinheiten gibt: die Wellenformen heben einander auf und die Amplitude der synthetisierten Wellenform mit entgegengesetzter Phase wird sehr klein. Wenn jedoch irgendeine Anormalität in einer der Sensoreinheiten auftritt, ändert sich die Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform dieser Sensoreinheit. Im Ergebnis gelangen die beiden sich aufhebenden Wellenformen außer Balance und der Ausgang der synthetisierten Wellenform mit entgegengesetzter Phase steigt an. Infolgedessen wird auf der synthetisierten Wellenform entgegengesetzter Phase ein Anormalitätsüberwachungssignal an dem Sensorausgang erzeugt und ausgegeben. Wenn somit eine Anormalität an einer internen Komponente, beispielsweise einem Vibrator oder einer Elektrode zur Vibrationserkennung, sowie dem Ausgabesystem der beiden Sensoreinheiten auftritt, kann er zuverlässig erkannt werden.

[0055] Weiterhin kann ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so aufgebaut sein, dass das folgende stattfindet: die jeweiligen Vibratoren werden synchron in entgegengesetzten Phasen in Referenzrichtung der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit in Vibration versetzt. Somit werden die ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen erzeugt, deren Phasen zueinander invertiert sind. In diesem Fall kann der Synthetisierungsabschnitt für die gleichphasige Wellenform der Winkelgeschwindigkeitssignalausgabeeinheit aus einer Differenzwellenformberechnungsvorrichtung gebildet werden. Die Differenzwellenformberechnungsvorrichtung berechnet die Differenzwellenform zwischen der ersten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform und der zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform. Der Synthetisierungsabschnitt für die entgegengesetztphasige Wellenform in der Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit kann aus einer Berechnungsvorrichtung für eine addierte Wellenform gebildet werden. Die Berechnungsvorrichtung für die addierte Wellenform berechnet eine addierte Wellenform aus erster Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform und zweiter Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform. Mit diesem Aufbau wird die Differenzwellenform zwischen den beiden Winkelgeschwindigkeitswellenformen in entgegengesetzten Phasen erhalten. Somit können translatorische Beschleunigungskomponenten, welche den beiden in Phase befindlichen Wellenformen überlagert sind, vom Winkelgeschwindigkeitsausgang eines Winkelgeschwindigkeitssensors des Vibrationstyps wirksam entfernt werden.

[0056] Schließlich werden die beiden Winkelgeschwindigkeitswellenformen miteinander addiert und die Amplitude wird erhöht. Somit kann der Einfluß der Beschleunigungskomponente, welche in dem Winkelgeschwindigkeitssignal verbleibt, welches letztendlich erhalten wird, wesentlich verringert werden. Darüber hinaus kann jegliche Anormalität in den beiden Sensoreinheiten zuverlässig durch die Berechnungsvorrichtung für die addierte Wellenform als Synthetisierungsabschnitt einer entgegengesetzten Phase erkannt werden, welche separat von der Differenzwellenformberechnungsvorrichtung vorgesehen ist.

[0057] Mit dem obigen Aufbau können Anormalitäten durch Erkennung des Pegels der gleichphasigen synthetisierten Wellenform erkannt werden, welche in manchen Fällen als Winkelgeschwindigkeitssignal verwendet wird. Dieses Verfahren beinhaltet jedoch ein Problem: wenn nur eine geringfügige Anormalität im Vibrator, einer Elektrode etc. einer Sensoreinheit auftritt, ändert sich die gleichphasige synthetisierte Wellenform nicht so sehr im Vergleich zu einem normalen Zustand. Anormalitäten sind zuverlässig nur schwierig zu erkennen, so lange die Amplitude der Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform in einer der Einheiten sich nicht ausnehmend und erheblich ändert. Ein weiterer Nachteil ist der folgende: auch in einem Zustand, indem keine Anormalität auftritt, ändert sich die gleichphasige synthetisierte Wellenform abhängig vom Zustand der Winkelgeschwindigkeitserkennung erheblich. Somit kann eine Wellenform im nicht-anormalen Zustand nicht als Basis für eine Anormalitätserkennung verwendet werden. Der Ausgang der synthetisierten Wellenform in entgegengesetzter Phase, der für die Anormalitätserkennung in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist ein Amplitudenwert, der im normalen Zustand nahe bei Null ist. Somit ist die Wellenform in einem nicht-anormalen Zustand im wesentlichen flach, und zwar ungeachtet des Zustands der Winkelgeschwindigkeitserkennung. Somit kann sie als Basis für eine Anormalitätserkennung verwendet werden. Selbst wenn eine Anormalität nur geringfügig auftritt, kann somit im Ergebnis eine Änderung im Ausgang der synthetisierten Wellenform entgegengesetzter Phase problemlos gelesen werden und die Anormalität kann zuverlässig erkannt werden.

[0058] Bei einem Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit Kondensatoren für eine Vibrationserkennung. Die Kondensatoren für eine Vibrationserkennung ändern die Abstände zwischen den Elektroden entsprechend der zu erkennenden Wellenformvibration. Die an der Signalausgangsseite der Kondensatoren für die Vibrationserkennung angeordneten Elektroden werden in eine Mehrzahl von Einzelelektroden unterteilt. Der

Ladungsänderungsausgang der Kondensatoren zur Vibrationserkennung, der die Winkelgeschwindigkeitswellenform ergibt, wird von den einzelnen Teilelektroden in Form von unterteilten Ausgängen abgegriffen. Die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit erzeugt Anormalitätsüberwachungssignale auf der Grundlage der unterteilten Ausgänge. was den Ausgang der Winkelgeschwindigkeitswellenformerkennung unter Verwendung von Kondensatoren zur Vibrationserkennung betrifft, so wird der Ausgangszustand von einem Teildefekt, beispielsweise einem Verstellen oder Verwerfen einer Elektrode beeinflußt. Dies kann einen Fehler oder eine Fehlfunktion bewirken. Während jedoch der Ausgang von normalen Elektroden einen wesentlichen Beitrag hat, verbleibt eine Änderung im Ausgang der gesamten Elektroden geringfügig. Somit ist eine präzise Anormalitätserkennung unmöglich und die Erkennung einer Anormalität, welche einen erheblichen Effekt in der Zukunft anzeigt oder dergleichen wird allgemein schwierig. Eine präzisere Anormalitätserkennung kann jedoch wie folgt erhalten werden: eine Elektrode wird in Teilelektroden unterteilt und der Ausgang von den einzelnen Teilelektroden wird in Form von unterteilten Ausgängen abgegriffen. Somit wird eine Kapazitätsänderung der Kondensatoren zur Vibrationserkennung parallel entsprechend der Ausbildung der Teilelektroden unterteilt.

[0059] Selbst wenn daher eine geringfügige Anormalität in den einzelnen Teilelektroden auftritt, zeigt sich der Einfluß der Anormalität ganz erheblich – selbst in den unterteilten Ausgängen der Teilelektroden.

[0060] Die Elektroden der Kondensatoren für die Vibrationserkennung können so aufgebaut sein, dass sie aufweisen: erkennungsseitige kammartige bewegliche Elektroden, welche auf Seiten des Vibrators liegen; und erkennungsseitige kammartige feste Elektroden, welche auf der Seite eines Rahmens liegen, der die Vibratoren aufnimmt und welche in Eingriff mit den beweglichen Elektroden sind. In diesem Fall ist es besser, die erkennungsseitigen festen Elektroden anstelle der beweglichen Elektroden, welche vibratorisch angetrieben werden, in Teilelektroden zu unterteilen, da sich dann die folgenden Vorteile ergeben: wenn die Elektroden unterteilt werden, ist eine Isolierung zwischen den Elektroden vereinfacht und der Aufbau kann auch vereinfacht werden. In Elektroden, welche kammartig ausgebildet werden, um die Erkennungskapazität zu erhöhen, neigen Einzelelektroden, welche die Zähne des "Kamms" bilden, dazu, Fehler wie Verformungen oder Verwerfungen aufgrund von Herstellungsfaktoren während der Ausbildung oder des Zusammenbaus der Elektroden zu entwickeln. Durch Unterteilen der Elektroden in Teilelektroden kann diesen oben erwähnten Defekten ausnehmend bemerkenswert begegnet werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0061] Die Fig. 8A und Fig. 8B sind Schaltkreisdiagramme von einem Winkelgeschwindigkeitssensor **2** des Vibrationstyps gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Schaltkreis weist eine Vibrationseinheit **4**, eine Vibrationsantriebseinheit **6** und eine Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7** auf. Wie in Fig. 9 dargestellt, weist die Vibrationseinheit **4** eine erste Sensoreinheit **100** und eine zweite Sensoreinheit **200** auf. Die Sensoreinheiten **100** und **200** haben Vibratoren **41a** und **41b**, welche in einer bestimmten X-Richtung (Referenzrichtung) vibrieren. Wenn eine Winkelgeschwindigkeit an die Vibratoren **41a** und **41b** angelegt wird, wird eine zu erkennende Vibrationskomponente in Y-Richtung (Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung), die so bestimmt ist, dass sie senkrecht zur X-Richtung ist, erkannt. Wie in insbesondere in den Fig. 8A und Fig. 8B gezeigt, erzeugen Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte **75** und **76** Winkelgeschwindigkeitswellenformen basierend auf den zu erkennenden Vibrationskomponenten. Wenn eine translatorische Beschleunigung angelegt wird, wird eine Beschleunigungswellenformkomponente der Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente der zu erkennenden Vibrationswellenform überlagert. was die erste Sensoreinheit **100** und die zweite Sensoreinheit **200** betrifft, so sind die oben genannte Referenzrichtung und die Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung so bestimmt, dass das folgende eintritt: aufgrund einer entgegengesetzten Phasenvibration im Antrieb der Vibratoren **41a** und **41b** sind ihre zu erkennende Vibrationswellenform in der Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente oder der hier überlagerten Beschleunigungswellenformkomponente in Phase und sie sind in entgegengesetzten Phasen zueinander. (D.h., die Richtungen sind so vorbestimmt, dass entweder die Beschleunigungswellenformkomponente oder die Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente durch Addition oder Division aufgehoben werden kann.) In dieser Ausführungsform sind die erste Sensoreinheit **100** und die zweite Sensoreinheit **200** benachbart zueinander in X-Richtung angeordnet. Die Vibratoren **41a** und **41b** werden in Spiegelsymmetriebeziehung zur X-Richtung vibrationsbetrieben. Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Aufbau beschränkt.

[0062] Die Vibrationseinheit **4** wird unter Verwendung einer Halbleiterfeinbearbeitungstechnologie für Silizium oder dergleichen gebildet. Bei dem als Beispiel in Fig. 9 gezeigten Aufbau ist der Vibrator **41a** der ersten Sensoreinheit **100** über Ausleger **42a** an einem Rahmen **40** angebracht. Der Vibrator **41b** der zweiten Sensoreinheit **200** ist an einem weiteren Rahmen **40**, der mit dem oberen Rahmen **40** einstückig ist, über Ausleger **42b** angebracht. Die Vibratoren **41a** und **42a** sind an den Rahmen **40** so ange-

bracht, dass sie unabhängig in X-Richtung vibrieren und in Y-Richtung senkrecht hierzu vibrieren können.

[0063] Kammartige antriebsseitige feste Elektroden **56a** und **56b** sind an den inneren Oberflächen der Enden der Rahmen **40** der Sensoreinheiten **100** und **200** in X-Richtung angebracht (d.h. in Richtung des Vibrationsantriebs). Die festen Elektroden **56a** und **56b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und in Y-Richtung in gleichen Abständen angeordnet. Kammartige antriebsseitige bewegliche Elektroden **66a** und **66b** sind an den Endflächen der Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung angeordnet. Die beweglichen Elektroden **66a** und **66b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und in gleichen Abständen in Y-Richtung mit einem Spalt zwischen sich und den antriebsseitigen festen Elektroden **56a** und **56b** angeordnet. Die festen Elektroden **56a** und **56b** und die beweglichen Elektroden **66a** und **66b** sind in ineinandergeschachtelter weise angeordnet.

[0064] Kondensatoren **45a1**, **45b1**, **45b2** und **45a2** für die Vibrationserkennung sind an den Enden (insgesamt vier) der Sensoreinheiten **100** und **200** in Y-Richtung (d.h. in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung) angeordnet. Genauer gesagt, kammartige erkennungsseitige feste Elektroden **55a** und **55b** sind an den inneren Oberflächen der Enden der Rahmen **40** in Y-Richtung angeordnet. Die festen Elektroden **55a** und **55b** sind Einzelelektroden für die Y-Richtung und sind in gleichen Abständen in X-Richtung angeordnet. Kammartige erkennungsseitige bewegliche Elektroden **65a** und **65b** sind an den entsprechenden Endflächen der Vibratoren **41a** und **41b** in Y-Richtung angeordnet. Die beweglichen Elektroden **65a** und **65b** sind Einzelelektroden für die Y-Richtung und sind in gleichen Abständen in X-Richtung mit einem Spalt zwischen sich und den erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** angeordnet. Die festen Elektroden **55a** und **55b** und die beweglichen Elektroden **65a** und **65b** sind in gestaffelter Weise angeordnet. Diese erkennungsseitigen beweglichen Elektroden **65a** und **65b** und erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** bilden die obigen Kondensatoren **45a1**, **45b1**, **45b2** und **45a2** für die Vibrationserkennung. Was die Kondensatoren (**45a1** und **45b1** sowie **45b2** und **45a2**) für die Vibrationserkennung betrifft, welche auf der gegenüberliegenden Seite in Y-Richtung angeordnet sind, zeigen sich Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten und Beschleunigungswellenformkomponenten in entgegengesetzten Phasen.

[0065] Ein Überwachungshohlraum **45h** für die Y-Richtung ist in den Vibratoren **41a** bzw. **41b** der Sensoreinheiten **100** bzw. **200** ausgebildet. Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung sind in jedem Hohlraum **45h** für eine Rückkopplungsantriebssteuerung der Vibration angeordnet. Genauer gesagt, ein Träger **57s** für die Elektrodenlagerung in Y-Richtung ist in jeden Hohlraum **45h** eingesetzt. Ein Ende eines jeden Trägers **57s** für die Elektrodenlagerung ist am Rahmen **40** in einer in der Zeichnung nicht gezeigten Position befestigt und kammartige überwachungsseitige feste Elektroden **57a** und **57b** sind an den Trägern **57s** für die Elektrodenlagerung an einer Seite angeordnet. Die festen Elektroden **57a** und **57b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und sind in Y-Richtung in gleichen Abständen angeordnet. Kammartige überwachungsseitige bewegliche Elektroden **67a** und **67b** sind an den entsprechenden Endflächen der Überwachungshohlräume **45h** in X-Richtung angeordnet. Die beweglichen Elektroden **67a** und **67b** sind Einzelelektroden für die X-Richtung und sind in Y-Richtung in gleichen Abständen mit einem Spalt zwischen sich und den überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** angeordnet. Die festen Elektroden **57a** und **57b** und die beweglichen Elektroden **67a** und **67b** sind in ineinandergeschachtelter Weise angeordnet. Diese überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** und überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** bilden die oben erwähnten Kondensatoren **67a** und **67b** für die Amplitudenüberwachung.

[0066] Die Vibratoren **41a** und **41b** sind zusammen mit den Elektroden **65a**, **66a**, **67a**, **65b**, **66b** und **67b**, die an ihren Oberflächen ausgebildet sind, mit GND-Anschlüssen G1 und G2 über die Ausleger **42b** und die Rahmen **40** verbunden und extern mit GND verbunden. Die Treiberanschlüsse D1 und D2, Winkelgeschwindigkeitswellenformerkennungsanschlüsse S1, S2, S3 und S4 und Vibrationsüberwachungsanschlüsse M1 und M2 sind an den Oberflächen der Rahmen **40** ausgebildet. Die Treiberanschlüsse D1 und D2 sind mit den treiberseitigen festen Elektroden **56a** und **56b** verbunden. Die Winkelgeschwindigkeitswellenformerkennungsanschlüsse S1, S2, S3 und S4 sind mit den erkennungsseitigen festen Elektroden **55a** und **55b** verbunden. Die Vibrationsüberwachungsanschlüsse M1 und M2 sind mit den überwachungsseitigen festen Elektroden **57a** und **57b** verbunden. Die Anschlüsse sind voneinander elektrisch über Isolationsabschnitte **60** getrennt.

[0067] Zu den Fig. 8A und Fig. 8B, so bilden die Kondensatoren **45a1** und **45a2** für die Vibrationserkennung zusammen mit einem Ladungs/Spannungswandler **20a**, der hierin gespeicherte elektrische Ladungen in eine Spannung wandelt, den Erkennungswellenformerzeugungsabschnitt **75**. Weiterhin bilden die Kondensatoren **45b1** und **45b2** für die Vibrationserkennung zusammen mit einem Ladungs/Spannungswandler **20b** auf ähnliche weise den Erkennungswelleformerzeugungsabschnitt **76**. Die Ladungs/Spannungswandler **20a** und **20b** ein Differenzverstärker **21**, ein Synchronerkennungsabschnitt **22** und ein Tiefpaßfilter **23** bilden die Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7**. Der Differenz-

verstärker **21** (Differenzwellenformberechnungsvorrichtung) macht eine Differenzverstärkung an den Ausgängen der Ladungs/Spannungswandler **20a** und **20b**. Der Synchronerkennungsabschnitt **22** entnimmt Beschleunigungskomponenten in bestimmten Frequenzbändern. Der Tiefpaßfilter **23** entfernt unerwünschte hochfrequente Komponenten, beispielsweise harmonisches Rauschen aus dem Ausgang des Synchronerkennungsabschnitts **22**.

[0068] Die Vibrationstreibereinheit **6** weist auf: einen Ladungs/Spannungswandler **10**, der elektrische Ladungen, die in den Überwachungskondensatoren **47a** und **47b** gespeichert sind, in eine Spannung wandelt; einen AC/DC-Wandler (Gleichrichtereinheit) **11**, der die Wechselstromspannung des Vibrationstyps in einen Gleichstrom wandelt, eine Referenzspannungserzeugungseinheit **12**, welche die Ausgangsspannung des AC/DC-Wandlers 11 als Amplitudenüberwachungswert nimmt und die Referenzspannung Vref liefert; einen Differenzverstärker **13**, der die Differenz zwischen dem Amplitudenüberwachungswert und der Referenzspannung Vref verstärkt; einen Phasenschieber **14**, der die Phase des Vibrationstypspannungsausgangs von dem Ladungs/Spannungswandler **10** um 90 Grad verschiebt; und einen Multiplizierer **15**, der den Ausgang des Differenzverstärkers **13** und den Ausgang des Phasenschiebers **14** miteinander multipliziert. Der Ausgang vom Multiplizierer **15** wird als Vibrationstyptreiberspannungswellenform den Treiberanschlüssen D1 und D2 der ersten Sensoreinheit **100** und der zweiten Sensoreinheit **200** eingegeben.

[0069] In der Vibrationstreibereinheit **6** wird eine Vibration der Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung über eine Änderung der Kapazitäten in den Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung von den Überwachungsanschlüssen M1 und M2 als Vibrationsüberwachungssignal abgegriffen. (Somit werden die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungseinheiten gebildet). In den Sensoreinheiten **100** und **200** von Fig. 9 sind die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** der Kondensatoren **47a** und **47b** für die Amplitudenüberwachung wie folgt angeordnet: die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** sind auf der gleichen Seite (linke Seite in Fig. 9) der Richtung der Vibration (d.h. der X-Richtung) relativ zu den Elektroden **57a** und **57b** auf der festen Seite angeordnet. wenn daher die Vibratoren **41a** und **41b** in X-Richtung mit entgegengesetzten Phasen synchron vibriert werden, sind die Vibrationsüberwachungswellenformen von den Kondensatoren **47a** und **47b** für die Amplitudenüberwachung ebenfalls in entgegengesetzten Phasen.

[0070] Die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungswellenformen von den Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung werden über die Ladungs/Spannungswandler **9** in Spannungssignale umgewandelt. Weiterhin werden sie einer Differenzberechnung an dem Differenzverstärker **10** unterworfen. Der Erhalt der Differenz zwischen Wellenformen mit entgegengesetzten Phasen ist äquivalent zur Addition von Wellenformen in Phase. Was die Amplitudenüberwachungssignale der beiden Einheiten **100** und **200** betrifft, so werden ihre Amplituden an dem Differenzverstärker **10** addiert und synthetisiert und der Signalpegel wird verbessert. D.h., der Differenzverstärker **10** bildet einen gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt. Das Amplitudenüberwachungssignal, welches als Ergebnis der Synthese erhalten wird, wird auf die Treiberanschlüsse D1 und D2 über den Phasenschieber **14** und den Multiplizierer **15** zurückgekoppelt. Somit wird ein sich selbst erregender Vibrationsantriebsmechanismus gebildet.

[0071] Der Phasenschieber **14** dient dazu, eine mechanische Vibration in der Nähe des Resonanzpunkts der Vibratoren **41a** und **41b** über Ausleger **60** ausklingen zu lassen. Das synthetisierte Vibrationsüberwachungssignal vom Differenzverstärker **10** wird separat am AC/DC-Wandler **11** geglättet und in ein Amplitudenpegelsignal gewandelt. Die Differenz zwischen dem Amplitudenpegelsignal und dem Referenzspannungssignal von der Referenzspannungserzeugungseinheit **12** entsprechend dem Steueramplitudenpegel wird am Differenzverstärker **13** berechnet. Der Ausgang des Differenzverstärkers **13** wird als Amplitudenkorrektursignal genommen und wird am Multiplizierer **15** mit dem Vibrationsüberwachungssignal multipliziert. Somit wird die Treiberamplitude auf einen konstanten Wert gesteuert. Die Treiberanschlüsse D1 und D2 der ersten Sensoreinheit **100** und der zweiten Sensoreinheit **200** sind an einander nicht entsprechenden Enden der Rahmen **40** in X-Richtung ausgebildet. Die Treiberausgängen vom Multiplizierer **15** werden in Phase eingegeben. Somit werden die Vibratoren **41a** und **41b** der beiden Einheiten **100** und **200** mit entgegengesetzten Phasen mit der Resonanzfrequenz in X-Richtung vibrationsbetrieben.

[0072] Wenn in diesem Zustand eine Winkelgeschwindigkeit um die Z-Richtung senkrecht sowohl zur X-Richtung als auch zur Y-Richtung eingegeben wird, tritt das folgende auf (im Fall der Anordnung in einem Fahrzeug ist die Z-Richtung die Richtung senkrecht zur Fahrbahnoberfläche): in den Vibratoren **41a** und **41b** werden Winkelgeschwindigkeitsvibrationskomponenten in entgegengesetzten Phasen mit einer Amplitude entsprechend der Größe der Winkelgeschwindigkeit durch die Corioliskraft erzeugt. Diese Winkelgeschwindigkeitsvibrationskomponenten werden in Y-Richtung erzeugt. Diese Vibration wird als eine Kapazitätsänderung in den Kondensatoren **45a1**, **45b1**, **45b2** und **45a2** für die Vibrationserkennung erkannt und über die Anschlüsse S1

und S2 sowie die Anschlüsse S3 und S4 abgegriffen. Danach wird sie über die Ladungs/Spannungswandler **20a** und **20b** in eine Spannung gewandelt und als Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen Sa und Sb ausgegeben.

[0073] Die Corioliskraft wirkt auf die Vibratoren **41a** und **41b** in entgegengesetzte Richtungen. Aus diesem Grund tritt in den Kondensatoren **45a1** und **45b1** für die Vibrationserkennung in der ersten Sensoreinheit **100** und in den Kondensatoren **45b2** und **45a2** für die Vibrationserkennung in der zweiten Sensoreinheit **200** das folgende auf: die an der Seite einander gegenüberliegend in Y-Richtung angeordneten Elemente erzeugen jeweils Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen in Phase, wie in den Fig. 10A und Fig. 10B gezeigt. D.h. die Kondensatoren **45a1** und **45a2** (Anschlüsse S1 und S2) und die Kondensatoren **45b1** und **45b2** (Anschlüsse S3 und S4) erzeugen Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen in Phase. Die sich in Phase befindlichen Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen (die Anschlüsse S1 und S2 bzw. die Anschlüsse S3 und S4 in den Fig. 8A und Fig. 8B) werden amplitudenmäßig addiert und jeweils den Ladungs/Spannungswandlern **20a** und **20b** in den Fig. 8A und Fig. 8B eingegeben. Somit werden Vorrichtungen gebildet, um die Empfindlichkeit für die Winkelgeschwindigkeitserkennung zu erhöhen.

[0074] In der Winkelgeschwindigkeitserkennungseinheit **7** sind die Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformsignale Sa und Sb von den Ladungs/Spannungswandlern **20a** und **20b** in entgegengesetzten Phasen. Wenn daher eine Differenzberechnung am Differenzverstärker **21** durchgeführt wird, werden diese beiden Wellenformsignale weiterhin amplitudenmäßig addiert und die Empfindlichkeit für die Winkelgeschwindigkeitserkennung wird weiter erhöht. In den Einheiten **100** und **200**, welche in entgegengesetzten Phasen vibrationsbetrieben werden, werden Corioliskräfte, welche in Y-Richtung erzeugt werden, wenn eine Winkelgeschwindigkeit um die Z-Richtung herum angelegt wird, in einander entgegengesetzten Richtungen erkannt, wie in Fig. 11 gezeigt. Weiterhin werden translatorische Beschleunigungswellenformkomponenten in Y-Richtung aufgrund einer Drehzentrifugalkraft oder zufälligen Vibration in gleicher Richtung erkannt. Sie werden eine Art von Rauschkomponente vom Standpunkt der Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponente her. Wellenformen, deren überlagerte Beschleunigungswellenformkomponenten in Phase sind und deren Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten zwischen den Einheiten **100** und **200** in entgegengesetzten Phasen sind, werden einer Differenzberechnung unterworfen. (Oder Wellenformen, deren überlagerte Beschleunigungswellenformkomponenten in entgegengesetzten Phasen sind und deren Winkelgeschwindigkeitswellenformkomponenten in Phase sind, werden einer Addierungsberechnung unterworfen.) Somit werden die Beschleunigungskomponenten aufgehoben und nur die Winkelgeschwindigkeitswellenform kann herausgeführt werden.

[0075] Was das Winkelgeschwindigkeitssignal betrifft, welches vom Differenzverstärker **21** ausgegeben wird, so wird der folgende Vorgang durchgeführt: die amplitudenmodulierte Winkelgeschwindigkeitswellenform wird am Synchronerkennungsabschnitt **22** demoduliert und über einen Tiefpaßfilter **23** werden Rauhigkeiten entfernt. Dann wird das Signal als Gleichstromsignal Vy proportional zur eingegebenen Winkelgeschwindigkeit ausgegeben. In dieser Ausführungsform wird das Vibrationsüberwachungssignal vom Phasenschieber **14** für das Referenzfrequenzsignal des Synchronerkennungsabschnitts **22** verwendet. Eine Corioliskraft wird proportional zum Vektorprodukt der Geschwindigkeit eines Vibrators und der angelegten Winkelgeschwindigkeit erzeugt. Somit wird die Erkennungswellenform der Corioliskraft um 90 Grad der Vibrationswellenform vorauseilend fehlerfrei erkannt. Infolgedessen ist die Treibervibrationswellenform, welche am Phasenschieber **14** um 90 Grad voreilt, phasenmäßig identisch zu der Erkennungswellenform der Corioliskraft (d.h. der Winkelgeschwindigkeitswellenform). Somit kann sie optimal als Referenzfrequenzsignal für die Synchronerkennung verwendet werden. Die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungswellenformen, welche an den Ladungs/Spannungswandlern **9** in Spannungssignale umgewandelt wurden, werden in der Stufe vor dem Differenzverstärker **10**, der den gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt bildet, entsprechend verzweigt. Die Signale werden einem Addierer **16** eingegeben, der einen Addierungsberechnungsabschnitt bildet. Wie oben erwähnt, sind die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungswellenformen in einander entgegengesetzten Phasen; somit dient der Addierer **16** als ein Synthetisierungsabschnitt für Wellenformen entgegengesetzter Phasen. Das Ausgangssignal vom Addierer **16**, das in entgegengesetzten Phasen synthetisiert ist, wird als ein Antriebsanormalitätsüberwachungssignal einem AC/DC-Wandler **322** eingegeben. In dieser Ausführungsform ist der AC/DC-Wandler **322** zusammen mit dem oben erwähnten AC/DC-Wandler **11** als aktiver Tiefpaßfilter mit einem analogen Operationsverstärker aufgebaut.

[0076] Wenn die Treiberamplituden der beiden Sensoreinheiten **100** und **200** beide normal sind, sind die Amplituden der beiden Amplitudenüberwachungswellenformen im wesentlichen gleich zueinander. Im Ergebnis zeigt die Amplitude eines Antriebsanormalitätsüberwachungssignals, welches als ihre synthetisierte Wellenform entgegengesetzter Phase erzeugt wird, einen Pegel nahe am Neutralpunkt. Wenn jedoch irgendeine Anormalität in der Treiberamplitude

einer der Sensoreinheiten **100** oder **200** auftritt, wird der Amplitudenpegel des Treiberanormalitätsüberwachungssignals von dem Neutralpunkt aus verschoben. Wenn daher das Treiberanormalitätsüberwachungssignal einem Fensterkomparator **323** mit Referenzspannungsbereichen "Vref2 und Vref3" mit dem obigen neutralen Punkt eingegeben wird, kann das folgende erreicht werden: ein Signal, das anzeigt, ob das Treiberanormalitätsüberwachungssignal innerhalb der bestimmten Bereiche ist oder nicht, d.h., ob das Signal anormal ist oder nicht, kann als Anormalitätserkennungssignal Vd vom Komparator **323** abgegriffen werden.

[0077] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Treiberanormalitätsüberwachungssignal durch Synthetisierung der ersten und zweiten Amplitudenüberwachungswellenformen in entgegengesetzten Phasen erzeugt wird. Der Rand für das Antriebsanormalitätsüberwachungssignal wird beispielsweise durch die Betriebsgrenzspannung des Operationsverstärkers **7a** des aktiven Filters begrenzt, der den AC/DC-Wandler **322** bildet. Wenn der Ausgang des Addierers **16** zu groß wird, gerät der Ausgang vom Operationsverstärker **7a** in Sättigung und dies verhindert eine genaue Anormalitätserkennung. Wie in den Fig. 12A bis Fig. 12H gezeigt, ergibt sich, selbst wenn keine Anormalität in der Wellenform enthalten ist, die durch Synthetisieren der ersten und zweiten Amplitudenüberwachungswellenformen in Phase auf übliche Weise erhalten wird, ein Problem. (Die obige Wellenform ist äquivalent zum Ausgang des Differenzverstärkers **10** der Treibersteuereinheit des Vibrationstyps.): die verstärkte und addierte Amplitude 2A × G der beiden Amplitudenüberwachungswellenform verbleibt wie addiert. Aus diesem Grund wird viel von der Ausgangsspannung des Operationsverstärkers **7a** von 2A × G verzehrt und eine Anormalitätsbestimmung muß mit dem verbleibenden kleinen Spannungsrest durchgeführt werden. Selbst wenn daher die Anormalitätsamplitudenkomponente α × G nur etwas zu groß wird, gelangt der Ausgang des Operationsverstärkers **7a** in die Sättigung. Somit wird eine genaue Anormalitätserkennung schwierig. wenn die entgegengesetztphasige synthetisierte Wellenform als Treiberanormalitätsüberwachungssignal wie in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, werden die oben erwähnten Teile von 2A × G in beiden Wellenformen aufgehoben und im wesentlichen nicht existent. Die Grenze für die Anormalitätsamplitudenkomponente α kann wesentlich erhöht werden. D.h., eine genaue und hochempfindliche Anormalitätserkennung, welche vollen Gebrauch vom Ausgangsbereich des Operationsverstärkers **7a** macht, wird möglich.

[0078] Wie in Fig. 11 gezeigt, können die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** der Kondensatoren **47a** und **47b** für die Amplitudenüberwachung so angeordnet werden, dass unter Verwendung der Innenoberflächen der Rahmen **40** oder durch ähnliche Vorgehensmaßnahmen das folgende stattfindet: die überwachungsseitigen beweglichen Elektroden **67a** und **67b** werden relativ zu den Elektroden **57a** und **57b** auf der festen Seite einander gegenüberliegend in den Sensoreinheiten **100** und **200** in Richtung der Vibration (d.h. in X-Richtung) angeordnet. Wenn die Vibratoren **41a** und **41b** synchron mit entgegengesetzten Phasen in X-Richtung vibriert werden, sind in diesem Fall die Vibrationsüberwachungswellenformen von den Kondensatoren **47a** und **47b** zur Amplitudenüberwachung in Phase. In diesem Fall wird der Differenzverstärker **10** der Fig. 8A und Fig. 8B durch einen Addierer ersetzt und der Addierer **16** durch einen Differenzverstärker. Somit können sie jeweils als gleichphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitte und entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitte verwendet werden und eine Sensorfunktion äquivalent zu derjenigen gemäß der Fig. 8A und Fig. 8B kann erhalten werden.

[0079] Somit ist ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist: eine erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und eine zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit; eine erste und eine zweite Amplitudenüberwachungseinheit; und eine Antriebsanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit.

[0080] Die erste Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und die zweite Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit haben jeweils einen Vibrator, einen Vibrationsantriebsabschnitt und einen Erkennungswellenformerzeugungsabschnitt. Die Vibratoren werden in einer vorbestimmten Referenzrichtung vibrationsbetrieben. Die Vibrationsantriebsabschnitte betreiben die Vibratoren mit einer konstanten Amplitude. Der Erkennungswellenformerzeugungsabschnitt erkennt eine Vibrationskomponente, welche in Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung zu erkennen ist, wenn eine Winkelgeschwindigkeit auf die Vibratoren einwirkt. Die Richtung der Winkelgeschwindigkeitserkennung ist vorbestimmt, so dass sie senkrecht zur Referenzrichtung steht. Dann erzeugen die Erkennungswellenformerzeugungsabschnitte Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen basierend auf den zu erkennenden Vibrationskomponenten.

[0081] Die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungseinheiten erkennen jeweils die Treiberamplitude in Referenzrichtung der Vibratoren in der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit. Sodann geben die ersten und zweiten Amplitudenüberwachungseinheiten Amplitudenüberwachungswellen-

formen aus.

[0082] Die Treiberanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit hat den gegenphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt. Der gegenphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt synthetisiert eine erste Amplitudenüberwachungswellenform, welche von der ersten Amplitudenüberwachungseinheit erkannt wird und die zweite Amplitudenüberwachungswellenform, welche von der zweiten Amplitudenüberwachungseinheit erkannt wird. Die Wellenformen werden in einer derartigen Phasenbeziehung synthetisiert, dass sie in entgegengesetzten Phasen sind. Die Treiberanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit gibt Treiberanormalitätsüberwachungssignale basierend auf den entgegengesetztphasigen synthetisierten Wellenformen aus.

[0083] Gemäß dem oben erwähnten Aufbau in der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der folgende Vorgang durchgeführt, um irgendeine Anormalität in der Vibrationsamplitude der beiden Winkelgeschwindigkeitssensoreinheiten durchzuführen: die erste Amplitudenüberwachungswellenform und die zweite Amplitudenüberwachungswellenform werden gemeinsam in einer derartigen Phasenbeziehung synthetisiert, dass sie in einander entgegengesetzten Phasen sind; basierend auf der entgegengesetztphasigen synthetisierten Wellenform wird ein Treiberanormalitätsüberwachungssignal ausgegeben. Wenn dieser Vorgang durchgeführt wird, heben die Restamplitudenkomponenten A, die in den Amplitudenüberwachungswellenformen der beiden Sensoreinheiten enthalten sind, einander auf, wie im rechten Teil der Fig. 12A bis Fig. 12H gezeigt. Somit wird der Rand für die Anormalitätsamplitudenkomponente α merklich erhöht und Anormalitäten können genau erkannt werden.

[0084] Ein analoger Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreis zur Verstärkung der entgegengesetztphasig synthetisierten Wellenform kann insbesondere in dem Synthetisierungsabschnitt für die entgegengesetztphasige Wellenform oder stromab vom Ausgang des Synthetisierungsabschnitts für die entgegengesetztphasige Wellenform vorgesehen sein. In diesem Fall wird die Beschränkung der Betriebsgrenzspannung des analogen Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreises auf die Amplitudenanormalitätserkennung auferlegt. Eine Beschreibung erfolgt unter Bezugnahme auf die Fig. 12A bis Fig. 12H. Bei herkömmlichen Verfahren wird von der Signalgrenze, welche abhängig von der Betriebsgrenzspannung des Schaltkreises bestimmt wird, der Teil (2A × G) äquivalent gleich zweimal der Bezugsamplitudenkomponente A von Anfang an verzehrt. Im Ergebnis wird der Spannungsbereich, innerhalb dem eine Anormalitätsbestimmung möglich ist, erheblich verengt. Dies führt zum folgenden Problem: selbst wenn die Anormalitätsamplitudenkomponente nur etwas zu groß wird, gelangt der Ausgang von dem analogen Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreis aufgrund des Beitrags von (α × G) in kurzer Zeit in Sättigung. Somit wird eine genaue Anormalitätserkennung sehr schwierig. Bei der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird jedoch der oben erwähnte Abschnitt von 2A × G aufgehoben und im wesentlichen nicht existent. Der Rand für die Anormalitätsamplitudenkomponente α kann demzufolge erheblich erhöht werden. D.h., eine genaue und hochempfindliche Anormalitätserkennung, welche vollen Gebrauch vom Ausgangsbereich des analogen Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreis macht, wird möglich.

[0085] Insbesondere ist der Antriebsanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeschaltkreis mit einer Gleichrichtereinheit versehen, welche die oben erwähnte gegenphasige synthetisierte Wellenform gleichrichtet. Die Gleichrichtereinheit kann als ein Element (z.B. aktiver Filter) aufgebaut sein, welches den analogen Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreis enthält. Bei diesem Aufbau wird die entgegengesetztphasige synthetisierte Wellenform in einen Gleichstrom gleichgerichtet und somit kann eine Anormalitätserkennung, welche diesen verwendet, vereinfacht werden. Wie oben erwähnt, kann die Anormalitätsamplitudenkomponente α der entgegengesetztphasigen synthetisierten Wellenform, welche der Gleichrichtereinheit eingegeben wird, wesentlich erhöht werden. Somit kann eine Anormalitätserkennung mit Genauigkeit und hoher Empfindlichkeit durchgeführt werden, auch wenn die Gleichrichtereinheit den analogen Berechnungs- und Verstärkungsschaltkreis aufweist.

[0086] In diesem Fall kann eine Anormalitätsbestimmung extern durchgeführt werden, indem der Ausgangspegel des Gleichrichters verwendet wird. Oder ein Anormalitätsbestimmungsschaltkreis, welchem der Pegelausgang eingegeben wird, kann vorgesehen werden, so dass sein Ausgang nach außen abgegriffen wird und in Form des Anormalitätsbestimmungssignals vorliegt.

[0087] Wenn die Vibratoren der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit synchron betrieben werden, kann die Treibersteuereinheit des Vibrationstyps verwendet werden. Die Treibersteuereinheit des Vibrationstyps hat den gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt, der die erste Amplitudenüberwachungswellenform und die zweite Amplitudenüberwachungsform in einer derartigen Phasenbeziehung synthetisiert, dass sie gleichphasig sind. Basierend auf der Amplitude der synthetisierten Wellenform steuert die Treibersteuereinheit des Vibrationstyps die Treiberamplituden der ersten

Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit über die Vibrationstreibereinheit. In diesem Fall wird die Amplitude der gleichphasig synthetisierten Wellenform als Basis für die Vibrationstyptreibersteuerung verwendet. Im normalen Betrieb kann bei der Vibrationstyptreibersteuerung der Signalpegel gleich dem zweifachen der oben erwähnten Bezugsamplitudenkomponente A verwendet werden. Somit werden der Rauschrand etc. erhöht und dies trägt zu einer Verbesserung der Genauigkeit bei der Amplitudensteuerung bei. In der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in diesem Fall der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetsierungsabschnitt der Treiberanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit in der Stufe vor dem gleichphasigen Wellenformsynthetsierungsabschnitt in der Vibrationstyptreibersteuereinheit vorgesehen. D.h., die gleichphasig synthetisierte Wellenform ist streng der Vibrationstyptreibersteuerung zugeordnet. Sie wird von der Amplitudenüberwachungswellenform in der Stufe vor dem gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt für die Vibrationstyptreibersteuerung abgezweigt. Dann wird sie dem gegenphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt eingegeben, der der Anormalitätserkennung zugeordnet ist. Somit kann die Genauigkeit der Amplitudensteuerung beibehalten werden und weiterhin kann eine Anormalitätserkennung mit hoher Empfindlichkeit durch die entgegengesetztphasig synthetisierte Wellenform durchgeführt werden.

[0088] Die jeweiligen Vibratoren werden synchron in entgegengesetzten Phasen in Referenzrichtung der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit vibriert. Somit können die Vibrationstreibereinheiten der ersten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit und der zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoreinheit die Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform als erste und zweite Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen in entgegengesetzten Phasen erzeugen. Eine Differenzwellenformberechnungsvorrichtung kann in Entsprechung hierzu vorgesehen werden. Die Differenzwellenformberechnungsvorrichtung berechnet die Differenzwellenform zwischen der ersten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform und der zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenform. Die Differenzwellenformberechnungsvorrichtung berechnet als Winkelgeschwindigkeitssignal eine Wellenform, in der gleichphasige Beschleunigungswellenformkomponenten, welche den Winkelgeschwindigkeitserkennungswellenformen überlagert sind, aufgehoben sind. Bei diesem Aufbau wird das Differenzsignal zwischen zwei Winkelgeschwindigkeitswellenformen in entgegengesetzten Phasen erhalten. Somit können translatorische Beschleunigungskomponenten, welche auf den beiden Wellenformen in Phase überlagert sind, wirksam aufgehoben und von dem Winkelgeschwindigkeitsausgang des Winkelgeschwindigkeitssensors des Vibrationstyps entfernt werden. Weiterhin werden die beiden Winkelgeschwindigkeitswellenformen schließlich miteinander addiert und die Amplitude wird erhöht. Somit kann ein Einfluß einer Beschleunigungskomponente, welche in dem letztendlich erhaltenen Winkelgeschwindigkeitssignal verbleibt, wesentlich verringert werden.

[0089] Wenn die erste Amplitudenüberwachungswellenform und die zweite Amplitudenüberwachungswellenform synchron in entgegengesetzten Phasen entsprechend den Treiberphasen der Vibratoren in beiden Sensoreinheiten ausgegeben werden, ermöglicht dies das folgende: der gegenphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt der Treiberanormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit kann so aufgebaut werden, dass er einen Addierungsberechnungsabschnitt für die erste Amplitudenüberwachungswellenform und die zweite Amplitudenüberwachungswellenform aufweist. Somit kann der gegenphasige Wellenformsyntheseabschnitt als einfacher Addierungsberechnungsabschnitt aufgebaut werden; der elektrische Aufbau des Sensorsystems kann somit vereinfacht werden.

[0090] Derartige Änderungen und Abwandlungen seien als im Rahmen der vorliegenden Erfindung enthaltend verstanden, wie er durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Ein Winkelgeschwindigkeitssensor des Vibrationstyps, mit:
einem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) und einem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**): und
einer Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **16**, **21**, **121**, **141**) mit einem entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**, **121**), wobei jeder der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) aufweist:
einen Vibrator (**41a**, **41b**), der in einer bestimmten Referenzrichtung vibrationsbetrieben wird;
eine Vibrationstreibereinheit (**6**) zum vibrieren lassen des Vibrators (**41a**, **41b**) mit einer vorbestimmten konstanten Amplitude; und
eine Erkennungswellenformerzeugungseinheit (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **20a**, **20b**, **45a1**, **45a2**, **45b1**, **45b2**, **45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**, **75**, **76**) zur Erkennung einer Vibrationskomponente des Vibrators (**41a**, **41b**) in einer Winkelgeschwindigkeitserkennungsrichtung senkrecht zu der Referenzrichtung abhängig von einer an den Vibrator (**41a**, **41b**) angelegten Winkelgeschwindigkeit und zur Erzeugung einer ersten oder einer zweiten Erkennungswellenform basierend auf

der Vibrationskomponente, wobei
der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**, **121**) die erste Erkennungswellenform, die vom ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) erhalten wurde und die zweite Erkennungswellenform, die vom zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) erhalten wurde, derart synthetisiert, dass eine Phase der ersten Erkennungswellenform entgegengesetzt zu derjenigen der zweiten Erkennungswellenform ist;
die erste Erkennungswellenform abhängig von einer Verschiebung des Vibrators (**41a**) im ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) erzeugt wird und die zweite Erkennungswellenform abhängig von einer Verschiebung des Vibrators (**41b**) in dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) erzeugt wird; und
die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **16**, **21**, **121**, **141**) ein Anormalitätsüberwachungssignal erzeugt und ausgibt, um eine Anormalität eines Sensorausgangs auf der Grundlage einer synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform zu überwachen, welche aus den ersten und zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde.

2. Der Sensor nach Anspruch 1, weiterhin mit:
einer Signalausgabeeinheit (**10**, CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) mit einem gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**8**, **10**, CA1–CR4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**), wobei:
die Vibrationstreibereinheit (**6**) die Vibratoren (**41a**, **41b**) der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) synchron in Vibration versetzt;
der gleichphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**8**, **10**, CA1–CA4, CR1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) die erste Erkennungswellenform und die zweite Erkennungswellenform derart synthetisiert, dass eine Phase der Erkennungswellenform und eine Phase der zweiten Erkennungswellenform gleichphasig sind; und
die Signalausgabeeinheit (**10**, CA1–CR4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) eine synthetisierte gleichphasige Wellenform als Winkelgeschwindigkeitssignal ausgibt, welche aus den ersten und zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde, wobei Beschleunigungswellenformkomponenten, welche den ersten und zweiten Erkennungswellenformen überlagert sind, aufgehoben sind.

3. Der Sensor nach Anspruch 2, wobei die Vibratoren (**41a**, **41b**) in den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) synchron mit entgegengesetzten Phasen in der Referenzrichtung vibriert werden, so dass die ersten und zweiten Erkennungswellenformen erhalten werden, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, wobei
der gleichphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**8**, **10**, CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) in der Signalausgabeeinheit (**10**, CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, 121B2) durch eine Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) zur Berechnung einer Diffferenzwellenform zwischen der ersten Erkennungswellenform und der zweiten Erkennungswellenform geschaffen ist, und
der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **121**) in der Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **121**, **124**) durch eine Additionsberechnungsvorrichtung (**7**) geschaffen ist zur Berechnung einer Additionswellenform zwischen der ersten Erkennungswellenform und der zweiten Erkennungswellenform.

4. Der Sensor nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Erkennungswellenformerzeugungseinheit
(CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) in jedem der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) ein Kondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) zur Erkennung der Vibration als eine Elektrodenabstandsänderung abhängig von der Vibration des Vibrators (**41a**, **41b**) ist, wobei
der Kondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) zur Vibrationserkennung eine signalausgangsseitige Elektrode (**55a**, **55b**, **65a**, **65b**) mit jeweils einer Mehrzahl von Teilelektroden aufweist, von denen jede einen Teilausgang als Ladungsänderungsausgang des Kondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) zur Vibrationserkennung ausgibt, wobei der Ladungsänderungsausgang die erste oder die zweite Erkennungswellenform liefert, und
die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **121**, **124**) das Anormalitätsüberwachungssignal auf der Grundlage der Teilausgänge der Teilelektroden erzeugt.

5. Der Sensor nach Anspruch 4, wobei die signalausgangsseitige Elektrode (**55a**, **55b**, **65a**, **65b**) des Kondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) zur Vibrationserkennung weiterhin eine erkennungsseitige bewegliche Elektrode (**65a**, **65b**) und eine erkennungsseitige feste Elektrode (**55a**, **55b**) aufweist, wobei
die Teilelektroden der signalausgangsseitigen Elektrode (**55a**, **55b**, **65a**, **65b**) durch die erkennungsseitige feste Elektrode (**55a**, **55b**) geschaffen sind,
die erkennungsseitige bewegliche Elektrode (**65a**, **65b**) eine kammzahnartige Form hat, die auf der Vibratorseite angeordnet ist,
die erkennungsseitige feste Elektrode (**55a**, **55b9**

eine kammzahnartige Form hat, die an einer Rahmenseite zur Ausnahme des Vibrators (**41a**, **41b**) angeordnet ist, und
die kammzahnartige Form der erkennungsseitigen festen Elektrode (**55a**, **55b**) in Eingriff mit der kammzahnartigen Form der erkennungsseitigen beweglichen Elektrode (**65a**, **65b**) ist.

6. Der Sensor nach Anspruch 5, wobei der Kondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) zur Vibrationserkennung in jedem der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) einen ersten Vibrationserkennungskondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) und einen zweiten Vibrationserkennungskondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1b**, **45S2B**) aufweist, wobei
der erste Vibrationserkennungskondensator (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) an einem ersten Endabschnitt des Vibrators (**41a**, **41b**) in Winkelgeschwindigkeitserkennungsrichtung angeordnet ist,
der zweite Vibrationserkennungskondensator **45S1**, **45S2**, **45S1B**, **45S2B**) an einem zweiten Endabschnitt des Vibrators (**41a**, **41b**) in Winkelgeschwindigkeitserkennungsrichtung angeordnet ist,
die ersten und zweiten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) die ersten oder die zweiten Erkennungswellenformen mit einander entgegengesetzten Phasen erzeugen, und
jeder der ersten und zweiten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S1B**, **45S2A**, **45S2B**) die signalausgangsseitige Elektrode (**55a**, **55b**, **65a**, **65b**) aufweist, welche durch die erste und zweite Teilelektroden gebildet werden.

7. Der Sensor nach Anspruch 6, wobei die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) die Teilausgänge, die von den ersten und zweiten Teilelektroden der ersten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) in dem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) ausgegeben werden, so synthetisiert, dass ein erstes Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignal erhalten wird;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) die Teilausgänge von den ersten und zweiten Teilelektroden der zweiten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1B**, **45S2B**) in dem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) so ausgibt, dass ein zweites Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignal erhalten wird;
die ersten und die zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale gleichphasig sind;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) die Teilausgänge, die von den ersten und zweiten Teilelektroden der ersten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) in dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) ausgegeben werden so synthetisiert, dass ein drittes Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignal erhalten wird;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CR1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) die Teilausgänge, die von den ersten und den zweiten Teilelektroden der zweiten Vibrationserkennungskondensatoren (**45S1**, **45S2**, **45S1B**, **45S2B**) in dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) ausgegeben werden, so synthetisiert, dass ein viertes Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignal erhalten wird; und
die dritten und vierten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale gleichphasig sind.

8. Der Sensor nach Anspruch 7, wobei der erste Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) vorab eine Berechnung durchführt, um die ersten und zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale zu addieren;
der zweite Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) vorab eine Berechnung durchführt, um die dritten und vierten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale zu addieren; und
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) eine Differenz zwischen den vorab addierten ersten und zweiten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignalen vom ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) und der vorab addierten dritten und vierten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignale vom zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) berechnet, so dass als die Differenz das Anormalitätsüberwachungssignal erhalten wird.

9. Der Sensor nach Anspruch 7, wobei die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, **121B2**) eine erste Differenz zwischen den ersten und dritten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignalen von den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) berechnet, so dass eine erste Anormalität der Ausgangsspannung der Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CA3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121a**, **121a1**, **121a2**) erhalten wird;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1–CA4, CA1A–CA4A, CA1B–CA4B, **121**, **121A**, **121B**, **121A1**, **121A2**, **121B1**, 121B2) eine zweite Differenz zwischen den zweiten und vierten Anormalitätsüberwachungsvorbereitungssignalen von den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) berechnet, so dass eine zweite Anormalität der Ausgangsspannung der Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CA3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121a**, **121a1**, **121a2**) erhalten wird; und

die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **121**, **124**) eine letztendliche Anormalitätsbestimmung auf der Grundlage der ersten und zweiten Anormalitäten durchführt.

10. Der Sensor nach Anspruch 6, weiterhin mit:
einer ersten Differenzberechnungsvorrichtung (CA1A, CA3A, **121A1**) zur Berechnung einer Differenz des Teilausgangs von der ersten Teilelektrode des ersten Vibrationserkennungskondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) zwischen den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**);
der zweiten Differenzberechnungsvorrichtung (CA2A, CA4A, **121B1**) zur Berechnung einer Differenz im Teilausgang der zweiten Teilelektrode des ersten Vibrationserkennungskondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1A**, **45S2A**) zwischen den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**);
einer dritten Differenzberechnungsvorrichtung (CA1B, CA3B, **121A2**) zur Berechnung einer Differenz im Teilausgang von der ersten Teilelektrode des zweiten Vibrationserkennungskondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1B**, **45S2B**) zwischen den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**); und
einer vierten Differenzberechnungsvorrichtung (CA2B, CA4B, **121B2**) zur Berechnung einer Differenz im Teilausgang von der zweiten Teilelektrode des zweiten Vibrationserkennungskondensators (**45S1**, **45S2**, **45S1B**, **45S2B**) zwischen den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**), wobei:
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CA3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121A**, **121A1**, **121A2**) eine erste Anormalität der Ausgangsspannung der ersten Differenzberechnungsvorrichtung (CA1A, CA3A, **121A1**) berechnet;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CA3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121A**, **121A1**, **121A2**) eine zweite Anormalität der Ausgangsspannung der zweiten Differenzberechnungsvorrichtung (CA2A, CA4A, **121B1**) berechnet;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CR3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121A**, **121A1**, **121A2**) eine dritte Anormalität der Ausgangsspannung der dritten Differenzberechnungsvorrichtung (CA1B, CA3B, **121A2**) berechnet;
die Differenzberechnungsvorrichtung (CA1, CA3, CA1A, CA3A, CA1B, CA3B, **121A**, **121A1**, **121A2**) eine vierte Anormalität der Ausgangsspannung der vierten Differenzberechnungsvorrichtung (CA2B, CA4B, **121B2**) berechnet; und
die Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **121**, **124**) eine letztendliche Anormalitätsbestimmung auf der Grundlage der ersten bis vierten Anormalitäten durchführt.

11. Der Sensor nach Anspruch 1, weiterhin mit:
einem ersten Amplitudenüberwacher (**47a**) zur Erkennung einer Antriebsamplitude des Vibrators (**41a**) in dem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor (**100**) in Referenzrichtung, um die erste Erkennungswellenform auszugeben; und
einem zweiten Amplitudenüberwacher (**47b**) zur Erkennung einer Antriebsamplitude des Vibrators (**41b**) im zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor (**200**) in Referenzrichtung, um die zweite Erkennungswellenform auszugeben.

12. Der Sensor nach Anspruch 11, weiterhin mit:
einem Analog-Berechnungsverstärker (**7**, **11**) zur Verstärkung einer synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform, die aus den ersten und den zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert ist, wobei der Analog-Berechnungsverstärker (**7**, **11**) in dem entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**) oder an einer stromabwärtigen Schaltkreisseite des entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitts (**6**, **7**, **16**, **21**) angeordnet ist.

13. Der Sensor nach Anspruch 11 oder 12, weiterhin mit:
einer Gleichrichtereinheit (**11**) zur Gleichrichtung einer synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform, die aus den ersten und zweiten Erkennungswellenformen synthetisiert wurde; und
einem analogen Berechnungsverstärker (**7**, **11**) zur Verstärkung der synthetisierten entgegengesetztphasigen Wellenform, wobei
die Gleichrichtereinheit (**11**) in der Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **16**, **21**) angeordnet ist, und
der analoge Berechnungsverstärker (**7**, **11**) in dem entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**) oder einer stromabwärtigen Schaltkreisseite des entgegengesetztphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitts (**6**, **7**, **16**, **21**) angeordnet ist.

14. Der Sensor nach einem der Ansprüche 11 bis 13, weiterhin mit:
einer Vibrationstreibersteuereinheit (**11** bis **15**) mit einem gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**10**, **21**), wobei:
der gleichphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**10**, **21**) die erste Erkennungswellenform und die zweite Erkennungswellenform derart synthetisiert, dass eine Phase der ersten Erkennungswellenform und eine Phase der zweiten Erkennungswellenform gleichphasig sind;
die Vibrationstreibersteuereinheit (**11** bis **15**) die beiden Treiberamplituden der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) auf der Grundlage einer Amplitude einer synthetisierten ersten und zweiten Erkennungswellenform steuert, die aus den ersten und zweiten Erkennungswellenformen gleichphasig synthetisiert ist;
die Vibrationstreibereinheit (**6**) die Treiberamplituden

der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) erzeugt;
die Vibratoren (**41a**, **41b**) der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) synchron vibrationsbetrieben werden; und
der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**) in der Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **16**, **21**) vor dem gleichphasigen Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**18**, **21**) der Vibrationstreibersteuereinheit (**11** bis **15**) angeordnet ist.

15. Der Sensor nach Anspruch 14, weiterhin mit:
einer Differenzwellenformberechnungsvorrichtung (**121**) zum Berechnen einer Differenzwellenform zwischen der ersten Erkennungswellenform und der zweiten Erkennungswellenform und zum Ausgeben einer Wellenform als Winkelgeschwindigkeitssignal, in welchem die gleichphasige Beschleunigungswellenformkomponente, welche den ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitserkennungsformen überlagert ist, aufgehoben ist, wobei
die Vibrationstreibereinheit (**6**) eines jeden der ersten und zweiten Winkelgeschwindigkeitssensoren (**100**, **200**) synchron den Vibrator (**41a**, **41b**) in Referenzrichtung in entgegengesetzter Phase vibrationsbetreibt, so dass die erste oder die zweite Erkennungswellenform in entgegengesetzter Phase erzeugt wird;
der entgegengesetztphasige Wellenformsynthetisierungsabschnitt (**6**, **7**, **16**, **21**) in der Anormalitätsüberwachungssignalerzeugungs- und -ausgabeeinheit (**7**, **8**, **16**, **21**) einen Additionsberechnungsabschnitt (**16**) zur Addition der ersten Erkennungswellenform und der zweiten Erkennungswellenform aufweist; und
die erste Erkennungswellenform und die zweite Erkennungswellenform synchron mit einander entgegengesetzten Phasen ausgegeben werden.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

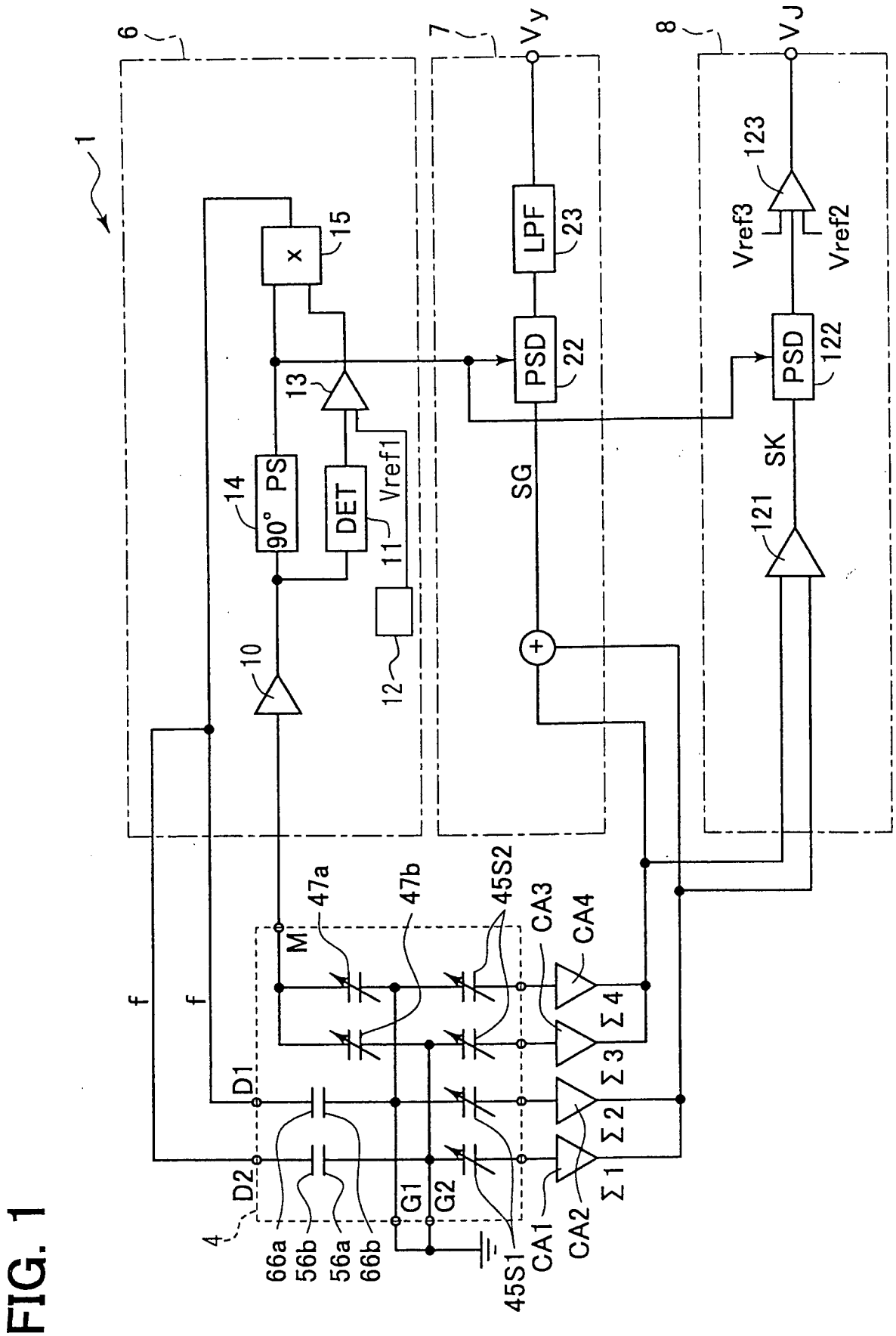


FIG. 1

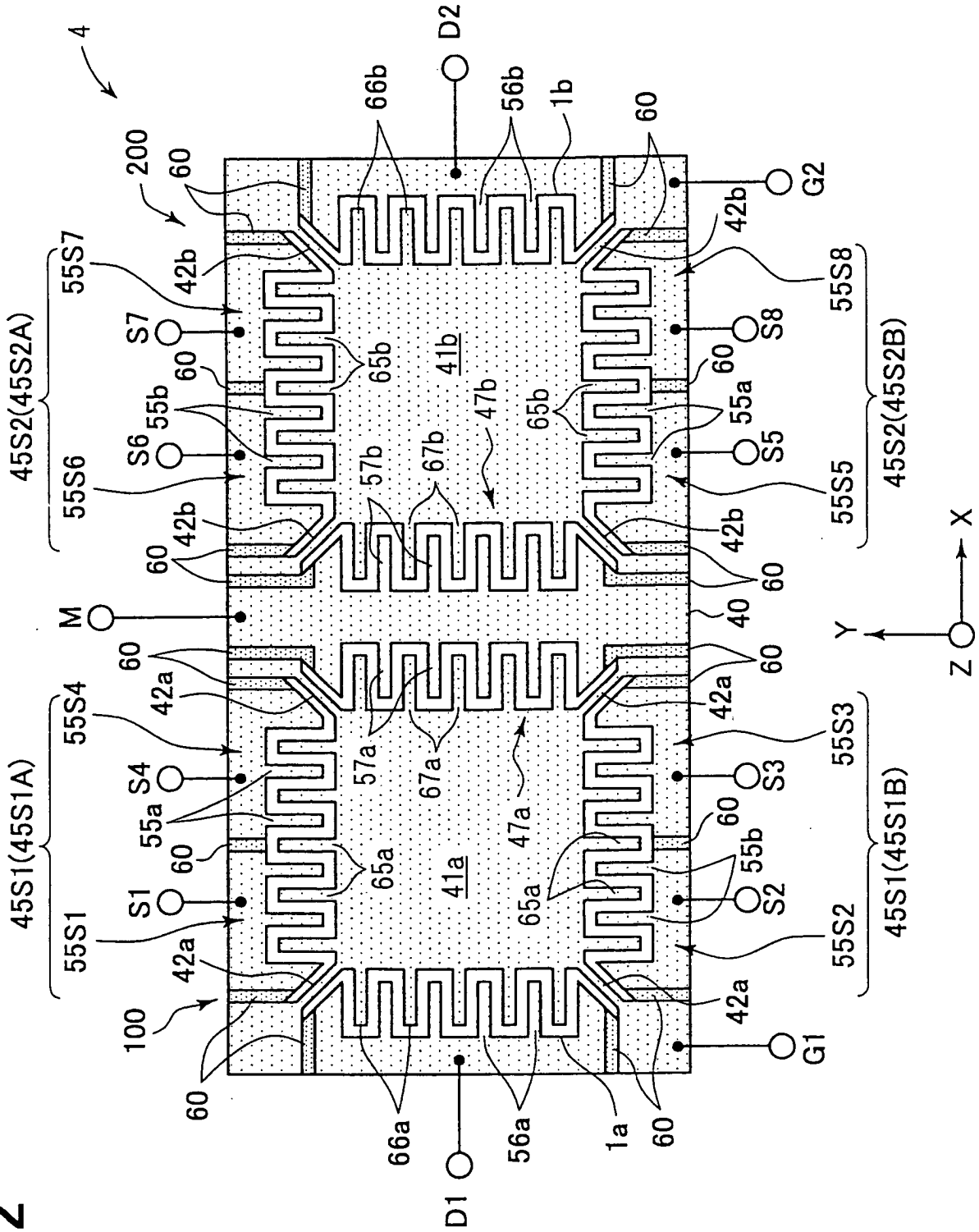

4
200
100
D1
D2
G1
G2
M
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
45S1(45S1A)
45S1(45S1B)
45S2(45S2A)
45S2(45S2B)
55S1
55S2
55S3
55S4
55S5
55S6
55S7
55S8
41a
41b
40
60
42a
42b
55a
55b
65a
65b
66a
66b
67a
67b
47a
47b
56a
56b
57a
57b
1a
1b
X
Y
Z

FIG. 2

FIG. 3

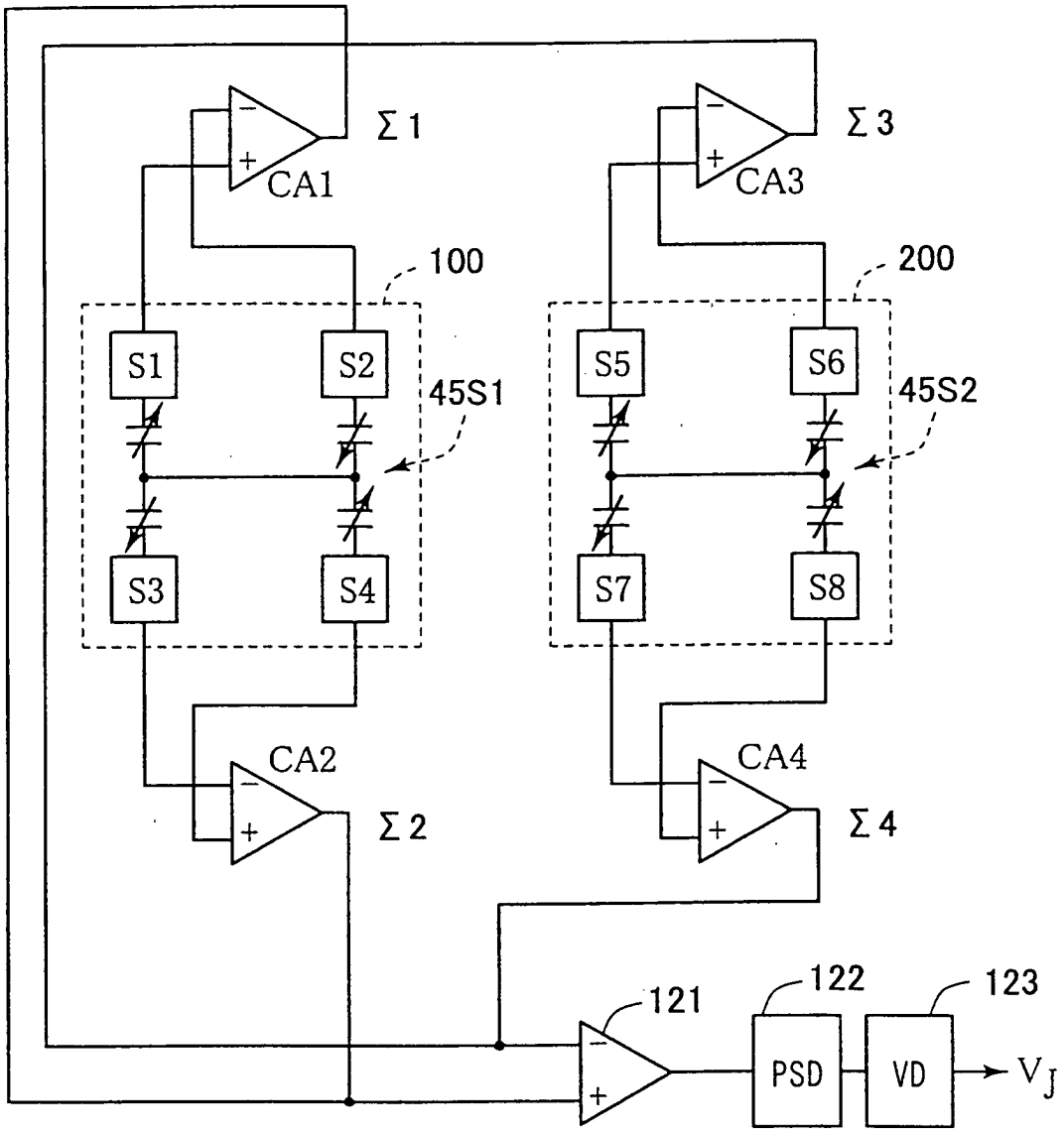

Σ 1
CA1
Σ 3
CA3
100
200
S1
S2
45S1
S5
S6
45S2
S3
S4
S7
S8
CA2
CA4
Σ 2
Σ 4
121
122
123
PSD
VD
V_J

FIG. 4A

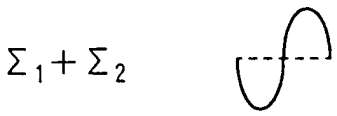


FIG. 4B

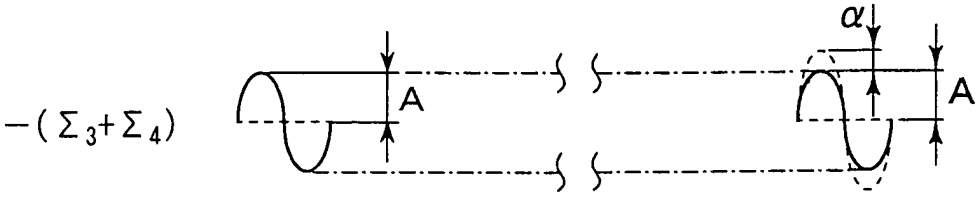


FIG. 4C



FIG. 4D



FIG. 4E

FIG. 4F

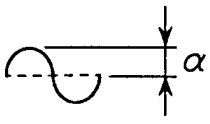


FIG. 5A

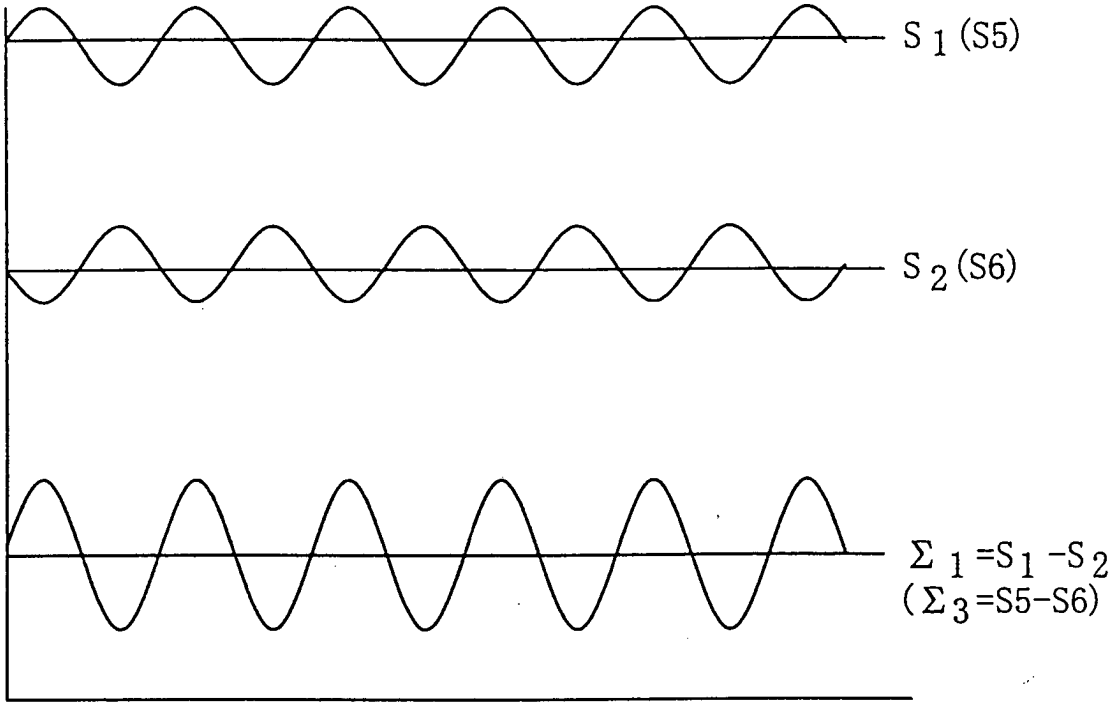


FIG. 5B

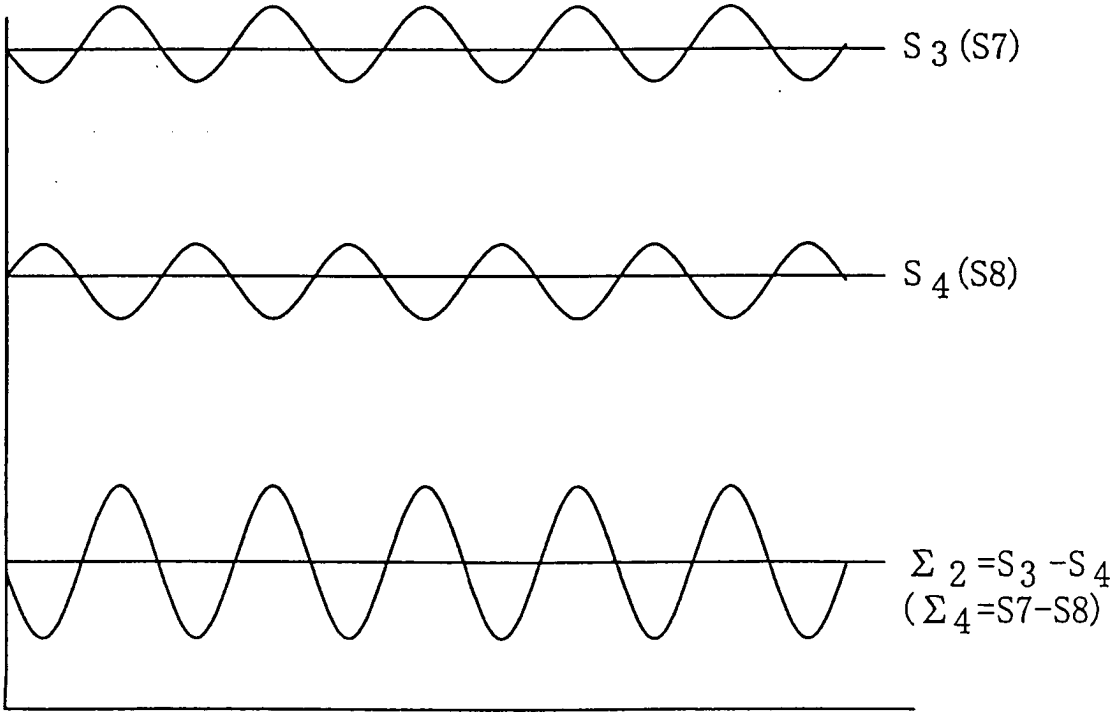


FIG. 6

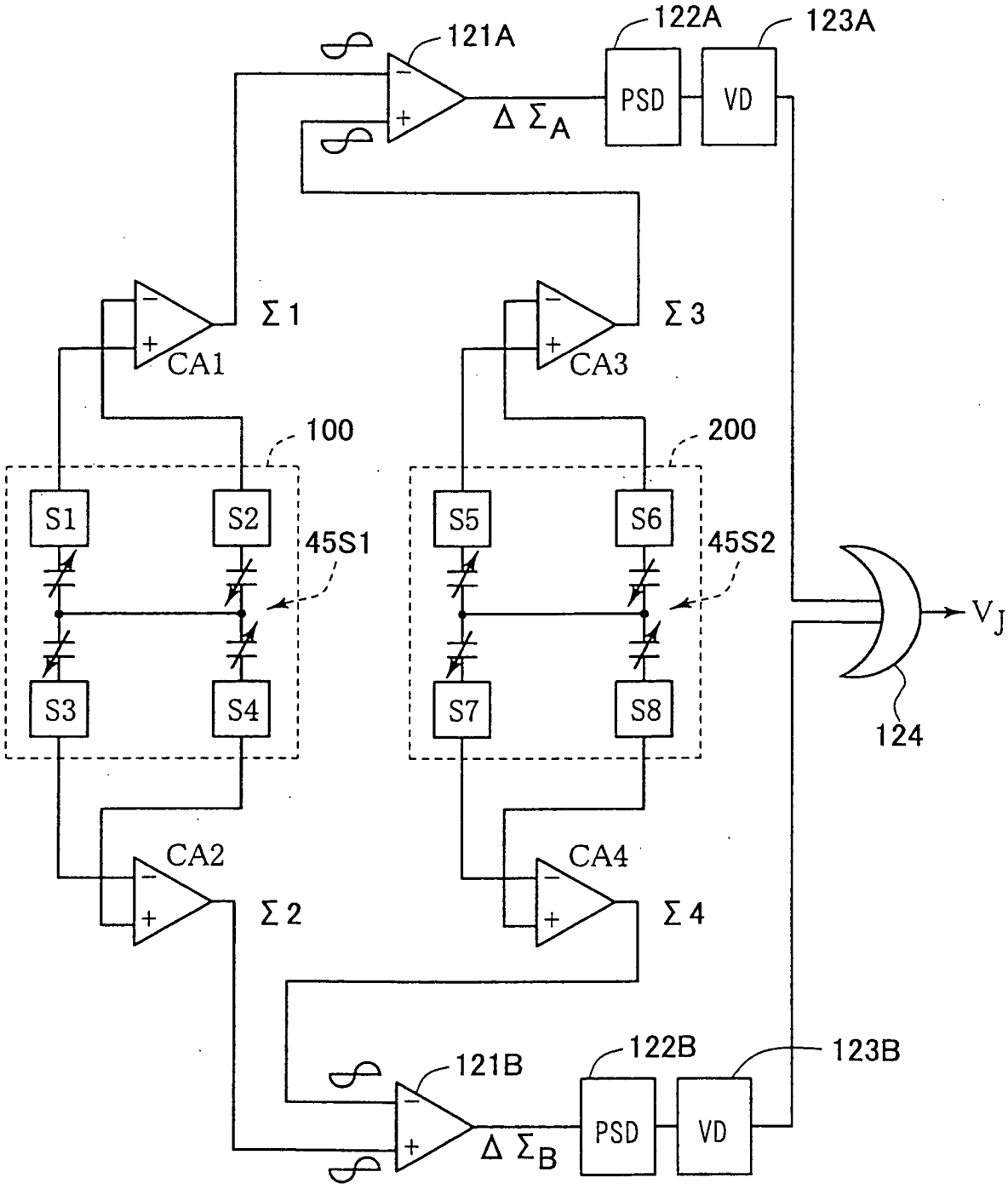
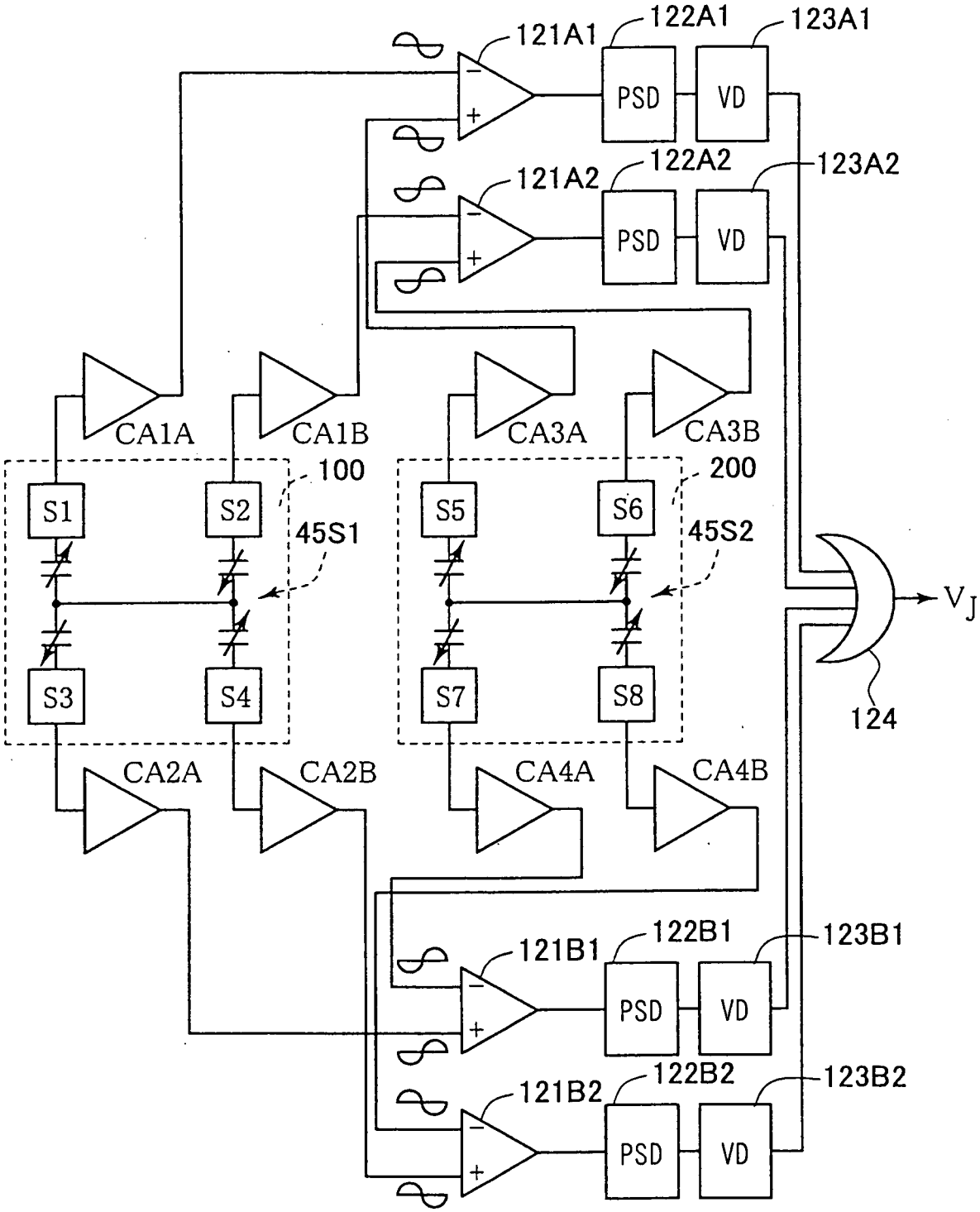

121A
122A
123A
PSD
VD
ΔΣA
Σ1
Σ3
CA1
CA3
100
200
S1
S2
S5
S6
45S1
45S2
S3
S4
S7
S8
VJ
124
CA2
CA4
Σ2
Σ4
121B
122B
123B
PSD
VD
ΔΣB

FIG. 7


121A1
122A1
123A1
PSD
VD
121A2
122A2
123A2
CA1A
CA1B
CA3A
CA3B
100
200
S1
S2
S5
S6
45S1
45S2
S3
S4
S7
S8
V_J
124
CA2A
CA2B
CA4A
CA4B
121B1
122B1
123B1
121B2
122B2
123B2

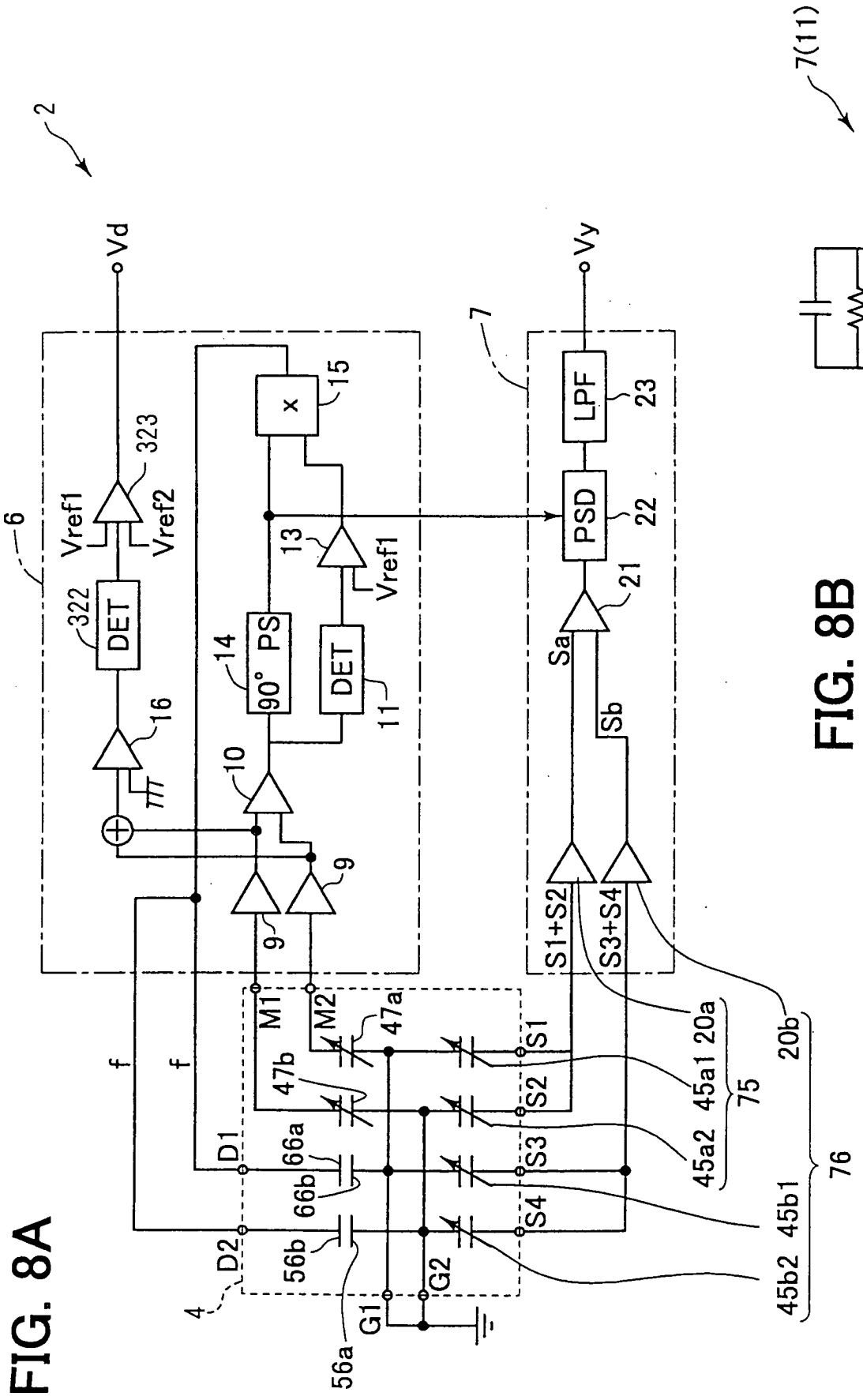

2
Vd
Vy
6
7
Vref1
Vref2
323
322
DET
16
10
14
90° PS
DET
11
13
Vref1
x
15
LPF
23
PSD
22
21
Sa
Sb
9
9
S1+S2
S3+S4
20b
M1
M2
47a
47b
S1
S2
S3
S4
45a1
20a
45a2
75
D1
66a
66b
D2
56b
G1
G2
56a
4
45b1
45b2
76
f
f

FIG. 8A

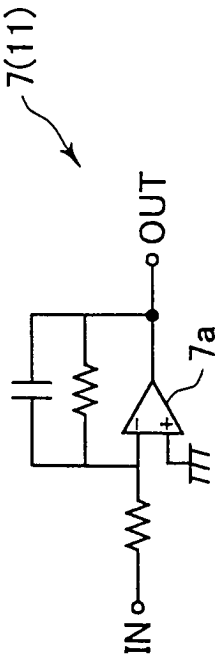

7(11)
OUT
IN
7a

FIG. 8B

FIG. 9

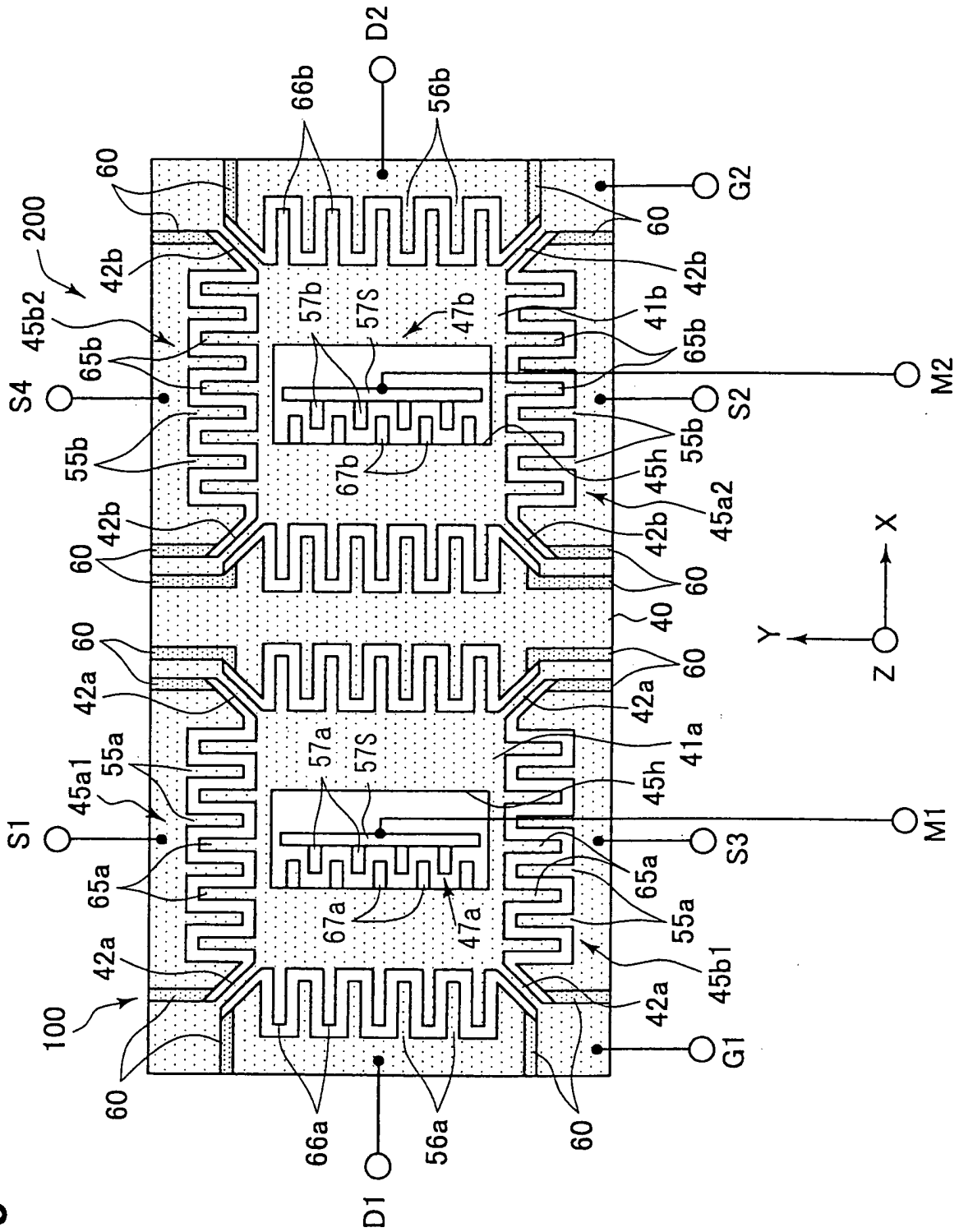

D2
66b
56b
60
G2
200
42b
45b2
65b
S4
57b
57S
47b
41b
M2
S2
55b
67b
45h
45a2
X
Y
Z
40
42a
45a1
55a
S1
57a
41a
M1
S3
65a
67a
47a
45b1
100
G1
66a
56a
D1

FIG. 10A

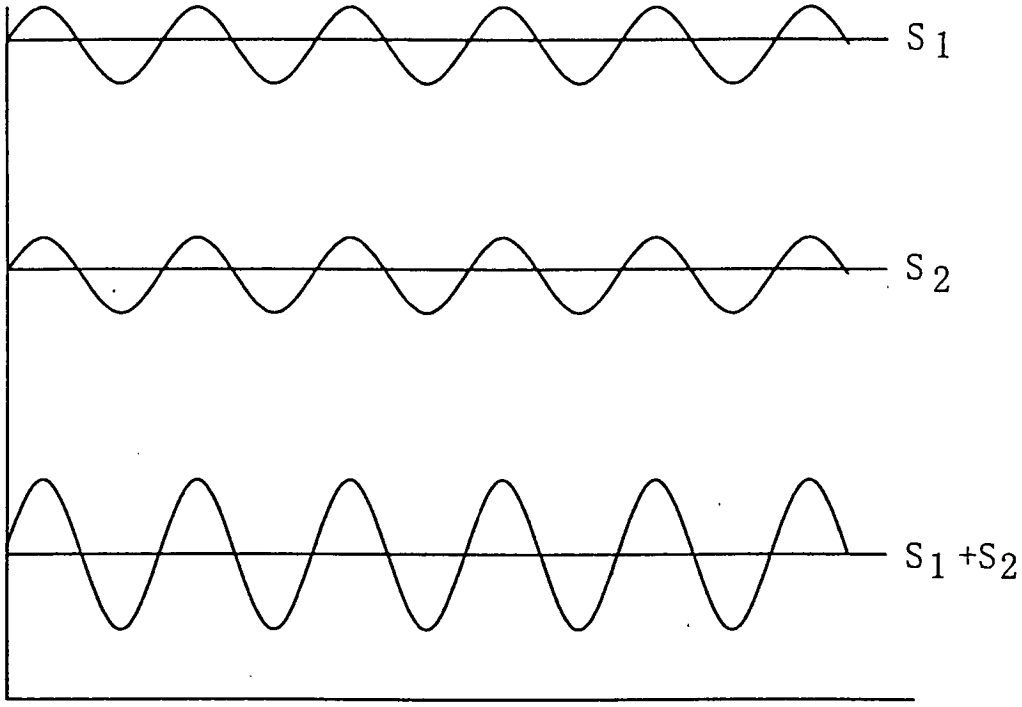


FIG. 10B

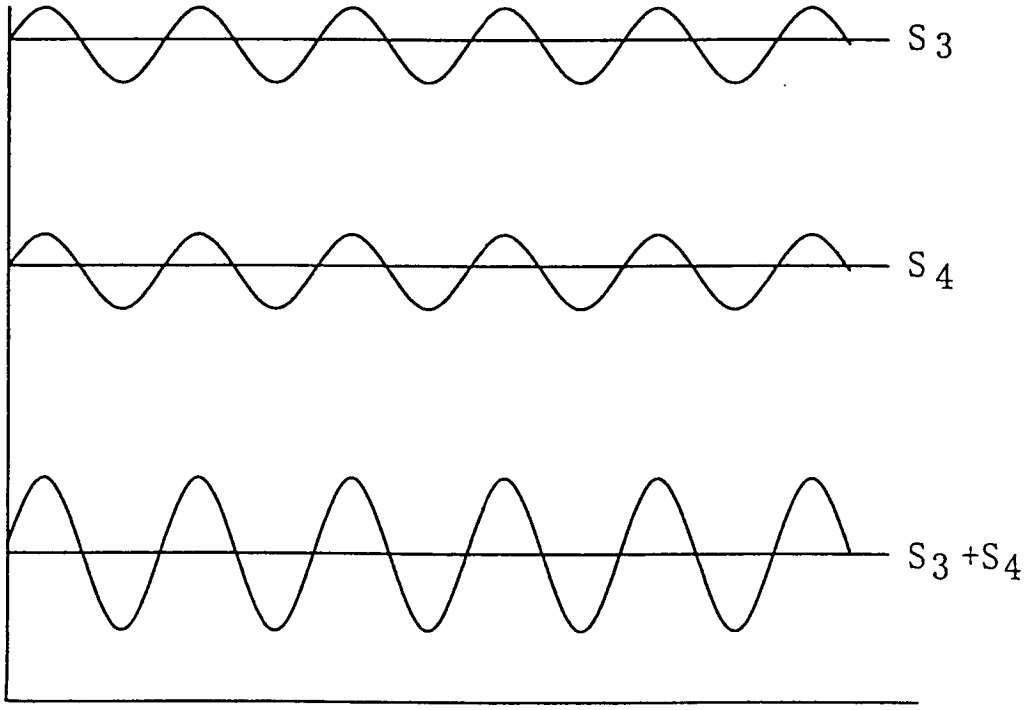


FIG. 11

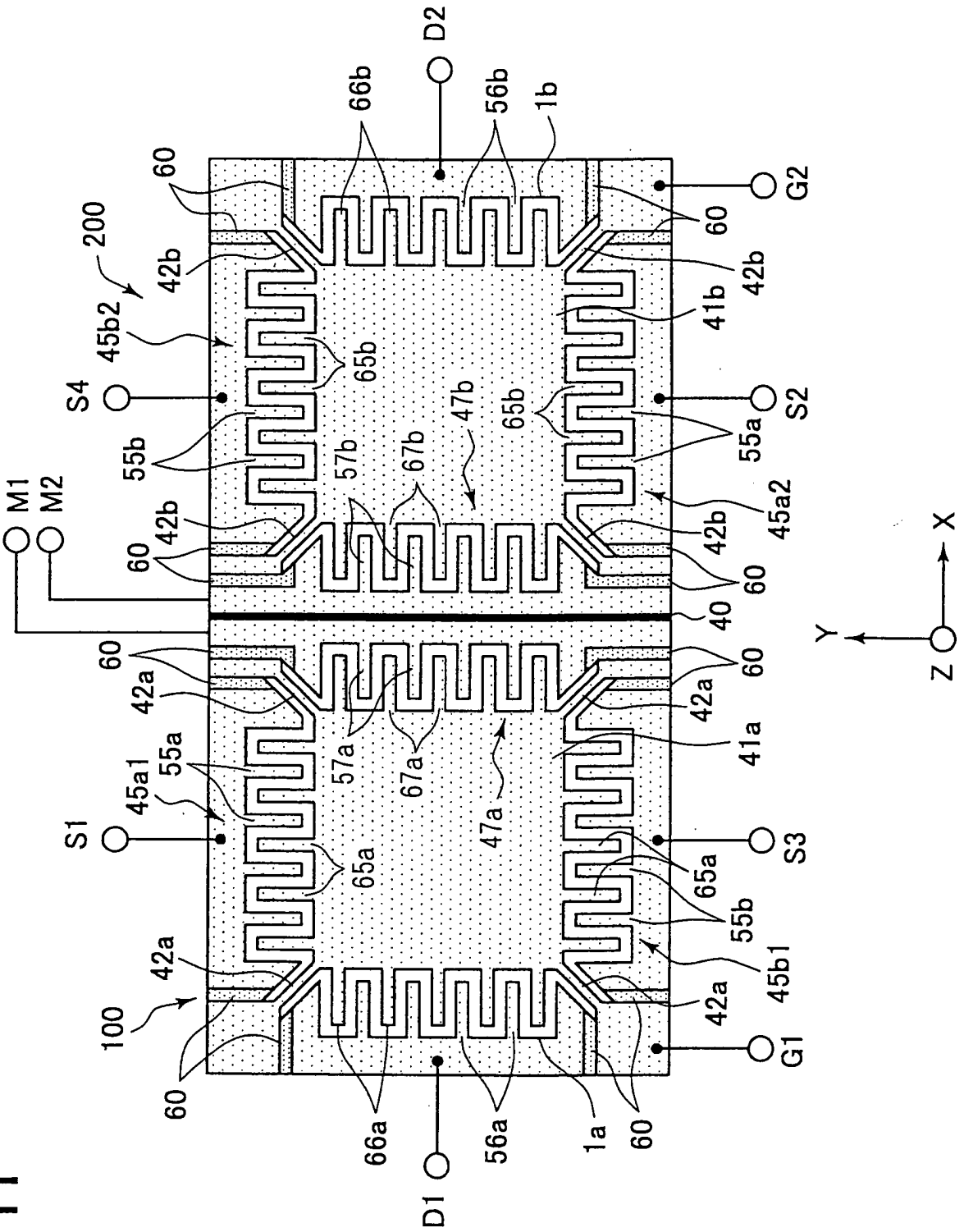

D2
66b
56b
1b
60
G2
200
42b
41b
45b2
S4
S2
65b
47b
55b
57b
67b
55a
M1
M2
45a2
60
40
X
Y
Z
60
42a
41a
57a
67a
47a
55a
45a1
S1
S3
65a
55b
45b1
42a
100
G1
60
66a
56a
1a
60
D1

FIG. 12A



FIG. 12C



FIG. 12B

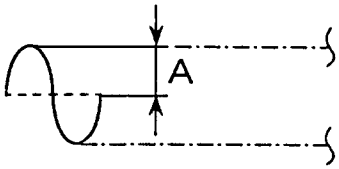


FIG. 12D

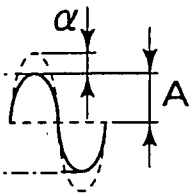


FIG. 12E

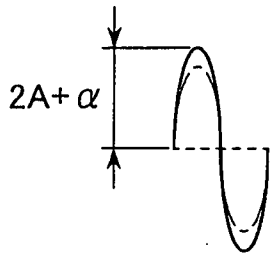


FIG. 12G

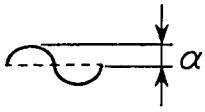


FIG. 12F

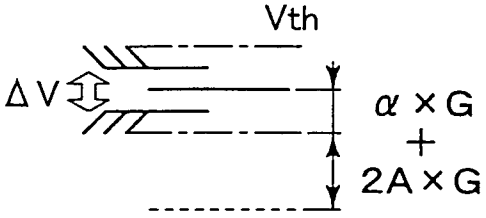


FIG. 12H

