



(10) **DE 11 2021 003 405 T5** 2023.04.06

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/261556**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 003 405.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/023940**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.06.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.12.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **06.04.2023**

(51) Int Cl.: **G01C 19/5776 (2012.01)**
G01C 19/5642 (2012.01)
H10N 30/80 (2023.01)
H10N 30/30 (2023.01)

(30) Unionspriorität:
2020-109127 24.06.2020 JP

(71) Anmelder:
**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Osaka, JP**

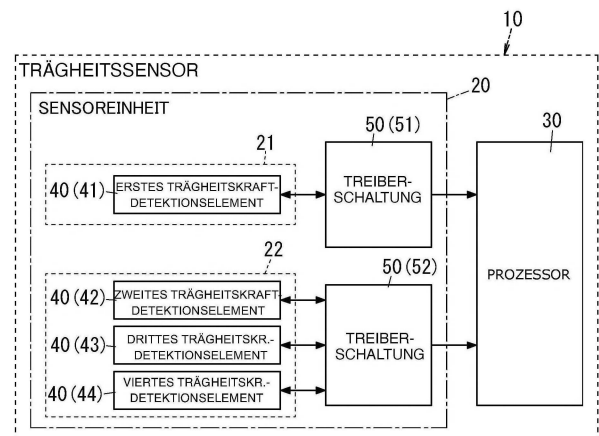
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,
80802 München, DE**

(72) Erfinder:
Kishimoto, Shinichi, Kadoma-shi, Osaka-fu, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Trägheitskraftsensor**

(57) Zusammenfassung: Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Trägheitssensor bereitzustellen, der eine erhöhte Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich mit einem erweiterten Detektionsbereich einer Trägheitskraft aufweist. Ein Trägheitssensor (10) umfasst: eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40), die jeweils so konfiguriert sind, dass sie ein Ausgangssignal ausgeben, das einer detektierten Trägheitskraft entspricht; und einen Prozessor (30), der so konfiguriert ist, dass er eine Verarbeitung in Bezug auf das Ausgangssignal von jedem der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40) ausführt. Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente (40) umfasst ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement (41) und ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement (42). Ein Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und ein Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind voneinander verschieden. Eine Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und eine Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind voneinander verschieden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft Trägheitssensoren. Insbesondere betrifft die vorliegende Offenbarung einen Trägheitssensor zur Verwendung in verschiedenen elektronischen Vorrichtungen.

Hintergrund

[0002] Die Patentschrift 1 offenbart ein Winkelgeschwindigkeits-Sensorelement zur Verwendung in Winkelgeschwindigkeits-Sensoren zur Verwendung in verschiedenen elektronischen Vorrichtungen. Das Winkelgeschwindigkeits-Sensorelement der Patentschrift 1 umfasst ein Paar feststehender Abschnitte; einen ersten Antriebsarm, dessen eines Ende von einem feststehenden Abschnitt des Paares feststehender Abschnitte getragen wird; einen zweiten Antriebsarm, dessen eines Ende von dem anderen feststehenden Abschnitt des Paares feststehender Abschnitte getragen wird, wobei der zweite Antriebsarm mit dem ersten Antriebsarm zusammenhängt; einen Lotabschnitt, der von dem anderen Ende des ersten Antriebsarms und dem anderen Ende des zweiten Antriebsarms getragen wird; einen Verbinder, der beide feststehenden Abschnitte des Paares miteinander verbindet; eine Treiberelektrode, die mit einer piezoelektrischen Schicht versehen ist, die an einem oder beiden von dem ersten Antriebsarm und dem zweiten Antriebsarm vorgesehen ist und die so konfiguriert ist, dass sie den lotrechten Abschnitt in einer Richtung, die den festen Abschnitt und den lotrechten Abschnitt miteinander verbindet, antreibt und vibriert; und eine Detektionselektrode, die mit einer piezoelektrischen Schicht versehen ist, die an einem oder beiden von dem ersten Antriebsarm und dem zweiten Antriebsarm vorgesehen ist und die so konfiguriert ist, dass sie die an dem ersten Antriebsarm und dem zweiten Antriebsarm erzeugte Corioliskraft detektiert.

[0003] In dem Winkelgeschwindigkeits-Sensorelement der Patentliteratur 1, bei dem es sich um einen Typ von Trägheitskraft-Erfassungselementen handelt, bewirkt die Vergrößerung (Erhöhung des Gewichts) des lotrechten Abschnitts eine signifikante Änderung eines elektrischen Signals von der Detektionselektrode in Reaktion auf eine Änderung der Winkelgeschwindigkeit, wodurch die Empfindlichkeit verbessert wird. Durch die Vergrößerung (Erhöhung des Gewichts) des lotrechten Abschnitts wird jedoch ein Winkelgeschwindigkeitsbereich (Erfassungsbereich) eingeengt, innerhalb dessen die Linearität der Änderung des elektrischen Signals von der Detektionselektrode als Reaktion auf die Änderung der Winkelgeschwindigkeit abnimmt. Daher weist ein Trägheitssensor wie der Winkelgeschwindigkeitssensor Schwierigkeiten auf, sowohl eine Verbesserung der Empfindlichkeit als auch einen großen Erfassungsbereich zu erreichen.

Zitierliste

Patentliteratur

[0004] Patentliteratur 1: JP 2011-209270 A

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Es ist ein Ziel, einen Trägheitssensor bereitzustellen, der eine erhöhte Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich mit einem erweiterten Detektionsbereich für eine Trägheitskraft aufweist.

[0006] Ein Trägheitssensor gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst: eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen, die jeweils so konfiguriert sind, dass sie ein Ausgangssignal ausgeben, das einer detektierten Trägheitskraft entspricht; und einen Prozessor, der so konfiguriert ist, dass er einen Prozess ausführt, der sich auf das Ausgangssignal von jedem aus der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen bezieht. Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente umfasst ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement und ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement. Ein Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und ein Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements sind voneinander verschieden. Eine Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und eine Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements sind voneinander verschieden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines Trägheitssensors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 2 ist eine schematische Draufsicht auf den Trägheitssensor;

Fig. 3 ist eine schematische Schnittdarstellung des Trägheitssensors;

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines Beispiels für einen Prozess, der von einem Prozessor des Trägheitssensors ausgeführt wird;

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm eines weiteren Beispiels des vom Prozessor des Trägheitssensors ausgeführten Prozesses;

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm eines Trägheitssensors gemäß einer Variante;

Fig. 7 ist eine schematische Draufsicht auf den Trägheitssensor gemäß der Variante; und

Fig. 8 ist eine schematische Schnittdarstellung des Trägheitssensors gemäß der Variante;

Beschreibung der Ausführungsformen

[0007] Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen in einigen Fällen beschrieben. Die im Folgenden beschriebene Ausführungsform dient der Veranschaulichung der vorliegenden Offenbarung und soll die vorliegende Offenbarung nicht auf die folgenden Anteile beschränken. Die relativen Positionen und anderen Positionsbeziehungen entsprechen den Zeichnungen, sofern nicht anders angegeben. Es ist zu beachten, dass es sich bei den Zeichnungen, auf die in der folgenden Beschreibung der Ausführungsform Bezug genommen wird, ausschließlich um schematische Darstellungen handelt, d. h. das Verhältnis der Abmessungen (einschließlich der Dicken) der auf den Zeichnungen dargestellten jeweiligen Bestandteile entspricht nicht immer ihrem tatsächlichen Abmessungsverhältnis. Darüber hinaus ist das Größenverhältnis der einzelnen Elemente nicht auf das in den Zeichnungen dargestellte Verhältnis beschränkt.

[0008] In der vorliegenden Offenbarung ist ein Trägheitssensor ein Sensor, der eine Trägheitskraft erfasst. Die Trägheitskraft wird in der Beschleunigung im translatorisch beschleunigten System und in einer Winkelgeschwindigkeit im rotierenden Koordinatensystem ausgedrückt. Das heißt, die Erfassung der Trägheitskraft ist gleichbedeutend mit der Erfassung von wenigstens einer der beiden Größen Beschleunigung oder Winkelgeschwindigkeit. In diesem Zusammenhang ist der Trägheitssensor ein Sensor, der wenigstens eine der beiden Größen, nämlich die Beschleunigung oder die Winkelgeschwindigkeit, erfasst.

(1) Ausführungsform

(1-1) Übersicht

[0009] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm eines Trägheitssensors 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Der Trägheitssensor 10 umfasst eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 und einen Prozessor 30. Die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 geben Ausgangssignale aus, die den jeweiligen detektierten Trägheitskräften entsprechen. Der Prozessor 30 führt einen Prozess aus, der sich auf die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 bezieht. Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 umfasst ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement 41 und ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement 42. Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 weisen voneinander verschiedene Detektionsbereiche auf. Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 weisen voneinander abweichende Empfindlichkeiten auf.

[0010] In dem Trägheitssensor 10 der vorliegenden Ausführungsform weisen das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, die Trägheitskräfte von Detektionsachsen (vorbestimmte Achsen) parallel zueinander erkennen, voneinander verschiedene Detektionsbereiche und Empfindlichkeiten auf. Somit kann der Detektionsbereich des Trägheitssensors 10 insgesamt größer sein als in dem Fall, in dem das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 die gleichen Detektionsbereiche aufweisen. Des Weiteren weist der Trägheitssensor 10 den Detektionsbereich eines Trägheitskraft-Detektionselements des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 auf, wobei das eine Trägheitskraft-Detektionselement eine höhere Empfindlichkeit aufweist als das andere des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Dadurch kann die Empfindlichkeit des Trägheitssensors 10 insgesamt stärker verbessert werden als in dem Fall, in dem das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 die gleichen Empfindlichkeiten

aufweisen. Daher weist der Trägheitssensor 10 der vorliegenden Ausführungsform eine erhöhte Empfindlichkeit auf, während der Detektionsbereich der Trägheitskraft erweitert wird.

(1-2) Details

[0011] Der Trägheitssensor 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0012] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst der Trägheitssensor 10 eine Sensoreinheit 20 und den Prozessor 30.

[0013] Die Sensoreinheit 20 umfasst die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 und eine Vielzahl von Treiberschaltungen 50.

[0014] Die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 detektieren Trägheitskräfte und geben Ausgangssignale aus, die den jeweiligen so detektierten Trägheitskräften entsprechen. Jedes der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ist ein mechano-elektrisches Wandlerelement (z.B. Micro Electro Mechanical Systems: MEMS). Jedes aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 ist ein Element zur Detektion der Winkelgeschwindigkeit. Jedes aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 detektiert eine Winkelgeschwindigkeit als Trägheitskraft. Da die Struktur jedes Trägheitskraft-Detektionselementes 40 eine Struktur eines konventionell bekannten Winkelgeschwindigkeits-Detektionselementes sein kann, wird auf eine ausführliche Beschreibung desselben verzichtet.

[0015] Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 umfasst das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41, das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, ein drittes Trägheitskraft-Detektionselement 43 und ein viertes Trägheitskraft-Detektionselement 44.

[0016] Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 detektiert eine Trägheitskraft einer ersten Achse A11 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) und gibt ein der so detektierten Trägheitskraft entsprechendes Ausgangssignal aus. In der vorliegenden Ausführungsform ist das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 ein Element zur Detektion der Winkelgeschwindigkeit. Die Trägheitskraft der ersten Achse A11 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11.

[0017] Das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 detektiert eine Trägheitskraft einer ersten Achse A21 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) und gibt ein Ausgangssignal aus, das der so detektierten Trägheitskraft entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform ist das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 ein Element zur Detektion der Winkelgeschwindigkeit. Die Trägheitskraft der ersten Achse A21 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21.

[0018] Das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 detektiert eine Trägheitskraft einer zweiten Achse A22 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) und gibt ein Ausgangssignal aus, das der so detektierten Trägheitskraft entspricht. Die zweite Achse A22 ist orthogonal zur ersten Achse A21. In der vorliegenden Ausführungsform ist das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 ein Element zur Detektion der Winkelgeschwindigkeit. Die Trägheitskraft der zweiten Achse A22 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die zweite Achse A22.

[0019] Das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 detektiert eine Trägheitskraft einer dritten Achse A23 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) und gibt ein der so detektierten Trägheitskraft entsprechendes Ausgangssignal aus. Die dritte Achse A23 verläuft orthogonal zur ersten Achse A21 und zur zweiten Achse A22. In der vorliegenden Ausführungsform ist das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 ein Element zur Detektion der Winkelgeschwindigkeit.

[0020] Die Trägheitskraft der dritten Achse A23 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die dritte Achse A23.

[0021] Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, sind die erste Achse A11 und die erste Achse A21 parallel zueinander. In der vorliegenden Ausführungsform liegt der Abstand zwischen der ersten Achse A11 und der ersten Achse A21 in einem Bereich, in dem die Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11 und die Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21 als im Wesentlichen gleich angesehen werden können. Daher detektieren das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 Trägheitskräfte der gleichen Achsen (vorbestimmte Achsen). In der vorliegenden Ausführungsform sind die vorbestimmten Achsen Achsen, die der ersten Achse A11 und der ersten Achse A21 entsprechen. Somit

detektieren das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 jeweils die Trägheitskräfte der ersten Achsen A11 und A21. Die erste Achse A11 ist eine Achse in einer vertikalen Richtung des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 (Achse orthogonal zu einer Anordnungsfläche (Element-Anordnungsfläche) 610a, die später beschrieben wird). Die erste Achse A21 ist eine Achse in einer Elementvertikalrichtung des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 (Achse orthogonal zur Anordnungsfläche (Elementanordnungsfläche)). Die erste Achse A11 und die erste Achse A21 sind zueinander parallele Achsen.

[0022] Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 weisen voneinander verschiedene Detektionsbereiche auf. Der Detektionsbereich ist ein Detektionsbereich der Trägheitskraft (in der vorliegenden Ausführungsform der Winkelgeschwindigkeit). Insbesondere ist in der vorliegenden Ausführungsform der Detektionsbereich für einen Bereich vorgesehen, in dem eine Änderung des Ausgangssignals jedes Trägheitskraft-Detektionselements 40 in Reaktion auf die Änderung der Trägheitskraft als linear anzusehen ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 schmaler als der Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Zum Beispiel beträgt der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 0 bis 50 [Grad/Sek] und der Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 0 bis 200 [Grad/Sek].

[0023] Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 weisen voneinander abweichende Empfindlichkeiten auf. Die Empfindlichkeit ist z.B. der Betrag der Änderung des Ausgangs in Bezug auf eine Eingangseinheit. Bei der Winkelgeschwindigkeit ist die Empfindlichkeit der Betrag der Änderung des Ausgangssignals, wenn sich die Winkelgeschwindigkeit um 1 Grad/Sek. ändert.

[0024] Je höher die Empfindlichkeit ist, desto leichter lässt sich eine geringfügige Änderung der Winkelgeschwindigkeit detektieren. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 höher als die Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42.

[0025] Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 weisen voneinander abweichende Vorspannungs-Stabilitäten auf. Die Vorspannungs-Stabilität ist z. B. die Größe der Änderung des Ausgangssignals, wenn die Trägheitskraft gleich Null ist (im Ruhezustand). Eine hohe Vorspannungs-Stabilität verringert das fehlerhafte Detektieren, wenn die Trägheitskraft gleich Null ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Vorspannungs-Stabilität des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 höher als die Vorspannungs-Stabilität des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42.

[0026] Das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 sind dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement 42 in Bezug auf den Detektionsbereich, die Empfindlichkeit und die Vorspannungs-Stabilität gleichwertig. Mit anderen Worten, das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 können bis auf die Achsen, in denen die Trägheitskräfte detektiert werden, gleich sein. Somit ist der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 enger als der Detektionsbereich des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44. Die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 ist höher als diejenige des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44. Die Vorspannungs-Stabilität des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 ist höher als die des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44.

[0027] Die Vielzahl von Treiberschaltungen 50 geben die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 an den Prozessor 30 weiter. In der vorliegenden Ausführungsform treiben die Vielzahl von Treiberschaltungen 50 die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 an, um die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 zu veranlassen, Ausgangssignale auszugeben, die den jeweiligen so detektierten Trägheitskräften entsprechen. Jede der Vielzahl von Treiberschaltungen 50 ist zum Beispiel eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC). Da die Struktur jeder Treiberschaltung 50 die Struktur einer Treiberschaltung für herkömmlich bekannte Winkelgeschwindigkeits-Detektiererelemente sein kann, wird auf deren ausführliche Beschreibung verzichtet.

[0028] Die Vielzahl der Treiberschaltungen 50 umfasst zwei Treiberschaltungen 51 und 52. Die Treiberschaltung (erste Treiberschaltung) 51 erfasst das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und gibt das Ausgangssignal an den Prozessor 30 weiter. Die Treiberschaltung (zweite Treiberschaltung) 52 erfasst die Ausgangssignale von den zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselementen 42 bis 44

und gibt die Ausgangssignale an den Prozessor 30 weiter. Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt, ist jede der beiden Treiberschaltungen 51 und 52 im Allgemeinen als rechteckige Platte ausgebildet.

[0029] Wie in **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigt, umfasst die Sensoreinheit 20 zwei Sensorelemente 21 und 22. Das Sensorelement 21 umfasst das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40. Das Sensorelement 22 umfasst das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40. Das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 sind in einem Stück integriert. Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt, sind die beiden Sensorelemente 21 und 22 im Allgemeinen rechteckige Platten.

[0030] Des Weiteren umfasst die Sensoreinheit 20 ein Gehäuse 60, wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt.

[0031] Das Gehäuse 60 beherbergt die beiden Sensorelemente 21 und 22 und die beiden Treiberschaltungen 51 und 52. Das Gehäuse 60 umfasst eine Basis 61 und eine Abdeckung 62. Die beiden Sensorelemente 21 und 22 sowie die beiden Treiberschaltungen 51 und 52 sind in einem Raum zwischen der Basis 61 und der Abdeckung 62 untergebracht. In **Fig. 2** ist die Abdeckung 62 weggelassen.

[0032] Die Basis 61 umfasst ein Basisteil 610 und ein Seitenwandteil 611. Sowohl das Basisteil 610 als auch das Seitenwandteil 611 sind elektrisch isolierend. Das Basisteil 610 und das Seitenwandteil 611 sind durchgehend einteilig ausgebildet. Zum Beispiel sind das Basisteil 610 und das Seitenwandteil 611 ein Formteil aus einem elektrisch isolierenden Harz. Das Basisteil 610 weist die Anordnungsoberfläche 610a auf. Die Anordnungsoberfläche 610a ist eine Fläche (Elementanordnungsoberfläche), auf der die beiden Sensorelemente 21 und 22 und die beiden Treiberschaltungen 51 und 52 angeordnet sind. Das Basisteil 610 weist die Form einer rechteckigen Platte auf. Das Basisteil 610 weist eine Oberfläche auf, die die Anordnungsoberfläche 610a bildet. Die Oberfläche ist eine Fläche in einer Dickenrichtung. Das Seitenwandteil 611 steht vom Außenumfang der einen Fläche in der in Bezug auf das Basisteil 610 definierten Dickenrichtung vor. Das Seitenwandteil 611 weist die Form eines rechteckigen Rahmens auf. Die Abdeckung 62 ist an dem Seitenwandteil 611 so angebracht, dass sie der Anordnungsoberfläche 610a des Basisteils 610 gegenüberliegt. Die Abdeckung 62 weist die Form einer rechteckigen Platte auf. Die Abdeckung 62 ist elektrisch isolierend. Die Abdeckung 62 ist zum Beispiel ein Formteil aus einem elektrisch isolierenden Harz.

[0033] Die Basis 61 umfasst des Weiteren einen Anti-Vibrations-Abschnitt 70 und eine Vielzahl von Verbindungselementen 80.

[0034] Der Anti-Vibrations-Abschnitt 70 ist auf der Anordnungsoberfläche 610a der Basis 61 angeordnet. Insbesondere liegt der Anti-Vibrations-Abschnitt 70 zwischen der Anordnungsoberfläche 610a und den beiden Sensorelementen 21 und 22 sowie den beiden Treiberschaltungen 51 und 52. Der Anti-Vibrations-Abschnitt 70 ist vorgesehen, um den Einfluss einer Vibration außerhalb des Gehäuses 60 auf die beiden Sensorelemente 21 und 22 zu reduzieren. Dadurch wird das im Trägheitssensor 10 erzeugte Rauschen reduziert. Der Anti-Vibrations-Abschnitt 70 ist zum Beispiel aus einem elastischen und elektrisch isolierenden Material gefertigt.

[0035] Die Vielzahl von Verbindungselementen 80 wird für die elektrische Verbindung wenigstens der Treiberschaltungen 51 und 52 mit dem Prozessor 30 verwendet. Jedes der Vielzahl der Verbindungselemente 80 umfasst einen Elektrodenabschnitt 81 und einen Terminalabschnitt 82. Die Vielzahl der Verbindungselemente 80 ist in die Basis 61 eingebettet. In jedem Verbindungselement 80 liegt der Elektrodenabschnitt 81 an der Anordnungsoberfläche 610a des Basisteils 610 frei, der Terminalabschnitt 82 ragt von einer Seitenfläche des Basisteils 610 nach außen. Die Elektrodenabschnitte 81 der Vielzahl von Verbindungselementen 80 werden zur elektrischen Verbindung mit den Treiberschaltungen 51 und 52 verwendet. Die Terminalabschnitte 82 der Vielzahl von Verbindungselementen 80 werden für die elektrische Verbindung mit dem Prozessor 30 verwendet. In der vorliegenden Ausführungsform werden die Vielzahl von Verbindungselementen 80 von der Basis 61 durch Umspritzen gehalten.

[0036] Die beiden Sensorelemente 21 und 22 und die beiden Treiberschaltungen 51 und 52 sind auf der Anordnungsoberfläche 610a angeordnet. Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt, sind die beiden Treiberschaltungen 51 und 52 auf dem Anti-Vibrations-Abschnitt 70 der Anordnungsoberfläche 610a angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden Treiberschaltungen 51 und 52 entlang der Längsrichtung (in **Fig. 2** in Richtung links/rechts) der Anordnungsoberfläche 610a ausgerichtet. Die beiden Sensorelemente 21

und 22 sind auf gegenüberliegenden Seiten der beiden Treiberschaltungen 51 und 52 der Anordnungsoberfläche 610a angeordnet. Das Sensorelement 21 ist über einen oder mehrere drahtgebundene Leiter W11 mit der ersten Treiberschaltung 51 elektrisch verbunden. Das Sensorelement 22 ist über eine oder mehrere drahtgebundene Leitungen W21 elektrisch mit der zweiten Treiberschaltung 52 verbunden. Die erste Treiberschaltung 51 ist über einen oder mehrere drahtgebundene Drähte W12 elektrisch mit einem oder mehreren der entsprechenden Elektrodenabschnitte 81 verbunden. Die zweite Treiberschaltung 52 ist über einen oder mehrere drahtgebundene Drähte W22 mit einem oder mehreren der entsprechenden Elektrodenabschnitte 81 elektrisch verbunden.

[0037] In dieser Ausführungsform, wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, sind die erste Achse A11 des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und die erste Achse A21 des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 orthogonal zur Anordnungsoberfläche 610a. Die zweite Achse A22 des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 verläuft entlang der Breitenrichtung der Anordnungsoberfläche 610a (Auf-/Abwärtsrichtung in **Fig. 2**). Insbesondere ist die zweite Achse A22 des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 orthogonal zu einer Richtung, in der die beiden Sensorelemente 21 und 22 (zwei Treiberschaltungen 51 und 52) ausgerichtet sind (Links/Rechts-Richtung in **Fig. 2**). Die dritte Achse A23 des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 verläuft entlang der Längsrichtung der Anordnungsoberfläche 610a (Links/Rechts-Richtung in **Fig. 2**). Insbesondere ist die dritte Achse A23 des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 orthogonal zu einer Richtung, in der die beiden Sensorelemente 21 und 22 (zwei Treiberschaltungen 51 und 52) ausgerichtet sind (Links/Rechts-Richtung in **Fig. 2**).

[0038] Der Prozessor 30 führt einen Prozess aus, der sich auf die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 bezieht. Der Prozessor 30 erfasst von den Treiberschaltungen 51 und 52 die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40. Der Prozessor 30 erfasst das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 in einem ersten Intervall und erfasst das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 in einem zweiten Intervall, das größer als das erste Intervall ist. Dies liegt daran, dass die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 höher ist als die des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. In der vorliegenden Ausführungsform sind das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 in das Sensorelement 22 integriert. Daher erfasst der Prozessor 30 die Ausgangssignale des zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselements 42 bis 44 im zweiten Intervall. Das erste Intervall und das zweite Intervall sind wenigstens entsprechend den Empfindlichkeiten des ersten und zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und 42 eingestellt. Durch eine Verkürzung des ersten Intervalls gegenüber einem Intervall, das auf dem Verhältnis der Empfindlichkeiten des ersten und zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und 42 basiert, kann übrigens eine erste Trägheitskraft fein dosiert ausgegeben werden. Des Weiteren kann je nach gewünschter Auflösung das zweite Intervall kürzer als das Verhältnis der Empfindlichkeiten des ersten und zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und 42 gewählt werden.

[0039] Der Prozessor 30 ermittelt die Trägheitskraft der vorbestimmten Achse (erste Achse A11) unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41. Zusammenfassend erhält der Prozessor 30 die Trägheitskraft der ersten Achse A11 (Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11) unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des Sensorelements 21, d.h. die Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse. Der Prozessor 30 ermittelt die Trägheitskraft der vorbestimmten Achse (erste Achse A21) unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Der Prozessor 30 ermittelt die Trägheitskraft der zweiten Achse A22 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43. Der Prozessor 30 ermittelt die Trägheitskraft der dritten Achse A23 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44. Insgesamt erhält der Prozessor 30 die Trägheitskräfte der ersten bis dritten Achse A21 bis A23 (Winkelgeschwindigkeiten um die erste bis dritte Achse A21 bis A23), d. h. die Winkelgeschwindigkeiten der drei Achsen in Bezug auf das Ausgangssignal des Sensorelements 22.

[0040] Ein Beispiel für die Verarbeitung durch den Prozessor 30 wird mit Bezug auf das Flussdiagramm von **Fig. 4** beschrieben. Zunächst erhält der Prozessor 30 die Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit) der ersten Achse A11 aus dem Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 (S11). Aus den Ausgangssignalen des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42, des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 erhält der Prozessor 30 die Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeiten) der ersten Achse A21, der zweiten Achse A22 und der dritten Achse A23 (S12). Dann bestimmt der Prozessor 30, ob die Trägheitskraft der ersten Achse kleiner oder gleich 50 [GpS] ist (S13). Bei der Trägheitskraft der ersten Achse kann es sich um die Trägheitskraft der ersten Achse A11 aus

dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement 41 oder um die Trägheitskraft der ersten Achse A21 aus dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement 42 handeln. Durch die Verwendung der Trägheitskraft des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 (Trägheitskraft der ersten Achse A11) kann die Trägheitskraft feiner detektiert werden, wodurch die Bestimmungsgenauigkeit verbessert wird. Wenn die Trägheitskraft der ersten Achse kleiner oder gleich 50 [GpS] (erster Bereich) ist (S13: JA), führt der Prozessor 30 einen ersten Prozess durch (S14). In dem ersten Prozess führt der Prozessor 30 eine Verarbeitung in Bezug auf die Trägheitskräfte durch, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. In dem ersten Prozess wählt der Prozessor 30 die Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A11, die Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 und die Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23 als die Trägheitskräfte aus, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. Das heißt, das erste Verfahren ist ein Verfahren zur Ausgabe der Trägheitskraft der ersten Achse A11, die in Bezug auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 erhalten wird, der Trägheitskraft der zweiten Achse A22, die in Bezug auf das Ausgangssignal des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 erhalten wird, und der Trägheitskraft der dritten Achse A33, die in Bezug auf das Ausgangssignal des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 erhalten wird. Ist hingegen die Trägheitskraft der ersten Achse größer als 50 [GpS] (zweiter Bereich) (S13: NEIN), führt der Prozessor 30 einen zweiten Prozess (S15) durch. In dem zweiten Prozess führt der Prozessor 30 eine Verarbeitung in Bezug auf die Trägheitskräfte durch, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. In dem zweiten Prozess wählt der Prozessor 30 die Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A21, die Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 und die Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23 als die Trägheitskräfte aus, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. Das heißt, das zweite Verfahren ist ein Verfahren zur Ausgabe der Trägheitskräfte der ersten Achse A21, der zweiten Achse A22 und der dritten Achse A23, die unter Bezugnahme auf die Ausgangssignale des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42, des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 erhalten werden. Somit werden die Winkelgeschwindigkeiten der drei Achsen sowohl im ersten als auch im zweiten Prozess ausgegeben, aber das Trägheitskraft-Detektionselement einer der drei Achsen ist zwischen dem ersten und dem zweiten Prozess unterschiedlich.

[0041] Ein weiteres Beispiel für den Prozess des Prozessors 30 wird mit Bezug auf das Flussdiagramm von **Fig. 5** beschrieben. Zunächst erhält der Prozessor 30 Trägheitskräfte (Winkelgeschwindigkeiten) der ersten Achse A21, der zweiten Achse A22 und der dritten Achse A23 aus den Ausgangssignalen des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42, des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 und des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 (S21). Dann stellt der Prozessor 30 fest, ob die Trägheitskraft der ersten Achse A21 kleiner oder gleich 50 [GpS] ist (S22) oder nicht. Wenn die Trägheitskraft der ersten Achse A21 kleiner oder gleich 50 [GpS] (erster Bereich) ist (S22; JA), erhält der Prozessor 30 die Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit) der ersten Achse A11 aus dem Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 (S23). Danach führt der Prozessor 30 einen ersten Prozess (S24) durch. In dem ersten Prozess führt der Prozessor 30 eine Verarbeitung in Bezug auf die Trägheitskräfte durch, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. In dem ersten Prozess wählt der Prozessor 30 die Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A11, die Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 und die Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23 als die Trägheitskräfte aus, die von der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ausgegeben werden. Das heißt, das erste Verfahren ist ein Verfahren zur Ausgabe der Trägheitskraft der ersten Achse A11, die unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 erhalten wird, der Trägheitskraft der zweiten Achse A22, die unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 erhalten wird, und der Trägheitskraft der dritten Achse A33, die unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 erhalten wird. Wenn die Trägheitskraft der ersten Achse A21 größer als 50 [GpS] (zweiter Bereich) ist (S22; NEIN), führt der Prozessor 30 einen zweiten Prozess durch (S25). Der Anteil des zweiten Prozesses ist derselbe wie der zweite Prozess des in **Fig. 4** gezeigten Flussdiagramms. Gemäß dem im Flussdiagramm von **Fig. 5** gezeigten Beispiel reichen die Trägheitskräfte der drei Achsen als Daten der Trägheitskraft, die zum Zeitpunkt der Verarbeitung im Speicher zu speichern sind, im Vergleich zu dem im Flussdiagramm von **Fig. 4** gezeigten Beispiel aus, und somit kann, wenn die erste Trägheitskraft größer als 50 [GpS] ist, ein Prozess reduziert werden. Daher kann die Verarbeitung effizient durchgeführt werden.

[0042] Der Prozessor 30 führt den ersten Prozess im ersten Bereich der Trägheitskraft aus. Der Prozessor 30 führt den zweiten Prozess in dem zweiten Bereich der Trägheitskraft aus. Der erste Bereich ist ein Bereich innerhalb des Detektionsbereichs des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41. Der zweite Bereich ist ein Bereich innerhalb des Detektionsbereichs des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Insbesondere ist der erste Bereich ein Bereich, der sich mit dem Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und dem Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 überschnei-

det. Der zweite Bereich ist ein Bereich, der im Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 liegt und der sich nicht mit dem ersten Bereich überschneidet. Der obere Grenzwert des ersten Bereichs ist kleiner als oder gleich dem unteren Grenzwert des zweiten Bereichs. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Bereich ein Bereich, in dem die Winkelgeschwindigkeiten der vorbestimmten Achsen (der ersten Achsen A11 und A21) jeweils größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 50 [GpS] sind, und der zweite Bereich ist ein Bereich, in dem die Winkelgeschwindigkeiten jeweils größer als 50 und kleiner als oder gleich 200 [GpS] sind. Die Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit) und die Ausgabe des Prozessors 30 stehen in der in Tabelle 1 gezeigten Beziehung. Das heißt, wenn der erste Prozess ausgeführt wird, ist der Bereich (erster Bereich) der entsprechenden Trägheitskraft größer oder gleich 0 [GpS] und kleiner oder gleich 50 [GpS], aber die Detektionsempfindlichkeit der Trägheitskraft und die Vorspannungs-Stabilität sind erhöht. Des Weiteren ist die Detektionsempfindlichkeit der Trägheitskraft und der Vorspannungs-Stabilität bei Ausführung des zweiten Verfahrens relativ gering, aber der Bereich (zweiter Bereich) der entsprechenden Trägheitskraft ist größer als 50 [GpS] und kleiner oder gleich 200 [GpS] und kann somit erweitert werden. Man beachten, dass [GpS] für „Grad pro Sekunde“ steht.

[Tabelle 1]

Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit [GpS])	Auszuführender Prozess	Ausgabe	Empfindlichkeit	Vorspannungs-Stabilität
Größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 50	Erster Prozess	Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A11 Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23	Hoch	Hoch
Größer als 50 und kleiner als oder gleich 200	Zweiter Prozess	Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A21 Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23	Niedrig	Niedrig

[0043] Der Prozessor 30 führt einen Diagnoseprozess im ersten Bereich aus. Der Diagnoseprozess ist ein Prozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Der erste Bereich überschneidet sich mit dem Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und dem Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Daher ist im ersten Bereich normalerweise die Trägheitskraft, die aus dem Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 (die Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11) gewonnen werden kann, gleich der Trägheitskraft, die aus dem Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 (die Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21) gewonnen werden kann. Somit kann im ersten Bereich das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42, dessen Empfindlichkeit geringer ist als die des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41, für die Fehlerdiagnose des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 verwendet werden. Stimmt die Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11 nicht mit der Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21 überein, stellt der Prozessor 30 fest, dass das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 einen Fehler aufweist. Wenn als Ergebnis des Diagnoseprozesses festgestellt wird, dass das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 einen Fehler aufweist, gibt der Prozessor 30 eine Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21 anstelle der Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11 aus. Daher kann der Trägheitssensor 10 auch bei einem Ausfall des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 weiter betrieben werden. Wenn als Ergebnis des Diagnoseprozesses festgestellt wird, dass das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 einen Fehler aufweist, meldet der Prozessor 30 des Weiteren das Auftreten des Fehlers.

(2) Variationen

[0044] Die Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt. Die oben beschriebene Ausführungsform kann ohne weiteres auf verschiedene Weise modifiziert werden, abhängig von der Wahl des Designs oder von anderen Faktoren, ohne dass der Rahmen der vorliegenden Offenbarung verlassen wird. Im Folgenden werden Variationen der oben beschriebenen

Ausführungsform aufgezählt. Die nachstehend beschriebenen Varianten sind entsprechend in Kombination anwendbar.

[0045] Fig. 6 bis Fig. 8 zeigen einen Trägheitssensor 10A in einer Variante. Wie in Fig. 6 gezeigt, umfasst der Trägheitssensor 10A eine Sensoreinheit 20A und einen Prozessor 30A.

[0046] Die Sensoreinheit 20A umfasst eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 und eine Vielzahl von Treiberschaltungen 50 (51A und 52).

[0047] Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 umfasst ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement 41, ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement 42, ein drittes Trägheitskraft-Detektionselement 43, ein viertes Trägheitskraft-Detektionselement 44, ein fünftes Trägheitskraft-Detektionselement 45 und ein sechstes Trägheitskraft-Detektionselement 46.

[0048] Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 bis das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 sind die gleichen wie in der oben beschriebenen Ausführungsform.

[0049] Das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 detektiert die Trägheitskraft einer zweiten Achse A12 (siehe Fig. 7 und Fig. 8) und gibt ein Ausgangssignal aus, das der so detektierten Trägheitskraft entspricht. Die zweite Achse A12 ist orthogonal zu einer ersten Achse A11. In der vorliegenden Variante ist das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 ein Winkelgeschwindigkeits-Detektionselement. Die Trägheitskraft der zweiten Achse A12 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die zweite Achse A12.

[0050] Das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 detektiert die Trägheitskraft einer dritten Achse A13 (siehe Fig. 7 und Fig. 8) und gibt ein Ausgangssignal aus, das der so detektierten Trägheitskraft entspricht. Die dritte Achse A13 verläuft orthogonal zur ersten Achse A11 und zur zweiten Achse A12. In der vorliegenden Variante ist das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 ein Winkelgeschwindigkeits-Detektionselement. Die Trägheitskraft der dritten Achse A13 ist eine Winkelgeschwindigkeit um die dritte Achse A13.

[0051] Wie in den Fig. 7 und Fig. 8 gezeigt, sind die zweite Achse A12 und eine zweite Achse A22 parallel zueinander. In der vorliegenden Variante liegt der Abstand zwischen der zweiten Achse A12 und der zweiten Achse A22 in einem Bereich, in dem die Winkelgeschwindigkeit um die zweite Achse A12 und eine Winkelgeschwindigkeit um die zweite Achse A22 als im Wesentlichen gleich zueinander angesehen werden können. Daher detektieren das dritte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 Trägheitskräfte der gleichen Achsen (vorbestimmte Achsen). Bei der vorliegenden Variante sind die Achsen, die der zweiten Achse A12 und der zweiten Achse A22 entsprechen, ebenfalls vorbestimmte Achsen.

[0052] Wie in den Fig. 7 und Fig. 8 gezeigt, sind die dritte Achse A13 und eine dritte Achse A23 parallel zueinander. Bei der vorliegenden Variante liegt der Abstand zwischen der dritten Achse A13 und der dritten Achse A23 in einem Bereich, in dem die Winkelgeschwindigkeit um die dritte Achse A13 und eine Winkelgeschwindigkeit um die dritte Achse A23 als im Wesentlichen gleich zueinander angesehen werden können. Daher detektieren das vierte Trägheitskraft-Detektionselement 44 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 Trägheitskräfte der gleichen Achsen (vorbestimmte Achsen). In der vorliegenden Variante sind die der dritten Achse A13 und der dritten Achse A23 entsprechenden Achsen ebenfalls vorbestimmte Achsen.

[0053] Das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 entsprechen dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement 41 in Bezug auf den Detektionsbereich, die Empfindlichkeit und die Vorspannungs-Stabilität. Mit anderen Worten, das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41, das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 können bis auf die Achsen, in denen die Trägheitskräfte detektiert werden, gleich sein. Somit ist der Detektionsbereich des fünften Trägheitskraft-Detektionselements 45 und des sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 46 jeweils kleiner als der des zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselements 42 bis 44. Somit ist die Empfindlichkeit des fünften Trägheitskraft-Detektionselements 45 und des sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 46 höher als die des zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselements 42 bis 44. Somit ist die Vorspannungs-Stabilität des fünften Trägheitskraft-Detektionselements 45 und des sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 46 höher als die des zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselements 42 bis 44.

[0054] Die Vielzahl der Treiberschaltungen 50 umfasst die beiden Treiberschaltungen 51A und 52. Die erste Treiberschaltung 51A erfasst Ausgangssignale von dem ersten, fünften und sechsten Trägheitskraft-Detektionselement 41, 45 und 46 und gibt die Ausgangssignale an den Prozessor 30 weiter. Die erste Treiberschaltung 51A hat im Allgemeinen die Form einer rechteckigen Platte.

[0055] Wie in **Fig. 6** bis **Fig. 8** gezeigt, umfasst die Sensoreinheit 20A zwei Sensorelemente 21A und 22. Das Sensorelement 21A umfasst das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41, das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40. Das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41, das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 sind in einem Stück integriert. Wie in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt, sind die beiden Sensorelemente 21A und 22 im Allgemeinen rechteckige Platten.

[0056] Der Prozessor 30A führt einen Prozess aus, der sich auf die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 bezieht. Der Prozessor 30 erfasst von den Treiberschaltungen 51A und 52 die Ausgangssignale der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40. Der Prozessor 30A erfasst das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 in einem ersten Intervall und erfasst das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 in einem zweiten Intervall, das größer als das erste Intervall ist. In der vorliegenden Variante sind das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41, das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 und das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 in das Sensorelement 21A integriert. Daher erfasst der Prozessor 30A die Ausgangssignale des ersten, fünften und sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 41, 45 und 46 mit dem ersten Intervall.

[0057] Der Prozessor 30A ermittelt die Trägheitskraft der ersten Achse A11 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41. Der Prozessor 30A ermittelt die Trägheitskraft der zweiten Achse A12 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des fünften Trägheitskraft-Detektionselements 45. Der Prozessor 30A ermittelt die Trägheitskraft der dritten Achse A13 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 46. Insgesamt erhält der Prozessor 30A die Trägheitskräfte der ersten bis dritten Achse A11 bis A13 (Winkelgeschwindigkeiten um die erste bis dritte Achse A11 bis A13), d.h. die Winkelgeschwindigkeiten der drei Achsen in Bezug auf das Ausgangssignal des Sensorelements 21A.

[0058] In ähnlicher Weise wie der Prozessor 30 erhält der Prozessor 30A die Trägheitskräfte der ersten bis dritten Achse A21 bis A23 (Winkelgeschwindigkeiten um die erste bis dritte Achse A21 bis A23), d.h. die Winkelgeschwindigkeiten der drei Achsen in Bezug auf die Ausgabe des Sensorelements 22.

[0059] Der Prozessor 30A weist eine Funktion zum Ausführen eines ersten Prozesses und eines zweiten Prozesses auf. Der erste Prozess ist ein Prozess zur Ausgabe der Trägheitskräfte, die in Bezug auf die Ausgangssignale des ersten, fünften und sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 41, 45 und 46 erhalten werden. Das zweite Verfahren ist ein Verfahren zur Ausgabe der Trägheitskräfte, die unter Bezugnahme auf die Ausgangssignale des zweiten bis vierten Trägheitskraft-Detektionselements 42 bis 44 gewonnen werden. Daher werden die Winkelgeschwindigkeiten der drei Achsen im ersten Prozess und im zweiten Prozess ausgegeben.

[0060] Der Prozessor 30A führt den ersten Prozess in einem ersten Bereich der Trägheitskraft aus und führt den zweiten Prozess in einem zweiten Bereich der Trägheitskraft aus. Der erste Bereich und der zweite Bereich sind die gleichen wie in der oben beschriebenen Ausführungsform. Die Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit) und das Ausgangssignal des Prozessors 30A stehen in der in Tabelle 2 dargestellten Beziehung. Der erste Bereich und der zweite Bereich sind nicht auf die Winkelgeschwindigkeiten der ersten Achsen A11 und A21 beschränkt, sondern können auf der Grundlage der Winkelgeschwindigkeiten der zweiten Achsen A12 und A22 oder der Winkelgeschwindigkeiten der dritten Achsen A13 und A23 festgelegt werden.

[Tabelle 2]

Trägheitskraft (Winkelgeschwindigkeit [GpS])	Auszuführender Prozess	Ausgabe	Empfindlichkeit	Vorspannung s-Stabilität
Größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 50	Erster Prozess	Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A11	Hoch	Hoch

		Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A12 Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A13		
Größer als 50 und kleiner als oder gleich 200	Zweiter Prozess	Winkelgeschwindigkeit der ersten Achse A21 Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse A22 Winkelgeschwindigkeit der dritten Achse A23	Niedrig	Niedrig

[0061] In ähnlicher Weise wie der Prozessor 30 schaltet der Prozessor 30A unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess um. Der Prozessor 30A kann unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des fünften Trägheitskraft-Detektionselements 45 und das Ausgangssignal des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43 zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess umschalten. Alternativ kann der Prozessor 30A unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des sechsten Trägheitskraft-Detektionselements 46 und das Ausgangssignal des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44 zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess umschalten. Die Umschaltung zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess kann für jede Achse bestimmt werden.

[0062] Der Prozessor 30A führt einen Diagnoseprozess im ersten Bereich aus. Der Diagnoseprozess umfasst einen Prozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42. Der Diagnoseprozess umfasst einen Prozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das fünfte Trägheitskraft-Detektionselement 45 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des dritten Trägheitskraft-Detektionselements 43. Der Diagnoseprozess umfasst einen Prozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das sechste Trägheitskraft-Detektionselement 46 unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des vierten Trägheitskraft-Detektionselements 44. Wie oben beschrieben, führt der Prozessor 30A in dem Diagnoseprozess eine Fehlerdiagnose für ein Trägheitskraft-Detektionselement 40, das eine hohe Empfindlichkeit aufweist, durch Verwendung eines Trägheitskraft-Detektionselements 40, das eine niedrige Empfindlichkeit aufweist, unter der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40, die die Trägheitskräfte derselben Achsen detektieren, durch. Wenn als Ergebnis des Diagnoseprozesses festgestellt wird, dass eines der ersten, fünften und sechsten Trägheitskraft-Detektionselemente 41, 45 und 46 einen Fehler aufweist, gibt der Prozessor 30A eine Winkelgeschwindigkeit von dem Sensorelement 21A anstelle der Winkelgeschwindigkeit von dem Sensorelement 22 aus. Wenn als Ergebnis des Diagnoseprozesses festgestellt wird, dass eines der ersten, fünften und sechsten Trägheitskraft-Detektionselemente 41, 45 und 46 einen Fehler aufweist, gibt der Prozessor 30A des Weiteren eine Mitteilung über das Auftreten des Fehlers aus.

[0063] Als nächstes werden einige andere Varianten aufgezählt.

[0064] In einer Variante sind die vorgegebenen Achsen nicht auf die ersten Achsen A11 und A21 beschränkt. Wie in der in den **Fig. 6** bis **Fig. 86** gezeigten Variante kann jede der ersten Achsen A11 und A21, der zweiten Achsen A12 und A22 und der dritten Achsen A13 und A23 als die vorbestimmten Achsen angenommen werden. Die vorgegebenen Achsen sind nicht auf die ersten Achsen A11 und A21, die zweiten Achsen A12 und A22 und die dritten Achsen A13 und A23 beschränkt, sondern können Achsen mit beliebigen Winkeln sein.

[0065] In einer Variante kann die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 drei oder mehr Trägheitskraft-Detektionselemente 40 umfassen, die die Trägheitskräfte der vorbestimmten Achsen detektieren. In diesem Fall können sich die drei oder mehr Trägheitskraft-Detektionselemente 40, die die Trägheitskräfte der vorbestimmten Achsen detektieren, in Bezug auf den Detektionsbereich und die Empfindlichkeit voneinander unterscheiden. In diesem Fall kann der Prozessor 30 ein Trägheitskraft-Detektionselement aufweisen, das eine höhere Empfindlichkeit für eine kleinere Trägheitskraft aufweist, und ein Trägheitskraft-Detektionselement verwenden, das eine geringere Empfindlichkeit für eine größere Trägheitskraft aufweist. Beispielsweise kann die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 ein Trägheitskraft-Detektionselement mit einer ersten Empfindlichkeit, ein Trägheitskraft-Detektionselement mit einer zweiten Empfindlichkeit, die niedriger ist als die erste Empfindlichkeit, und ein Trägheitskraft-Detektionselement mit einer dritten Empfindlichkeit, die niedriger ist als die zweite Empfindlichkeit, umfassen. Der Prozessor 30 kann eine Trägheitskraft ausgeben, die von dem Trägheitskraft-Detektionselement mit der ersten Empfindlichkeit im ersten

Bereich erhältlich ist. Der Prozessor 30 kann eine Trägheitskraft ausgeben, die von dem Trägheitskraft-Detektionselement mit der zweiten Empfindlichkeit in dem zweiten Bereich erhältlich ist, in dem die Trägheitskraft größer ist als in dem ersten Bereich. Der Prozessor 30 kann eine Trägheitskraft ausgeben, die von dem Trägheitskraft-Detektionselement mit der dritten Empfindlichkeit in dem dritten Bereich erhältlich ist, in dem die Trägheitskraft größer als im zweiten Bereich ist.

[0066] In einer Variante kann jedes aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 ein Beschleunigungsdetektionselement sein. Jedes aus der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 detektiert eine Beschleunigung als Trägheitskraft. Die Struktur jedes Trägheitskraft-Detektionselementes kann eine Struktur eines konventionell bekannten Beschleunigungsdetektionselementes sein, und daher wird auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet.

[0067] In einer Variante kann die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 eine Vielzahl von Winkelgeschwindigkeits-Detektionselementen und eine Vielzahl von Beschleunigungsdetektionselementen umfassen. Die Vielzahl der Winkelgeschwindigkeitserfassungselemente kann zwei oder mehr Winkelgeschwindigkeitserfassungselemente umfassen, die die Winkelgeschwindigkeit um dieselbe Achse detektieren. Die Vielzahl der Beschleunigungsdetektionselemente kann zwei oder mehr Beschleunigungsdetektionselemente umfassen, die Beschleunigungen um dieselben Achsen detektieren.

[0068] In einer Variante muss die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente 40 nicht notwendigerweise in einem Sensorelement integriert sein. Jedes aus der Vielzahl der Sensorelemente kann ein einzelnes Trägheitskraft-Detektionselement umfassen.

[0069] In einer Variante ist jede der Treiberschaltungen 50 nicht auf einen ASIC beschränkt, sondern kann z. B. ein Field-Programmable Gate Array (FPGA) sein oder aus einem oder mehreren Prozessoren und einem oder mehreren Speicherelementen bestehen. Eine Treiberschaltung 50 kann eine Vielzahl von Sensorelementen steuern.

[0070] In einer Variante umfasst die Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen 40 im Trägheitssensor 10 wenigstens das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 und muss nicht notwendigerweise das dritte und vierte Trägheitskraft-Detektionselement 43 und 44 umfassen.

[0071] In einer Variante kann der Prozessor 30 zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess umschalten, je nachdem, ob die Trägheitskraft, die aus dem Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 gewonnen werden kann, im ersten Bereich liegt oder nicht. Der Prozessor 30 kann zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess umschalten, je nachdem, ob die Trägheitskraft, die aus dem Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 gewonnen werden kann, in dem ersten Bereich oder in dem zweiten Bereich liegt. Insgesamt kann der Prozessor 30 zwischen dem ersten Prozess und dem zweiten Prozess in Bezug auf wenigstens eines der Ausgangssignale des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 oder des Ausgangssignals des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 umschalten.

[0072] In einer Variante muss der erste Bereich nicht notwendigerweise den Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und den Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 überlappen. Der zweite Bereich muss nicht notwendigerweise ein Bereich sein, der den ersten Bereich im Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 nicht überschneidet. Der erste Bereich und der zweite Bereich können entsprechend der Anwendung und dergleichen des Trägheitssensors 10 angemessen eingestellt werden.

[0073] In einer Variante muss der Prozessor 30 im Diagnoseprozess nicht die Fehlerdiagnose für das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 in Bezug auf das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 aufweisen. Der Prozessor 30 kann eine Fehlerdiagnose für das zweite Trägheitskraft-Detektionselement 42 in Bezug auf das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 durchführen, und wenn die Trägheitskraft des ersten Trägheitskraft-Detektionselements 41 und die Trägheitskraft des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements 42 nicht übereinstimmen, kann der Prozessor 30 feststellen, dass der Trägheitssensor 10 selbst einen Fehler aufweist.

[0074] In einer Variante muss der Prozessor 30 auch dann, wenn als Ergebnis des Diagnoseprozesses festgestellt wird, dass das erste Trägheitskraft-Detektionselement 41 einen Ausfall aufweist, nicht unbedingt die

Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A21 anstelle der Winkelgeschwindigkeit um die erste Achse A11 ausgeben. Der Prozessor 30 meldet wenigstens einfach das Auftreten eines Fehlers. Der Prozessor 30 muss keinen Diagnoseprozess im ersten Bereich aufweisen.

(3) Aspekte

[0075] Wie aus der Ausführungsform und den oben beschriebenen Varianten ersichtlich ist, umfasst die vorliegende Offenbarung die folgenden Aspekte. In der folgenden Beschreibung werden Bezugszeichen in Klammern nur hinzugefügt, um die Übereinstimmungsbeziehung zur Ausführungsform zu verdeutlichen.

[0076] Ein erster Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) und umfasst eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40), die jeweils so konfiguriert sind, dass sie ein Ausgangssignal ausgeben, das einer detektierten Trägheitskraft entspricht; und einen Prozessor (30), der so konfiguriert ist, dass er einen Prozess ausführt, der sich auf das Ausgangssignal von jedem aus der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40) bezieht. Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente (40) umfasst ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement (41) und ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement (42). Ein Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und ein Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind voneinander verschieden. Eine Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und eine Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind voneinander verschieden. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich einer Trägheitskraft zu erweitern.

[0077] Ein zweiter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) gemäß dem ersten Aspekt. Des Weiteren umfasst der Trägheitssensor (10; 10A) eine Basis (61) mit einer Anordnungsoberfläche (610a), auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement (41) und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement (42) angeordnet sind. Eine Detektionsachse des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und eine Detektionsachse des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind erste Achsen (A11, A21), die parallel zueinander verlaufen, wobei die ersten Achsen (A11, A21) orthogonal zur Anordnungsoberfläche (610a) verlaufen. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0078] Ein dritter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) gemäß dem ersten oder zweiten Aspekt. In dem dritten Aspekt ist der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) schmaler als der Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42). Die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) ist höher als die Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42). Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig den Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0079] Ein vierter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der ersten bis dritten Aspekte bezieht. In dem vierten Aspekt ist der Prozessor (30) in dem Trägheitssensor (10; 10A) so konfiguriert, dass er einen ersten Prozess zum Ausgeben einer Trägheitskraft, die in Bezug auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) erhalten wird, in einem ersten Bereich ausführt und einen zweiten Prozess zum Ausgeben einer Trägheitskraft, die in Bezug auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) erhalten wird, in einem zweiten Bereich ausführt. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0080] Ein fünfter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf den vierten Aspekt bezieht. In dem fünften Aspekt überlappt der erste Bereich den Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und den Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42). Der zweite Bereich ist ein Bereich, der sich mit dem Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) überschneidet und der sich nicht mit dem ersten Bereich überschneidet. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0081] Ein sechster Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) gemäß dem fünften Aspekt. In dem sechsten Aspekt weist der erste Bereich einen oberen Grenzwert auf, der kleiner oder gleich einem unteren Grenzwert des zweiten Bereichs ist. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0082] Ein siebter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der vierten bis sechsten Aspekte bezieht. In dem siebten Aspekt umfasst der Prozessor (30) einen Diagnoseprozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das erste Trägheitskraft-Detektionselement (41) unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) im ersten Bereich. Durch diesen Aspekt kann die Zuverlässigkeit verbessert werden.

[0083] Ein achter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der ersten bis siebten Aspekte bezieht. In dem achten Aspekt ist der Prozessor (30) konfiguriert, um das Ausgangssignal von dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement (41) in einem ersten Intervall zu erfassen und das Ausgangssignal von dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement (42) in einem zweiten Intervall zu erfassen, das größer als das erste Intervall ist. Mit diesem Aspekt kann die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich weiter verbessert werden.

[0084] Ein neunter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der ersten bis achten Aspekte bezieht. In dem neunten Aspekt ist jedes der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40) ein mechano-elektrisches Transduktionselement. Dieser Aspekt ermöglicht eine Verkleinerung des Trägheitssensors (10; 10A).

[0085] Ein zehnter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der ersten bis neunten Aspekte bezieht. In dem zehnten Aspekt umfasst der Trägheitssensor (10; 10A) des Weiteren eine Basis (61) mit einer Anordnungsoberfläche (610a), auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement (41) und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement (42) angeordnet sind. Eine Detektionsachse des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) und eine Detektionsachse des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements (42) sind erste Achsen (A11, A21), die parallel zueinander sind, und die ersten Achsen (A11, A21) sind orthogonal zur Anordnungsoberfläche (610a). Die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente (40) umfasst des Weiteren ein drittes Trägheitskraft-Detektionselement (43), das so konfiguriert ist, dass es eine Trägheitskraft einer zweiten Achse (A22) orthogonal zu den ersten Achsen (A11, A21) detektiert, und ein viertes Trägheitskraft-Detektionselement (44), das so konfiguriert ist, dass es eine Trägheitskraft einer dritten Achse (A23) orthogonal zu den ersten Achsen (A11, A21) und der zweiten Achse (A22) detektiert. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Trägheitskräfte der drei Achsen zu detektieren.

[0086] Ein elfter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf den zehnten Aspekt bezieht. In dem elften Aspekt ist der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) schmaler als jeweils ein Detektionsbereich des dritten Trägheitskraft-Detektionselements (43) und ein Detektionsbereich des vierten Trägheitskraft-Detektionselements (44). Die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements (41) ist höher als die Empfindlichkeit des dritten Trägheitskraft-Detektionselements (43) und die Empfindlichkeit des vierten Trägheitskraft-Detektionselements (44). Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit für die Trägheitskraft der ersten Achsen in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskräfte der drei Achsen zu erweitern.

[0087] Ein zwölfter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf den zehnten oder elften Aspekt bezieht. Des Weiteren umfasst der Trägheitssensor (10; 10A) eine Vielzahl von Treiberschaltungen (50), die jeweils so konfiguriert sind, dass sie das Ausgangssignal von einem entsprechenden Trägheitskraft-Detektionselement (40) aus der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen an den Prozessor (30) weitergeben. Die Vielzahl der Treiberschaltungen (50) umfasst eine erste Treiberschaltung (51; 51A) und eine zweite Treiberschaltung (52). Die erste Treiberschaltung (51; 51A) und die zweite Treiberschaltung (52) sind mit dem Prozessor (30) verbunden. Die erste Treiberschaltung (51; 51A) ist mit dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement (41) verbunden. Die zweite Treiberschaltung (52) ist mit dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement (42), dem dritten Trägheitskraft-Detektionselement (43), und dem vierten Trägheitskraft-Detektionselement (44) verbunden. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit gegenüber der Trägheitskraft der ersten Achsen in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskräfte der drei Achsen zu erweitern.

[0088] Ein dreizehnter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A), der sich auf einen der ersten bis zwölften Aspekte bezieht. In dem dreizehnten Aspekt weisen das erste Trägheitskraft-Detektionselement (41) und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement (42) voneinander verschiedene Vorspannungs-Stabilitäten auf. Dieser Aspekt ermöglicht es, die Empfindlichkeit in einem gewünschten Bereich zu erhöhen und gleichzeitig einen Detektionsbereich der Trägheitskraft zu erweitern.

[0089] Ein vierzehnter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) gemäß dem zwölften Aspekt. Des Weiteren umfasst der Trägheitssensor (10; 10A) eine Basis (61) mit einer Anordnungsoberfläche (610a), auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement (41) und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement (42) angeordnet sind. Die erste Treiberschaltung (51; 51A) und die zweite Treiberschaltung (52) befinden sich auf der Anordnungsoberfläche (610a).

[0090] Ein fünfzehnter Aspekt ist ein Trägheitssensor (10; 10A) gemäß dem zweiten oder vierzehnten Aspekt. In dem fünfzehnten Aspekt umfasst die Basis (61) einen Anti-Vibrations-Abschnitt (70), der zwischen der Anordnungsoberfläche (610a) und der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen (40) liegt.

Bezugszeichenliste

10, 10A	Trägheitssensor
30	Prozessor
40	Trägheitskraft-Detektionselement
41	Erstes Trägheitskraft-Detektionselement
42	Zweites Trägheitskraft-Detektionselement
43	Drittes Trägheitskraft-Detektionselement
44	Viertes Trägheitskraft-Detektionselement
50	Treiberschaltung
51, 51A	Erste Treiberschaltung
52	Zweite Treiberschaltung
61	Basis
610a	Anordnungsoberfläche
70	Anti-Vibrations-Abschnitt
A11, A21	Erste Achse
A22	Zweite Achse
A23	Dritte Achse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2011209270 A [0004]

Patentansprüche

1. Trägheitssensor, umfassend:
eine Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen, die jeweils so konfiguriert sind, dass sie ein Ausgangssignal ausgeben, das einer detektierten Trägheitskraft entspricht; und
einen Prozessor, der so konfiguriert ist, dass er einen Prozess ausführt, der sich auf das Ausgangssignal von jedem der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen bezieht,
wobei die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente ein erstes Trägheitskraft-Detektionselement und ein zweites Trägheitskraft-Detektionselement umfasst,
wobei ein Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und ein Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements voneinander verschieden sind,
wobei eine Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und eine Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements voneinander verschieden sind.
2. Trägheitssensor nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend eine Basis mit einer Anordnungsoberfläche, auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement angeordnet sind, und eine Detektionsachse des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und eine Detektionsachse des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements erste Achsen sind, die parallel zueinander sind, und die ersten Achsen orthogonal zu der Anordnungsoberfläche sind.
3. Trägheitssensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements enger ist als der Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements, und die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements höher ist als die Empfindlichkeit des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements.
4. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Prozessor konfiguriert ist zum:
Ausführen eines ersten Prozesses zum Ausgeben einer Trägheitskraft, die in Bezug auf das Ausgangssignal des ersten Trägheitskraft-Detektionselements in einem ersten Bereich erhalten wird, und
Ausführen eines zweiten Prozesses zum Ausgeben einer Trägheitskraft, die in Bezug auf das Ausgangssignal von dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement in einem zweiten Bereich erhalten wird.
5. Trägheitssensor nach Anspruch 4, wobei
der erste Bereich den Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und den Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements überlappt, und
der zweite Bereich ein Bereich ist, der den Detektionsbereich des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements überlappt und der den ersten Bereich nicht überlappt.
6. Trägheitssensor nach Anspruch 5, wobei der erste Bereich einen oberen Grenzwert aufweist, der kleiner als oder gleich einem unteren Grenzwert des zweiten Bereichs ist.
7. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der Prozessor so konfiguriert ist, dass er in dem ersten Bereich einen Diagnoseprozess zur Durchführung einer Fehlerdiagnose für das erste Trägheitskraft-Detektionselement unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements ausführt.
8. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Prozessor konfiguriert ist zum
Erfassen des Ausgangssignals von dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement in einem ersten Intervall und
Erfassen des Ausgangssignals von dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement in einem zweiten Intervall, das größer als das erste Intervall ist.
9. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei jedes der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen ein mechano-elektrisches Transduktionselement ist.
10. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, des Weiteren umfassend eine Basis mit einer Anordnungsoberfläche, auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement angeordnet sind, und
eine Detektionsachse des ersten Trägheitskraft-Detektionselements und eine Detektionsachse des zweiten Trägheitskraft-Detektionselements erste Achsen sind, die parallel zueinander sind, und die ersten Achsen orthogonal zu der Anordnungsoberfläche sind, und

wobei die Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente des Weiteren umfasst ein drittes Trägheitskraft-Detektionselement, das konfiguriert ist, um eine Trägheitskraft einer zweiten Achse orthogonal zu den ersten Achsen zu detektieren, und ein viertes Trägheitskraft-Detektionselement, das so konfiguriert ist, dass es eine Trägheitskraft einer dritten Achse detektiert, die orthogonal zu den ersten Achsen und der zweiten Achse ist.

11. Trägheitssensor nach Anspruch 10, wobei der Detektionsbereich des ersten Trägheitskraft-Detektionselements schmaler ist als der Detektionsbereich des dritten Trägheitskraft-Detektionselements und der Detektionsbereich des vierten Trägheitskraft-Detektionselements, und die Empfindlichkeit des ersten Trägheitskraft-Detektionselements höher ist als jede der Empfindlichkeit des dritten Trägheitskraft-Detektionselements und der Empfindlichkeit des vierten Trägheitskraft-Detektionselements.

12. Trägheitssensor nach Anspruch 10 oder 11, des Weiteren umfassend eine Vielzahl von Treiberschaltungen, die jeweils so konfiguriert sind, dass sie das Ausgangssignal von einem entsprechenden Trägheitskraft-Detektionselement aus der Vielzahl von Trägheitskraft-Detektionselementen an den Prozessor weitergeben, wobei die Vielzahl der Treiberschaltungen eine erste Treiberschaltung und eine zweite Treiberschaltung umfasst, die erste Treiberschaltung und die zweite Treiberschaltung mit dem Prozessor verbunden sind, die erste Treiberschaltung mit dem ersten Trägheitskraft-Detektionselement verbunden ist, und die zweite Treiberschaltung mit dem zweiten Trägheitskraft-Detektionselement, dem dritten Trägheitskraft-Detektionselement und dem vierten Trägheitskraft-Detektionselement verbunden ist.

13. Trägheitssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das erste Trägheitskraft-Detektionselement und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement Vorspannungs-Stabilitäten aufweisen, die sich voneinander unterscheiden.

14. Trägheitssensor nach Anspruch 12, des Weiteren umfassend eine Basis mit einer Anordnungsoberfläche, auf der das erste Trägheitskraft-Detektionselement und das zweite Trägheitskraft-Detektionselement angeordnet sind, wobei die erste Treiberschaltung und die zweite Treiberschaltung sich auf der Anordnungsoberfläche befinden.

15. Trägheitssensor nach Anspruch 2 oder 14, wobei die Basis einen Anti-Vibrations-Abschnitt umfasst, der zwischen der Anordnungsoberfläche und der Vielzahl der Trägheitskraft-Detektionselemente liegt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

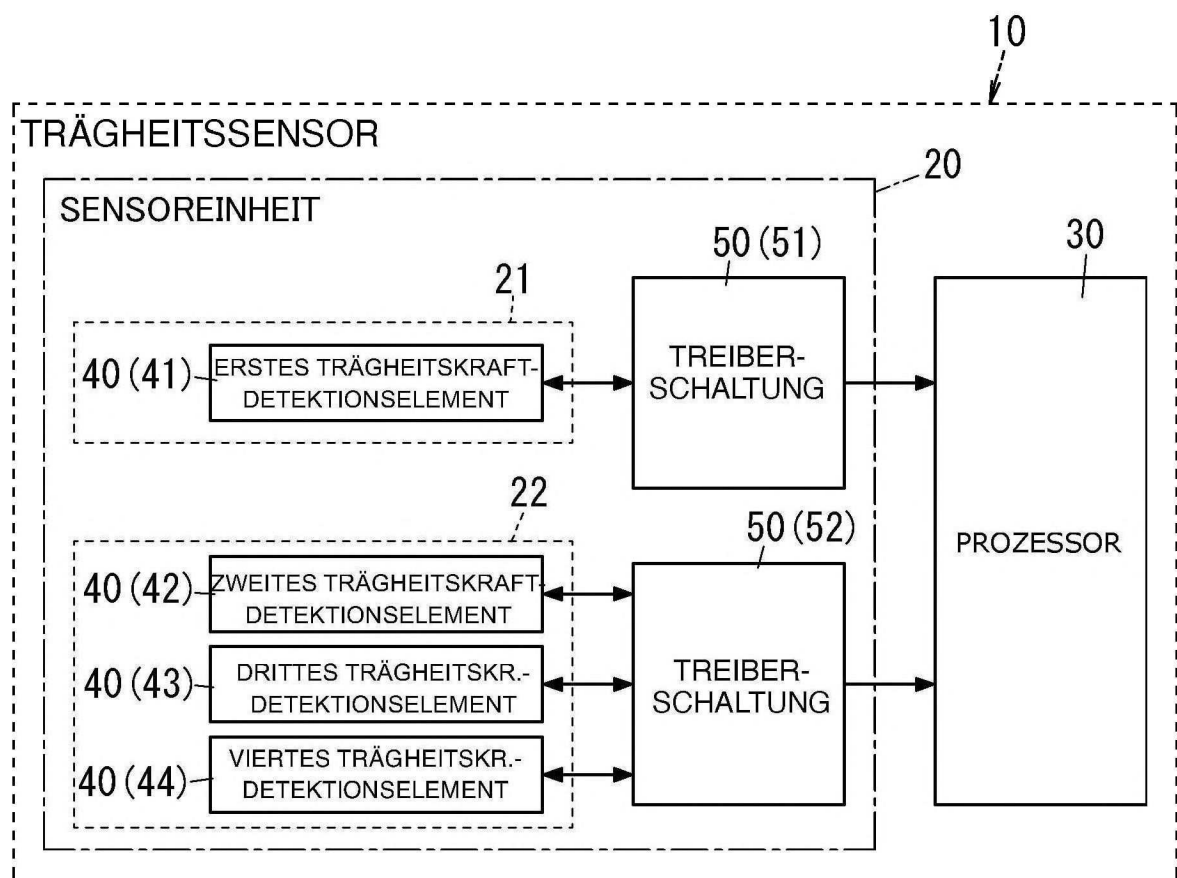


FIG. 2

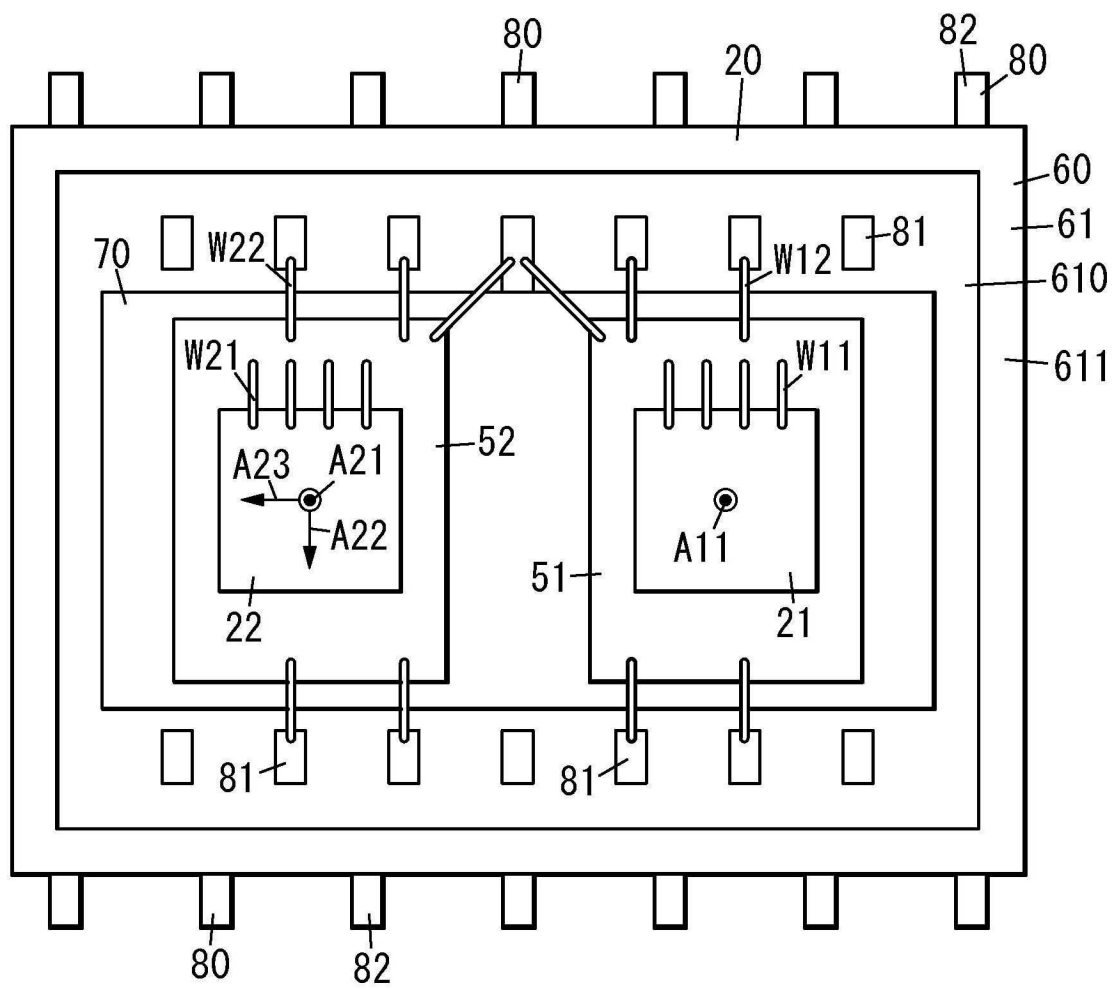


FIG. 3

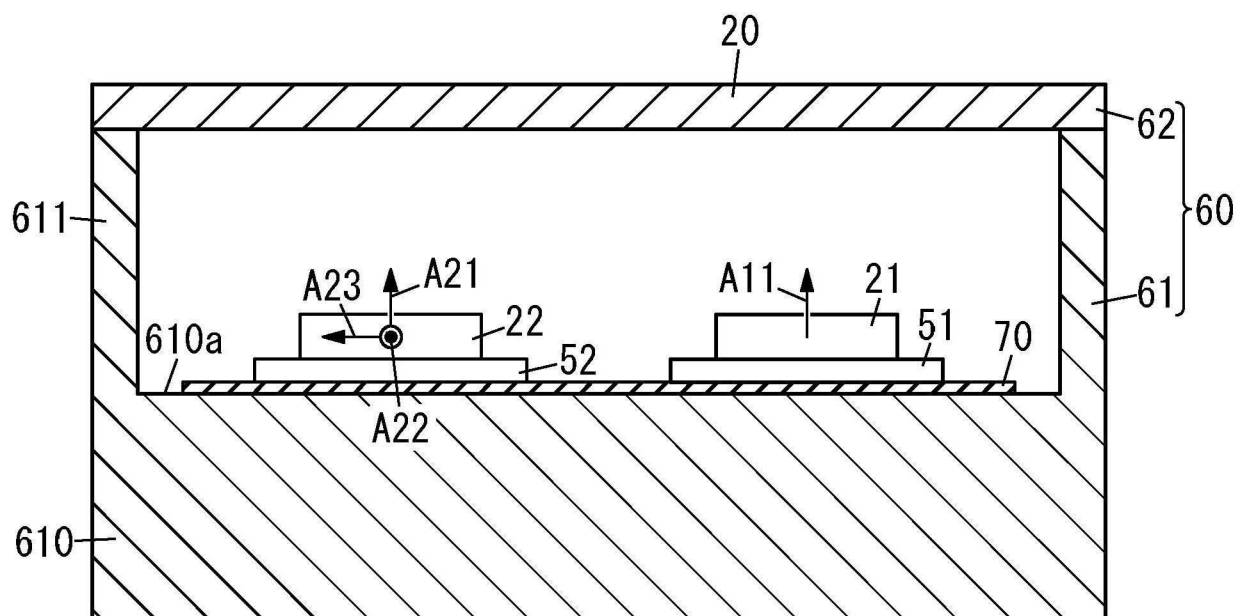


FIG. 4

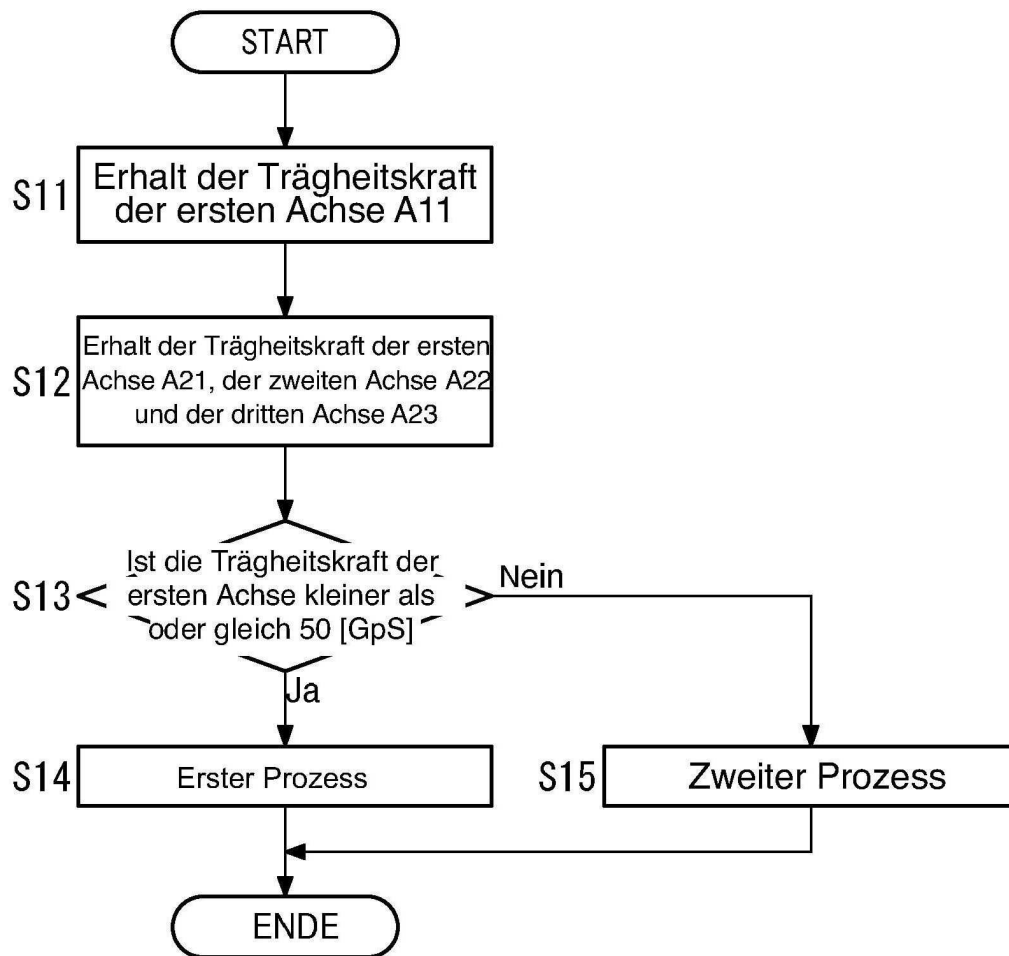


FIG. 5

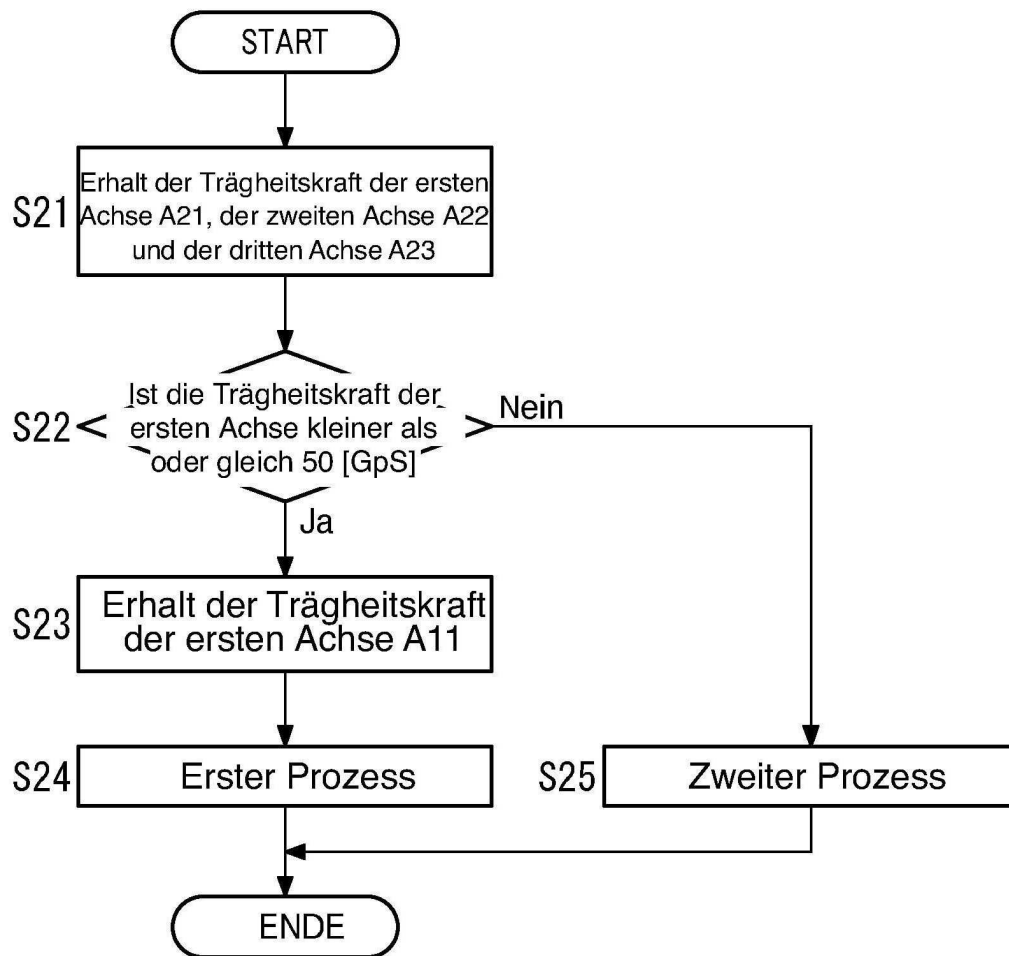


FIG. 6

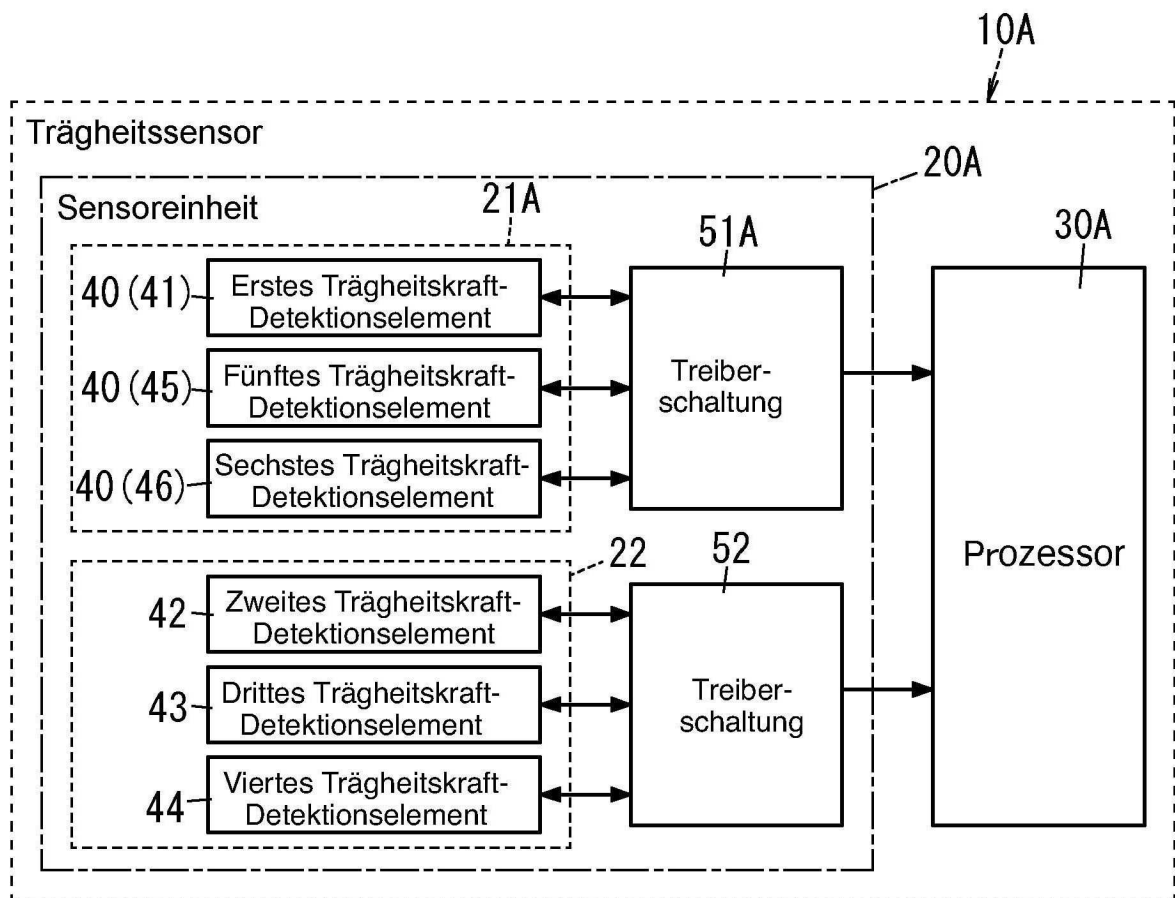


FIG. 7

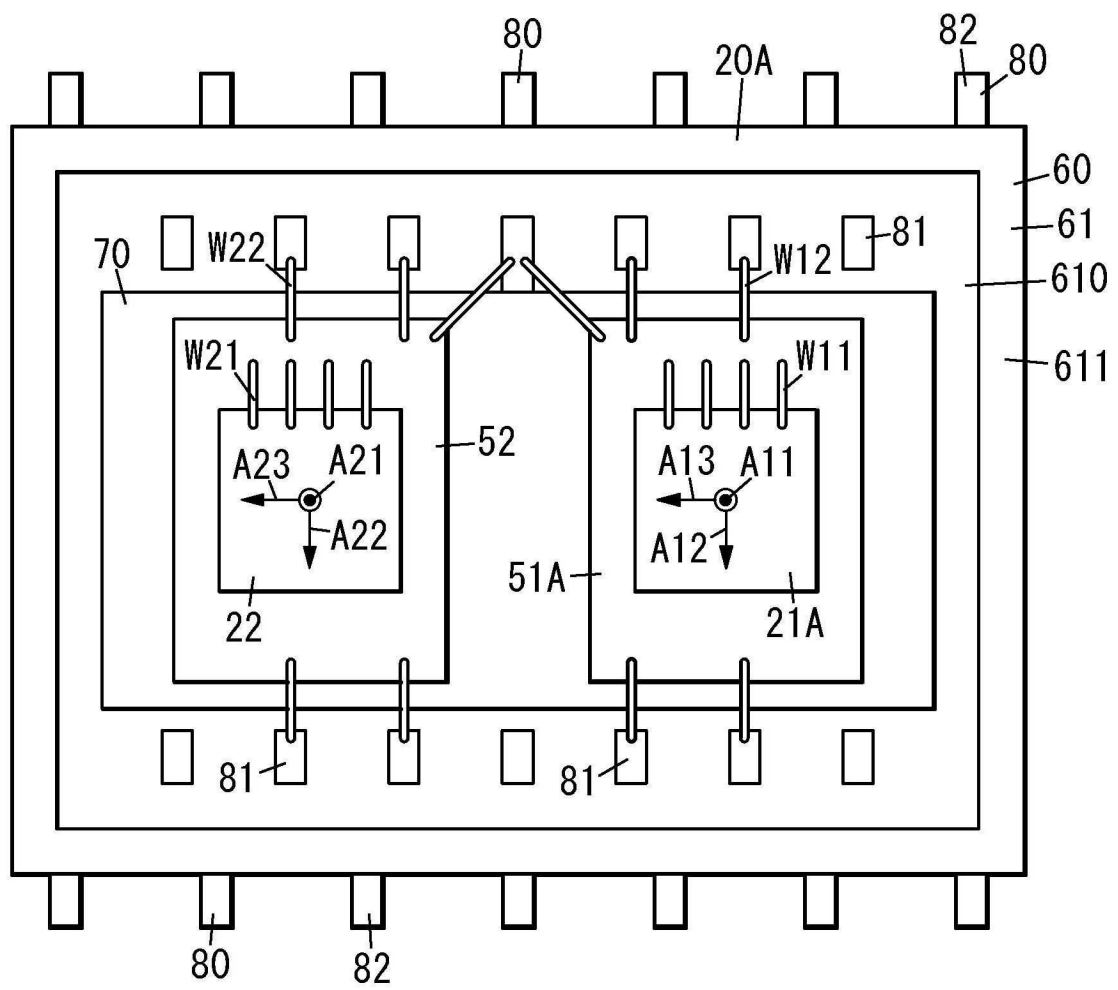


FIG. 8

