



(10) **DE 11 2017 004 582 T5** 2019.06.13

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/047505**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **H02N 10/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 004 582.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/027189**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.07.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.03.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **13.06.2019**

(30) Unionspriorität:
2016-177273 12.09.2016 JP

(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

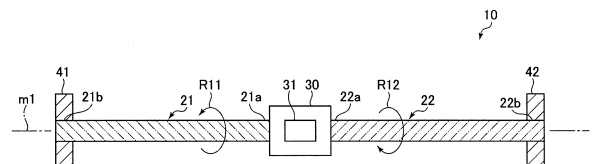
(72) Erfinder:
**Yamauchi, Takuma, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP; Tanaka, Eitaro, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Watanabe, Haruhiko, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Ueda, Goro, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Aktorvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Aktorvorrichtung (10) umfasst ein Aktorelement (21, 22), einen Antriebsgegenstand (30), eine erste Antriebsvorrichtung sowie eine zweite Antriebsvorrichtung. Das Aktorelement ist eingerichtet, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das Aktorelement von außerhalb verformt zu werden. Der Antriebsgegenstand ist mit dem Aktorelement gekoppelt. Die erste Antriebsvorrichtung ist eingerichtet, die Energie auf das Aktorelement aufzubringen und dadurch den Antriebsgegenstand in einer Verformungsrichtung des Aktorelements zu verlagern. Die zweite Antriebsvorrichtung ist eingerichtet, den Antriebsgegenstand in einer anderen Richtung zu verlagern, die von der Verformungsrichtung des Aktorelements verschieden ist.



BeschreibungQUERVERWEIS AUF
ZUGEHÖRIGE ANMELDUNG

[0001] Die Anmeldung basiert auf der Japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-177273, die am 12. September 2016 eingereicht wurde, und umfasst diese durch Bezugnahme.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Aktorvorrichtung, die ein Aktorelement als eine Kraftquelle verwendet, während das Aktorelement eingerichtet ist, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das Aktorelement von außerhalb durch eine elektrische Einrichtung, eine photonische Einrichtung, eine chemische Einrichtung, eine thermische Einrichtung, eine Absorptionseinrichtung oder andere Einrichtungen verformt zu werden.

STAND DER TECHNIK

[0003] Vormalig ist als diese Art eines Aktorelements ein Aktorelement der Patentliteratur 1 bekannt. Das Aktorelement der Patentliteratur 1 hat eine Eigenschaft dahingehend, dass das Aktorelement als Reaktion auf eine Temperaturänderung, die durch ein elektrisches Erwärmen oder ein Erwärmen durch eine Weißlichtlampe verursacht wird, torsionsverformt wird oder gestreckt wird.

LISTE DER ENTGEGENHALTUNGEN

PATENLITERATUR

[0004] PATENLITERATUR 1: JP2016-42783A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Wenn das Aktorelement der Patentliteratur 1 durch ein natürliches Kühlen nach einem Erwärmen des Aktorelements gekühlt wird, wird das Aktorelement in einer entgegengesetzten Richtung verformt, die von einer Verformungsrichtung des Aktorelements verschieden ist, das beim Erwärmen des Aktorelements verformt wird. Daher, wenn das Aktorelement der Patentliteratur 1 in einem Zustand erwärmt wird und gekühlt wird, in dem ein Antriebsgegenstand an das Aktorelement gekoppelt ist, kann der Antriebsgegenstand hin- und herbewegt werden.

[0006] Jedoch, wenn das Aktorelement durch ein natürliches Kühlen gekühlt wird, schreitet eine Änderung der Temperatur des Aktorelements natürlich fort. Dies bewirkt eine Differenz zwischen einer Verlagerungsgeschwindigkeit des Aktorelements beim Erwärmen und einer Verlagerungsgeschwindigkeit des Aktorelements beim Kühlen, und dadurch ist

es schwierig, eine stabile Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes zu erlangen.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Aktorvorrichtung bereitzustellen, die eine Hin- und Herbewegung eines Antriebsgegenstandes stabilisieren kann.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst eine Aktorvorrichtung ein Aktorelement, einen Antriebsgegenstand, eine erste Antriebsvorrichtung und eine zweite Antriebsvorrichtung. Das Aktorelement ist eingerichtet, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das Aktorelement von einem Äußeren des Aktorelements verformt zu werden. Der Antriebsgegenstand ist mit dem Aktorelement gekoppelt. Die erste Antriebsvorrichtung ist eingerichtet, die Energie auf das Aktorelement aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in einer Verformungsrichtung des Aktorelements zu verlagern. Die zweite Antriebsvorrichtung ist eingerichtet, den Antriebsgegenstand in einer anderen Richtung zu verlagern, die von der Verformungsrichtung des Aktorelements verschieden ist.

[0009] Mit der vorstehenden Konstruktion kann der Antriebsgegenstand in der Verformungsrichtung des Aktorelements verformt werden, indem die Energie von der ersten Antriebsvorrichtung auf das Aktorelement aufgebracht wird. Außerdem kann der Antriebsgegenstand durch die zweite Antriebsvorrichtung in der anderen Richtung verlagert werden, die von der Verformungsrichtung des Aktorelements verschieden ist. Dadurch können die erste Antriebsvorrichtung und die zweite Antriebsvorrichtung die Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes in einer ersten Richtung und einer zweiten Richtung steuern, so dass die Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes stabilisiert werden kann.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine elektrische Struktur der Aktorvorrichtung der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung einer ersten Abwandlung der ersten Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung einer zweiten Abwandlung der ersten Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm, das eine elektrische Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der durch die Aktorvorrichtung der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird.

Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der durch eine Aktorvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform ausgeführt wird.

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der durch eine Aktorvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform ausgeführt wird.

Fig. 9 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 10 ist ein Blockdiagramm, das eine elektrische Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform zeigt.

Fig. 11 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung einer Abwandlung der fünften Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 12 ist ein Blockdiagramm, das eine elektrische Struktur der Aktorvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform zeigt.

Fig. 13 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform schematisch zeigt.

Fig. 15 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Aktorvorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform schematisch zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0010] Nachstehend wird eine Aktorvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Um das Verständnis der Beschreibung zu erleichtern, werden dieselben Bezugszeichen denselben einzelnen Elementen in jeder Zeichnung so weit wie es möglich ist zugeordnet, und wobei redundante Erläuterungen dieser Elemente weggelassen werden.

[0011] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform ein erstes Aktorelement **21**, ein zweites Aktorelement **22**, einen Antriebsgegenstand **30**, einen ersten Halter **41** und einen zweiten Halter **42**.

[0012] Das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** sind in Reihe verbunden, während der Antriebsgegenstand **30** zwischen dem ersten Ak-

torelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** angeordnet ist. Jedes Aktorelement **21**, **22** ist aus einem Element in einer Form eines Drahtes gefertigt, das entlang einer Achse **m1** angeordnet ist. Jedes Aktorelement **21**, **22** ist aus Polymerfasern, wie etwa Polyamidfasern, gefertigt. Eine Metallbeschichtung, wie etwa eine Silberbeschichtung, ist an einer Oberfläche von jedem Aktorelement **21**, **22** ausgebildet. Jedes Aktorelement **21**, **22** kann durch ein Leiten eines elektrischen Stroms durch die Metallbeschichtung erwärmt werden, die auf der Oberfläche des Aktorelements **21**, **22** ausgebildet ist. Jedes Aktorelement **21**, **22** hat eine Eigenschaft, um die Achse **m1** als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das Aktorelement **21**, **22** durch ein Erwärmen torsionsverformbar zu sein.

[0013] Genauer gesagt, wie durch Zweipunkt-Strichlinien in der Zeichnung angezeigt ist, ist eine Ausrichtungsrichtung von Polyamidmolekülen, die einzelne Moleküle des ersten Aktorelements **21** sind, eine Spiralrichtung, die um die Achse **m1** spiralförmig ist, während die Spiralrichtung bezüglich der Achse **m1** um einen vorbestimmten Winkel gekippt ist. Dadurch hat das erste Aktorelement **21** die nachfolgenden Torsionsverformungseigenschaften. Genauer gesagt, das erste Aktorelement **21** wird in einer ersten Richtung **R11** um die Achse **m1** als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das erste Aktorelement **21** durch das Erwärmen torsionsverformt und wird in einer entgegengesetzten Richtung, die der ersten Richtung **R11** entgegengesetzt ist, beim Kühlen des ersten Aktorelements **21** durch beispielsweise ein natürliches Kühlen torsionsverformt. Genauer gesagt, die Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** ist die erste Richtung **R11**.

[0014] Im Gegenzug ist eine Ausrichtungsrichtung von Polyamidmolekülen, die einzelne Moleküle des zweiten Aktorelements **22** sind, eine Spiralrichtung, die um die Achse **m1** spiralförmig ist, während die Spiralrichtung in einer entgegengesetzten Richtung, die der Ausrichtungsrichtung der Polyamidmoleküle des ersten Aktorelements **21** entgegengesetzt ist, bezüglich der Achse **m1** um den vorbestimmten Winkel gekippt ist. Auf diese Weise wird das zweite Aktorelement **22** in einer zweiten Richtung **R12**, die der ersten Richtung **R11** entgegengesetzt ist, als Reaktion auf das Aufbringen der Wärmeenergie auf das zweite Aktorelement **22** durch das Erwärmen torsionsverformt, und wird in der entgegengesetzten Richtung, die der zweiten Richtung **R12** entgegengesetzt ist, beim Kühlen des zweiten Aktorelements **22** durch beispielsweise das natürliche Kühlen torsionsverformt. Genauer gesagt, die Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** ist die zweite Richtung **R12**. Eine Form eines Querschnitts des zweiten Aktorelements **22** und eine Länge des zweiten Aktorelements **22** sind dieselben wie eine Form eines Quer-

schnitts des ersten Aktorelements **21** und eine Länge des ersten Aktorelements **21**.

[0015] Der Antriebsgegenstand **30** ist mit einem Endteil **21a** des ersten Aktorelements **21** gekoppelt. Daher, wenn das erste Aktorelement **21** in der ersten Richtung **R11** torsionsverformt wird, wird eine Drehkraft auf den Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** aufgebracht. Dadurch wird der Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** drehbar verlagert.

[0016] Der Antriebsgegenstand **30** ist auch mit einem Endteil **22a** des zweiten Aktorelements **22** gekoppelt. Daher, wenn das zweite Aktorelement **22** in der zweiten Richtung **R12** torsionsverformt wird, wird eine Drehkraft auf den Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** aufgebracht. Daher wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** drehbar verlagert.

[0017] Eine Sensorvorrichtung **31** ist an dem Antriebsgegenstand **30** fixiert. Die Sensorvorrichtung **31** ist beispielsweise eine Vorrichtung, die eine erforderliche physikalische Größe erfasst, oder eine Bildaufnahmeverrichtung. Die Sensorvorrichtung **31** ist eingerichtet, in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** zusammen mit dem Antriebsgegenstand **30** drehbar verlagert zu werden. Der Antriebsgegenstand **30** wird durch einen Haltemechanismus (nicht gezeigt) auf eine solche Weise gehalten, die eine Drehung des Antriebsgegenstandes **30** um die Achse m1 ermöglicht.

[0018] Der erste Halter **41** ist an einer Außenumfangsfläche eines entgegengesetzten Endteils **21b** des ersten Aktorelements **21** fixiert, der dem Endteil **21a** des ersten Aktorelements **21** entgegengesetzt ist, der mit dem Antriebsgegenstand **30** gekoppelt ist. Der erste Halter **41** ist beispielsweise an einem Gehäuse (nicht gezeigt) fixiert. Der erste Halter **41** hält das erste Aktorelement **21**.

[0019] Der zweite Halter **42** ist an einer Außenumfangsfläche eines entgegengesetzten Endteils **22b** des zweiten Aktorelements **22** fixiert, der dem Endteil **22a** des zweiten Aktorelements **22** entgegengesetzt ist, der mit dem Antriebsgegenstand **30** gekoppelt ist. Der zweite Halter **42** ist beispielsweise an dem Gehäuse (nicht gezeigt) fixiert. Der zweite Halter **42** hält das zweite Aktorelement **22**. Der erste Halter **41** und der zweite Halter **42** haben auch eine Funktion eines Haltens des Antriebsgegenstandes **30** durch das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22**.

[0020] Als Nächstes wird eine elektrische Struktur der Aktorvorrichtung **10** beschrieben.

[0021] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** ferner eine erste Heizeinrichtung (ers-

te Heizvorrichtung) **61**, eine zweite Heizeinrichtung (zweite Heizvorrichtung) **62** und eine Steuerungseinrichtung **70**.

[0022] Die erste Heizeinrichtung **61** führt der Metallbeschichtung des ersten Aktorelements **21** den elektrischen Strom zu, so dass das erste Aktorelement **21** durch eine Joulesche Wärme erwärmt wird. Auf diese Weise wird das erste Aktorelement **21** in der ersten Richtung **R11** torsionsverformt, und dadurch wird der erste Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** drehbar verlagert. Wie vorstehend beschrieben wurde, fungiert aus Sicht des ersten Aktorelements **21** die erste Heizeinrichtung **61** der vorliegenden Ausführungsform als eine erste Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** durch ein Aufbringen der Energie auf das erste Aktorelement **21** verlagert. Außerdem fungiert aus Sicht des zweiten Aktorelements **22** die erste Heizeinrichtung **61** auch als eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der anderen Richtung, die von der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** verschieden ist, genauer gesagt, der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** entgegengesetzt ist.

[0023] Die zweite Heizeinrichtung **62** führt der Metallbeschichtung des zweiten Aktorelements **22** den elektrischen Strom zu, so dass das zweite Aktorelement **22** durch eine Joulesche Wärme erwärmt wird. Auf diese Weise wird das zweite Aktorelement **22** in der zweiten Richtung **R12** torsionsverformt, und dadurch wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** drehbar verlagert. Dadurch fungiert aus Sicht des zweiten Aktorelements **22** die zweite Heizeinrichtung **62** der vorliegenden Ausführungsform als eine erste Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** durch ein Aufbringen der Energie auf das zweite Aktorelement **22** verlagert. Außerdem fungiert aus Sicht des ersten Aktorelements **21** die zweite Heizeinrichtung **62** auch als eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der anderen Richtung, die von der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** verschieden ist, genauer gesagt, der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** entgegengesetzt ist.

[0024] Die Steuerungseinrichtung **70** führt einen Ausrichtungssteuerungsbetrieb durch, der die Ausrichtung des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** ändert, indem sie das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** durch die erste Heizeinrichtung **61** und die zweite Heizeinrichtung **62** individuell erwärmt. Die Steuerungseinrichtung **70** umfasst einen Mikrocomputer, der beispielsweise eine CPU,

einen ROM und einen RAM umfasst, und als eine Hauptkomponente der Steuerungseinrichtung **70** dient. Die CPU führt Berechnungsprozesse aus, die sich auf den Ausrichtungssteuerungsbetrieb des Antriebsgegenstandes **30** beziehen. Der ROM speichert beispielsweise Programme und Daten, die für den Ausrichtungssteuerungsbetrieb erforderlich sind. Der RAM speichert zeitweise die Berechnungsergebnisse der CPU.

[0025] Genauer gesagt, in einem Fall eines Verlagerns der Ausrichtung des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11**, erwärmt die Steuerungseinrichtung **70** das erste Aktorelement **21** durch die erste Heizeinrichtung **61**. Außerdem erwärmt die Steuerungseinrichtung **70**, in einem Fall eines Verlagerns der Ausrichtung des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12**, das zweite Aktorelement **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62**.

[0026] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die folgenden Wirkungen und Vorteile (1) bis (5) bereitstellen.

[0027] (1) Die erste Heizeinrichtung **61** und die zweite Heizeinrichtung **62** können die Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** steuern, so dass die Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes **30** stabilisiert werden kann.

[0028] (2) Die Aktorvorrichtung **10** umfasst: das erste Aktorelement **21**, das in der ersten Richtung **R11** beim Erwärmen des ersten Aktorelements **21** durch die erste Heizeinrichtung **61** drehbar verlagert wird; sowie das zweite Aktorelement **22**, das in der zweiten Richtung **R12** beim Erwärmen des zweiten Aktorelements **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62** drehbar verlagert wird. Der Antriebsgegenstand **30** ist mit dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** gekoppelt. Auf diese Weise kann die Hin- und Herbewegung des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** einfach implementiert werden.

[0029] (3) Das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** sind in Reihe angeordnet, während der Antriebsgegenstand **30** zwischen dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** angeordnet ist. Mit dieser Konfiguration kann der Umfang einer Drehverlagerung des ersten Aktorelements **21** und der Umfang einer Drehverlagerung des zweiten Aktorelements **22** bei dem Antriebsgegenstand **30** auch in einem Fall gegeneinander aufgehoben werden, in dem das erste Aktorelement **21** in der ersten Richtung **R11** um einen vorbestimmten Winkel drehbar verlagert wird, während das zweite Aktorelement **22** in der zweiten Richtung **R12** um den vorbestimmten Winkel drehbar verlagert wird, als Re-

aktion auf eine Erhöhung der Umgebungstemperatur um die entsprechenden Aktorelemente **21**, **22**. Daher kann die Anfangsposition des Antriebsgegenstandes **30** einfach aufrechterhalten werden.

[0030] (4) Die Aktorvorrichtung **10** umfasst: die erste Heizeinrichtung **61**, die als die Antriebsvorrichtung zum Verlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** dient; sowie die zweite Heizeinrichtung **62**, die als die Antriebsvorrichtung zum Verlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** dient. Aus Sicht des zweiten Aktorelements **22** dient die erste Heizeinrichtung **61** auch als die Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** entgegengesetzt ist. Außerdem dient aus Sicht des ersten Aktorelements **21** die zweite Heizeinrichtung **62** auch als die Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** entgegengesetzt ist. Auf diese Weise kann der Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** einfach drehbar verlagert werden.

[0031] (5) Das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** sind aus den Polymerfasern gefertigt. Dadurch kann der Antriebsgegenstand **30** lediglich durch ein Ändern der Temperatur des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22** einfach drehbar verlagert werden.

(Erste Abwandlung)

[0032] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** einer ersten Abwandlung der ersten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede hinsichtlich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0033] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, umfasst das erste Aktorelement **21** der vorliegenden Abwandlung zwei Aktorelemente **211**, **212**, die parallel zu der Achse **m1** sind. Das Aktorelement **211** ist entlang einer Achse **m2** angeordnet. Die Achse **m2** ist parallel zu der Achse **m1**. Das Aktorelement **211** wird in der Drehrichtung **R21** um die Achse **m2** beim Erwärmen des Aktorelements **211** durch die erste Heizeinrichtung **61** torsionsverformt. Das andere Aktorelement **212** ist entlang der Achse **m3** angeordnet. Die Achse **m3** ist parallel zu der Achse **m1** und ist auf einer entgegengesetzten Seite der Achse **m1** angeordnet, die der Achse **m2** entgegengesetzt ist. Das Aktorelement **212** wird in der Drehrichtung **R31** um die Achse **m3** beim Erwärmen des Aktorelements **212** durch die erste Heizeinrichtung **61** torsionsverformt.

[0034] Das zweite Aktorelement **22** umfasst zwei Aktorelemente **221**, **222**, die parallel zu der Achse **m1** sind. Das Aktorelement **221** ist entlang der Achse **m2** angeordnet. Das Aktorelement **221** wird in der Drehrichtung **R22**, die der Drehrichtung **R21** entgegengesetzt ist, beim Erwärmen des Aktorelements **221** durch die zweite Heizeinrichtung **62** torsionsverformt. Das andere Aktorelement **222** wird in der Drehrichtung **R32**, die der Drehrichtung **R31** entgegengesetzt ist, beim Erwärmen des Aktorelements **222** durch die zweite Heizeinrichtung **62** torsionsverformt.

[0035] Der Antriebsgegenstand **30** ist mit einem Endteil **211a**, **212a** von jedem der Aktorelemente **211**, **212** gekoppelt. Der andere Endteil **211b**, **212b** von jedem der Aktorelemente **211**, **212** ist an dem ersten Halter **41** fixiert. Der erste Halter **41** hält die Aktorelemente **211**, **212**.

[0036] Der Antriebsgegenstand **30** ist mit einem Endteil **221a**, **222a** von jedem der Aktorelemente **221**, **222** gekoppelt. Der andere Endteil **221b**, **222b** von jedem der Aktorelemente **221**, **222** ist an dem zweiten Halter **42** fixiert. Der zweite Halter **42** hält die Aktorelemente **221**, **222**. Der erste Halter **41** und der zweite Halter **42** haben auch eine Funktion eines Haltens des Antriebsgegenstandes **30** durch die Aktorelemente **211**, **212**, **221**, **222**.

[0037] Der Antriebsgegenstand **30** wird in der ersten Richtung **R11** um die Achse **m1** basierend auf der Verformung des Aktorelements **211** in der Drehrichtung **R21** und/oder der Verformung des Aktorelements **212** in der Drehrichtung **R31** drehbar verlagert. Außerdem wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** um die Achse **m1** basierend auf der Verformung des zweiten Aktorelements **221** in der Drehrichtung **R22** und/oder der Verformung des Aktorelements **222** in der Drehrichtung **R32** drehbar verlagert.

[0038] Bei der Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Abwandlung umfasst das erste Aktorelement **21** die zwei Aktorelemente **211**, **212**, so dass eine Drehkraft, die auf den Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** aufgebracht werden kann, verglichen mit einem Fall erhöht werden kann, in dem das erste Aktorelement **21** lediglich ein Aktorelement umfasst. Außerdem umfasst das zweite Aktorelement **22** die zwei Aktorelemente **221**, **222**, so dass eine Drehkraft, die auf den Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** aufgebracht werden kann, auch erhöht werden kann, wie bei dem ersten Aktorelement **21**. Daher kann der Antriebsgegenstand **30** einfach drehbar verlagert werden.

[0039] Außerdem, wenn die erste Heizeinrichtung **61** einen oder beide der Aktorelemente **211**, **212** wahlweise erwärmt, ist es möglich, einen Freiheitsgrad bezüglich eines Einstellens des Umfangs einer

Drehverlagerung und der Drehzahl des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** verglichen mit einem Fall zu verbessern, in dem das erste Aktorelement **21** lediglich ein Aktorelement umfasst. Ähnlich ist es möglich, einen Freiheitsgrad bezüglich eines Einstellens des Umfangs einer Drehverlagerung und der Drehzahl des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12** zu verbessern.

(Zweite Abwandlung)

[0040] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** einer zweiten Abwandlung der ersten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0041] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, sind bei der Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Abwandlung das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** parallel zueinander angeordnet, während die Achse **m1** zwischen dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** angeordnet ist. Ein Endteil **21a**, **22a** sowohl des ersten Aktorelements **21** als auch des zweiten Aktorelements **22** ist mit dem Antriebsgegenstand **30** gekoppelt. Der andere Endteil **21b**, **22b** sowohl des ersten Aktorelements **21** als auch des zweiten Aktorelements **22** ist an dem Halter **40** fixiert. Der Halter **40** hält das erste Aktorelement **21**, das zweite Aktorelement **22** und den Antriebsgegenstand **30**.

[0042] Der Antriebsgegenstand **30** wird in der ersten Richtung **R11** in Übereinstimmung mit der Torsionsverlagerung des ersten Aktorelements **21** in der ersten Richtung **R11** drehbar verlagert. Außerdem wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** in Übereinstimmung mit der Torsionsverlagerung des zweiten Aktorelements **22** in der zweiten Richtung **R12** drehbar verlagert.

[0043] Bei der Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Abwandlung kann eine Länge der Aktorvorrichtung **10**, die in der Axialrichtung der Achse **m1** gemessen wird, reduziert werden. Genauer gesagt, weil eine Größe der Aktorvorrichtung **10** reduziert werden kann, kann eine Installierbarkeit der Aktorvorrichtung **10** verbessert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0044] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** der zweiten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0045] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, umfasst eine Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform einen Positionssensor **80**, einen ersten Temperatur-

sensor **81**, einen zweiten Temperatursensor **82**, einen Umgebungstemperatursensor **83** und einen Umgebungsfeuchtigkeitssensor **84**.

[0046] Der Positionssensor **80** erfasst eine aktuelle Position θ des Antriebsgegenstandes **30** um die Achse $m1$ und gibt ein Messsignal an die Steuerungseinrichtung **70** aus, das der erfassten Position θ des Antriebsgegenstandes **30** entspricht. Die Position θ des Antriebsgegenstandes **30** der vorliegenden Ausführungsform wird als ein Drehwinkel des Antriebsgegenstandes **30** auf folgende Weise angezeigt. Genauer gesagt, eine Position des Antriebsgegenstandes **30** in einem Zustand, in dem das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** nicht erwärmt werden, wird als eine Anfangsposition definiert. Ein Drehwinkel des Antriebsgegenstandes **30** von der Anfangsposition in der ersten Richtung **R11** wird als ein positiver Drehwinkel angezeigt, und ein Drehwinkel des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12** wird als ein negativer Drehwinkel angezeigt. In der vorliegenden Ausführungsform dient der Positionssensor **80** als eine Positionssensorvorrichtung.

[0047] Der erste Temperatursensor **81** erfasst eine aktuelle Temperatur $Ta10$ des ersten Aktorelements **21** und gibt ein Messsignal, das der erfassten Temperatur $Ta10$ des ersten Aktorelements **21** entspricht, an die Steuerungseinrichtung **70** aus. In der vorliegenden Ausführungsform dient der erste Temperatursensor **81** als eine erste Temperatursensorvorrichtung.

[0048] Der zweite Temperatursensor **82** erfasst eine aktuelle Temperatur $Ta20$ des zweiten Aktorelements **22** und gibt ein Messsignal, das der erfassten Temperatur $Ta20$ des zweiten Aktorelements **22** entspricht, an die Steuerungseinrichtung **70** aus. In der vorliegenden Ausführungsform dient der zweite Temperatursensor **82** als eine zweite Temperatursensorvorrichtung.

[0049] Der Umgebungstemperatursensor **83** erfasst eine Umgebungstemperatur Te , die eine Temperatur um das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** ist, und wobei der Umgebungstemperatursensor **83** ein Messsignal, das der erfassten Umgebungstemperatur Te entspricht, an die Steuerungseinrichtung **70** ausgibt. In der vorliegenden Ausführungsform dient der Umgebungstemperatursensor **83** als eine Umgebungstemperatursensorvorrichtung.

[0050] Der Umgebungsfeuchtigkeitssensor **84** erfasst eine Umgebungsfeuchtigkeit He , die eine Feuchtigkeit um das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** ist, und wobei der Umgebungsfeuchtigkeitssensor **84** ein Messsignal, das der erfassten Umgebungsfeuchtigkeit He entspricht, an

die Steuerungseinrichtung **70** ausgibt. In der vorliegenden Ausführungsform dient der Umgebungsfeuchtigkeitssensor **84** als eine Umgebungsfeuchtigkeitssensorvorrichtung.

[0051] Die Steuerungseinrichtung **70** ist mit einer übergeordneten Steuerungseinrichtung (Zentralsteuerungseinrichtung) **71** auf eine Weise verbunden, die Kommunikationen zwischen der Steuerungseinrichtung **70** und der übergeordneten Steuerungseinrichtung **71** ermöglicht. Die übergeordnete Steuerungseinrichtung **71** führt einen vorbestimmten Steuerungsbetrieb basierend auf einem Ausgabesignal aus, das aus der Sensorvorrichtung **31** ausgegeben wird, die an dem Antriebsgegenstand **30** installiert ist. Die Steuerungseinrichtung **70** führt einen Ausrichtungssteuerungsbetrieb der Sensorvorrichtung **31** zum Steuern der Ausrichtung der Sensorvorrichtung **31** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** aus, um den vorbestimmten Steuerungsbetrieb auszuführen. Bei dem Ausrichtungssteuerungsbetrieb legt die Steuerungseinrichtung **70** eine Zielposition der Sensorvorrichtung **31** in der ersten Richtung **R11** und der zweiten Richtung **R12** fest, das heißt, eine Zielposition θ^* des Antriebsgegenstandes **30**, und gibt die Zielposition θ^* an die Steuerungseinrichtung **70** aus.

[0052] Die Steuerungseinrichtung **70** erlangt die Position θ des Antriebsgegenstandes **30**, die Temperatur $Ta10$ des ersten Aktorelements **21**, die Temperatur $Ta20$ des zweiten Aktorelements **22**, die Umgebungstemperatur Te und die Umgebungsfeuchtigkeit He basierend auf den Messsignalen, die aus den entsprechenden Sensoren **80** bis **84** ausgegeben werden. Die Steuerungseinrichtung **70** steuert die erste Heizeinrichtung **61** und die zweite Heizeinrichtung **62** basierend auf den verschiedenen Arten von Informationen, die mit den entsprechenden Sensoren **80** bis **84** erfasst werden, sowie der Zielposition θ^* , die von der übergeordneten Steuerungseinrichtung **71** übertragen wird, und führt somit einen Drehsteuerungsbetrieb zum Einstellen der tatsächlichen Position θ des Antriebsgegenstandes **30** auf die Zielposition θ^* aus.

[0053] Als Nächstes wird ein besonderer Ablauf des Drehsteuerungsbetriebs unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben, der durch die Steuerungseinrichtung **70** ausgeführt wird. Die Steuerungseinrichtung **70** wiederholt den in **Fig. 6** gezeigten Prozess bei einem vorbestimmten Berechnungszyklus.

[0054] Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, erlangt zunächst die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S10** die Zielposition θ^* von der übergeordneten Steuerungseinrichtung **71**. Als Nächstes berechnet die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S11** den Erwärmungsumfang $AH1$ des Aktorelements **21** und den Erwärmungsumfang $AH2$ des zweiten Aktorelements **22**.

[0055] Genauer gesagt, die Steuerungseinrichtung **70** berechnet eine Differenz $\Delta\theta$ zwischen der Zielposition θ^* des Antriebsgegenstandes **30** und der aktuellen Position θ des Antriebsgegenstandes **30**. Wenn diese Positions-differenz $\Delta\theta$ ein positiver Wert ist, bestimmt die Steuerungseinrichtung **70**, dass der Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** drehbar verlagert werden muss, und dadurch erlangt die Steuerungseinrichtung **70** den Erwärmungsumfang **AH1** des ersten Aktorelements **21** basierend auf der Positions-differenz $\Delta\theta$ durch ein Verwenden beispielsweise eines Kennfelds/von Kennfeldern und/oder einer mathematischen Gleichung/von mathematischen Gleichungen. Außerdem, wenn die Positions-differenz $\Delta\theta$ ein negativer Wert ist, bestimmt die Steuerungseinrichtung **70**, dass der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** drehbar verlagert werden muss, und dadurch erlangt die Steuerungseinrichtung **70** den Erwärmungsumfang **AH2** des zweiten Aktorelements **22** basierend auf der Positions-differenz $\Delta\theta$.

[0056] Die Eigenschaft der Torsionsverformung von jedem der Aktorelemente **21**, **22** ändert sich in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur T_e und der Umgebungsfeuchtigkeit H_e . Daher erlangt die Steuerungseinrichtung **70** einen Korrekturkoeffizienten basierend auf der Umgebungstemperatur T_e und der Umgebungsfeuchtigkeit H_e durch ein Verwenden beispielsweise eines Kennfelds/von Kennfeldern und/oder einer mathematischen Gleichung/von mathematischen Gleichungen, und wobei die Steuerungseinrichtung **70** diesen Korrekturkoeffizienten mit dem Erwärmungsumfang **AH1**, **AH2** multipliziert, um den Erwärmungsumfang **AH1**, **AH2** zu korrigieren.

[0057] Nach Schritt **S11** führt die Steuerungseinrichtung **70** einen Prozess eines Schritts **S12** und einen Prozess eines Schritts **S13** parallel aus. Genauer gesagt, steuert die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S12** die erste Heizeinrichtung **61** so, dass der Erwärmungsumfang **AH1**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, dem ersten Aktorelement **21** zugeführt wird. Außerdem steuert die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S13** die zweite Heizeinrichtung **62** so, dass der Erwärmungsumfang **AH2**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, dem zweiten Aktorelement **22** zugeführt wird. Die Steuerungseinrichtung **70** beendet den Ablauf von Prozessen nach dem Ausführen der Schritte **S12** und **S13**.

[0058] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) erlangen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt **(6)** angezeigt werden/wird.

[0059] (6) Die Steuerungseinrichtung **70** steuert die erste Heizeinrichtung **61** und die zweite Heizeinrich-

tung **62** basierend auf der Differenz $\Delta\theta$ zwischen der Zielposition θ^* des Antriebsgegenstandes **30** und der aktuellen Position θ des Antriebsgegenstandes **30**. Dadurch kann der Antriebsgegenstand **30** einfach zu der Zielposition θ^* verlagert werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0060] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer dritten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0061] Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, fährt die Steuerungseinrichtung **70** der vorliegenden Ausführungsform nach dem Ausführen von Schritt **S11** zu Schritt **S20** fort, in dem die Steuerungseinrichtung **70** eine Temperatur **Ta11** des ersten Aktorelements **21** und eine Temperatur **Ta21** des zweiten Aktorelements **22** schätzt. Genauer gesagt, die Steuerungseinrichtung **70** schätzt eine erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11**, die eine Temperatur des ersten Aktorelements **21** nach dem Erwärmen des ersten Aktorelements **21** durch die erste Heizeinrichtung **61** ist, basierend auf der aktuellen Temperatur **Ta10** des ersten Aktorelements **21** und dem Erwärmungsumfang **AH1**, der bei Schritt **S11** berechnet wird. Außerdem schätzt die Steuerungseinrichtung **70** eine zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21**, die eine Temperatur des zweiten Aktorelements **22** nach dem Erwärmen des zweiten Aktorelements **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62** ist, basierend auf der aktuellen Temperatur **Ta20** des zweiten Aktorelements **22** und dem Erwärmungsumfang **AH2**, der in Schritt **S11** berechnet wird.

[0062] Nach Schritt **S20** fährt die Steuerungseinrichtung **70** zu Schritt **S21** fort, in dem die Steuerungseinrichtung **70** bestimmt, ob die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** oder die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** höher ist als der vorbestimmte Temperaturschwellenwert T_{th} . Der Temperaturschwellenwert T_{th} wird im Voraus beispielsweise durch ein Experiment/Experimente auf eine solche Weise festgelegt, die ein Bestimmen ermöglicht, ob das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** die Temperatur erreicht haben, über der sich das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** nicht länger auf eine normale Weise verformen. Beispielsweise kann eine Glasübergangstemperatur oder eine Schmelztemperatur des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22** als der Temperaturschwellenwert T_{th} verwendet werden.

[0063] Wenn ein JA bei Schritt **S21** wiedergegeben wird, das heißt, wenn die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** oder die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** höher als der vorbestimm-

te Temperaturschwellenwert **Tth** ist, fährt die Steuerungseinrichtung **70** zu Schritt **S22** fort, bei dem die Steuerungseinrichtung **70** zu einem Abkühlwartemodus umschaltet. Genauer gesagt, wenn erst der Betrieb zu dem Abkühlwartemodus umgeschaltet wird, stoppt die Steuerungseinrichtung **70** das Erwärmen des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22** zeitweise und lässt das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** auf natürliche Weise abkühlen, bis vorhergesagt wird, dass die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** und die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** gleich wie oder niedriger als der Temperaturschwellenwert **Tth** werden. Nachdem das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** auf natürliche Weise bis zu dem Punkt gekühlt werden, an dem vorhergesagt wird, dass die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** und die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** gleich wie oder niedriger als der Temperaturschwellenwert **Tth** werden, kehrt die Steuerungseinrichtung **70** zu Schritt **S10** zurück.

[0064] Wenn im Gegenzug bei Schritt **S21** ein NEIN wiedergegeben wird, das heißt, wenn die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** und die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** gleich wie oder niedriger als der vorbestimmte Temperaturschwellenwert **Tth** sind, führt die Steuerungseinrichtung **70** Betriebe bei Schritten **S12**, **S13** aus.

[0065] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) bereitstellen, die/der in dem folgenden Abschnitt (7) angezeigt werden/wird.

[0066] (7) In dem Fall, in dem bestimmt wird, dass die erste Nacherwärmungstemperatur **Ta11** oder die zweite Nacherwärmungstemperatur **Ta21** höher ist als der vorbestimmte Temperaturschwellenwert **Tth**, stoppt die Steuerungseinrichtung **70** zeitweise das Erwärmen des ersten Aktorelements **21** und das Erwärmen des zweiten Aktorelements **22**. Auf diese Weise kann die angemessene Drehverlagerung des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22** sichergestellt werden, und dadurch kann die Positionsgenauigkeit des Antriebsgegenstandes **30** verbessert werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0067] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer vierten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0068] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, fährt die Steuerungseinrichtung **70** der vorliegenden Ausführungsform, nach dem Ausführen des Schritts **S11**, zu Schritt **S30**

fort, in dem die Steuerungseinrichtung **70** eine Eigenspannung **St1** des ersten Aktorelements **21** und eine Eigenspannung **St2** des zweiten Aktorelements **22** schätzt. Genauer gesagt, die Steuerungseinrichtung **70** schätzt die erste Eigenspannung **St1**, die eine Eigenspannung des ersten Aktorelements **21** nach dem Erwärmen des ersten Aktorelements **21** durch die erste Heizeinrichtung **61** ist, basierend auf der aktuellen Temperatur **Ta10** des ersten Aktorelements **21**, der aktuellen Position θ des Antriebsgegenstandes **30** und dem Erwärmungsumfang **AH1**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, unter Verwendung beispielsweise eines Kennfelds/von Kennfeldern und/oder einer mathematischen Gleichung/von mathematischen Gleichungen. Genauer gesagt, die Steuerungseinrichtung **70** schätzt die zweite Eigenspannung **St2**, die eine Eigenspannung des zweiten Aktorelements **22** nach dem Erwärmen des zweiten Aktorelements **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62** ist, basierend auf der aktuellen Temperatur **Ta20** des zweiten Aktorelements **22**, der aktuellen Position θ des Antriebsgegenstandes **30** und des Erwärmungsumfanges **AH2**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, unter Verwendung von beispielsweise einem Kennfeld/Kennfeldern und/oder einer mathematischen Gleichungen/von mathematischen Gleichungen.

[0069] Nach Schritt **S30** fährt die Steuerungseinrichtung **70** zu Schritt **S31** fort, in dem die Steuerungseinrichtung **70** bestimmt, ob die erste Eigenspannung **St1** oder die zweite Eigenspannung **St2** größer ist als ein vorbestimmter Spannungsschwellenwert **Sth**. Der Spannungsschwellenwert **Sth** wird beispielsweise durch ein Experiment/Experimente auf eine Weise festgelegt, die eine Bestimmung ermöglicht, ob eine Spannung erzeugt wird, die im Wesentlichen die Haltbarkeit von jedem Aktorelement **21**, **22** verschlechtert. Beispielsweise kann eine Spannung, die einer Bruchfestigkeit von jedem Aktorelement **21**, **22** entspricht, als der Spannungsschwellenwert **Sth** verwendet werden.

[0070] Wenn ein JA bei Schritt **S31** wiedergegeben wird, das heißt, wenn die erste Eigenspannung **St1** oder die zweite Eigenspannung **St2** größer als der vorbestimmte Spannungsschwellenwert **Sth** ist, fährt die Steuerungseinrichtung **70** zu Schritt **S32** fort. Bei Schritt **S32** erlangt die Steuerungseinrichtung **70** einen maximalen Erwärmungsumfang **AH1max**, **AH2max**, der dem Aktorelement **21**, **22** bei dem Spannungsschwellenwert **Sth** oder weniger zugeführt werden kann, unter Verwendung von beispielsweise einem Kennfeld/Kennfeldern und/oder einer mathematischen Gleichung/Gleichungen. Nach Schritt **S32** führt die Steuerungseinrichtung **70** einen Prozess eines Schritts **S12** und einen Prozess eines Schritts **S13** parallel aus. Genauer gesagt, steuert die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S12** die erste Heizeinrichtung **61** so, dass der maximale Erwär-

mungsumfang **AH1max**, der bei Schritt **S32** berechnet wird, dem ersten Aktorelement **21** zugeführt wird. Außerdem steuert die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S13** die zweite Heizeinrichtung **62**, so dass der maximale Erwärmungsumfang **AH2max**, der bei Schritt **S32** berechnet wird, dem zweiten Aktorelement **22** zugeführt wird. Die Steuerungseinrichtung **70** beendet die Abfolge von Prozessen nach einem Ausführen der Schritte **S12** und **S13**.

[0071] Wenn im Gegenzug bei Schritt **S31** ein NEIN wiedergegeben wird, das heißt, wenn die erste Eigenspannung **St1** und die zweite Eigenspannung **St2** gleich wie oder niedriger als der vorbestimmte Spannungsschwellenwert **Sth** sind, führt die Steuerungseinrichtung **70** die Betriebe bei Schritten **S12**, **S13** parallel aus. Bei Schritt **S12** steuert die Steuerungseinrichtung **70** die erste Heizeinrichtung **61** so, dass der Erwärmungsumfang **AH1**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, dem ersten Aktorelement **21** zugeführt wird. Außerdem steuert die Steuerungseinrichtung **70** bei Schritt **S13** die zweite Heizeinrichtung **62** so, dass der Erwärmungsumfang **AH2**, der bei Schritt **S11** berechnet wird, dem zweiten Aktorelement **22** zugeführt wird. Die Steuerungseinrichtung **70** beendet den Ablauf von Prozessen nach einem Ausführen der Schritte **S12** und **S13**.

[0072] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) bereitstellen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt (8) angezeigt werden/sind.

[0073] (8) Wenn bestimmt wird, dass die erste Eigenspannung **St1** größer als der Spannungsschwellenwert **Sth** ist, steuert die Steuerungseinrichtung **70** die erste Heizeinrichtung **61** unter Verwendung des maximalen Erwärmungsumfangs **AH1max**, der dem ersten Aktorelement **21** bei dem Spannungsschwellenwert **Sth** oder weniger zugeführt werden kann, so dass der Erwärmungsumfang, der dem ersten Aktorelement **21** zugeführt wird, begrenzt ist. Außerdem, wenn bestimmt wird, dass die zweite Eigenspannung **St2** größer ist als der Spannungsschwellenwert **Sth**, steuert die Steuerungseinrichtung **70** die zweite Heizeinrichtung **62** unter Verwendung des maximalen Erwärmungsumfangs **AH2max**, der dem zweiten Aktorelement **22** bei dem Spannungsschwellenwert **Sth** oder weniger zugeführt werden kann, so dass der Erwärmungsumfang, der dem zweiten Aktorelement **22** zugeführt wird, begrenzt ist. Auf diese Weise kann das Erzeugen der übermäßigen Spannung bei dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** durch das Erwärmen der ersten Heizeinrichtung **61** und der zweiten Heizeinrichtung **62** begrenzt werden, so dass ein Schaden des ersten Aktorelements **21** und ein Schaden des zweiten Aktorelements **22** einfach verhindert werden können.

(Fünfte Ausführungsform)

[0074] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer fünften Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede hinsichtlich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0075] Wie in **Fig. 9** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform eine erste Peltier-Vorrichtung **91** und eine zweite Peltier-Vorrichtung **92**.

[0076] Die erste Peltier-Vorrichtung **91** fungiert als eine erste Kühlvorrichtung und eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in einer entgegengesetzten Richtung antreibt, die der Verformungsrichtung des ersten Aktorelements **21** entgegengesetzt ist, indem sie das erste Aktorelement **21** als Reaktion auf ein Bestromen der ersten Peltier-Vorrichtung **91** kühlt. Die erste Peltier-Vorrichtung **91** ist in einer zylindrischen rohrförmigen Gestalt geformt, die an der Achse **m1** zentriert ist. Die erste Peltier-Vorrichtung **91** ist angeordnet, um den Außenumfang des ersten Aktorelements **21** zu umgeben. Eine Innenumfangsfläche der ersten Peltier-Vorrichtung **91** und eine Außenumfangsfläche des ersten Aktorelements **21** sind in Kontakt miteinander mit einer geringen Reibung. Auf diese Weise kann das erste Aktorelement **21** durch die erste Peltier-Vorrichtung **91** wirksam gekühlt werden, ohne die Drehverlagerung des ersten Aktorelements **21** zu stören. Hier kann ein Spalt zwischen der Innenumfangsfläche der ersten Peltier-Vorrichtung **91** und der Außenumfangsfläche des ersten Aktorelements **21** ausgebildet sein, um die erste Peltier-Vorrichtung **91** in einem Nichtkontaktzustand anzuordnen, in dem die erste Peltier-Vorrichtung **91** das erste Aktorelement **21** nicht berührt.

[0077] Die zweite Peltier-Vorrichtung **92** fungiert als eine zweite Kühlvorrichtung und eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in einer entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des zweiten Aktorelements **22** entgegengesetzt ist, indem sie das zweite Aktorelement **22** als Reaktion auf ein Bestromen der zweiten Peltier-Vorrichtung **92** kühlt. Die zweite Peltier-Vorrichtung **92** ist in einer zylindrischen rohrförmigen Gestalt geformt, die an der Achse **m1** zentriert ist. Die zweite Peltier-Vorrichtung **92** ist angeordnet, um einen Außenumfang des zweiten Aktorelements **22** zu umgeben. Eine Innenumfangsfläche der zweiten Peltier-Vorrichtung **92** und eine Außenumfangsfläche des zweiten Aktorelements **22** sind miteinander mit einer geringen Reibung in Kontakt. Hier kann ein Spalt zwischen der Innenumfangsfläche der zweiten Peltier-Vorrichtung **92** und der Außenumfangsfläche des zweiten Aktorelements **22** ausgebildet sein, um die zweite Peltier-Vorrichtung **92** in einem Nichtkontakt-

zustand anzuordnen, in dem die zweite Peltier-Vorrichtung **92** das zweite Aktorelement **22** nicht berührt.

[0078] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, steuert die Steuerungseinrichtung **70** das Bestromen der ersten Peltier-Vorrichtung **91** und das Bestromen der zweiten Peltier-Vorrichtung **92**, um das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** weiter zu kühlen. Genauer gesagt, beim Drehverlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** erwärmt die Steuerungseinrichtung **70** das erste Aktorelement **21** durch die erste Heizeinrichtung **61** und kühlt das zweite Aktorelement **22** durch die zweite Peltier-Vorrichtung **92**. Außerdem, beim Drehverlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12** erwärmt die Steuerungseinrichtung **70** das zweite Aktorelement **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62** und kühlt das erste Aktorelement **21** durch die erste Peltier-Vorrichtung **91**.

[0079] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil(e) bereitstellen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt **(9)** angezeigt werden/sind.

[0080] (9) Die Torsionsverformung des ersten Aktorelements **21** in der zweiten Richtung **R12** wird durch ein Kühlen des ersten Aktorelements **21** durch die erste Peltier-Vorrichtung **91** begünstigt, so dass die Drehverlagerung des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12** begünstigt wird. Außerdem wird die Torsionsverformung des zweiten Aktorelements **22** in der ersten Richtung **R11** durch ein Kühlen des zweiten Aktorelements **22** durch die zweite Peltier-Vorrichtung **92** begünstigt, so dass die Drehverlagerung des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** begünstigt wird. Infolgedessen wird die Drehverlagerung des Antriebsgegenstandes **30** begünstigt.

(Abwandlung)

[0081] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** einer Abwandlung der fünften Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der fünften Ausführungsform beschrieben.

[0082] Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Abwandlung ein Gehäuse **50** und ein Gebläse **93**.

[0083] Das Gehäuse **50** ist in einer Kastengestalt geformt. Das Gehäuse **50** nimmt das erste Aktorelement **21**, das zweite Aktorelement **22** und den Antriebsgegenstand **30** auf. Der erste Halter **41** und der zweite Halter **42** sind an dem Gehäuse **50** fixiert.

[0084] Das Gebläse **93** fungiert als eine Kühlvorrichtung anstatt der ersten Peltier-Vorrichtung **91** und der zweiten Peltier-Vorrichtung **92** der fünften Ausführungsform. Das Gebläse **93** umfasst einen Mechanismus, der eingerichtet ist, eine Richtung eines Luftstroms zu ändern, der von dem Gebläse **93** geblasen wird. Das Gebläse **93** ist außerhalb des Gehäuses **50** angeordnet. Das Gebläse **93** führt wahlweise den erzwungenen Luftstrom zu dem ersten Aktorelement **21** oder dem zweiten Aktorelement **22** durch eine der entsprechenden Öffnungen **51**, **52**, die an dem Gehäuse **50** ausgebildet sind, indem die Strömungsrichtung der von dem Gebläse **93** geblasenen Luft geändert wird. Das Gebläse **93** kann ein eigens vorgesehenes Gebläse sein, das an der Aktorvorrichtung **10** eigens vorgesehen ist, oder ein Gebläse, das in einer anderen Peripherievorrichtung verwendet wird. Das Gebläse, das in der anderen Peripherievorrichtung verwendet wird, kann ein Gebläse sein, das beispielsweise bei einem Klimaanlagegerät eines Fahrzeugs verwendet wird.

[0085] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, steuert die Steuerungseinrichtung **70** das Gebläse **93**, um das erste Aktorelement **21** und das zweite Aktorelement **22** weiter zu kühlen. Genauer gesagt, beim Drehverlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der ersten Richtung **R11** erwärmt die Steuerungseinrichtung **70** das erste Aktorelement **21** durch die erste Heizeinrichtung **61** und kühlt das zweite Aktorelement **22** durch das Gebläse **93**. Außerdem, beim Drehverlagern des Antriebsgegenstandes **30** in der zweiten Richtung **R12**, erwärmt die Steuerungseinrichtung **70** das zweite Aktorelement **22** durch die zweite Heizeinrichtung **62** und kühlt das erste Aktorelement **21** durch das Gebläse **93**.

[0086] Auch mit der vorstehenden Konstruktion können die Wirkung(en) und der/die Vorteil(e) erreicht werden, die/der bei dem vorstehenden Abschnitt **(9)** angezeigt werden/wird.

(Sechste Ausführungsform)

[0087] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer sechsten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich einer Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0088] Wie in **Fig. 13** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform eine Spiraltorsionsfeder **23** anstatt des zweiten Aktorelements **22**. Die Spiraltorsionsfeder **23** ist mit dem Antriebsgegenstand **30** gekoppelt. Die Spiraltorsionsfeder **23** speichert eine elastische Energie beim Aufwickeln eines Metalls der Spiraltorsionsfeder **23**, die eine Plattenform hat, wenn der Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** als Reaktion auf die Torsionsverformung des Aktorelements **21** dreh-

verlagert wird. Die Spiraltorsionsfeder **23** bringt die elastische Kraft, die der gespeicherten elastischen Energie entspricht, auf den Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** auf. Daher, wenn die Kraft, die von der Spiraltorsionsfeder **23** auf den Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** aufgebracht wird, größer wird als die Kraft, die von dem Aktorelement **21** auf den Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** aufgebracht wird, wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** unter Verwendung der elastischen Kraft der Spiraltorsionsfeder **23** als einer Rückstellkraft verlagert. In der vorliegenden Ausführungsform dient die Spiraltorsionsfeder **23** als eine Aufbringungseinrichtung einer elastischen Kraft.

[0089] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) bereitstellen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt (**10**) angezeigt werden/sind.

[0090] (10) Der Antriebsgegenstand **30** wird in der zweiten Richtung **R12** durch die elastische Kraft der Spiraltorsionsfeder **23** verlagert. Auf diese Weise kann die Kraft in der zweiten Richtung **R12** zuverlässiger auf den Antriebsgegenstand **30** aufgebracht werden, und daher wird ein Zurückkehren des Antriebsgegenstandes **30** zu der Anfangsposition begünstigt.

(Siebte Ausführungsform)

[0091] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer siebten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0092] Wie in **Fig. 14** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform ein Aktorelement **24** anstelle des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22**. Wie durch eine Zweipunkt-Strichlinie in der Zeichnung angezeigt ist, umfasst das Aktorelement **24** einen ersten Ausrichtungsbereich **241** und einen zweiten Ausrichtungsbereich **242**, während eine Ausrichtungsrichtung von Molekülen des Aktorelements **24** in dem ersten Ausrichtungsbereich **241** von einer Ausrichtungsrichtung von Molekülen des Aktorelements **24** in dem zweiten Ausrichtungsbereich **242** verschieden ist. Der erste Ausrichtungsbereich **241** beziehungsweise der zweite Ausrichtungsbereich **242** sind an zwei entgegengesetzten Seiten des Aktorelements **24** in der Längsrichtung des Aktorelements **24** angeordnet, während ein Mittelteil des Aktorelements **24** als eine Grenze zwischen dem ersten Ausrichtungsbereich **241** und dem zweiten Ausrichtungsbereich **242** dient.

[0093] In dem ersten Ausrichtungsbereich **241** ist die Ausrichtungsrichtung der Polyamidmoleküle des Aktorelements **24** eine Spiralrichtung, die um die Achse **m1** spiralförmig ist, während die Spiralrichtung gekippt ist, die bezüglich der Achse **m1** um einen vorbestimmten Winkel gekippt ist. In dem zweiten Ausrichtungsbereich **242** ist die Ausrichtungsrichtung der Polyamidmoleküle des zweiten Aktorelements **24** eine Spiralrichtung, die um die Achse **m1** spiralförmig ist, während die Spiralrichtung in einer entgegengesetzten Richtung, die der Ausrichtungsrichtung des ersten Ausrichtungsbereichs **241** entgegengesetzt ist, bezüglich der Achse **m1** um einen vorbestimmten Winkel gekippt ist. Auf diese Weise hat der erste Ausrichtungsbereich **241** eine Eigenschaft dahingehend, dass der erste Ausrichtungsbereich **241** in der ersten Richtung **R11** beim Erwärmen des ersten Ausrichtungsbereichs **241** torsionsverformt wird, und in der zweiten Richtung **R12** beim Abkühlen des ersten Ausrichtungsbereichs **241** durch beispielsweise ein natürliches Kühlen torsionsverformt wird. Außerdem hat der zweite Ausrichtungsbereich **242** eine Eigenschaft dahingehend, dass der zweite Ausrichtungsbereich **242** in der zweiten Richtung **R12** beim Erwärmen des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** torsionsverformt wird, und in der ersten Richtung **R11** beim Kühlen des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** durch beispielsweise ein natürliches Kühlen torsionsverformt wird.

[0094] Die erste Heizeinrichtung **61**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, führt der Metallbeschichtung des ersten Ausrichtungsbereichs **241** des Aktorelements **24** einen elektrischen Strom zu, so dass der erste Ausrichtungsbereich **241** durch eine Joulesche Wärme erwärmt wird. Auf diese Weise wird der erste Ausrichtungsbereich **241** in der ersten Richtung **R11** torsionsverformt, und dadurch wird der Antriebsgegenstand **30** in der ersten Richtung **R11** drehbar verlagert. Wie vorstehend beschrieben wurde, fungiert aus Sicht des ersten Ausrichtungsbereichs **241** die erste Heizeinrichtung **61** der vorliegenden Ausführungsform als eine erste Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der Verformungsrichtung des ersten Ausrichtungsbereichs **241** verlagert, indem sie die Energie auf den ersten Ausrichtungsbereich **241** des Aktorelements **24** aufbringt. Außerdem fungiert aus Sicht des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** die erste Heizeinrichtung **61** auch als eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** entgegengesetzt ist.

[0095] Die zweite Heizeinrichtung **62**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, führt der Metallbeschichtung des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** des Aktorelements **24** den elektrischen Strom zu, so dass der zweite Ausrichtungsbereich **242** durch eine Joulesche Wärme erwärmt wird. Auf diese Weise wird der zweite Ausrich-

tungsbereich **242** in der zweiten Richtung **R12** torsionsverformt, und dadurch wird der Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** drehbar verlagert. Wie vorstehend beschrieben wurde, fungiert aus Sicht des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** die zweite Heizeinrichtung **62** der vorliegenden Ausführungsform als eine erste Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der Verformungsrichtung des zweiten Ausrichtungsbereichs **242** verlagert, indem sie die Energie auf den zweiten Ausrichtungsbereich **242** des Aktorelements **24** aufbringt. Außerdem fungiert aus Sicht des ersten Ausrichtungsbereichs **241** die zweite Heizeinrichtung **62** auch als eine zweite Antriebsvorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der entgegengesetzten Richtung verlagert, die der Verformungsrichtung des ersten Ausrichtungsbereichs **241** entgegengesetzt ist.

[0096] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) bereitstellen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt **(11)** angezeigt werden/sind.

[0097] **(11)** Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform kann die Anzahl an Aktorelementen verglichen mit der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform reduzieren, so dass die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform kompakt gefertigt werden kann.

(Achte Ausführungsform)

[0098] Als Nächstes wird eine Aktorvorrichtung **10** gemäß einer achten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede bezüglich der Aktorvorrichtung **10** der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0099] Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, umfasst die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Abwandlung das Gehäuse **50** und einen Wärmeisolator **54**.

[0100] Das Gehäuse **50** ist in einer Kastengestalt geformt. Das Gehäuse **50** nimmt das erste Aktorelement **21**, das zweite Aktorelement **22** und den Antriebsgegenstand **30** auf. Das Gehäuse **50** ist an einem Fixierelement **53** durch den Wärmeisolator **54** fixiert.

[0101] Die Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben wurde, kann die/den folgende(n) Wirkung(en) und Vorteil (e) bereitstellen, die/der in dem nachfolgenden Abschnitt **(12)** angezeigt werden/sind.

[0102] **(12)** Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, werden in dem Fall, in dem das Gehäuse **50** an dem Fixierelement **53** fixiert ist, wenn die Wärme des Fixierelements **53** auf das Gehäuse **50** übertragen wird, das erste Ak-

torelement **21** und das zweite Aktorelement **22** erwärmt. In diesem Fall wird eine unbeabsichtigte Torsionsverformung an dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** erzeugt, so dass es eine Möglichkeit gibt, dass der Umfang der Drehverlagerung des Antriebsgegenstandes **30** nicht auf angemessene Weise gesteuert werden kann. Bezüglich dieses Punkts ist es bei der Aktorvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform weniger wahrscheinlich, dass eine unbeabsichtigte Torsionsverformung in dem ersten Aktorelement **21** und dem zweiten Aktorelement **22** erzeugt wird, weil das Übertragen der Wärme von dem Fixierelement **53** auf das Gehäuse **50** durch den Wärmeisolator **54** begrenzt wird. Daher kann die Menge einer Drehverlagerung des Antriebsgegenstandes **30** genauer gesteuert werden.

(Andere Ausführungsformen)

[0103] Die vorstehenden Ausführungsformen können auf folgende Weise abgewandelt werden.

[0104] Das erste Aktorelement **21** der ersten Abwandlung der ersten Ausführungsform umfasst die zwei Aktorelemente **211**, **212**. Alternativ kann das erste Aktorelement **21** der ersten Abwandlung der ersten Ausführungsform drei oder mehr Aktorelemente umfassen. Ähnlich kann das zweite Aktorelement **22** drei oder mehr Aktorelemente umfassen.

[0105] Der Polymerfaserwerkstoff sollte nicht auf Polyamid beschränkt werden. Der Polymerfaserwerkstoff kann beispielsweise Kevlar, Polyethylen, Polypropylen, Polyester oder deren Kompositwerkstoff sein.

[0106] Bei der Aktorvorrichtung **10** der Abwandlung der fünften Ausführungsform kann anstatt der Änderung der Richtung des Luftstroms des Gebläses **93** beispielsweise das Gebläse **93** entlang des ersten Aktorelements **21** und des zweiten Aktorelements **22** bewegt werden, um die erzwungene Luft zu dem ersten Aktorelement **21** oder dem zweiten Aktorelement **22** wahlweise zuzuführen.

[0107] Bei der Aktorvorrichtung **10** der Abwandlung der fünften Ausführungsform können ein Gebläse, das eine erzwungene Luft dem ersten Aktorelement **21** zuführt, und ein Gebläse, das eine erzwungene Luft dem zweiten Aktorelement **22** zuführt, einzeln vorgesehen sein. In einem solchen Fall treibt die Steuerungseinrichtung **70** eines der beiden Gebläse an, um die erzwungene Luft dem ersten Aktorelement **21** oder dem zweiten Aktorelement **22** wahlweise zuzuführen.

[0108] Bei der Aktorvorrichtung **10** der sechsten Ausführungsform kann anstelle der Spiraltorsionsfeder **23** eine geeignete Aufbringungseinrichtung einer elastischen Kraft verwendet werden, die eine elasti-

sche Kraft auf das Aktorelement **21** aufbringen kann, um den Antriebsgegenstand **30** in der zweiten Richtung **R12** drehbar zu verlagern.

[0109] Das Verfahren eines Erwärms eines jeden Aktorelements **21**, **22**, **24** sollte nicht auf das Verfahren eines Aufbringens des elektrischen Stroms auf die Metallbeschichtung beschränkt werden, die an der Oberfläche des Aktorelements **21**, **22**, **24** ausgebildet ist, und ein anderes geeignetes Verfahren kann verwendet werden, um jedes der Aktorelemente **21**, **22**, **24** zu erwärmen. Beispielsweise kann eine Spule um eine Außenumfangsfläche von jedem Aktorelement **21**, **22**, **24** gewickelt werden und das Aktorelement **21**, **22**, **24** kann erwärmt werden, indem der elektrische Strom der Spule zugeführt wird. Alternativ kann eine wärmerzeugende Heizeinrichtung verwendet werden, um jedes Aktorelement **21**, **22**, **24** zu erwärmen.

[0110] Die Länge des ersten Aktorelements **21** und die Länge des zweiten Aktorelements **22**, die in der Längsrichtung gemessen wird, können sich voneinander unterscheiden, und wobei der Werkstoff des ersten Aktorelements **21** und der Werkstoff des zweiten Aktorelements **22** sich voneinander unterscheiden können.

[0111] Der Werkstoff von jedem Aktorelement **21**, **22**, **24** sollte nicht auf die Polymerfasern beschränkt sein. Alternativ zu den Polymerfasern kann ein anderer geeigneter Werkstoff verwendet werden, der als Reaktion auf eine Eingabe einer Energie von außerhalb durch eine elektrische Einrichtung, eine optische Einrichtung, eine chemische Einrichtung, eine thermische Einrichtung, eine Absorptionseinrichtung und andere Einrichtungen verformbar ist. Diese Art von Werkstoff kann beispielsweise eine Formgedächtnislegierung, ein dielektrisches Elastomer, ein magnetisches Gel oder ein elektrisch leitfähiges Polymer sein.

[0112] Jeder der Aktorelemente **21**, **22**, **24** sollte nicht auf das Element beschränkt werden, das als Reaktion auf das Aufbringen der Energie auf das Aktorelement **21**, **22**, **24** torsionsverformt wird. Alternativ kann ein Element, das in der Längsrichtung als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das Element längsverlagert wird, verwendet werden. Beispielsweise kann ein Aktorelement, das in einer Richtung parallel zu der Achse **m1** als Reaktion auf ein Erwärmen ausdehnbar ist und in der Richtung parallel zu der Achse **m1** als Reaktion auf ein Kühlen zusammenziehbar ist, als jedes Aktorelement **21**, **22**, **24** verwendet werden.

[0113] In dem Fall, in dem der Werkstoff, der ein anderer als die Polymerfasern ist, als der Werkstoff der Aktorelemente **21**, **22**, **24** verwendet wird, können eine erste Antriebsvorrichtung und eine zwei-

te Antriebsvorrichtung, von denen jede eine Energie zum Verformen des entsprechenden Aktorelements zuführen kann, anstatt der ersten Heizeinrichtung **61** und der zweiten Heizeinrichtung **62** verwendet werden. Das heißt, eine geeignete Vorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der Verformungsrichtung des Aktorelements durch das Aufbringen der Energie auf das Aktorelement verlagern kann, kann als die erste Antriebsvorrichtung verwendet werden. Außerdem kann eine geeignete Vorrichtung, die den Antriebsgegenstand **30** in der entgegengesetzten Richtung, die der Verformungsrichtung des Aktorelements entgegengesetzt ist, durch das Aufbringen der Energie auf das Aktorelement verlagern kann, als die zweite Antriebsvorrichtung verwendet werden.

[0114] Die Einrichtungen und/oder Funktionen, die durch die Steuerungseinrichtung **70** bereitgestellt werden, können durch eine Software, die in einer physischen Speichervorrichtung gespeichert sind, sowie einen Computer bereitgestellt werden, der die Software ausführt, oder alleine die Software, alleine die Hardware oder ihre Kombinationen. Beispielsweise kann in dem Fall, in dem die Steuerungseinrichtung **70** durch einen elektronischen Schaltkreis implementiert wird, der die Hardware ist, dieser elektronische Schaltkreis durch einen digitalen Schaltkreis implementiert werden, der eine Vielzahl von Logikschaltkreisen umfasst, oder einen analogen Schaltkreis.

[0115] Die vorliegende Offenbarung sollte nicht auf die vorstehend beschriebenen bestimmten Beispiele begrenzt werden. Abwandlungen, die in angemessener Weise durch einen Fachmann in ihrer Ausgestaltung abgewandelt werden können, können auch in dem Umfang der vorliegenden Offenbarung sein, solange wie sie das Merkmal/die Merkmale der vorliegenden Offenbarung haben. Die Elemente, die Anordnung der Elemente, die Bedingungen, die Formen und dergleichen von jedem vorstehend beschriebenen bestimmten Beispiel sind nicht notwendigerweise auf diejenigen beschränkt, die beispielhaft beschrieben wurden, und können auf angemessene Weise geändert werden. Eine Kombination der entsprechenden Elemente, die in jedem der vorstehend beschriebenen bestimmten Beispiele umfasst sind, können auf angemessene Weise geändert werden, solange wie keine technische Inkonsistenz besteht.

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 2016177273 [0001]
- JP 2016042783 A [0004]

Patentansprüche

1. Aktorvorrichtung, mit:
 einem Aktorelement (21, 22, 24), das eingerichtet ist, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das Aktorelement von einem Äußeren des Aktorelements verformt zu werden;
 einem Antriebsgegenstand (30), der mit dem Aktorelement gekoppelt ist;
 einer ersten Antriebsvorrichtung (61, 62), die eingerichtet ist, die Energie auf das Aktorelement aufzubringen und dadurch den Antriebsgegenstand in einer Verformungsrichtung des Aktorelements zu verlagern; und
 einer zweiten Antriebsvorrichtung (23, 61, 62, 91, 92, 93), die eingerichtet ist, den Antriebsgegenstand in einer anderen Richtung zu verlagern, die von der Verformungsrichtung des Aktorelements verschieden ist.

2. Aktorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
 das Aktorelement eines aus einer Vielzahl von Aktorelementen ist, die Folgendes umfassen:
 ein erstes Aktorelement (21), das eingerichtet ist, in einer ersten Richtung als Reaktion auf ein Aufbringen einer Energie auf das erste Aktorelement verformt zu werden; und
 ein zweites Aktorelement (22), das eingerichtet ist, in einer zweiten Richtung als Reaktion auf ein Aufbringen der Energie auf das zweite Aktorelement verformt zu werden;
 der Antriebsgegenstand mit dem ersten Aktorelement und dem zweiten Aktorelement gekoppelt ist und eingerichtet ist, in der ersten Richtung als Reaktion auf die Verformung des ersten Aktorelements in der ersten Richtung verlagert zu werden;
 der Antriebsgegenstand eingerichtet ist, in der zweiten Richtung als Reaktion auf die Verformung des zweiten Aktorelements in der zweiten Richtung verlagert zu werden;
 die erste Antriebsvorrichtung (61) eingerichtet ist, die Energie auf das erste Aktorelement aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der ersten Richtung zu verlagern; und
 die zweite Antriebsvorrichtung (62) eingerichtet ist, die Energie auf das zweite Aktorelement aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der zweiten Richtung zu verlagern.

3. Aktorvorrichtung nach Anspruch 2, wobei das erste Aktorelement und das zweite Aktorelement in Reihe angeordnet sind, während der Antriebsgegenstand zwischen dem ersten Aktorelement und dem zweiten Aktorelement angeordnet ist.

4. Aktorvorrichtung nach Anspruch 2, wobei das erste Aktorelement und das zweite Aktorelement parallel angeordnet sind.

5. Aktorvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei:

das erste Aktorelement eingerichtet ist, in der ersten Richtung als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das erste Aktorelement durch ein Erwärmen verformt zu werden;
 das zweite Aktorelement eingerichtet ist, in der zweiten Richtung als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das zweite Aktorelement durch ein Erwärmen verformt zu werden;
 die erste Antriebsvorrichtung eine erste Heizeinrichtung (61) ist, die eingerichtet ist, das erste Aktorelement zu erwärmen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der ersten Richtung zu verlagern; und
 die zweite Antriebsvorrichtung eine zweite Heizeinrichtung (62) ist, die eingerichtet ist, das zweite Aktorelement zu erwärmen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der zweiten Richtung zu verlagern.

6. Aktorvorrichtung nach Anspruch 5, ferner mit:
 einer Positionssensorvorrichtung (80), die eingerichtet ist, eine Position des Antriebsgegenstandes zu erfassen; und
 einer Steuerungseinrichtung (70), die eingerichtet ist, die erste Antriebsvorrichtung und die zweite Antriebsvorrichtung zu steuern, wobei:
 die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, die erste Heizeinrichtung und die zweite Heizeinrichtung basierend auf einer Differenz zwischen einer Zielposition des Antriebsgegenstandes und der Position des Antriebsgegenstandes zu steuern, die durch die Positionssensorvorrichtung erfasst wird.

7. Aktorvorrichtung nach Anspruch 6, ferner mit:
 einer ersten Temperatursensorvorrichtung (81), die eingerichtet ist, eine Temperatur des ersten Aktorelements zu erfassen;
 einer zweiten Temperatursensorvorrichtung (82), die eingerichtet ist, eine Temperatur des zweiten Aktorelements zu erfassen;
 einer Umgebungstemperatursensorvorrichtung (83), die eingerichtet ist, eine Umgebungstemperatur zu erfassen, die eine Temperatur um das erste Aktorelement und das zweite Aktorelement ist; und
 einer Umgebungsfeuchtigkeitssensorvorrichtung (84), die eingerichtet ist, eine Umgebungsfeuchtigkeit zu erfassen, die eine Feuchtigkeit um das erste Aktorelement und das zweite Aktorelement ist, wobei:
 die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, die erste Heizeinrichtung und die zweite Heizeinrichtung zusätzlich zu der Differenz basierend auf der Temperatur des ersten Aktorelements, der Temperatur des zweiten Aktorelements, der Umgebungstemperatur und der Umgebungsfeuchtigkeit zu steuern.

8. Aktorvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei:
 die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, Folgendes zu schätzen:
 eine erste Nacherwärmungstemperatur, die eine Temperatur des ersten Aktorelements nach dem Erwärmen des ersten Aktorelements durch die erste Heizeinrichtung ist; und

eine zweite Nacherwärmungstemperatur, die eine Temperatur des zweiten Aktorelements nach dem Erwärmen des zweiten Aktorelements durch die zweite Heizeinrichtung ist; und

die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, das Erwärmen des ersten Aktorelements und des zweiten Aktorelements durch die erste Heizeinrichtung und die zweite Heizeinrichtung zeitweise zu stoppen, wenn die Steuerungseinrichtung bestimmt, dass die erste Nacherwärmungstemperatur und/oder die zweite Nacherwärmungstemperatur über einen vorbestimmten Temperaturschwellenwert hinaus erhöht wird.

9. Aktorvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei:

die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, Folgendes zu schätzen:

eine erste Eigenspannung, die an dem ersten Aktorelement erzeugt wird, wenn das erste Aktorelement durch die erste Heizeinrichtung erwärmt wird; und

eine zweite Eigenspannung, die an dem zweiten Aktorelement erzeugt wird, wenn das zweite Aktorelement durch die zweite Heizeinrichtung erwärmt wird; und

die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, einen Erwärmungsumfang zu begrenzen, der von der ersten Heizeinrichtung auf das erste Aktorelement aufgebracht wird, wenn die Steuerungseinrichtung bestimmt, dass die erste Eigenspannung über einen vorbestimmten Spannungsschwellenwert hinaus erhöht wird; und

die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, einen Erwärmungsumfang zu begrenzen, der von der zweiten Heizeinrichtung auf das zweite Aktorelement aufgebracht wird, wenn die Steuerungseinrichtung bestimmt, dass die zweite Eigenspannung über den vorbestimmten Spannungsschwellenwert hinaus erhöht wird.

10. Aktorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei: das Aktorelement eingerichtet ist, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das Aktorelement durch ein Erwärmen verformt zu werden; die erste Antriebsvorrichtung eine Heizeinrichtung (61, 62) ist, die eingerichtet ist, das Aktorelement zu erwärmen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der Verformungsrichtung des Aktorelements zu verlagern; und

die zweite Antriebsvorrichtung eine Kühlvorrichtung (91, 92, 93) ist, die eingerichtet ist, das Aktorelement zu kühlen, und dadurch den Antriebsgegenstand in einer entgegengesetzten Richtung zu verlagern, die der Verformungsrichtung des Aktorelements entgegengesetzt ist.

11. Aktorvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Kühlvorrichtung eine Peltier-Vorrichtung (91, 92) ist, die eingerichtet ist, das Aktorelement als Reaktion auf ein Bestromen der Peltier-Vorrichtung zu kühlen.

12. Aktorvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Kühlvorrichtung ein Gebläse (93) ist, das eingerichtet ist, einen erzwungenen Luftstrom dem Aktorelement zuzuführen, und dadurch das Aktorelement zu kühlen.

13. Aktorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei: das Aktorelement eingerichtet ist, als Reaktion auf ein Aufbringen einer Wärmeenergie auf das Aktorelement durch ein Erwärmen verformt zu werden; die erste Antriebsvorrichtung eine Heizeinrichtung (61) ist, die eingerichtet ist, das Aktorelement zu erwärmen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der Verformungsrichtung des Aktorelements zu verlagern; und die zweite Antriebsvorrichtung eine Aufbringungseinrichtung (23) einer elastischen Kraft ist, die eingerichtet ist, eine elastische Kraft auf den Antriebsgegenstand aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in einer entgegengesetzten Richtung zu verlagern, die der Verformungsrichtung des Aktorelements entgegengesetzt ist.

14. Aktorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei: das Aktorelement (24) Folgendes umfasst: einen ersten Ausrichtungsbereich (241), der eingerichtet ist, in der ersten Richtung als Reaktion auf ein Aufbringen der Energie auf den ersten Ausrichtungsbereich verlagert zu werden; und einen zweiten Ausrichtungsbereich (242), der eingerichtet ist, in einer zweiten Richtung verlagert zu werden, die von der ersten Richtung verschieden ist, als Reaktion auf ein Aufbringen der Energie auf den zweiten Ausrichtungsbereich; die erste Antriebsvorrichtung (61) eingerichtet ist, die Energie auf den ersten Ausrichtungsbereich des Aktorelements aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der ersten Richtung zu verlagern; und die zweite Antriebsvorrichtung (62) eingerichtet ist, die Energie auf den zweiten Ausrichtungsbereich des Aktorelements aufzubringen, und dadurch den Antriebsgegenstand in der zweiten Richtung zu verlagern.

15. Aktorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ferner mit: einem Gehäuse (50), das das Aktorelement und den Antriebsgegenstand in einem Inneren des Gehäuses aufnimmt, und das an einem vorbestimmten Fixierelement fixierbar ist; und einem Wärmeisolator (54), der zwischen dem vorbestimmten Fixierelement und dem Gehäuse angeordnet ist.

16. Aktorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Aktorelement aus einer Polymerfaser gefertigt ist.

17. Aktorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Aktorelement aus einer Formgedächtnislegierung gefertigt ist.

18. Aktorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zweite Antriebsvorrichtung eingerichtet ist, den Antriebsgegenstand in einer entgegengesetzten Richtung zu verlagern, die der Verformungsrichtung des Aktorelements entgegengesetzt ist.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

FIG. 2

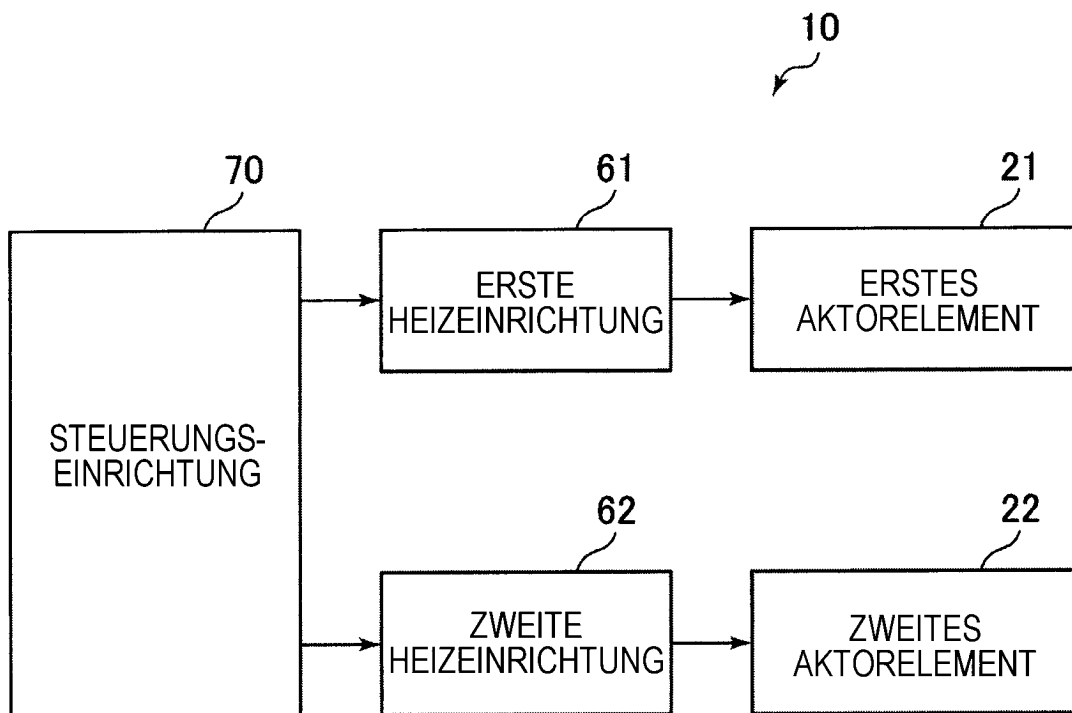


FIG. 3

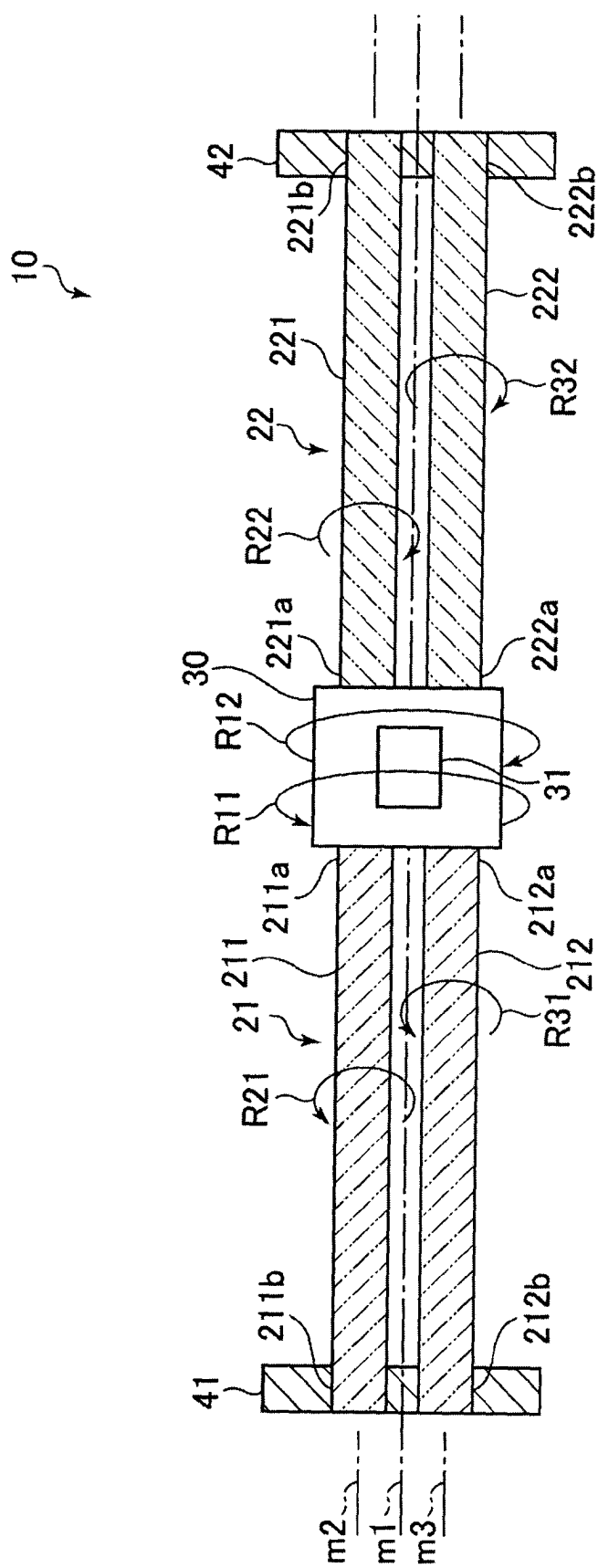


FIG. 4

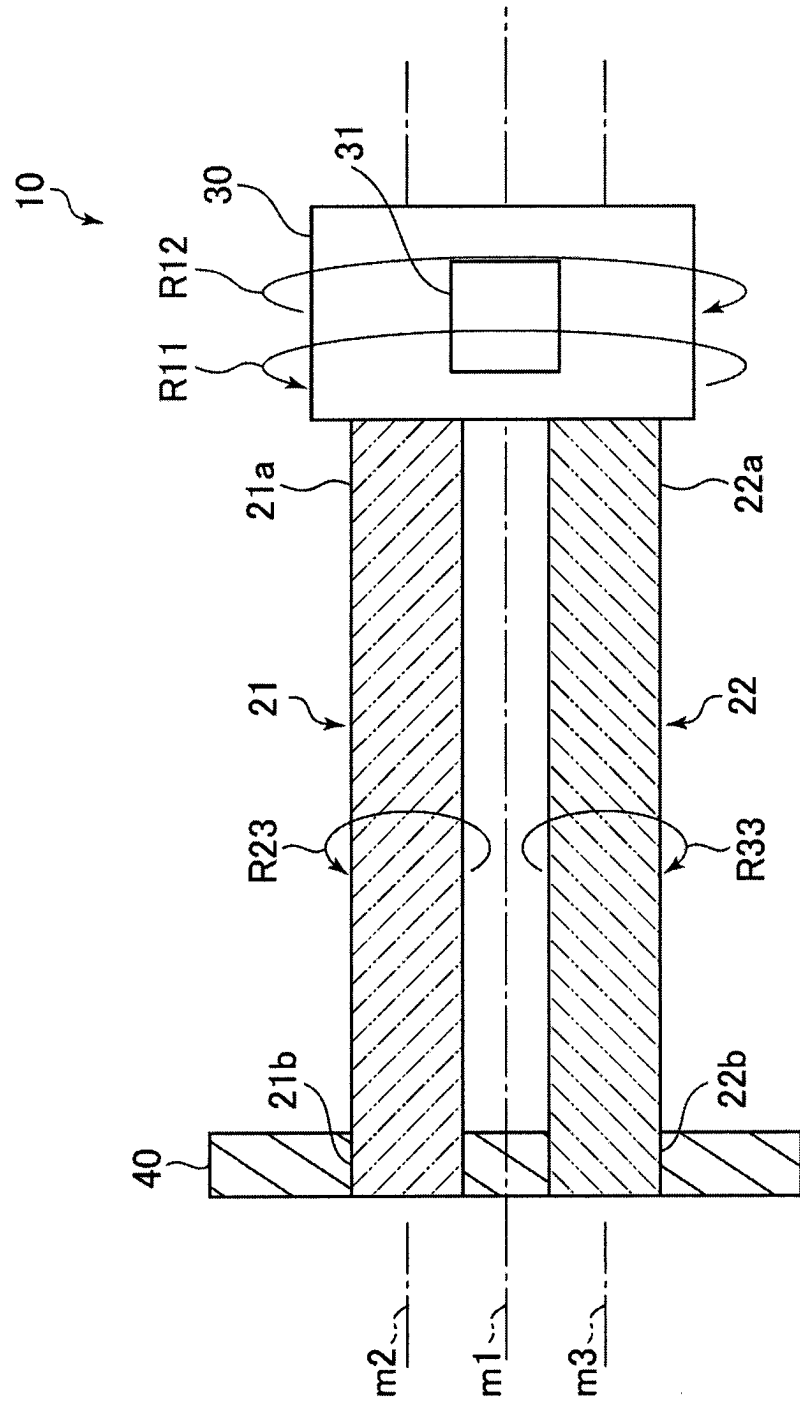


FIG. 5

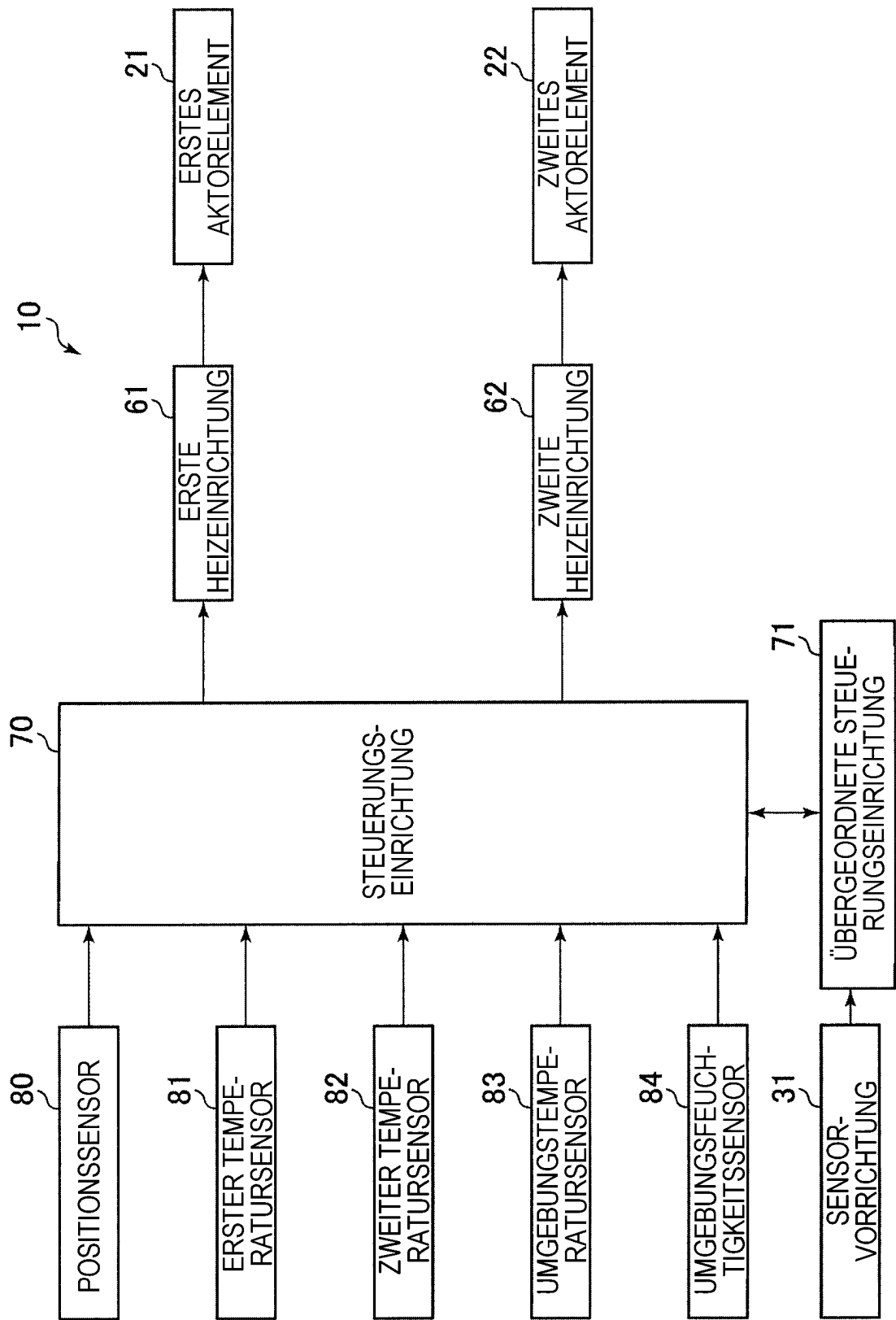


FIG. 6

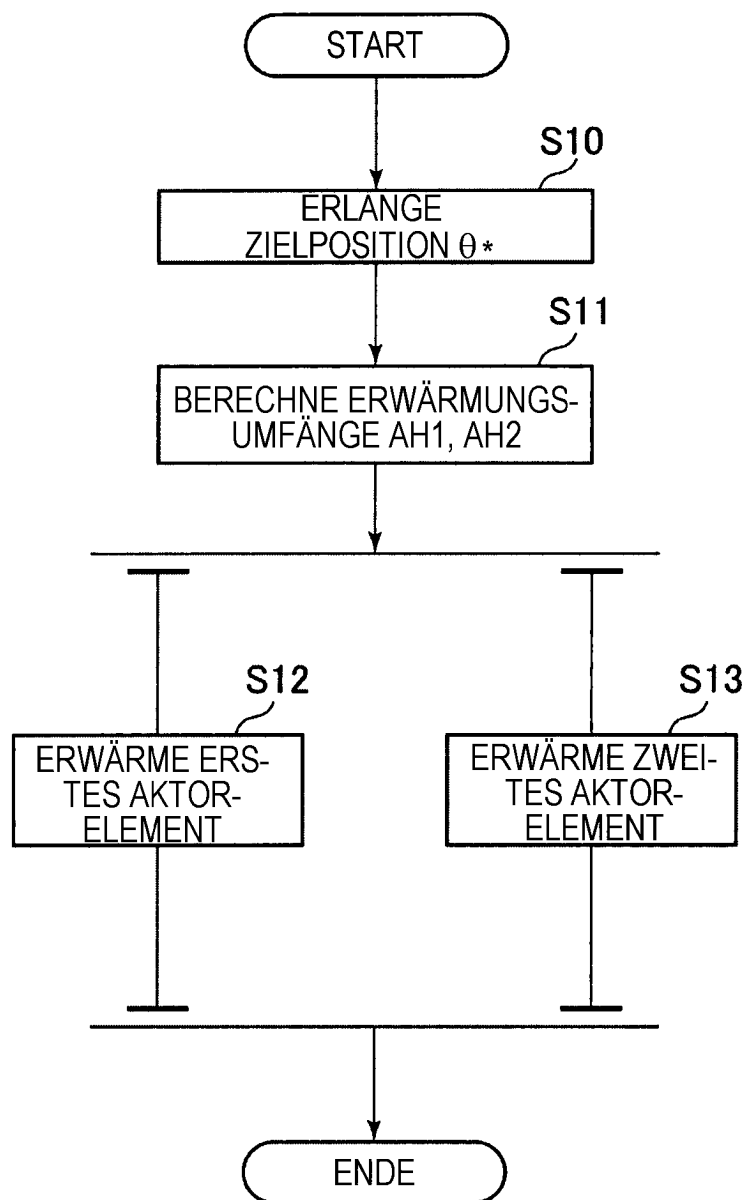


FIG. 7

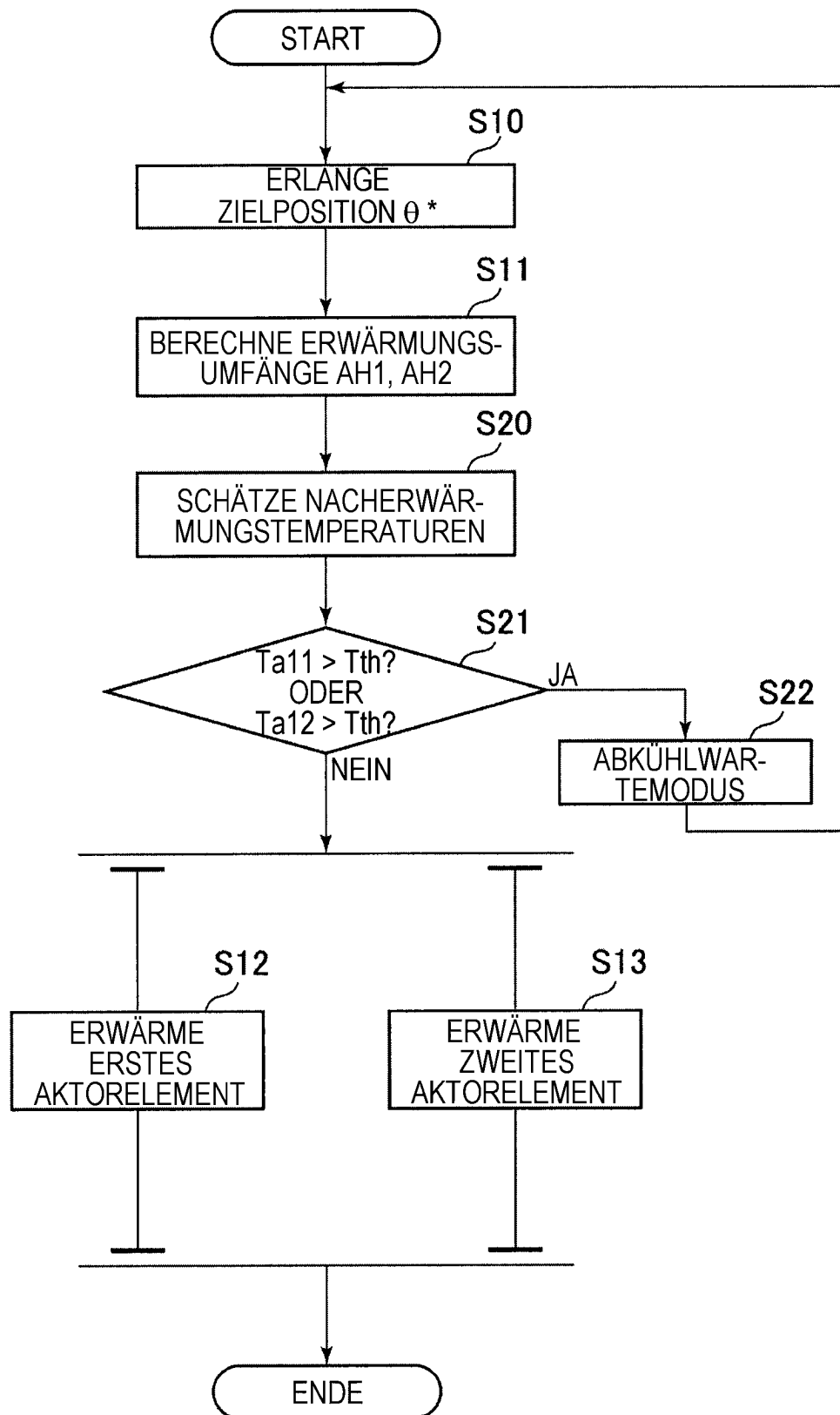


FIG. 8

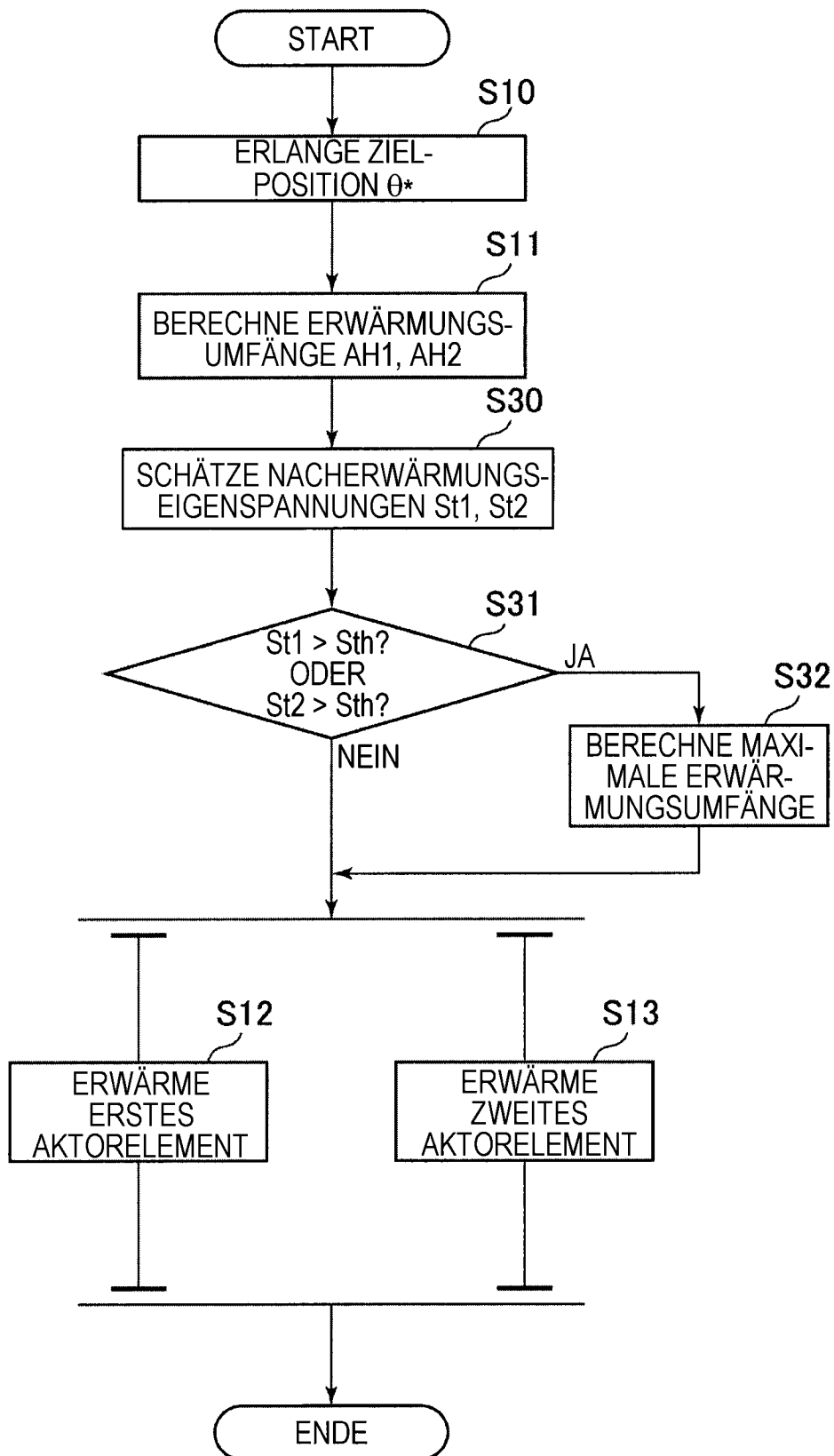


FIG. 9

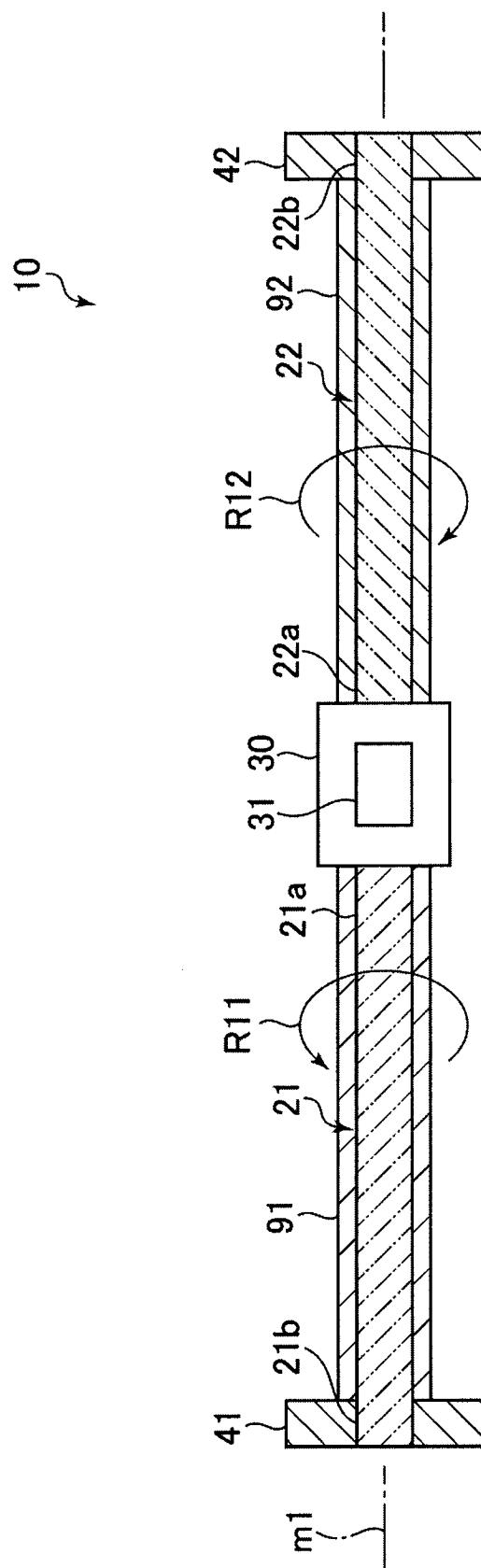


FIG. 10

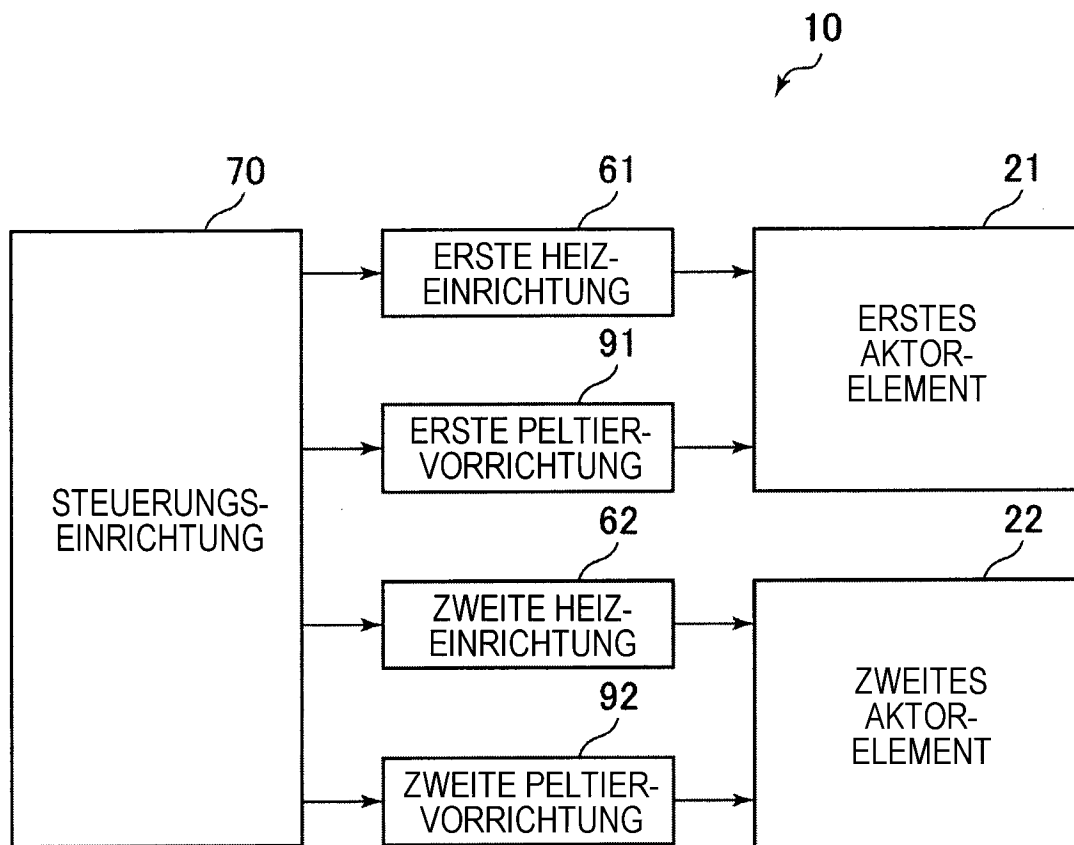


FIG. 11

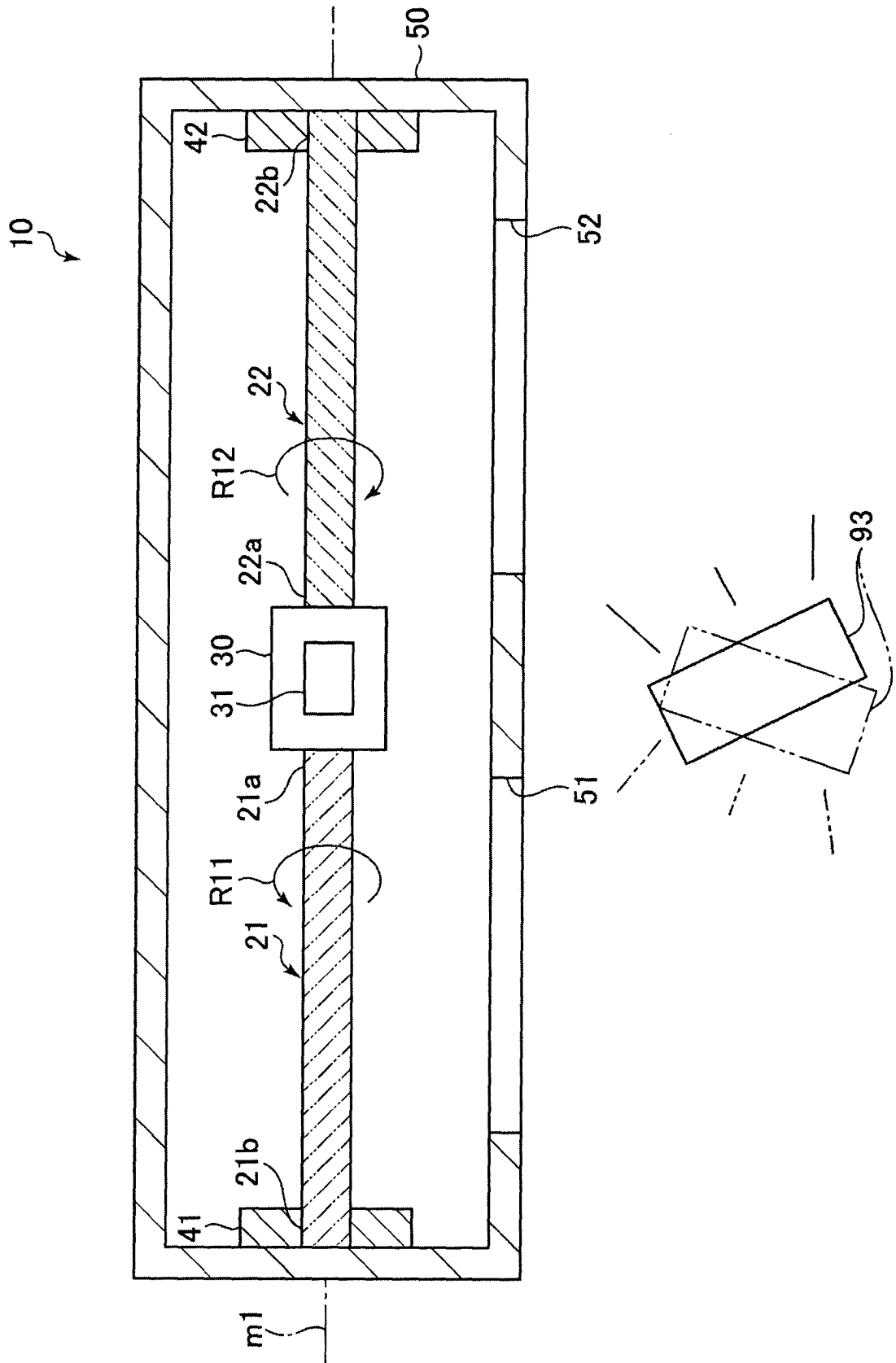


FIG. 12

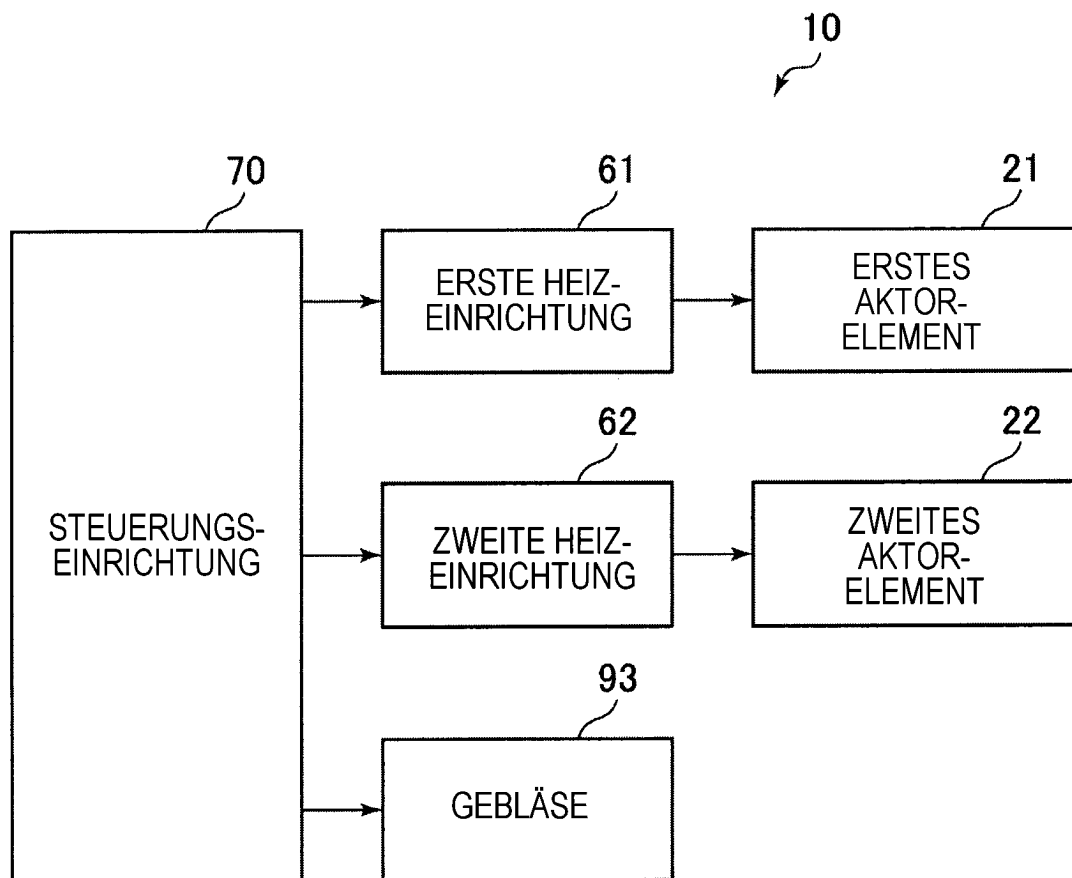


FIG. 13

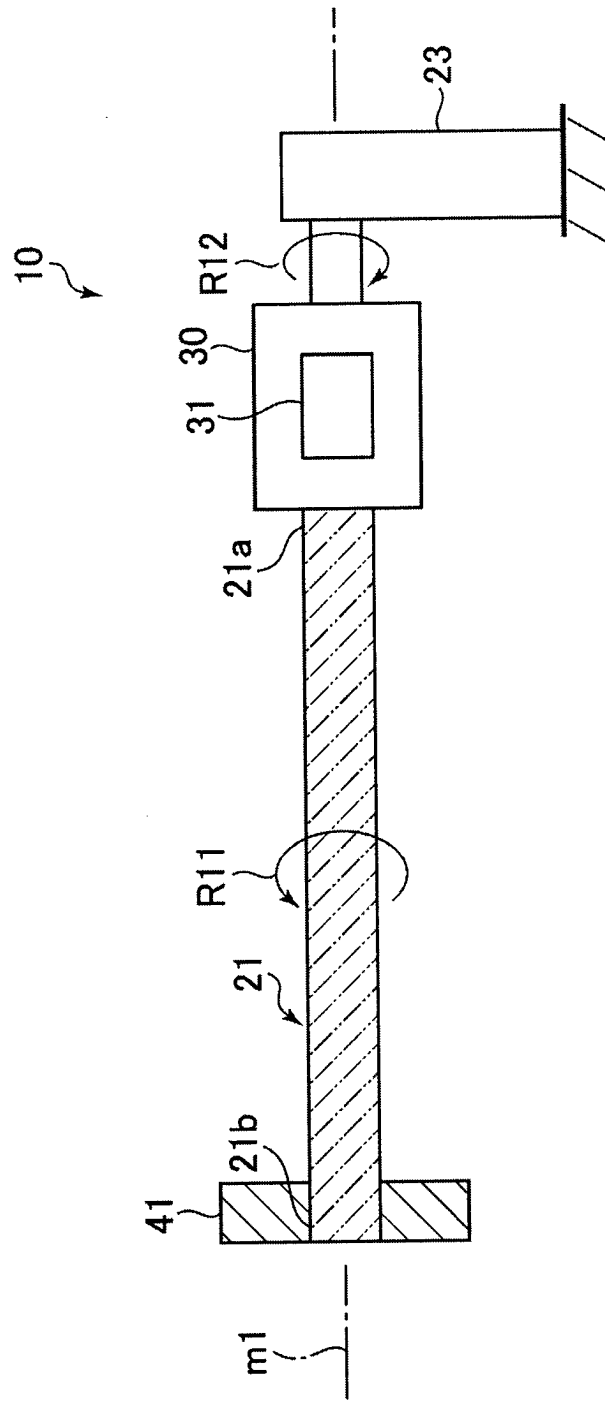


FIG. 14

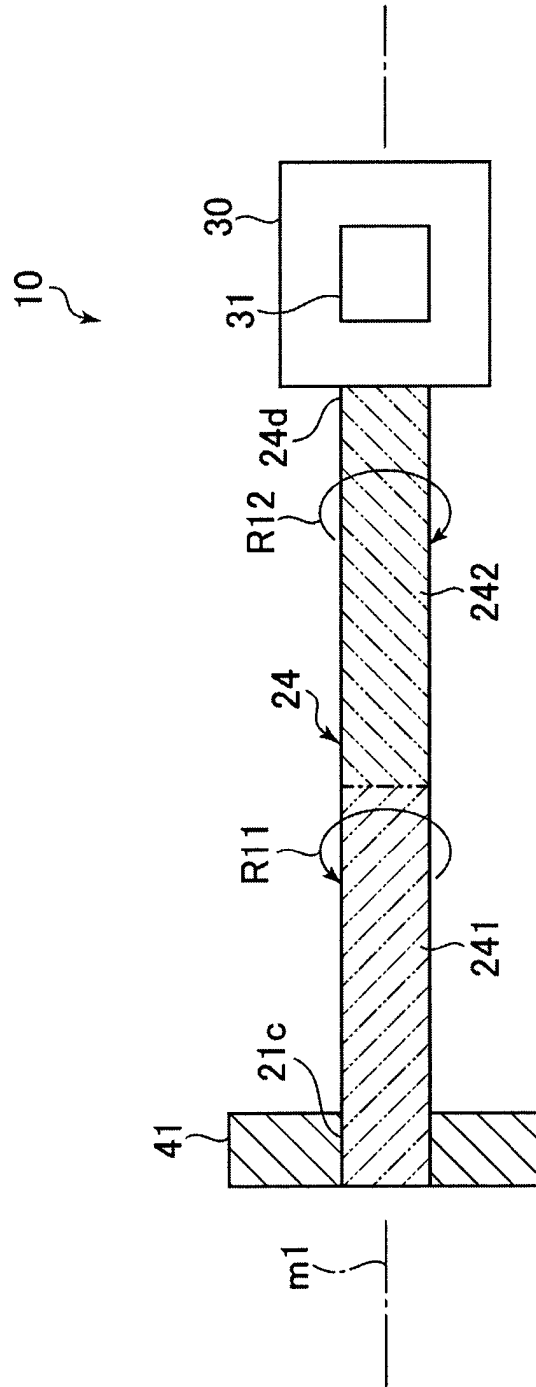


FIG. 15

