



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/004095**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 448.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/026038**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.01.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.05.2025**

(51) Int Cl.: **G01L 1/22 (2006.01)**
G01L 5/1627 (2020.01)
G01G 19/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
SUBARU CORPORATION, Tokyo, JP
(74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

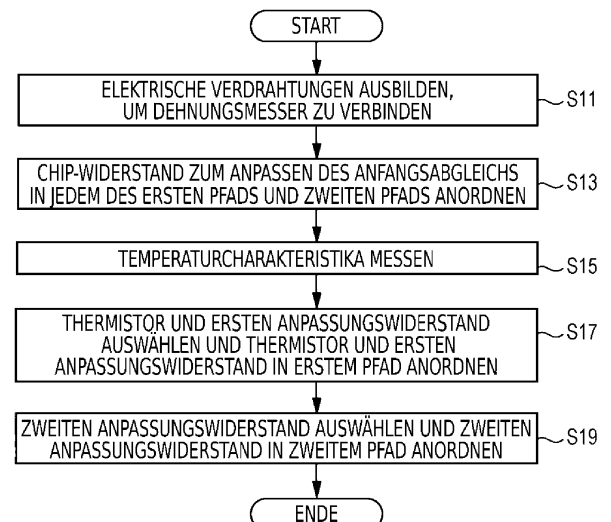
(72) Erfinder:
Ono, Tsubasa, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **WÄGEZELLE UND AUSGABEANPASSUNGSVERFAHREN FÜR EINE WÄGEZELLE**

(57) Zusammenfassung: Es wird möglich, einen Anfangsabweichung eines Widerstandswerts anzupassen und zugleich die Temperaturcharakteristika einer Wägezelle zu kompensieren, die einen Dehnungsmesser mit einem relativ großen Elementwiderstandswert und einer relativ großen Temperaturabhängigkeit verwendet.

Eine Wägezelle weist eine Brückenschaltung auf, die dazu ausgelegt ist, eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das elektrische Signal auszugeben. Die Wägezelle weist Folgendes auf: in einem ersten Pfad, auf einer Seite der Brückenschaltung, einen ersten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, einen Anfangsabweichung der Brückenschaltung anzupassen, sowie einen Thermistor, der dazu ausgelegt ist, eine Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung zu kompensieren, und einen ersten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, eine Abweichung des Anfangsabweichs in einem Zustand anzupassen, in dem der Thermistor vorhanden ist, die in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind. Die Wägezelle weist in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung einen zweiten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, den Anfangsabweichung der Brückenschaltung anzupassen, und einen zweiten Anpassungswiderstand auf, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkte Abweichung des Anfangsabweichs anzupassen, und der mit dem zweiten Chip-Widerstand in Reihe angeordnet ist.



Beschreibung**Kurzdarstellung der Erfindung****Technisches Gebiet****Technisches Problem**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wägezelle mit einer Brückenschaltung und ein Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle.

Stand der Technik

[0002] Bei Wägezellen, die weit verbreitet sind, erfolgt eine Änderung des Widerstandswerts eines Dehnungsmessers durch eine von einer Last erzeugte Verformung. Bekannte Wägezellen sind z. B. wie nachstehend beschrieben ausgelegt. Ein Dehnungsmesser ist in einer Brückenschaltung angeordnet, die eine Wandlerschaltung ist, die eine Änderung des Widerstandswerts des Dehnungsmessers aufgrund einer Last in ein elektrisches Signal umwandelt, und die Änderung des Widerstandswerts wird so als elektrisches Signal ausgegeben.

[0003] In Wägezellen mit einer solchen Konfiguration haben sowohl der Dehnungsmesser als auch ein Verformungserzeugungskörper, an dem der Dehnungsmesser angebracht ist, Temperaturcharakteristika, bei denen durch eine Temperaturänderung eine Verformung erzeugt wird. So kann selbst dann, wenn tatsächlich keine Last vorhanden ist, eine Ausgabe erzeugt werden, als ob eine Last aufgenommen würde. Wenn der Dehnungsmesser in einer Brückenschaltung verwendet wird, ist die Brückenschaltung dazu ausgelegt, die lineare Ausdehnung des Dehnungsmessers aufzuheben. Somit wird eine Differenz zwischen den Temperaturcharakteristika der Dehnungsmesser oder des Verformungserzeugungskörpers als Temperaturcharakteristika der Wägezelle ausgegeben. Dadurch wird eine geeignete Temperaturkompensation erwartet, um das Ausmaß der Verformung aufgrund der auf den Dehnungsmesser aufgetragenen Last zu detektieren.

[0004] Die PTL 1 offenbart z. B. eine Wägezelle mit einer Anpassungsschaltung für Nullabgleich (Anfangsabweichung), bei der ein Chip-Widerstand so angeordnet ist, dass eine aus einer Brückenschaltung extrahierte Potenzialdifferenz Null wird, wenn eine Last bei einer vorbestimmten Temperatur Null ist.

Stand der Technik**Patentliteratur**

[0005] PTL 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldungs-Veröffentlichung Nr. 2008-151596

[0006] Bei einigen Wägezellen ist jedoch ein Änderungsbereich des Widerstandswerts des Dehnungsmessers in Abhängigkeit von der Temperatur groß, so dass es nicht einfach ist, den Anfangsabweichung anzupassen und zugleich die Temperaturcharakteristika zu kompensieren. Solche Wägezellen umfassen auch Wägezellen mit einer großen Ausgabe, wie etwa Kraftdetektionssensoren, die an einer Fahrzeugachse ausgebildet sind, um eine auf ein Rad aufgetragene Last zu detektieren, sowie Wägezellen, die Komponentenkräfte detektieren und große Differenzen in der Empfindlichkeit gegenüber jeder Komponentenkraft aufweisen.

[0007] Die vorliegende Erfindung ist im Hinblick auf die vorstehend genannten Probleme konzipiert worden. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Wägezelle und ein Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle anzugeben, die den Anfangsabweichung des Widerstandswerts anpassen und dabei die Temperaturcharakteristika der Wägezelle kompensieren können, wobei ein Dehnungsmesser mit einem relativ großen Elementwiderstandswert und einer relativ großen Temperaturabhängigkeit verwendet wird.

Lösung des Problems

[0008] Zur Lösung der vorstehend genannten Probleme wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung Folgendes angegeben:

eine Wägezelle mit einer Brückenschaltung, die dazu ausgelegt ist, eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das elektrische Signal auszugeben. Die Wägezelle weist Folgendes auf:

in einem ersten Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung:

einen ersten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, einen Anfangsabweichung der Brückenschaltung anzupassen; und

einen Thermistor, der dazu ausgelegt ist, eine Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung zu kompensieren, und einen ersten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, eine Abweichung des Anfangsabweichung in einem Zustand anzupassen, in dem der Thermistor vorhanden ist, wobei der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind, und

in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung;

einen zweiten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, den Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen; und

einen zweiten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen, wobei der zweite Anpassungswiderstand in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet ist.

[0009] Zur Lösung der vorstehend genannten Probleme wird gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung Folgendes angegeben:

ein Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle mit einer Brückenschaltung, die dazu ausgelegt ist, eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das elektrische Signal auszugeben. Das Ausgabeanpassungsverfahren weist die folgenden Maßnahmen auf:

Anordnen eines ersten Chip-Widerstands, der dazu ausgelegt ist, einen Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen, in einem ersten Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung;

Anordnen eines zweiten Chip-Widerstands, der dazu ausgelegt ist, den Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen, in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung;

Anordnen eines Thermistors, der dazu ausgelegt ist, eine Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung zu kompensieren, und eines ersten Anpassungswiderstands, der dazu ausgelegt ist, eine Abweichung des Anfangsabgleichs in einem Zustand anzupassen, in dem der Thermistor vorhanden ist, in dem ersten Pfad, wobei der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind; und

Anordnen eines zweiten Anpassungswiderstands, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen, in dem zweiten Pfad, wobei der zweite Anpassungswiderstand in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet ist.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0010] Wie vorstehend beschrieben, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, den Anfangsab-

gleich des Widerstandswerts einfach anzupassen und zugleich die Temperaturcharakteristika der Wägezelle zu kompensieren durch Verwendung eines Dehnungsmessers mit einem relativ großen Elementwiderstandswert und einer relativ großen Temperaturabhängigkeit.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer Wägezelle (Sechs-Komponenten-Kraftdetektor) gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Dehnungsmessern in der Wägezelle gemäß der Ausführungsform.

Fig. 3 eine erläuternde Darstellung einer Konfiguration einer Brückenschaltung in der Wägezelle gemäß der Ausführungsform.

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf eines Ausgabeanpassungsverfahrens für eine Wägezelle gemäß der Ausführungsform darstellt.

Fig. 5 eine erläuternde Darstellung einer ersten Anpassung in dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß der Ausführungsform.

Fig. 6 eine erläuternde Darstellung eines Ausgabezustands nach der ersten Anpassung in dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß der Ausführungsform.

Fig. 7 eine erläuternde Darstellung einer Konfiguration einer Brückenschaltung in einer Wägezelle gemäß einem Anwendungsbeispiel der Ausführungsform.

Fig. 8 ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf eines Ausgabeanpassungsverfahrens für eine Wägezelle gemäß dem Anwendungsbeispiel darstellt.

Fig. 9 eine erläuternde Darstellung eines Ausgabezustands nach einer zweiten Anpassung in dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß dem Anwendungsbeispiel.

Fig. 10 eine erläuternde Darstellung eines Ausgabezustands nach einer dritten Anpassung in dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß dem Anwendungsbeispiel.

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Dehnungsmessern in einem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor gemäß einer Modifikation.

Fig. 12 eine erläuternde Darstellung eines Dehnungsmessermusters eines zweiachsigen Scherdehnungsmessers.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0012] Nachstehend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ausführlich beschrieben. In der Beschreibung und in den Zeichnungen werden Komponenten, die im Wesentlichen die gleiche Funktion und Konfiguration haben, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und auf erneute redundante Beschreibungen davon wird verzichtet.

1. Zusammenfassung der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung

1-1. Ausführliche Beschreibung des Hintergrunds der vorliegenden Erfindung

[0013] Zuerst wird der Hintergrund für die Schaffung der Technologie der vorliegenden Erfindung beschrieben. Es sei angemerkt, dass der nachstehend beschriebene Hintergrund lediglich einen Aspekt der Konfiguration einer Wägezelle darstellt, für die die Technologie gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Die Wägezelle, für die die vorliegende Erfindung verwendet werden kann, ist nicht auf eine Wägezelle mit der nachstehend beispielhaft dargestellten Konfiguration beschränkt.

[0014] Bekannte Sechs-Komponenten-Kraftdetektoren detektieren als Lasten, die auf ein Rad eines Fahrzeugs, wie z. B. eines Autos, aufgebracht werden, Lasten (F_x , F_y und F_z), die in der Vorne-Hinten-Richtung (nachstehend auch als „x-Achsen-Richtung“ bezeichnet) des Fahrzeugs, in der Fahrzeugbreitenrichtung (nachstehend auch als „y-Achsen-Richtung“ bezeichnet) und in der Höhenrichtung (nachstehend auch als „z-Achsen-Richtung“ bezeichnet) aufgebracht werden.

[0015] Der Sechs-Komponenten-Kraftdetektor detektiert auch Momente (M_x , M_y und M_z) um die x-Achse, die y-Achse bzw. die z-Achse. Ein solcher Sechs-Komponenten-Kraftdetektor hat einen an einer Radachse angebrachten zylindrischen Verformungserzeugungskörper. Berücksichtigt man jedoch die Toleranz gegenüber einer aufgetragenen Last, so ist es bei der Verwendung eines allgemeinen Foliendehnungsmessers mit einem Dehnungsfaktor von etwa 2 schwierig, ein Ergebnis zu erhalten, das dem einer Wägezelle äquivalent ist, die eine Last in nur einer axialen Richtung detektiert.

[0016] Im Gegensatz dazu wird davon ausgegangen, dass eine erwünschte Ausgabe durch Verwendung eines Dünnschicht-Dehnungsmessers, wie etwa eines Cr-N-Dehnungsmessers, mit einem großen Elementwiderstandswert und einem großen Dehnungsfaktor (z. B. hat der Dehnungsfaktor des Cr-N-Dehnungsmessers den Wert 10 bis 12) erhal-

ten werden kann. Der Cr-N-Dehnungsmesser hat jedoch eine große Temperaturabhängigkeit des Elementwiderstandswertes, was ein Problem bei der Verwendung für einen Sechs-Komponenten-Kraftdetektor darstellt.

[0017] Das heißt, wenn ein Dehnungsmesser mit einem großen Elementwiderstandswert und einem großen Dehnungsfaktor verwendet wird, wird die Änderung des Widerstandswerts aufgrund einer Temperaturänderung in einem Gebrauchstemperaturbereich groß. Somit besteht das Problem, dass es nicht einfach ist, die Temperaturcharakteristika einer Ausgabe des Sechs-Komponenten-Kraftdetektors zu kompensieren.

[0018] Ferner hat der Sechs-Komponenten-Kraftdetektor die Eigenschaft, dass sich die Empfindlichkeit des Dehnungsmessers in Abhängigkeit von der Richtung der Komponentenkraft stark unterscheidet. Aus diesem Grund besteht selbst dann, wenn die Brückenschaltung mit einem allgemeinen Foliendehnungsmesser ausgebildet ist und der Anfangsabgleich gemäß der Komponentenkraft mit geringer Empfindlichkeit angepasst wird, die Möglichkeit, dass die Kompensation der Temperaturcharakteristika für die Komponentenkraft mit hoher Empfindlichkeit nicht ausreichend ist.

[0019] Dementsprechend ist auch die nachstehend beschriebene Situation denkbar. Die Charakteristika einer Änderung der Ausgabe in Abhängigkeit von der Temperatur werden erfasst und die Temperaturkenn-daten werden im Voraus erstellt. Beispielsweise wird die Temperatur des Dehnungsmessers direkt gemessen, und es führt ein Prozessor auf der Grundlage der Temperaturkenn-daten eine Verarbeitung zur Korrektur der Ausgabe von dem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor durch. Da es jedoch notwendig ist, einen Temperatursensor und eine arithmetische Verarbeitungsfunktion von Software hinzuzufügen, die ursprünglich nicht notwendig sind, ist dies keine wünschenswerte Lösung.

[0020] Vor diesem Hintergrund gibt die Technologie der vorliegenden Erfindung eine Wägezelle und ein Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle an, die einen Anfangsabgleich anpassen und zugleich die Temperaturcharakteristika in einem Gebrauchstemperaturbereich kompensieren können. Die Wägezelle und das Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle werden selbst dann ohne Hinzufügen eines Temperatursensors oder einer Softwarefunktion ausgelegt, wenn ein Dehnungsmesser mit einem großen Elementwiderstandswert und einem großen Dehnungsfaktor verwendet wird.

1-2. Merkmale der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung

[0021] (1-2-1) Eine Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Wägezelle mit einer Brückenschaltung, die eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umwandelt und das elektrische Signal ausgibt. Die Wägezelle hat eine Konfiguration, die Folgendes aufweist:

in einem ersten Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung:

einen ersten Chip-Widerstand zum Anpassen eines Anfangsabweichs der Brückenschaltung; und

einen Thermistor zum Kompensieren einer Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung und einen ersten Anpassungswiderstand zum Anpassen einer Abweichung des Anfangsabweichs in einem Zustand, in dem der Thermistor vorhanden ist, wobei der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind, und

in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung:

einen zweiten Chip-Widerstand zum Anpassen des Anfangsabweichs der Brückenschaltung; und

einen zweiten Anpassungswiderstand zum Anpassen der durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkten Abweichung des Anfangsabweichs, wobei der zweite Anpassungswiderstand in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet ist.

[0022] Es sei angemerkt, dass die Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung auch als Ausgabeanpassungsverfahren zum Anpassen einer Ausgabe einer Wägezelle mit einer Brückenschaltung realisiert sein kann, die eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich in Abhängigkeit von einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umwandelt und das elektrische Signal ausgibt.

[0023] Mit dieser Konfiguration ist es möglich, den Anfangsabweich einfach anzupassen und zugleich die Temperaturcharakteristika der folgenden Wägezellen zu kompensieren. Die Wägezellen sind z. B. eine Wägezelle, die einen Dehnungsmesser aufweist, der einen relativ großen Elementwiderstandswert von 1 k Ω oder mehr und große Temperaturcharakteristika aufweist, sowie eine Wägezelle, die dazu ausgelegt ist, Komponentenkräfte detektieren zu können. So kann die Zuverlässigkeit der Ausgabe der Wägezelle erhöht werden.

[0024] Es sei angemerkt, dass der Ausdruck „erster Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung“ und der Ausdruck „zweiter Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung“ zwei Strompfade in der Brückenschaltung angeben. Der erste Pfad und der zweite Pfad sind jeweils so ausgelegt, dass sie zwei Dehnungsmesser aufweisen.

[0025] Ferner bezieht sich der Begriff „Anfangsabweich“ auf eine Differenz (Potentialdifferenz) zwischen einem Potential zwischen den zwei Dehnungsmessern in dem ersten Pfad und einem Potential zwischen den zwei Dehnungsmessern in dem zweiten Pfad in einem Zustand, in dem keine Last auf die Wägezelle aufgebracht wird. Der Ausdruck „Anpassen der Abweichung des Anfangsabweichs“ besagt, dass die Potentialdifferenz so angepasst wird, dass sie sich in einem Zustand, in dem keine Last aufgebracht wird, Null nähert.

[0026] Der Ausdruck „Temperaturcharakteristika der Brückenschaltung“ gibt ferner Charakteristika an, bei denen sich die Ausgabe der Wägezelle mit der Temperatur ändert. Der Ausdruck „große Temperaturcharakteristika“ gibt an, dass der Schwankungsbereich der Ausgabe der Wägezelle, die sich mit der Temperatur ändert, groß ist. Der Ausdruck „Kompensation der Temperaturcharakteristika der Brückenschaltung“ gibt an, dass der Schwankungsbereich der Ausgabe der Wägezelle, die sich mit der Temperatur ändert, so angepasst wird, dass sie in einen vorbestimmten Bereich fällt.

[0027] (1-2-2) Ferner können bei der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung der erste Anpassungswiderstand und der zweite Anpassungswiderstand identische Widerstandselemente sein.

[0028] Mit dieser Konfiguration ist es möglich, sich den Aufwand zu sparen, den ersten Anpassungswiderstand und den zweiten Anpassungswiderstand einzeln so auszuwählen, dass sie die Temperaturcharakteristika in einem Zustand kompensieren können, in dem der erste Chip-Widerstand und der zweite Chip-Widerstand mit der der Brückenschaltung verbunden sind. Ferner kann selbst dann, wenn der erste Anpassungswiderstand und der zweite Anpassungswiderstand identische Widerstandselemente sind, die Abweichung des Anfangsabweichs der Brückenschaltung in den vorbestimmten Bereich fallen.

[0029] (1-2-3) Ferner kann bei der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung in zumindest einem von dem ersten Pfad und dem zweiten Pfad ein dritter Anpassungswiderstand zum Anpassen der durch die Anordnung des zweiten Anpassungswiderstands bewirkten Abweichung des Anfangsabweichs angeordnet sein.

[0030] Mit dieser Konfiguration kann die Abweichung des Anfangsabgleichs einfach angepasst werden. Die Abweichung des Anfangsabgleichs kann auch selbst dann einfach angepasst werden, wenn eine leichte Abweichung des Anfangsabgleichs erzeugt wird, wenn der erste Anpassungswiderstand und der zweite Anpassungswiderstand, die identische Widerstandselemente sind, in dem ersten Pfad bzw. in dem zweiten Pfad angeordnet sind.

[0031] (1-2-4) Ferner kann bei der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung der Dehnungsmesser einen Elementwiderstandswert von größer oder gleich $1\text{ k}\Omega$ haben.

[0032] Mit dieser Konfiguration kann eine relativ große erwünschte Last von der Wägezelle detektiert werden, bei der die Temperaturcharakteristika kompensiert werden, wenn ein Dehnungsmesser mit einem relativ großen Elementwiderstandswert verwendet wird.

[0033] (1-2-5) Ferner kann bei der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung die Wägezelle die Brückenschaltungen aufweisen und es kann die Wägezelle ein Mehrkomponenten-Kraftdetektor sein, der dazu ausgelegt ist, Komponentenkräfte zu detektieren.

[0034] Mit dieser Konfiguration ist es selbst dann, wenn die Brückenschaltungen unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber einer Verformung in Abhängigkeit von den Richtungen der Komponentenkräfte aufweisen, möglich, den Anfangsabgleich einfach anzupassen und zugleich die Temperaturcharakteristika der Ausgaben der entsprechenden Brückenschaltungen zu kompensieren.

2. Einzelheiten der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung

2-1. Konfigurationsbeispiel für eine Wägezelle

Sechs-Komponenten-Kraftdetektor

[0035] Als Nächstes wird ein Konfigurationsbeispiel für eine Wägezelle gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0036] In der Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben. In dem Beispiel wird die Technologie der vorliegenden Erfindung als ein Aspekt einer Wägezelle für den Sechs-Komponenten-Kraftdetektor verwendet, der sechs Kraftkomponenten (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y und M_z) detektieren kann, die auf ein Rad eines Fahrzeugs aufgebracht werden. Die Wägezelle gemäß dieser Ausführungsform ist ein Sechs-Komponenten-Kraftdetektor, der sechs auf das Rad aufgebrachte Kraftkomponenten detektiert. Die Wägezelle ist in einer Nabenlagereinheit angeord-

net, die an einer Aufhängungseinrichtung angebracht ist und an der das Rad eines Fahrzeugs, wie z. B. eines Autos, drehbar gelagert ist.

[0037] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht der Nabenlagereinheit, die den Sechs-Komponenten-Kraftdetektor aufweist, entlang einer Ebene, die eine Radachse enthält. In Fig. 1 gibt die rechte Seite die Außenseite in Fahrzeugbreitenrichtung an, und es gibt die linke Seite die Innenseite in Fahrzeugbreitenrichtung an. Es sei angemerkt, dass die in Fig. 1 dargestellte Konfiguration der Nabenlagereinheit lediglich ein Beispiel ist und nicht auf die in Fig. 1 dargestellte Konfiguration beschränkt ist.

[0038] Eine Nabenlagereinheit 100 weist eine Nabe 110, einen äußeren Zylinder 120, einen inneren Zylinder 130, einen Wälzkörper 140, eine Basis 150 und einen Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 auf. Die Nabe 110 ist ein Element, an dem eine Felgenschleife eines Rades (nicht dargestellt) befestigt ist, das eine Felge und einen Reifen aufweist. Die Nabe 110 ist durch die dauerhafte Befestigung eines Zylinders 111, eines Flansches 112, eines Bunds 113 und dergleichen ausgebildet.

[0039] Der Zylinder 111 ist in einer zylindrischen Form gebildet, die konzentrisch zu der Drehmittellachse (Radachse) des Rades ist. Der Zylinder 111 ist in die Innendurchmesserseite des inneren Zylinders 130, einer Erfassungseinheit 10 und der Basis 150 eingesetzt. Eine Keilbohrung 111a, in die eine Keilwelle einer Antriebswelle (nicht dargestellt) einzusetzen ist, ist in einem Bereich auf der Außenseite einer Innenumfangsfläche des Zylinders 111 in Fahrzeugbreitenrichtung gebildet.

[0040] Der Flansch 112 hat die Form einer Scheibe und ist so ausgebildet, dass er in Form eines Handschutzes von einem Ende auf der Außenseite des Zylinders 111 in Fahrzeugbreitenrichtung zur Außendurchmesserseite hin hervorsteht. Eine Oberfläche auf der Außenseite des Flansches 112 in Fahrzeugbreitenrichtung dient als Basis, an der die Felgenschleife zu befestigen ist.

[0041] In dem Flansch 112 sind z. B. auf einem vorbestimmten Teilkreisdurchmesser in Umfangsrichtung in gleichen Abständen etwa fünf Öffnungen 112a ausgebildet, in die Nabenbolzen einzusetzen sind. Der Bund 113 hat eine zylindrische Form, die von der Oberfläche auf der Außenseite des Flansches 112 in Fahrzeugbreitenrichtung hervorsteht und konzentrisch zur Radachse ist. Der Bund 113 ist in eine Mittelbohrung eingepasst, die eine in der Mitte der Felgenschleife gebildete kreisförmige Öffnung ist, und verbessert die Montagegenauigkeit des Rades.

[0042] Der äußere Zylinder 120, der innere Zylinder 130 und der Wälzkörper 140 bilden zusammen ein Wälzlager (Nabenlager), an dem das Rad drehbar gelagert ist. Der äußere Zylinder 120 ist durch die dauerhafte Befestigung eines Zylinders 121, eines Flansches 122 und dergleichen ausgebildet. Der Zylinder 121 hat eine zur Radachse konzentrische zylindrische Form.

[0043] An der Innenumfangsfläche des Zylinders 121 ist eine Laufbahnfläche zur Führung des Wälzkörpers 140 gebildet. Ein Ende auf der Innenseite des Zylinders 121 in Fahrzeugbreitenrichtung ist so gebildet, dass es in Bezug auf ein Ende auf der Innenseite eines Zylinders 131 des inneren Zylinders 130 in Fahrzeugbreitenrichtung zur Innenseite in Fahrzeugbreitenrichtung hin hervorsteht.

[0044] Der Flansch 122 ist so gebildet, dass er in Form eines Handschutzes von einem Ende auf der Außenseite des Zylinders 121 in Fahrzeugbreitenrichtung zur Außendurchmesserseite hin hervorsteht. Der Flansch 112 der Nabe 110 ist an dem Flansch 122 befestigt und fixiert. Eine Oberfläche auf der Außenseite des Flansches 122 in Fahrzeugbreitenrichtung liegt an einer Oberfläche auf der Innenseite des Flansches 112 der Nabe 110 in Fahrzeugbreitenrichtung an. Der Flansch 122 hat Schraubenlöcher 122a, die konzentrisch zu den Öffnungen 112a der Nabe 110 gebildet sind. In den jeweiligen Schraubenlöchern 122a ist ein zum Befestigen des Rads verwendeter Nabenbolzen (nicht dargestellt) zu befestigen.

[0045] Der innere Zylinder 130 ist durch eine dauerhafte Befestigung des Zylinders 131, eines Flansches 132 und dergleichen ausgebildet. Der Zylinder 131 ist ein zur Radachse konzentrisches zylindrisches Element und ist in die Innendurchmesserseite des Zylinders 121 des äußeren Zylinders 120 eingesetzt. Zwischen der Außenumfangsfläche des Zylinders 131 und der Innenumfangsfläche des Zylinders 121 des äußeren Zylinders 120 ist ein vorbestimmter Abstand ausgebildet.

[0046] An der Außenumfangsfläche des Zylinders 131 ist eine Laufbahnfläche zur Führung des Wälzkörpers 140 gebildet. Der Flansch 132 ist so gebildet, dass er von einem Ende auf der Außenseite des Zylinders 131 in Fahrzeugbreitenrichtung zur Innendurchmesserseite hin hervorsteht. Der Flansch 132 hält ein Ende auf der Außenseite eines ersten Flansches 12 der Erfassungseinheit 10 in Fahrzeugbreitenrichtung.

[0047] Der Wälzkörper 140 ist ein Lager, das zwischen den Laufbahnflächen des äußeren Zylinders 120 und des inneren Zylinders 130 angeordnet ist. Der Wälzkörper 140 ist zwischen dem äußeren Zylinder 120 und dem inneren Zylinder 130 zusammen

mit einem Käfig 141 und einem Käfig 142 zur Positionierung des Wälzkörpers 140 zwischen dem äußeren Zylinder 120 und dem inneren Zylinder 130 angeordnet.

[0048] Die Basis 150 befestigt und fixiert die Nabenlagereinheit 100 an einer Stütze (einem Nabenachsenkel) (nicht dargestellt) der Aufhängungseinrichtung. Die Basis 150 ist durch die dauerhafte Befestigung eines Zylinders 151, eines Flansches 152, einer Aussparung 153, eines Vorsprungs 154 und dergleichen ausgebildet. Der Zylinder 151 ist ein zylindrisches Element, das konzentrisch zur Radachse ist und ein Ende auf der Innenseite des Zylinders 111 der Nabe 110 in Fahrzeugbreitenrichtung ist darin eingesetzt. Die Außenumfangsfläche des Zylinders 111 der Nabe 110 ist so angeordnet, dass sie der Innenumfangsfläche des Zylinders 151 mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen in der radialen Richtung zugewandt angeordnet ist.

[0049] Der Flansch 152 ist so gebildet, dass er in Form eines Handschutzes von einem Ende auf der Außenseite des Zylinders 151 in Fahrzeugbreitenrichtung zur Außendurchmesserseite hin hervorsteht. Der Flansch 152 ist eine Befestigungsfläche, die die Basis 150 an der Stütze (nicht dargestellt) befestigt. In dem Flansch 152 sind in Umfangsrichtung verteilt Öffnungen 152a gebildet, in die Bolzen zur Befestigung an der Stütze einzusetzen sind.

[0050] In dem Flansch 152 ist ein Durchgangsloch 152b von der Innenseite eines Raumes, in dem die Außenumfangsfläche eines Zylinders 11 der Erfassungseinheit 10 angeordnet ist, zu dem Außenumfangsrand des Flansches 152 gebildet. In dem Durchgangsloch 152b ist z. B. eine mit einem Dehnungsmesser verbundene Verdrahtung angeordnet.

[0051] Eine Aussparung 153 ist durch schrittweise Erweiterung des Innendurchmessers eines Bereichs, der dem Flansch 152 entspricht, in der axialen Richtung in der Innenumfangsfläche der Basis 150 ausgebildet. Die Aussparung 153 hält einen zweiten Flansch 13 der Erfassungseinheit 10. Der Vorsprung 154 hat eine zylindrische Form, die so gebildet ist, dass er von einem mittleren Bereich des Flansches 152 in der radialen Richtung zur Außenseite der Fahrzeugbreitenrichtung hin hervorsteht.

[0052] Die Außenumfangsfläche des Vorsprungs 154 ist so angeordnet, dass sie der Innenumfangsfläche an einem Ende auf der Innenseite des Zylinders 121 des äußeren Zylinders 120 in Fahrzeugbreitenrichtung zugewandt angeordnet ist, wobei ein Zwischenraum in der radialen Richtung dazwischen ausgebildet ist.

[0053] Der Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 ist eine Wägezelle, die Lasten in drei orthogonalen Achsen

senrichtungen und Momente um die drei orthogonalen Achsen detektieren kann, die auf das Rad wirken. Der Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 weist die im Wesentlichen zylindrische Erfassungseinheit 10, an der Erfassungseinheit 10 ausgebildete Dehnungsmesser und eine Brückenschaltung, die die Dehnungsmesser aufweist, auf.

[0054] Die Erfassungseinheit (der Sensorkern) 10 weist den Zylinder 11, den ersten Flansch 12, den zweiten Flansch 13 und dergleichen auf. Der Zylinder 11 ist in einer zylindrischen Form gebildet, mit der der Innendurchmesser und der Außendurchmesser über eine vorbestimmte Länge in der axialen Richtung im Wesentlichen konstant sind, und die später beschriebenen Dehnungsmesser sind an dem Zylinder 11 angebracht (angeklebt). Der erste Flansch 12 ist an einem Ende auf der Außenseite des Zylinders 11 in Fahrzeugbreitenrichtung angebracht und so gebildet, dass er in Bezug auf den Zylinder 11 zur Außendurchmesserseite und zur Innendurchmesserseite hin hervorsteht.

[0055] Der erste Flansch 12 ist an dem inneren Zylinder 30 in einem Zustand befestigt, in dem die Außenumfangsfläche an der Innenumfangsfläche in der Nähe eines Endes auf der Außenseite des Zylinders 131 des inneren Zylinders 30 in Fahrzeugbreitenrichtung anliegt und eine Endfläche an einer Fläche auf der Innenseite des Flansches 132 in Fahrzeugbreitenrichtung anliegt.

[0056] Der zweite Flansch 13 ist an einem Ende auf der Innenseite des Zylinders 11 in Fahrzeugbreitenrichtung angebracht und ist so gebildet, dass er in Bezug auf den Zylinder 11 zur Außendurchmesserseite und zur Innendurchmesserseite hin hervorsteht. Der zweite Flansch 13 ist an der Basis 150 in einem Zustand befestigt, in dem die Außenumfangsfläche und die Endfläche davon in die Aussparung 153 der Basis 150 eingesetzt sind. Bei einer solchen Konfiguration werden im Wesentlichen alle auf das Rad wirkenden Kräfte über die Erfassungseinheit 10 auf die und von der Basis 150 übertragen.

[0057] Der Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 weist ein Fx-Detektionssystem, ein Fy-Detektionssystem, ein Fz-Detektionssystem, ein Mx-Detektionssystem, ein My-Detektionssystem und ein Mz-Detektionssystem mit jeweils einer Brückenschaltung auf, die die Dehnungsmesser aufweist, die an dem Zylinder 11 der vorstehend beschriebenen Erfassungseinheit 10 ausgebildet sind. Das Fx-Detektionssystem detektiert eine in der radialen Richtung (x-Achsenrichtung) auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkende Kraft Fx.

[0058] Das Fy-Detektionssystem detektiert eine in der axialen Richtung (y-Achsenrichtung) auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkende Kraft

Fy. Das Fz-Detektionssystem detektiert eine in der radialen Richtung (z-Achsenrichtung) orthogonal zu der x-Achsenrichtung auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkende Kraft Fz.

[0059] Das Mx-Detektionssystem detektiert ein auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkendes Moment Mx um die x-Achse. Das My-Detektionssystem detektiert ein auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkendes Moment My um die y-Achse. Das Mz-Detektionssystem detektiert ein auf den Zylinder 11 der Erfassungseinheit 10 wirkendes Moment Mz um die z-Achse.

[0060] Jedes des vorstehend beschriebenen Fx-Detektionssystems, Fy-Detektionssystems, Fz-Detektionssystems, Mx-Detektionssystems, My-Detektionssystems und Mz-Detektionssystems hat eine Brückenschaltung, die vier Dehnungsmesser aufweist. **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer Anordnung der Dehnungsmesser in dem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1. **Fig. 3** ist eine Darstellung der Anordnung der Dehnungsmesser des Fx-Detektionssystems und der Konfiguration der Brückenschaltung in dem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1.

[0061] **Fig. 3** stellt ein veranschaulichendes Beispiel für die Anordnung der Dehnungsmesser jedes Kraftdetektionssystems (des Fx-Detektionssystems, des Fy-Detektionssystems und des Fz-Detektionssystems) und jedes Momentdetektionssystems (des Mx-Detektionssystems, des My-Detektionssystems und des Mz-Detektionssystems) sowie die Konfiguration der Brückenschaltung dar.

[0062] Wie in **Fig. 2** und **3** dargestellt, weist das Fx-Detektionssystem die Dehnungsmesser 21 bis 24 auf. Die Dehnungsmesser 21 bis 24 sind einachsige Dehnungsmesser. Die Dehnungsmesser 21 bis 24 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen parallel zur Mittelachsenrichtung des Zylinders 11 verlaufen. Der Dehnungsmesser 21 ist in einem Bereich auf der Seite des ersten Flansches 12 (Bereich in der Nähe eines Zwischenbereichs 14) auf der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 angeordnet.

[0063] Der Dehnungsmesser 22 ist auf einer geraden Linie angeordnet, die durch den Dehnungsmesser 21 und parallel zu der axialen Richtung des Zylinders 11 verläuft, und ist in einem Bereich auf der Seite des zweiten Flansches 13 (Bereich in der Nähe eines Zwischenbereichs 15) auf der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 angeordnet. Der Dehnungsmesser 23 ist an einer von dem Dehnungsmesser 22 aus gesehen um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnungsmesser 22 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist).

[0064] Der Dehnmessmer 24 ist an einer von dem Dehnmessmer 21 aus gesehen um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnmessmer 21 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist).

[0065] Wie in **Fig. 3** dargestellt, ist die Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems als Wheatstone-Brückenschaltung gebildet. In der Schaltung sind die Dehnmessmer 21 bis 24 kreisartig nacheinander angeordnet. Eine positive Elektrode und eine negative Elektrode einer Energiequelle sind zwischen dem Dehnmessmer 22 und dem Dehnmessmer 23 bzw. zwischen dem Dehnmessmer 21 und dem Dehnmessmer 24 angeordnet. Die Brückenschaltung extrahiert eine Potenzialdifferenz zwischen einem Anschluss zwischen dem Dehnmessmer 21 und dem Dehnmessmer 22 und einem Anschluss zwischen dem Dehnmessmer 23 und dem Dehnmessmer 24 als Ausgabe. Die Konfiguration der Brückenschaltung wird später ausführlich beschrieben.

[0066] Das Fy-Detektionssystem weist Dehnmessmer 41 bis 44 auf. Die Dehnmessmer 41 bis 44 sind einachsige Dehnmessmer. Die Dehnmessmer 41 bis 44 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen parallel zur Mittelachsenrichtung des Zylinders 11 verlaufen. Der Dehnmessmer 41 ist in der Mitte zwischen den Dehnmessmern 21 und 22 des Fx-Detektionssystems angeordnet.

[0067] Die Dehnmessmer 42, 43 und 44 sind an Positionen angeordnet, die um die Mittelachse des Zylinders 11 um 90° , 180° bzw. 270° in Bezug auf den Dehnmessmer 41 versetzt sind. Die Brückenschaltung des Fy-Detektionssystems hat die gleiche Konfiguration, außer dass die Dehnmessmer 21 bis 24 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems durch die Dehnmessmer 41 bis 44 ersetzt sind.

[0068] Das Fz-Detektionssystem weist Dehnmessmer 31 bis 34 auf. Die Dehnmessmer 31 bis 34 sind einachsige Dehnmessmer. Die Dehnmessmer 31 bis 34 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen parallel zur Mittelachsenrichtung des Zylinders 11 verlaufen. Der Dehnmessmer 31 ist in Bezug auf den Dehnmessmer 21 des Fx-Detektionssystems um 90° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzt angeordnet.

[0069] Der Dehnmessmer 32 ist in Bezug auf den Dehnmessmer 22 des Fx-Detektionssystems um 90° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzt angeordnet. Die Dehnmessmer 31 und 32 sind

auf derselben Geraden parallel zu der Achsenrichtung des Zylinders 11 angeordnet. Der Dehnmessmer 33 ist an einer, von dem Dehnmessmer 32 aus gesehen, um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnmessmer 32 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist).

[0070] Der Dehnmessmer 34 ist an einer, von dem Dehnmessmer 31 aus gesehen, um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnmessmer 31 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist). Die Brückenschaltung des Fz-Detektionssystems hat die gleiche Konfiguration, außer dass die Dehnmessmer 21 bis 24 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems durch die Dehnmessmer 31 bis 34 ersetzt sind.

[0071] Das Mx-Detektionssystem weist Dehnmessmer 51 bis 54 auf. Die Dehnmessmer 51 bis 54 sind einachsige Dehnmessmer. Die Dehnmessmer 51 bis 54 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen parallel zur Mittelachsenrichtung des Zylinders 11 verlaufen. Der Dehnmessmer 51 ist so angeordnet, dass er auf der Mittelachse des Zylinders 11 dem Dehnmessmer 31 des Fz-Detektionssystems benachbart angeordnet ist.

[0072] Der Dehnmessmer 52 ist so angeordnet, dass er auf der Mittelachse des Zylinders 11 dem Dehnmessmer 32 des Fz-Detektionssystems benachbart angeordnet ist. Die Dehnmessmer 51 und 52 sind auf derselben Geraden parallel zu der Achsenrichtung des Zylinders 11 angeordnet. Der Dehnmessmer 53 ist an einer von dem Dehnmessmer 52 aus gesehen um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnmessmer 52 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist).

[0073] Der Dehnmessmer 54 ist an einer, von dem Dehnmessmer 51 aus gesehen, um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnmessmer 51 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist). Die Brückenschaltung des Mx-Detektionssystems hat die gleiche Konfiguration, außer dass die Dehnmessmer 21 bis 24 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems durch die Dehnmessmer 51 bis 54 ersetzt sind.

[0074] Das My-Detektionssystem weist Dehnmessmer 71 bis 74 auf. Die Dehnmessmer 71 bis 74 sind Scherdehnmessmer. Die Dehnmessmer 71 bis 74 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen die Umfangsrichtung des Zylinders 11 sind.

Der Dehnungsmesser 71 ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 41 und 42 des Fy-Detektionssystems angeordnet. Der Dehnungsmesser 72 ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 42 und 44 des Fy-Detektionssystems angeordnet.

[0075] Die Dehnungsmesser 73 und 74 sind an zu den Dehnungsmessern 72 bzw. 71 symmetrischen Positionen in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 angeordnet. Die Brückenschaltung des My-Detektionssystems hat die gleiche Konfiguration, außer dass die Dehnungsmesser 21 bis 24 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems durch die Dehnungsmesser 61 bis 64 ersetzt sind.

[0076] Das Mz-Detektionssystem weist Dehnungsmesser 61 bis 64 auf. Die Dehnungsmesser 61 bis 64 sind einachsige Dehnungsmesser. Die Dehnungsmesser 61 bis 64 sind an der Außenumfangsfläche des Zylinders 11 so angebracht, dass ihre Detektionsrichtungen parallel zur Mittelachsenrichtung des Zylinders 11 verlaufen. Der Dehnungsmesser 61 ist so angeordnet, dass er auf der Mittelachse des Zylinders 11 dem Dehnungsmesser 21 des Fx-Detektionssystems benachbart angeordnet ist.

[0077] Der Dehnungsmesser 62 ist so angeordnet, dass er auf der Mittelachse des Zylinders 11 dem Dehnungsmesser 22 des Fx-Detektionssystems benachbart angeordnet ist. Die Dehnungsmesser 61 und 62 sind auf derselben Geraden parallel zu der Achsenrichtung des Zylinders 11 angeordnet. Der Dehnungsmesser 63 ist an einer von dem Dehnungsmesser 62 aus gesehen um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnungsmesser 62 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist).

[0078] Der Dehnungsmesser 64 ist an einer von dem Dehnungsmesser 61 aus gesehen um 180° um die Mittelachse des Zylinders 11 versetzten Position angeordnet (Position, die symmetrisch zu dem Dehnungsmesser 61 in Bezug auf die Mittelachse des Zylinders 11 ist). Die Brückenschaltung des Mz-Detektionssystems hat die gleiche Konfiguration, außer dass die Dehnungsmesser 21 bis 24 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems durch die Dehnungsmesser 61 bis 64 ersetzt sind.

2-2. Brückenschaltung

[0079] Als Nächstes wird am Beispiel der Brückenschaltung des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems ein Konfigurationsbeispiel für die Brückenschaltung jedes KraftDetektionssystems und jedes Moment-Detektionssystems beschrieben.

[0080] Eine Brückenschaltung 80 des in **Fig. 3** dargestellten Fx-Detektionssystems weist vier

Anschlüsse, den ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss 81, 82, 83 und 84, sowie die vier Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 auf. Der Dehnungsmesser 21 ist zwischen dem ersten Anschluss 81 und dem zweiten Anschluss 82 angeordnet, und der Dehnungsmesser 22 ist zwischen dem zweiten Anschluss 82 und dem vierten Anschluss 84 angeordnet. Der Dehnungsmesser 24 ist zwischen dem ersten Anschluss 81 und dem dritten Anschluss 83 angeordnet, und der Dehnungsmesser 23 ist zwischen dem dritten Anschluss 83 und dem vierten Anschluss 84 angeordnet.

[0081] Ein Strompfad, der durch den ersten Anschluss 81, den Dehnungsmesser 21, den zweiten Anschluss 82, den Dehnungsmesser 22 und den vierten Anschluss 84 führt, bildet einen ersten Pfad 86. Ein Strompfad, der durch den ersten Anschluss 81, den Dehnungsmesser 24, den dritten Anschluss 83, den Dehnungsmesser 23 und den vierten Anschluss 84 führt, bildet einen zweiten Pfad 87.

[0082] Die Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 sind Widerstandselemente, deren jeweiliger Widerstandswert sich gemäß dem Ausmaß der Verformung ändert. Bei dieser Ausführungsform weist der Dehnungsmesser ein Material mit einem Dehnungsfaktor von 4 oder mehr auf. Der Dehnungsmesser kann z. B. eine Cr-N-Dünnschicht aufweisen. Wenn der Dehnungsmesser einen Dehnungsfaktor von 4 oder mehr aufweist, kann eine Ausgabe erhalten werden, die für den Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 zum Detektieren der auf das Rad aufgebrachten Last erwünscht ist. Der Dehnungsmesser ist jedoch nicht auf die Cr-N-Dünnschicht beschränkt.

[0083] Wenn eine Last auf den Verformungserzeugungskörper in der Brückenschaltung 80 aufgebracht wird, wird in jedem der Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 eine Verformung erzeugt, und es ändert sich der Widerstandswert von jedem der Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 gemäß dem Ausmaß der Verformung. Die Brückenschaltung 80 gibt ein elektrisches Signal aus, das einer Potenzialdifferenz zwischen dem zweiten Anschluss 82 des ersten Pfades 86 und dem dritten Anschluss 83 des zweiten Pfades 87 entspricht.

[0084] Bei dieser Ausführungsform weist die Brückenschaltung 80 einen ersten Chip-Widerstand 91 (91a und 91b), einen Thermistor 95 und einen ersten Anpassungswiderstand 96 zwischen dem Dehnungsmesser 22 und dem vierten Anschluss 84 in dem ersten Pfad 86 auf. Der Thermistor 95 und der erste Anpassungswiderstand 96 sind in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand 91 und parallel zueinander angeordnet. Die Brückenschaltung 80 weist ferner einen zweiten Chip-Widerstand 93 (93a und 93b) und einen zweiten Anpassungswiderstand 97

zwischen dem Dehnungsmesser 23 und dem vierten Anschluss 84 in dem zweiten Pfad 87 auf. Der zweite Anpassungswiderstand 97 ist in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand 93 angeordnet.

[0085] Diese in dem ersten Pfad 86 und in dem zweiten Pfad 87 angeordneten Elemente sind für die Brückenschaltung 80 in der folgenden Reihenfolge angeordnet: der erste Chip-Widerstand 91, der zweite Chip-Widerstand 93, der Thermistor 95, der erste Anpassungswiderstand 96 und der zweite Anpassungswiderstand 97.

[0086] Der erste Chip-Widerstand 91 ist ein Widerstandselement zum Anpassen einer Abweichung des Anfangsabweichs, gemessen in einem Zustand, in dem die Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Da der Zielwiderstandswert relativ groß ist, wird ein Chip-Widerstand als Widerstandselement verwendet. In dem in **Fig. 3** dargestellten Beispiel für die Brückenschaltung 80 hat der erste Chip-Widerstand 91 zwei parallel zueinander angeordnete Widerstandselemente 91a und 91b.

[0087] Auf ähnliche Weise ist der zweite Chip-Widerstand 93 ein Widerstandselement zum Anpassen der Abweichung des Anfangsabweichs, gemessen in einem Zustand, in dem die Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. In dem in **Fig. 3** dargestellten Beispiel für die Brückenschaltung 80 hat der zweite Chip-Widerstand 93 zwei parallel zueinander angeordnete Widerstandselemente 93a und 93b.

[0088] Im Allgemeinen werden Chip-Widerstände mit vorbestimmten Widerstandswerten in gegebenen Abständen angeordnet. Da der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93 in einem Zustand angeordnet sind, in dem die Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind, werden die folgenden Chip-Widerstände verwendet. Die Chip-Widerstände haben geeignete Widerstandswerte, mit denen die Widerstandswerte des ersten Pfades 86 und des zweiten Pfades 87 zu zweckmäßigen Widerstandswerten werden.

[0089] Bei dieser Ausführungsform werden zuerst Chip-Widerstände (nachstehend auch als „temporäre Widerstände“ bezeichnet) 91a und 93a mit gegebenen Widerstandswerten ausgewählt, mit denen die Widerstandswerte des ersten Pfades 86 und des zweiten Pfades 87 als zweckmäßige Widerstandswerte vorgegeben werden können. Dann werden die Chip-Widerstände 91a und 93a in dem ersten Pfad 86 bzw. dem zweiten Pfad 87 angeordnet.

[0090] Ferner wird der Anfangsabweich der Brückenschaltung 80 bei einer vorbestimmten Referenz-

temperatur in einem Zustand gemessen, in dem die temporären Widerstände 91a und 93a in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Die Chip-Widerstände (nachstehend auch als „Nebenschlusswiderstände“ bezeichnet) 91b und 93b werden mit Widerstandswerten, mit denen die Abweichung des Anfangsabweichs aufgehoben werden kann, ausgewählt und parallel zu den temporären Widerständen 91a bzw. 93a angeordnet.

[0091] Folglich kann die Abweichung des Anfangsabweichs der Brückenschaltung 80 bei der vorbestimmten Referenztemperatur in einen erwünschten Bereich fallen. Es sei angemerkt, dass die Nebenschlusswiderstände 91b und 93b unnötig sein können, wenn die Abweichung des Anfangsabweichs der Brückenschaltung 80 mit nur den temporären Widerständen 91a und 93a bei der vorbestimmten Referenztemperatur in den erwünschten Bereich fällt.

[0092] Es wird angenommen, dass der Anfangsabweich der Brückenschaltung 80 in einem Zustand angepasst wird, in dem der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Wenn in diesem Fall die mit den Dehnungsmessern 21, 22, 23 und 24 ausgestatteten Seiten äquivalente Temperaturcharakteristika aufweisen, werden die entsprechenden Temperaturcharakteristika durch die Konfiguration der Brückenschaltung 80 aufgehoben, und es wird in einem Zustand, in dem keine Last aufgebracht wird, keine Ausgabe erzeugt.

[0093] Wenn andererseits auch dann eine Ausgabe erzeugt wird, wenn keine Last aufgebracht wird, kann bestimmt werden, dass der Anfangsabweich der Brückenschaltung 80 abweicht. Deshalb ist bei dieser Ausführungsform der Thermistor 95, der ein Temperaturkompensationselement mit umgekehrten Charakteristika zu den sich in der Ausgabe von der Brückenschaltung 80 widerspiegelnden Temperaturcharakteristika ist, in der Brückenschaltung 80 ausgebildet, um die Temperaturcharakteristika zu kompensieren.

[0094] Der Thermistor 95 ist ein Widerstandselement zum Kompensieren der Temperaturcharakteristika der Brückenschaltung 80 in einem Zustand, in dem der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Als Thermistor 95 wird ein Thermistor mit NTC (negativem Temperaturkoeffizienten) mit Charakteristika verwendet, bei denen ein Widerstandswert mit steigender Temperatur abnimmt. Der Thermistor 95 hat im Allgemeinen einen hohen Widerstandswert (z. B. 1 k Ω oder mehr) und eignet sich für die Kompensation der Temperaturcharakteristika.

[0095] Der Temperaturkoeffizient des Widerstands, der die Rate der Abnahme des Widerstandswerts des Thermistors 95 bei einem Temperaturanstieg angibt, ist wünschenswerterweise größer. Der erste Anpassungswiderstand 96 ist ein Widerstandselement zum Anpassen der Abweichung des Anfangsabweichs in einem Zustand, in dem der erste Chip-Widerstand 91 und der Thermistor 95 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Der zweite Anpassungswiderstand 97 ist ein Widerstandselement zum Anpassen der durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands 96 in dem ersten Pfad 86 bewirkten Abweichung des Anfangsabweichs.

[0096] In der Brückenschaltung 80, in der der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93 angeordnet sind, wird der Anfangsabweich der Brückenschaltung 80 bei der vorbestimmten Referenztemperatur angepasst. Da jedoch sowohl der erste Chip-Widerstand 91 als auch der zweite Chip-Widerstand 93 die Temperaturcharakteristika aufweisen, weist auch die Ausgabe der Brückenschaltung 80 die Temperaturcharakteristika auf.

[0097] Deshalb sind der Thermistor 95 und der erste Anpassungswiderstand 96 parallel zueinander und in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand 91 angeordnet. Der Thermistor 95 kann die Temperaturcharakteristika der Brückenschaltung 80 messen, in der der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93 angeordnet sind, und die Temperaturcharakteristika kompensieren. Der erste Anpassungswiderstand 96 dient der Wiederherstellung des Anfangsabweichs, der durch Anordnen des Thermistors 95 in dem ersten Pfad 86 abgewichen ist.

[0098] Ferner ist der zweite Anpassungswiderstand 97 zum Ausgleichen der Widerstandswerte des ersten Pfades 86 und des zweiten Pfades 87 in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand 93 angeordnet. Der Widerstandswert des zweiten Anpassungswiderstands 97 kann sich von dem Widerstandswert des ersten Anpassungswiderstands 96 unterscheiden, um die Abweichung des Anfangsabweichs zwischen den Widerstandswerten des ersten Pfades 86 und des zweiten Pfades 87 aufzuheben. Es ist jedoch schwierig, die Temperaturcharakteristika des Thermistors 95 und des ersten Anpassungswiderstands 96 im Voraus zu erfassen, so dass der zweite Anpassungswiderstand 97 vorübergehend das gleiche Widerstandselement wie der erste Anpassungswiderstand 96 sein kann.

[0099] Der erste Anpassungswiderstand 96 und der zweite Anpassungswiderstand 97 zum Anpassen der Abweichung des Anfangsabweichs sind wünschenswerterweise Widerstandselemente mit einem niedrigen Widerstandstemperaturkoeffizienten, der eine Änderungsrate eines Widerstandswerts in Bezug

auf eine Temperaturänderung angibt, z. B. 1Ω oder weniger. Beispiele für ein solches Widerstandselement umfassen Elemente, die aus einem, oder einer Mischung, von zwei oder mehr der Elemente Zink, Wolfram, Aluminium, Reineisen, Iridium, Stahl, Kupfer, Gold, Nickel, Silber, Platin, Palladium und Zinn hergestellt sind.

2-3. Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle

[0100] Als Nächstes wird das Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß dieser Ausführungsform bei einem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor 1 als Beispiel beschrieben. In dem nachstehend beschriebenen Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle wird ein Beispiel beschrieben, bei dem die Ausgabe mit einem Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika jedes Kraftdetektionssystems und jedes Momentdetektionssystems angepasst wird, der als $0,2 \text{ mV/V}$ vorgegeben ist.

[0101] Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm, das einen Ablauf des Ausgabeanpassungsverfahrens für eine Wägezelle darstellt.

[0102] Zuerst werden z. B. Messleitungen mit Dehnungsmessern verbunden, die mit einer dazwischen liegenden Isolierschicht an einem Zylinder als Verformungserzeugungskörper angeordnet sind, um elektrische Verdrahtungen auszubilden, und es wird eine Brückenschaltung gebildet, in der vier Dehnungsmesser elektrisch verbunden sind (Schritt S11).

[0103] In der Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems wird z. B. der Dehnungsmesser 21 zwischen dem ersten Anschluss 81 und dem zweiten Anschluss 82 angeordnet, und es wird der Dehnungsmesser 22 zwischen dem zweiten Anschluss 82 und dem vierten Anschluss 84 angeordnet. Ferner wird der Dehnungsmesser 24 zwischen dem ersten Anschluss 81 und dem dritten Anschluss 83 angeordnet, und es wird der Dehnungsmesser 23 zwischen dem dritten Anschluss 83 und dem vierten Anschluss 84 angeordnet.

[0104] Nach Abschluss des Schritts S11 werden die Positionen, an denen die Widerstandselemente zum Anpassen eines Anfangsabweichs und zum Kompensieren von Temperaturcharakteristika zu verbinden sind, kurzgeschlossen. Der Schritt des elektrischen Verbindens der vier Dehnungsmesser wird für die sechs Sätze von vier Dehnungsmessern durchgeführt, die die Kraftdetektionssysteme und die Momentdetektionssysteme bilden.

[0105] Anschließend werden ein erster Chip-Widerstand und ein zweiter Chip-Widerstand in einem ersten Pfad auf einer Seite bzw. einem zweiten Pfad auf

der anderen Seite der Brückenschaltung angeordnet, und es wird eine erste Anpassung zum Anpassen des Anfangsabweichs der Brückenschaltung durchgeführt (Schritt S13). Beispielsweise ist in der Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems, wie in **Fig. 5** dargestellt, der erste Chip-Widerstand 91 (der temporäre Widerstand 91a und der Nebenschlusswiderstand 91b) zwischen dem Dehnungsmesser 22 und dem vierten Anschluss 84 in dem ersten Pfad 86 angeordnet.

[0106] Der erste Pfad 86 führt durch den ersten Anschluss 81, den Dehnungsmesser 21, den zweiten Anschluss 82, den Dehnungsmesser 22 und den vierten Anschluss 84. Ferner wird der zweite Chip-Widerstand 93 (der temporäre Widerstand 93a und der Nebenschlusswiderstand 93b) zwischen dem Dehnungsmesser 23 und dem vierten Anschluss 84 in dem zweiten Pfad 87 angeordnet. Der zweite Pfad 87 führt durch den ersten Anschluss 81, den Dehnungsmesser 24, den dritten Anschluss 83, den Dehnungsmesser 23 und den vierten Anschluss 84.

[0107] Beispielsweise werden die temporären Widerstände 91a und 93a mit gegebenen Widerstandswerten, mit denen die Widerstandswerte des ersten Pfades 86 und des zweiten Pfades 87 als zweckmäßige Widerstandswerte vorgegeben werden können, ausgewählt und in dem ersten Pfad 86 bzw. dem zweiten Pfad 87 angeordnet. Die Widerstandswerte der temporären Widerstände 91a und 93a können auf der Grundlage der Widerstandswerte der Dehnungsmesser 21, 22, 23 und 24 und der elektrischen Verdrahtungen, wie etwa der Messleitungen, berechnet werden.

[0108] Ferner wird der Anfangsabweich der Brückenschaltung 80 bei der vorbestimmten Referenztemperatur in einem Zustand gemessen, in dem die temporären Widerstände 91a und 93a in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Dann werden die Nebenschlusswiderstände 91b und 93b mit Widerstandswerten, mit denen die Abweichung des Anfangsabweichs aufgehoben werden kann, ausgewählt und parallel zu den temporären Widerständen 91a bzw. 93a angeordnet.

[0109] Folglich kann die Abweichung des Anfangsabweichs der Brückenschaltung 80 bei der vorbestimmten Referenztemperatur in den erwünschten Bereich fallen. Es sei angemerkt, dass die Nebenschlusswiderstände 91b und 93b nicht notwendigerweise angeordnet sein müssen, wenn die Abweichung des Anfangsabweichs der Brückenschaltung 80 mit nur den temporären Widerständen 91a und 93a bei der vorbestimmten Referenztemperatur in den erwünschten Bereich fällt.

[0110] Im Schritt S13 werden der erste Chip-Widerstand und der zweite Chip-Widerstand in dem ersten Pfad bzw. dem zweiten Pfad in der Brückenschaltung der sechs Detektionssysteme angeordnet.

[0111] Anschließend werden die Temperaturcharakteristika der Ausgabe der Brückenschaltung in einem Zustand gemessen, in dem der erste Chip-Widerstand und der zweite Chip-Widerstand in der Brückenschaltung angeordnet sind (Schritt S15). Dabei werden die Temperaturcharakteristika der Ausgaben von Kraftdetektionssystemen und Momentdetektionssystemen in einem Gebrauchstemperaturbereich des Sechs-Komponenten-Kraftdetektors 1 gemessen. Ein Verfahren zum Messen der Temperaturcharakteristika kann ein bekanntes Verfahren aus dem Stand der Technik sein.

[0112] **Fig. 6** stellt ein Beispiel für die Temperaturcharakteristika der Ausgaben von sechs Detektionssystemen in einem angenommenen Gebrauchstemperaturbereich (0 °C bis 100 °C) dar. Die Temperaturcharakteristika werden in einem Zustand gemessen, in dem der erste Chip-Widerstand in dem ersten Pfad der Brückenschaltung angeordnet ist und der zweite Chip-Widerstand in dem zweiten Pfad angeordnet ist (nach der ersten Anpassung). In dem in **Fig. 6** dargestellten Beispiel sind die Temperaturcharakteristika der Ausgaben von drei Detektionssystemen von den Ausgaben der sechs Detektionssysteme gleich oder größer als 0,5 mV/V und überschreiten den Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika.

[0113] Als Reaktion auf die Messergebnisse der Temperaturcharakteristika wird im anschließenden Schritt S17 eine zweite Anpassung durchgeführt (Schritt S17). Bei der zweiten Anpassung werden ein Thermistor zum Kompensieren der Temperaturcharakteristika und ein erster Anpassungswiderstand zum Anpassen der durch die Anordnung des Thermistors bewirkten Abweichung von dem Anfangsabweich in dem ersten Pfad parallel zueinander und in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand angeordnet. Anschließend wird ein zweiter Anpassungswiderstand in dem zweiten Pfad parallel zu dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet, um die Abweichung des Abgleichs des Widerstandswerts zu reduzieren, die durch Anordnen des Thermistors und des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkt wird (Schritt S19).

[0114] In der Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems werden z. B. der Thermistor 95 und der erste Anpassungswiderstand 96 in dem ersten Pfad 86 parallel zueinander und in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand 91 angeordnet. Ferner wird der zweite Anpassungswiderstand 97 in dem zweiten Pfad 87 in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand 93 angeordnet (siehe **Fig. 3**).

[0115] In den Schritten S17 bis S19 werden der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad und der zweite Anpassungswiderstand in dem zweiten Pfad in der Brückenschaltung der sechs Detektionssysteme angeordnet. Folglich werden die Ausgaben aller sechs Detektionssysteme so angepasst, dass sie weniger als 0,2 mV/V betragen, was der Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika ist.

[0116] Auf diese Weise kann gemäß der Wägezelle und dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß der vorliegenden Erfindung Folgendes erreicht werden. Es ist selbst dann, wenn eine Änderung des Widerstandswerts aufgrund der Temperaturänderung in dem Gebrauchstemperaturbereich groß ist, möglich, die Temperaturcharakteristika der Ausgabe der Brückenschaltung einfach zu kompensieren. Selbst bei dem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor, der die Komponentenkräfte detektiert, können die Temperaturcharakteristika der Ausgaben aller Detektionssysteme unter den Zielwert gebracht werden. Deshalb kann der Anfangsabgleich des Widerstandswerts einfach angepasst werden, während die Temperaturcharakteristika der Wägezelle kompensiert werden.

[0117] Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad der Brückenschaltung angeordnet, und es ist der zweite Anpassungswiderstand in dem zweiten Pfad angeordnet. In diesem Fall kann der erste Pfad entweder die positive Seite oder die negative Seite des Eingangs sein.

2-4. Anwendungsbeispiel

[0118] Die Wägezelle und das Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß dieser Ausführungsform sind vorstehend beschrieben worden. Als Nächstes wird ein Anwendungsbeispiel für die Technologie der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0119] Wenn in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform der mit dem ersten Anpassungswiderstand 96 identische zweite Anpassungswiderstand 97 in dem zweiten Pfad 87 angeordnet ist, kann Folgendes passieren. Der kombinierte Widerstand des Thermistors 95 und des ersten Anpassungswiderstands 96 wird in dem ersten Pfad 86 klein, und der Widerstandswert des ersten Pfades 86 kann als übermäßig hoch ausgegeben werden.

[0120] Deshalb wird in dem Anwendungsbeispiel der Anfangsabgleich der Brückenschaltung 80 erneut in einem Zustand gemessen, in dem der erste Chip-Widerstand 91, der zweite Chip-Widerstand 93, der Thermistor 95, der erste Anpassungs-

widerstand 96 und der zweite Anpassungswiderstand 97 in der Brückenschaltung 80 angeordnet sind. Um die Abweichung des Anfangsabgleichs weiter anzupassen, wird ferner ein dritter Anpassungswiderstand angeordnet.

[0121] Fig. 7 ist eine erläuternde Darstellung der Konfiguration einer Brückenschaltung 80A gemäß dem Anwendungsbeispiel und stellt die Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems wie in Fig. 3 dar.

[0122] Bei dem Anwendungsbeispiel weist die Brückenschaltung 80A den zweiten Chip-Widerstand 93 (93a und 93b), den zweiten Anpassungswiderstand 97 und einen dritten Anpassungswiderstand 98 zwischen dem Dehnungsmesser 23 und dem vierten Anschluss 84 in dem zweiten Pfad 87 auf. Der zweite Anpassungswiderstand 97 und der dritte Anpassungswiderstand 98 sind in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand 93 und parallel zueinander angeordnet.

[0123] Diese Elemente in dem ersten Pfad 86 und in dem zweiten Pfad 87 sind für die Brückenschaltung 80A in der folgenden Reihenfolge angeordnet: der erste Chip-Widerstand 91 und der zweite Chip-Widerstand 93, der Thermistor 95, der erste Anpassungswiderstand 96 und der zweite Anpassungswiderstand 97 und der dritte Anpassungswiderstand 98. Der dritte Anpassungswiderstand 98 ist ein Widerstandselement zum Anpassen der durch die Anordnung des zweiten Anpassungswiderstands 97 in dem zweiten Pfad 87 bewirkten Abweichung des Anfangsabgleichs.

[0124] Ähnlich wie der erste Anpassungswiderstand 96 und der zweite Anpassungswiderstand 97 ist der dritte Anpassungswiderstand 98 wünschenswerterweise ein Widerstandselement mit einem niedrigen Widerstandstemperaturkoeffizienten, der eine Änderungsrate eines Widerstandswerts in Bezug auf eine Temperaturänderung angibt, z. B. 1 Ω oder weniger.

[0125] Der dritte Anpassungswiderstand 98 ist in dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel in dem zweiten Pfad 87 parallel zu dem zweiten Anpassungswiderstand 97 angeordnet. Der dritte Anpassungswiderstand 98 kann jedoch gemäß der Abweichung des Anfangsabgleichs auch in dem ersten Pfad 86 parallel zu dem Thermistor 95 und dem ersten Anpassungswiderstand 96 angeordnet sein.

[0126] Ferner wird die Abweichung des Anfangsabgleichs selbst nach der Anordnung des dritten Anpassungswiderstands 98 nicht unbedingt aufgehoben. In diesem Fall kann ferner ein vierter Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad 86 oder dem zweiten Pfad 87 angeordnet werden, so dass die

Abweichung des Anfangsabweichs in einen vorbestimmten Bereich fallen kann.

[0127] Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm, das den Ablauf eines Ausgabeanpassungsverfahrens für eine Wägezelle gemäß dem Anwendungsbeispiel darstellt. Die Schritte S11 bis S19 werden gemäß dem in der vorstehenden Ausführungsform beschriebenen Ablauf durchgeführt.

[0128] Bei dem Anwendungsbeispiel werden nach der Durchführung der zweiten Anpassung ferner die Temperaturcharakteristika der Ausgaben der sechs Detektionssysteme gemessen (Schritt S21). Fig. 9 stellt ein Beispiel für die Temperaturcharakteristika der Ausgaben der sechs Detektionssysteme dar, die in dem folgenden Zustand (nach der zweiten Anpassung) gemessen werden. Der erste Chip-Widerstand, der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand sind in dem ersten Pfad in der Brückenschaltung angeordnet, und der zweite Chip-Widerstand und der zweite Anpassungswiderstand sind in dem zweiten Pfad angeordnet.

[0129] Wie in Fig. 9 dargestellt, sind die Temperaturcharakteristika der sechs Detektionssysteme mit Ausnahme eines Detektionssystems niedriger als 0,2 mV/V, was der Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika ist. Es kann jedoch der Fall eintreten, dass die Temperaturcharakteristika des einen Detektionssystems 0,3 mV/V werden und den Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika überschreiten.

[0130] Dementsprechend wird als Reaktion auf die Messergebnisse der Temperaturcharakteristika im anschließenden Schritt S23 eine dritte Anpassung, wie nachstehend beschrieben, durchgeführt (Schritt S23). Der dritte Anpassungswiderstand zum Anpassen der durch die Anordnung des zweiten Anpassungswiderstands in dem zweiten Pfad bewirkten Abweichung des Anfangsabweichs wird in dem ersten Pfad oder dem zweiten Pfad angeordnet. Das heißt, nach dem leichten Überkompensieren der Kompensation der Temperaturcharakteristika durch den Thermistor werden die Temperaturcharakteristika erneut gemessen, und wenn die Temperaturcharakteristika immer noch den Zielwert überschreiten, wird eine doppelte Kompensation durchgeführt, so dass die Kompensation mit höherer Genauigkeit durchgeführt werden kann.

[0131] Bei der Brückenschaltung des Fx-Detektionssystems, wie in Fig. 7 dargestellt, ist z. B. der dritte Anpassungswiderstand 98 in dem zweiten Pfad 87 parallel zu dem zweiten Anpassungswiderstand 97 angeordnet. Ob der dritte Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad angeordnet wird oder in dem zweiten Pfad angeordnet wird, wird in Abhängigkeit davon bestimmt, ob die Ausgabe aufgrund

der Temperaturcharakteristika zur positiven oder zur negativen Seite hin abweicht.

[0132] Fig. 10 stellt ein Beispiel für die Temperaturcharakteristika der Ausgaben der sechs Detektionssysteme dar, die in dem folgenden Zustand (nach der dritten Anpassung) gemessen werden. Der erste Chip-Widerstand, der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand sind in dem ersten Pfad in der Brückenschaltung angeordnet, und der zweite Chip-Widerstand, der zweite Anpassungswiderstand und der dritte Anpassungswiderstand sind in dem zweiten Pfad angeordnet. In dem in Fig. 10 dargestellten Beispiel fallen die Ausgaben aller sechs Detektionssysteme durch Anordnen des dritten Anpassungswiderstands unter 0,2 mV/V, was der Zielwert der Kompensation der Temperaturcharakteristika ist.

[0133] Selbst dann, wenn der dritte Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad oder dem zweiten Pfad angeordnet ist, wird der folgende Schritt weiter ausgeführt, solange die Temperaturcharakteristika der Ausgabe von zumindest einem der sechs Detektionssysteme den Zielwert deutlich überschreiten. In diesem Schritt wird ein vierter Anpassungswiderstand in dem ersten Pfad oder dem zweiten Pfad angeordnet.

[0134] Der endgültige Widerstandswert des Anpassungswiderstandes, wie etwa des dritten Anpassungswiderstandes oder des vierten Anpassungswiderstandes, bei dem die Temperaturcharakteristika innerhalb des Kompensationszielwerts liegen, kann auf der Grundlage der Messergebnisse der Temperaturcharakteristika berechnet werden.

[0135] Auf diese Weise kann mit der Wägezelle und dem Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle gemäß dem Anwendungsbeispiel Folgendes erreicht werden. Es ist selbst dann, wenn die Änderung des Widerstandswerts aufgrund der Temperaturänderung in dem Gebrauchstemperaturbereich groß ist, möglich, die Temperaturcharakteristika der Ausgabe der Brückenschaltung zuverlässiger zu kompensieren.

[0136] Die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist vorstehend mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ausführlich beschrieben worden, aber die Erfindung ist nicht auf solche Beispiele beschränkt. Es ist klar ersichtlich, dass ein Durchschnittsfachmann verschiedene Modifikationen oder Korrekturen im Rahmen der in den Ansprüchen beschriebenen technischen Idee vornehmen kann. Es scheint einsichtig, dass diese selbstverständlich in den technischen Umfang der Erfindung fallen.

[0137] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wurde z. B. ein Beispiel für eine Wägezelle beschrieben, bei der ein einachsiger Dehnungsmesser verwendet wird, aber die Wägezelle, für die die Technik der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, ist nicht auf ein solches Beispiel beschränkt. Beispielsweise kann die Technik der vorliegenden Erfindung auch für eine Wägezelle verwendet werden, die einen in **Fig. 11** und **12** dargestellten zweiachsigen Scherdehnungsmesser verwendet.

[0138] **Fig. 11** ist ein z. B. schematisches Diagramm, das eine Anordnung von Dehnungsmessern in einem Sechs-Komponenten-Kraftdetektor gemäß einer Modifikation darstellt, und **Fig. 12** ist eine erläuternde Darstellung eines Dehnungsmessmusters des zweiachsigen Scherdehnungsmessers. Der in **Fig. 11** dargestellte Sechs-Komponenten-Kraftdetektor ist mit den Scherdehnungsmessern 271 und 272 des Fx-Detektionssystems und den Scherdehnungsmessern 275 und 277 des Fz-Detektionssystems ausgestattet, die nachstehend beschrieben werden.

[0139] Die Scherdehnungsmesser 271 und 272 sowie die Scherdehnungsmesser 275 und 277 sind anstelle der Dehnungsmesser 21 bis 24 des Fx-Detektionssystems und der Dehnungsmesser 31 bis 34 des Fz-Detektionssystems angeordnet. In **Fig. 12** ist der Scherdehnungsmesser 271 als Beispiel dargestellt, aber auch die Scherdehnungsmesser 272, 275 und 277 haben im Wesentlichen das gleiche Dehnungsmessmuster.

[0140] Der Scherdehnungsmesser 271 ist als sogenannter pfeilförmiger zweiachsiger (bipolarer) Dehnungsmesser ausgelegt. In dem Scherdehnungsmesser 271 sind ein aus einer Cr-N-Dünnschicht oder dergleichen gebildeter erster Detektor 271a und zweiter Detektor 271b auf einer gemeinsamen Isolierschicht 271c gebildet, die eine isolierende Dünnschicht ist. Der erste Detektor 271a und der zweite Detektor 271b sind jeweils dadurch ausgebildet, dass lineare Bereiche, die entlang der Detektionsrichtungen parallel angeordnet sind, in Reihe angeordnet werden.

[0141] Der erste Detektor 271a und der zweite Detektor 271b sind so vorgegeben, dass sich der elektrische Widerstand gemäß der Verformung in der Richtung (Detektionsrichtung), in der sich der lineare Bereich ausdehnt und zusammenzieht, einfach ändert. Die Detektionsrichtungen des ersten Detektors 271a und des zweiten Detektors 271b sind so angeordnet, dass sie im Wesentlichen orthogonal zueinander verlaufen. Der Scherdehnungsmesser 271 ist auf nachstehend beschriebene Weise an der Außenumfangsfläche eines Zylinders 250 angebracht.

[0142] Die Detektionsrichtungen des ersten Detektors 271a und des zweiten Detektors 271b sind in Bezug auf die Mittelachsenrichtung des Zylinders 250 in entgegengesetzte Richtungen um 45° geneigt. Es sei angemerkt, dass die Scherdehnungsmesser 272, 275 und 277 im Wesentlichen auf die gleiche Weise an der Außenumfangsfläche des Zylinders 250 angebracht sind.

[0143] Wie in **Fig. 11** dargestellt, sind die Scherdehnungsmesser 271, 272, 275 und 277 an der Außenumfangsfläche der Mitte des Zylinders 250 in der Mittelachsenrichtung angebracht. Der Scherdehnungsmesser 271 des Fx-Detektionssystems ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 251 und 252 des Mx-Detektionssystems angeordnet. Der Scherdehnungsmesser 272 des Fx-Detektionssystems ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 253 und 254 des Mx-Detektionssystems angeordnet (an einer Position, die in Bezug auf die Mittelachse symmetrisch zu dem Scherdehnungsmesser 271 ist).

[0144] Der Scherdehnungsmesser 275 des Fz-Detektionssystems ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 261 und 262 des Mz-Detektionssystems angeordnet. Der Scherdehnungsmesser 277 des Fz-Detektionssystems ist in der Mitte zwischen den Dehnungsmessern 263 und 264 des Mz-Detektionssystems angeordnet (an einer Position, die in Bezug auf die Mittelachse symmetrisch zu dem Scherdehnungsmesser 275 ist).

[0145] Ferner sind die Dehnungsmesser 281 bis 284 des Fy-Detektionssystems und die Dehnungsmesser 291 bis 294 des My-Detektionssystems an um die Mittelachse versetzten Positionen angeordnet. Dies dient dazu, Interferenzen mit den Dehnungsmessern 271 und 272 des Fx-Detektionssystems und den Dehnungsmessern 275 und 277 des Fz-Detektionssystems zu vermeiden.

[0146] Beispielsweise können, wie in **Fig. 11** dargestellt, der Scherdehnungsmesser 271, der Dehnungsmesser 282, der Dehnungsmesser 292, der Scherdehnungsmesser 277, der Dehnungsmesser 284 und der Dehnungsmesser 294 entlang der Umfangsrichtung des Zylinders 250 nacheinander an Positionen angeordnet sein, die in Abständen von 30° um die Mittelachse versetzt sind.

[0147] Ferner können auch der Scherdehnungsmesser 272, der Dehnungsmesser 283, der Dehnungsmesser 293, der Scherdehnungsmesser 275, der Dehnungsmesser 281 und der Dehnungsmesser 291 entlang der Umfangsrichtung des Zylinders 250 nacheinander an Positionen angeordnet sein, die in Abständen von 30° um die Mittelachse versetzt sind.

[0148] Der erste Detektor und der zweite Detektor, die in jedem der Scherdehnungsmesser 271 und 272 des Fx-Detektionssystems enthalten sind, bilden eine Brückenschaltung, die im Wesentlichen der in **Fig. 3** dargestellten Brückenschaltung gleicht. Diese Brückenschaltung erzeugt eine Ausgabe, die einer auf den Zylinder 250 aufgebrachten Kraftkomponente in der Fx-Richtung entspricht.

[0149] Auf ähnliche Weise bilden der erste Detektor und der zweite Detektor, die in jedem der Scherdehnungsmesser 275 und 277 des Fz-Detektionssystems enthalten sind, eine Brückenschaltung, die im Wesentlichen der in **Fig. 3** dargestellten Brückenschaltung gleicht. Diese Brückenschaltung erzeugt eine Ausgabe, die einer auf den Zylinder 250 aufgebrachten Kraftkomponente in der Fz-Richtung entspricht.

[0150] Die Technik der vorliegenden Erfindung kann auch für eine Wägezelle verwendet werden, die zweiachsige Scherdehnungsmesser verwendet, wie vorstehend beschrieben, und es können die durch die vorstehend beschriebene Ausführungsform erhaltenen Wirkungen erzielt werden.

Bezugszeichenliste

21, 22	Dehnungsmesser
23, 24	Dehnungsmesser
80, 80A	Brückenschaltung
81	erster Anschluss
82	zweiter Anschluss
83	dritter Anschluss
84	vierter Anschluss
86	erster Pfad
87	zweiter Pfad
91	erster Chip-Widerstand
91a	Widerstandselement (temporärer Widerstand)
91b	Widerstandselement (Nebenschlusswiderstand)
93	zweiter Chip-Widerstand
93a	Widerstandselement (temporärer Widerstand)
93b	Widerstandselement (Nebenschlusswiderstand)
95	Thermistor
96	erster Anpassungswiderstand
97	zweiter Anpassungswiderstand
98	dritter Anpassungswiderstand

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 2008-151596 [0005]

Patentansprüche

1. Wägezelle mit einer Brückenschaltung, die dazu ausgelegt ist, eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das elektrische Signal auszugeben, wobei die Wägezelle Folgendes aufweist:

in einem ersten Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung:

- einen ersten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, einen Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen; und

- einen Thermistor, der dazu ausgelegt ist, eine Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung zu kompensieren, und einen ersten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, eine Abweichung des Anfangsabgleichs in einem Zustand anzupassen, in dem der Thermistor vorhanden ist, wobei der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind, und

in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung:

- einen zweiten Chip-Widerstand, der dazu ausgelegt ist, den Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen; und

- einen zweiten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen, wobei der zweite Anpassungswiderstand in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet ist.

2. Wägezelle nach Anspruch 1, wobei der erste Anpassungswiderstand und der zweite Anpassungswiderstand identische Widerstandselemente sind.

3. Wägezelle nach Anspruch 2, die ferner Folgendes aufweist:

in einem oder beiden von dem ersten Pfad und dem zweiten Pfad:

- einen dritten Anpassungswiderstand, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des zweiten Anpassungswiderstandes bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen.

4. Wägezelle nach Anspruch 1, wobei der Dehnungsmesser einen Elementwiderstandswert von größer oder gleich 1 k Ω hat.

5. Wägezelle nach Anspruch 1, wobei die Wägezelle einen Mehrkomponenten-Kraftdetektor aufweist, der dazu ausgelegt ist, Komponentenkräfte zu detektieren.

6. Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle mit einer Brückenschaltung, die dazu ausge-

legt ist, eine Änderung des Widerstands eines Dehnungsmessers, der sich gemäß einer Last ändert, in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das elektrische Signal auszugeben, wobei das Ausgabeanpassungsverfahren folgende Maßnahmen umfasst:

- Anordnen eines ersten Chip-Widerstands, der dazu ausgelegt ist, einen Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen, in einem ersten Pfad auf einer Seite der Brückenschaltung;

- Anordnen eines zweiten Chip-Widerstands, der dazu ausgelegt ist, den Anfangsabgleich der Brückenschaltung anzupassen, in einem zweiten Pfad auf der anderen Seite der Brückenschaltung;

- Anordnen eines Thermistors, der dazu ausgelegt ist, eine Temperaturcharakteristik der Brückenschaltung zu kompensieren, und eines ersten Anpassungswiderstands, der dazu ausgelegt ist, eine Abweichung des Anfangsabgleichs in einem Zustand anzupassen, in dem der Thermistor vorhanden ist, in dem ersten Pfad, wobei der Thermistor und der erste Anpassungswiderstand in Reihe mit dem ersten Chip-Widerstand und parallel zueinander angeordnet sind; und

- Anordnen eines zweiten Anpassungswiderstands, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des ersten Anpassungswiderstands in dem ersten Pfad bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen, in dem zweiten Pfad, wobei der zweite Anpassungswiderstand in Reihe mit dem zweiten Chip-Widerstand angeordnet ist.

7. Ausgabeanpassungsverfahren für eine Wägezelle nach Anspruch 6, das ferner folgende Maßnahme aufweist:

Anordnen, in einem oder beiden von dem ersten Pfad und dem zweiten Pfad, eines dritten Anpassungswiderstands, der dazu ausgelegt ist, die durch die Anordnung des zweiten Anpassungswiderstandes bewirkte Abweichung des Anfangsabgleichs anzupassen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

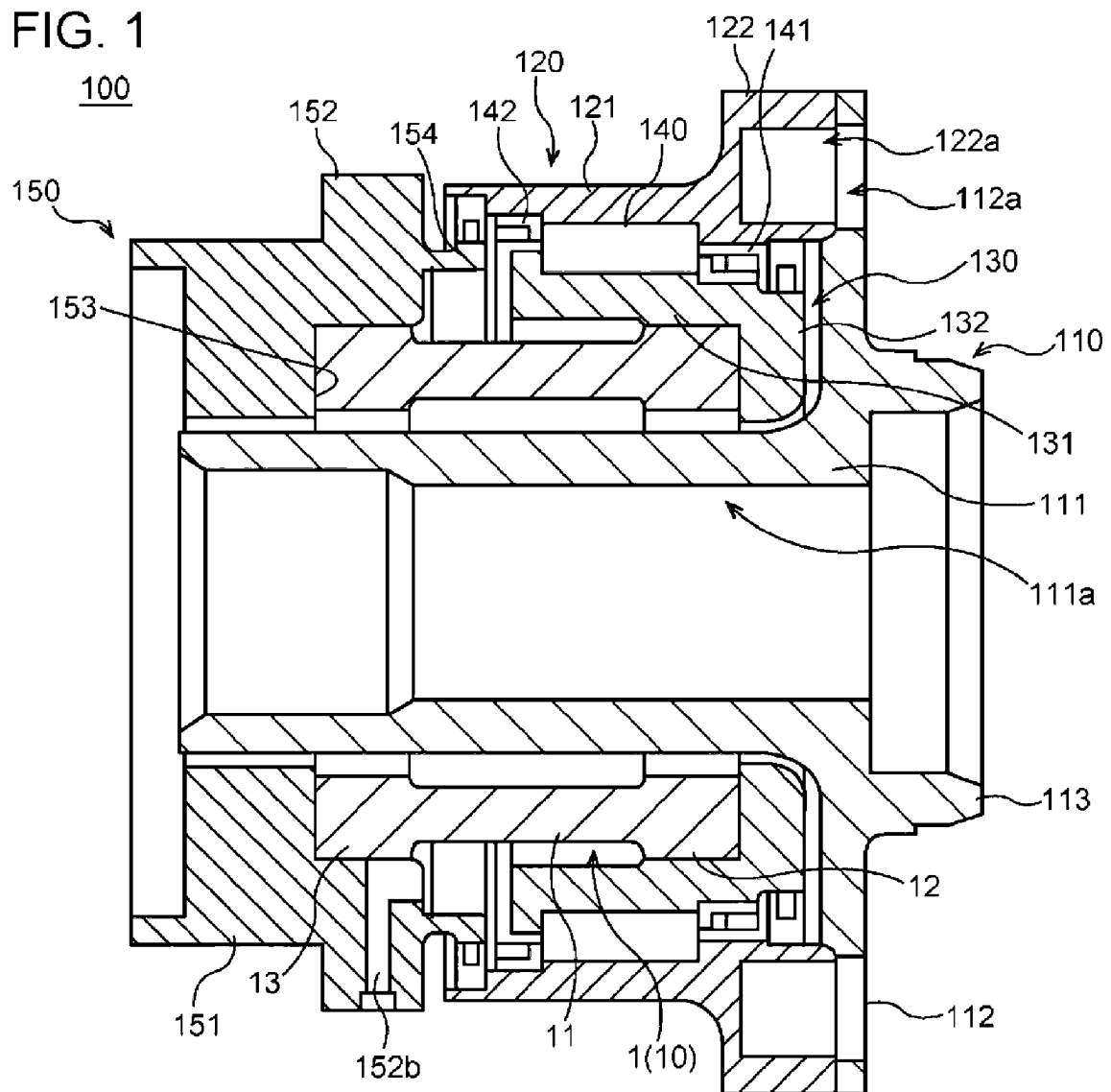


FIG. 2

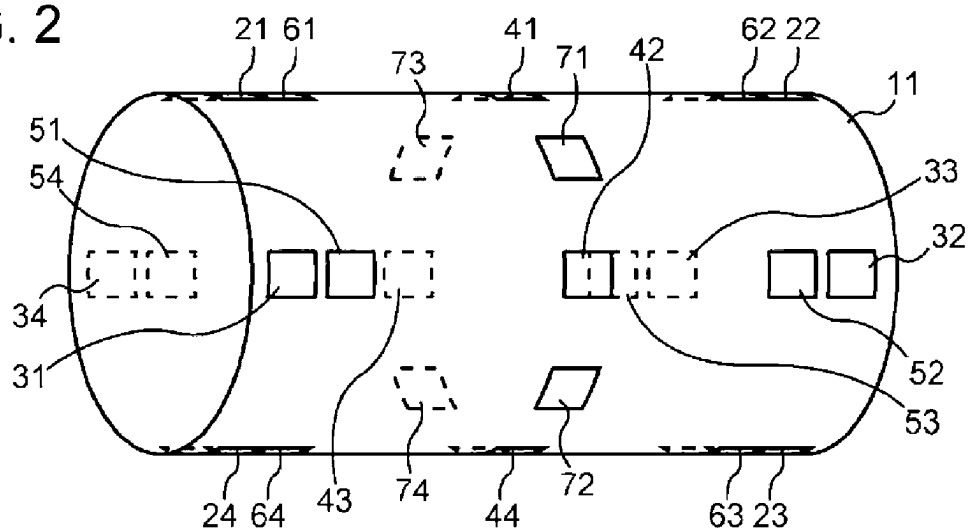


FIG. 3

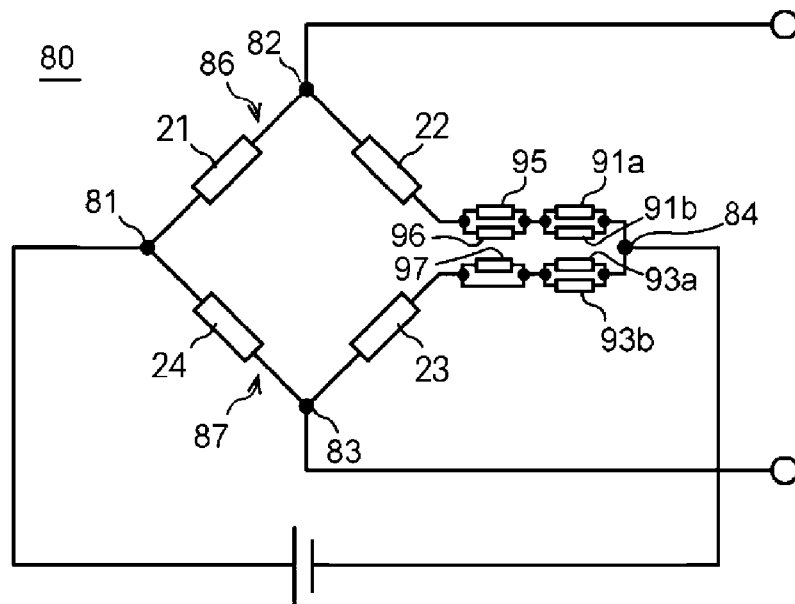


FIG. 4

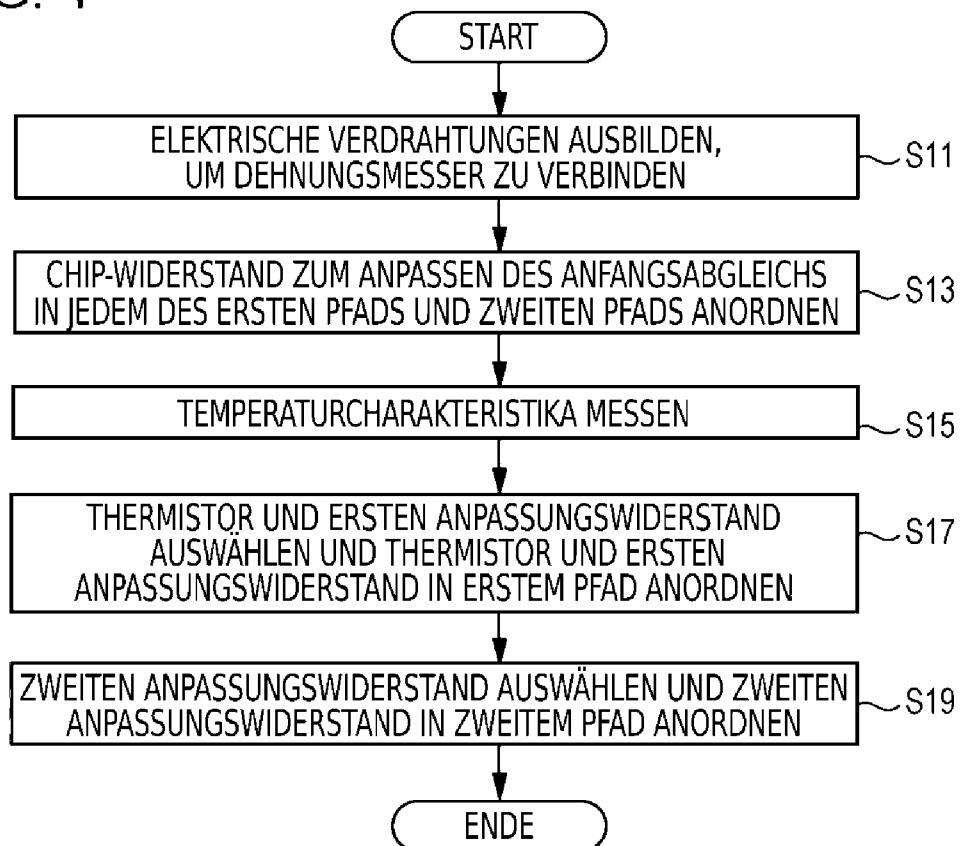


FIG. 5

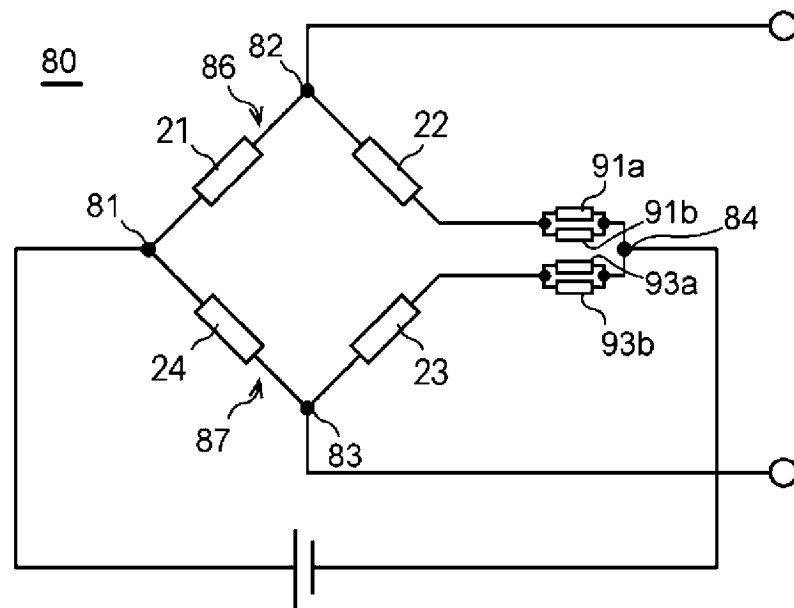


FIG. 6

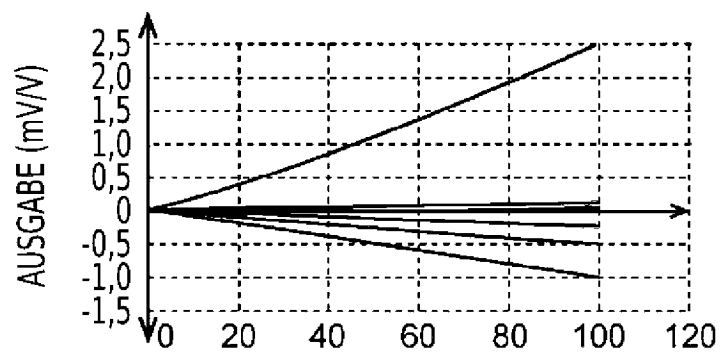


FIG. 7

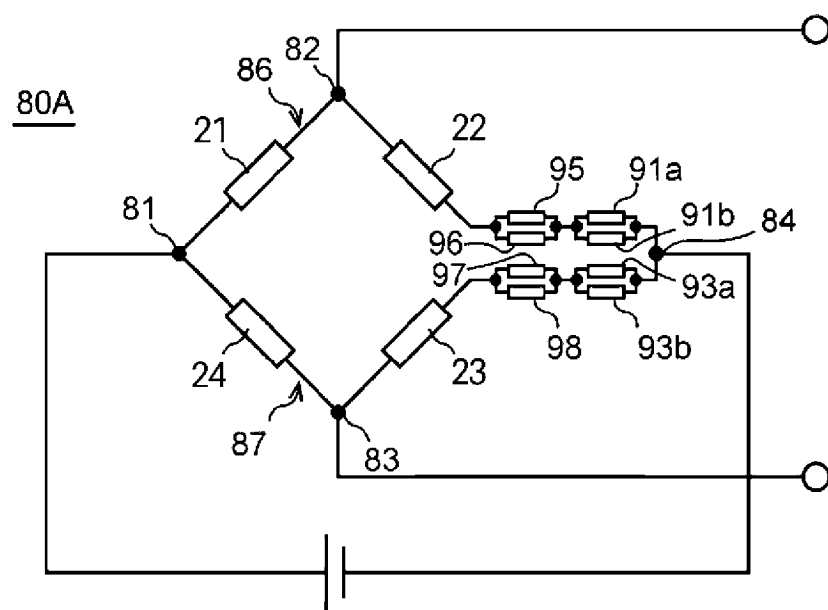


FIG. 8

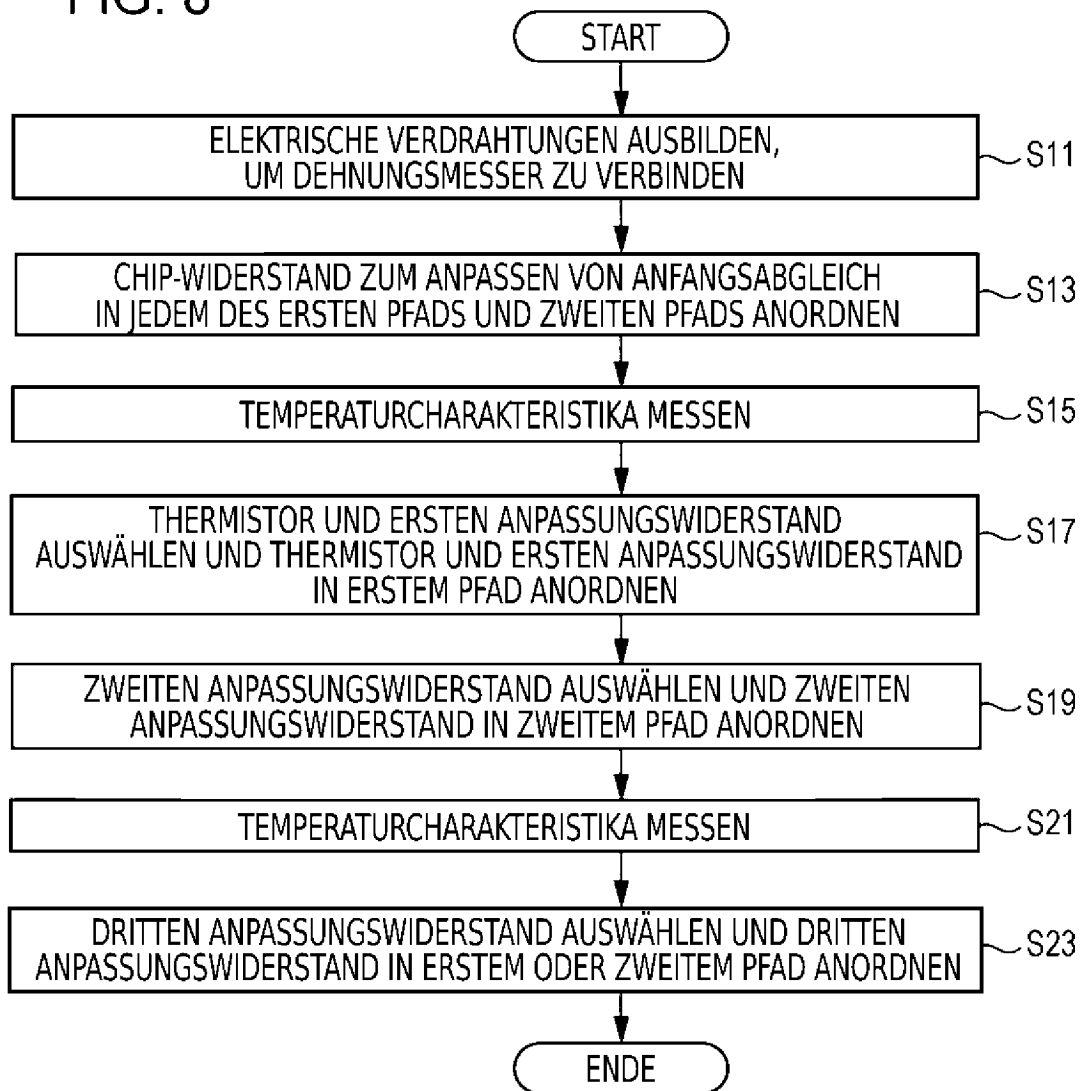


FIG. 9

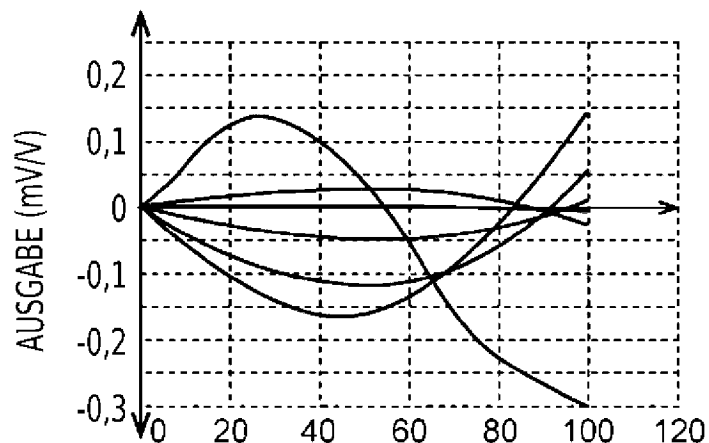


FIG. 10

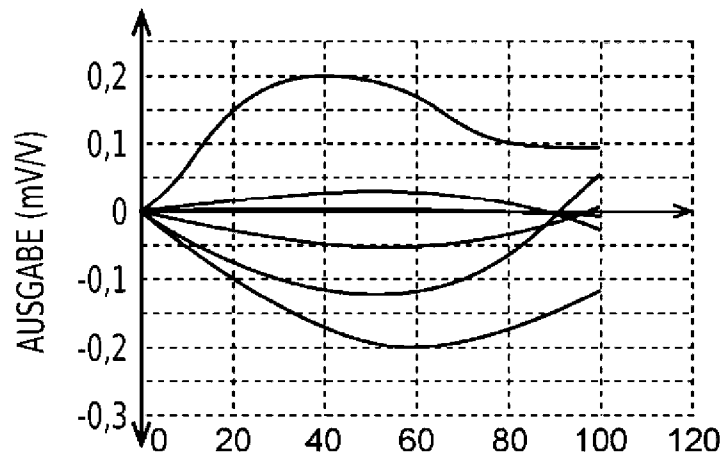


FIG. 11

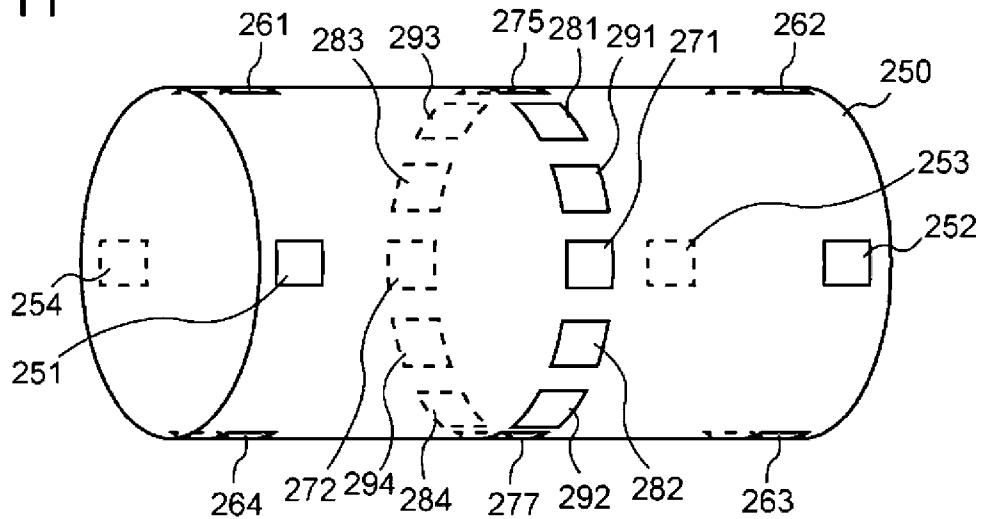


FIG. 12

