



(10) **AT 516627 B1 2016-07-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 97/2015
(22) Anmeldetag: 23.02.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2016

(51) Int. Cl.: **F16M 11/06** (2006.01)
F16M 13/00 (2006.01)
H04N 5/00 (2011.01)
G03B 17/56 (2006.01)
F16F 15/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102010054603 A1
US 2014288694 A1
WO 2011140245 A1

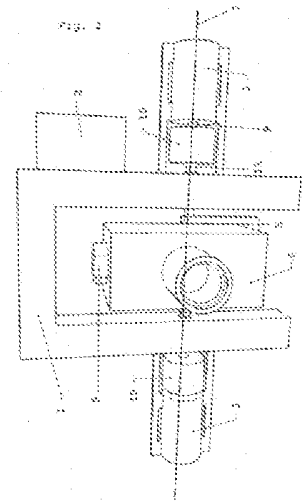
(73) Patentinhaber:
Peters Jens C. Ing.
9212 Techelsberg/Wörthersee (AT)

(72) Erfinder:
Peters Jens Ing.
9212 Techelsberg/Wörthersee (AT)

(74) Vertreter:
Beer & Partner Patentanwälte KG
Wien (AT)

(54) Rotations-Stabilisierungseinrichtung

(57) Eine Rotations-Stabilisierungseinrichtung weist eine optische Einrichtung (6), insbesondere eine Kamera, und eine Lageregelungsvorrichtung für die optische Einrichtung (6) auf. Diese optische Einrichtung (6) ist in einem Trägerrahmen (1) über wenigstens eine Rotationsachse (7), welche durch den Schwerpunkt der optischen Einrichtung (6) verläuft, schwenkbar. Zum Stabilisieren der optischen Einrichtung (6) befinden sich auf der wenigstens einen Rotationsachse (7) zwischen einem Elektromotor (3) und der optischen Einrichtung (6) ein Drehmomentwandler (10), der ohne Sprungverhalten die optische Einrichtung (6) in einer beliebigen Winkelposition stabilisiert bzw. bewegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotations-Stabilisierungseinrichtung mit einer optischen Vorrichtung, insbesondere einer Kamera, und einer Lageregelungsvorrichtung für die optische Vorrichtung mit einem Trägerrahmen, mit wenigstens einer Rotationsachse, welche durch den Schwerpunkt der optischen Vorrichtung verläuft, mit wenigstens einem Rotationskörper, wobei die optische Vorrichtung über wenigstens einen Rotationskörper schwenkbar ist, mit wenigstens einem Elektromotor, der einen Rotationskörper antreibt, mit einer Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Vorrichtung, insbesondere ein Gyroskop, und mit einer Regelungselektronik, welche den Elektromotor ansteuert.

[0002] Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Rotations-Stabilisierungseinrichtung.

[0003] Bei Übertragungen von Sportveranstaltungen, Dokumentationen, Konzerten usw. werden immer öfter ferngesteuerte Kameras in bewegten Aufhängungen, die an Kamerakränen, Seilen, Hubschraubern oder Multikoptern befestigt sind, verwendet. Dabei befindet sich eine Kamera in einer rahmenartigen Aufhängung.

[0004] Die Kamera wird mittels eines elektrischen Motors entlang einer Achse geschwenkt und stabilisiert. Allen bekannten Aufhängungsformen ist gemeinsam, dass die verwendeten Kameras (inkl. Objektiv) so befestigt werden, dass die Schwenk- und Neigeachse (eventuell die Rollachsen) der Kameras durch deren Schwerpunkt verlaufen. Das bewirkt, dass an der Kamera keine Momentenkräfte angreifen. Bei gewollter Drehung ist somit nur das Trägheitsmoment der Kamera und deren Halterung zu überwinden. Nachteilig ist allerdings, dass bei einem stark gezoomten Bildausschnitt der Kamera bereits kleinste Störgrößen auf die Halterung zu einem instabilen Bild führen können.

[0005] Es ist zudem bekannt, dass die optische Vorrichtung bzw. die Halterung über eine Regelelektronik mit Hilfe eines Lagesensors (elektrischer Kreisel = Gyroskop) und eines Stellmotors stabilisiert und konstant gehalten wird. Der Nachteil einer solchen rein mechanischen Kopplung des Stellmotors an die zu stabilisierende Vorrichtung wird durch sehr unsanfte Verläufe bei Bewegungsabläufen bzw. bei der Winkelstabilisierung ersichtlich. Gerade bei Ausgleichsbewegungen (durch Störgrößen verursacht) zur Winkelstabilisierung sind nur sehr kleine Änderungsbewegungen der Kamera nötig. Am Beginn und am Ende jeder Ausgleichsbewegung lässt sich jedoch ein sprunghaftes Verhalten in der Bewegung der Stellmotoren feststellen.

[0006] Diese sprunghaften Antworten der Regelung auf Störgrößen entstehen durch mechanische Reibung und mechanische Toleranz in den verwendeten Bauteilen. Da Haftreibung größer als Gleitreibung ist, kommt es beim Übergang von der Haftreibungszone in die Gleitreibungszone bzw. wieder zurück zu einem sprunghaften Verhalten während des Überganges.

[0007] Weiters wird in vielen Regelungsanwendungen ein Stellmotor mit angebautem Getriebe verwendet. Viele kostengünstige Getriebebauarten besitzen allerdings ein sogenanntes Getriebeispiel, welches sich für eine kontinuierliche Regelung als unüberwindbares Problem herausstellt. Jede Regelungsbewegung in Gegenrichtung zur letzten Bewegung muss dieses Getriebeispiel überwinden und wirkt daher zu spät oder zu heftig auf die Regelabweichung ein.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stabilisierungsvorrichtung für die Kamera zu schaffen, die mechanische Einflüsse der eingangs beschriebenen Art auf das Regelverhalten eliminiert.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einer Vorrichtung, welche die Merkmale des Anspruches 1 aufweist.

[0010] Weiters wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einem Verfahren gelöst, welches die Merkmale des Anspruches 14 aufweist.

[0011] Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zwischen dem Elektromotor und der optischen Einrichtung ein Drehmomentwandler auf dem vom Elektromotor angetriebenen Rotationskörper angeordnet ist und dass die Lage der optischen Einrichtung durch einen zwischen dem Elektromotor und der optischen Einrichtung auf dem vom Elektromotor angetriebenen Rotationskörper angeordneten Drehmomentwandler geregelt wird. Somit wird erreicht, dass jede Regelungsantwort auf Störgrößen ohne Stoß oder Sprung erfolgt. Daraus resultierende Ausgleichsbewegungen auf die optische Vorrichtung sind äußerst präzise und unterliegen nur gleichförmigen Beschleunigungen bzw. Verzögerungen mit sanften Übergängen. Die optische Vorrichtung kann daher in einer bestimmten Winkelposition stabilisiert und konstant gehalten werden, wobei die Störgrößen ausgeglichen werden.

[0013] Unter optischer Einrichtung wird im Rahmen der Erfindung vorzugsweise eine Einrichtung zum Aufnehmen und/oder Wiedergeben von Bildern verstanden, insbesondere eine Kamera.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Drehmomentwandler ein Rotationsdämpfer, insbesondere ein hydrodynamischer Drehmomentwandler, ist. Dieser kann aus einem trommelförmigen, geschlossenen Gehäuse bestehen, welches mit einem hochviskosen Öl gefüllt ist. In die Trommel führt mittig eine abgedichtete Antriebswelle, die an einem Ende von einem Elektromotor angetrieben wird. Am anderen Ende der Antriebswelle befindet sich in der Trommel ein Schaufelrad. Dieses Schaufelrad kann sich frei im mit Öl gefüllten Trommelgehäuse drehen und wird versuchen, wenn es von außen über die Antriebswelle angetrieben wird, das trommelförmige Gehäuse bedingt durch die hohe Viskosität des Öls in der gleichen Richtung mit sich zu drehen.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist an einer nicht zum Elektromotor weisenden Seite des Drehmomentwandlers, insbesondere auf der dem Elektromotor gegenüberliegenden Seite, ein weiterer Rotationskörper, insbesondere eine Welle, am Drehmomentwandler angeordnet. Auf diesem Rotationskörper wird das Drehmoment, das im Inneren des Schaufelrads über das Öl an die Trommel übertragen wird, abgeleitet. Das Drehmoment, mit welchem die Trommel mitgenommen wird, ist in einem weiten Bereich abhängig von der Drehzahl des Schaufelrades.

[0016] Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der am Drehmomentwandler angeordnete, weitere Rotationskörper ein Verbindungsstück zwischen Drehmomentwandler und der optischen Einrichtung ist, insbesondere dass der am Drehmomentwandler angeordnete weitere Rotationskörper mit der optischen Einrichtung oder mit einer Halterung der optischen Einrichtung verbunden ist. Über das vom Trommelgehäuse an den Rotationskörper übertragene Drehmoment wird die Halterung um die Drehachse des Rotationskörpers gedreht bzw. geschwenkt.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der am Drehmomentwandler angeordnete, weitere Rotationskörper und gegebenenfalls der vom Elektromotor angetriebene Rotationskörper auf der Rotationsachse angeordnet sind. Durch diese Anordnung von Bauteilen wird verhindert, dass ein mögliches Spiel durch Verwendung weiterer Kraft übertragender Bauteile entstehen kann.

[0018] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass der Trägerrahmen eine Ausnehmung, insbesondere eine Bohrung, aufweist und dass der am Drehmomentwandler angeordnete, weitere Rotationskörper durch eine Ausnehmung des Trägerrahmens geführt ist. Durch diese Ausführungsform soll gewährleistet werden, dass die Rotationsachse bevorzugt durch den Schwerpunkt der Vorrichtung, bzw. so nahe wie möglich daran, verläuft.

[0019] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die optische Einrichtung über den am Drehmomentwandler angeordneten, weiteren Rotationskörper schwenkbar ist. Die optische Einrichtung kann somit auf der Rotationsachse um 360° geschwenkt und ausgerichtet werden.

[0020] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass auf zwei gegenüberliegenden Seiten der optischen Einrichtung jeweils ein Drehmomentwandler vorge-

sehen ist. Die mechanische Anordnung der beiden Einheiten aus jeweils einem Motor und einem Drehmomentwandler erlaubt es, dass entweder beide Motoren in der gleichen Drehrichtung drehen können oder jeweils einer gegensinnig zum andern drehen kann. Da beide an einer Achse angreifenden Einheiten durch die gegengleiche Rotation gegeneinander verspannt sind, wirkt der Drehmomentwandler auch gleichzeitig als Dämpfer. Die Einheit kann also auch als Motor-/Drehdämpfer-Einheit bezeichnet werden.

[0021] Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Vorrichtung an der optischen Einrichtung oder an einer Halterung der optischen Einrichtung angeordnet ist, und dass eine Regelungstechnik den Elektromotor über die Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Einrichtung regelt bzw. steuert. Die Lagebestimmung der räumlichen Ausrichtung wird bevorzugt mittels eines Gyroskops ermittelt. Da die optische Einrichtung bewegt bzw. geschwenkt werden soll, sind Lagekoordinaten der optischen Einrichtung maßgeblich.

[0022] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Elektromotor eine Halterung auf, wobei die Halterung des Elektromotors, und gegebenenfalls die Regelungselektronik, mit dem Trägerrahmen verbunden ist. Um den Elektromotor statisch in seiner Position zu halten, ist dieser am Trägerrahmen angeordnet. Die Regelungselektronik befindet sich ebenfalls am Trägerrahmen, um nicht unnötige Masse beim Schwenken der optischen Einrichtung mit zu bewegen.

[0023] Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Rotationsachse im Einsatzzustand der Rotations-Stabilisierungseinrichtung im Wesentlichen waagrecht verläuft. Weiters kann vorgesehen sein, dass eine weitere Rotationsachse im Einsatzzustand der Rotations-Stabilisierungseinrichtung im Wesentlichen lotrecht ausgerichtet ist. Weiters ist es bevorzugt, wenn die Rotationsachse bzw. die Rotationsachsen durch den Schwerpunkt der Rotations-Stabilisierungseinrichtung verläuft bzw. verlaufen. Besonders bevorzugt ist, wenn der Schwerpunkt der optischen Vorrichtung gleich dem Schwerpunkt der Rotations-Stabilisierungseinrichtung ist. Durch die in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehenen, normal aufeinander stehenden, durch den Gesamtschwerpunkt verlaufenden Rotationsachsen, müssen bei einer Rotation nur die Trägheitsmomente durch die Motor-/Drehdämpfereinheiten überwunden werden. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform treten sehr geringe bis keine Deviationsmomente auf.

[0024] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Lage der optischen Einrichtung derart geregelt wird, dass der Verlauf des vom Drehmomentwandler übertragenen Drehmoments in einem Regelbereich im Wesentlichen linear zu seiner Drehzahl ist, und dass die Rotations-Stabilisierungseinrichtung in diesem Regelbereich linear rotatorisch bewegt wird. Durch die Linearität zwischen Drehzahl und Momente des Drehmomentwandlers, ergeben sich gleichförmig verlaufende Bewegungen der optischen Einrichtung. Der lineare Verlauf des sogenannten Abtrieb-Momentes des Drehmomentwandlers ist allerdings nur bis zu einer bautypischen Grenzdrehzahl gegeben. In der vorliegenden Regelung werden nicht lineare Bereiche allerdings vermieden. Der Betrieb erfolgt immer unterhalb der oben genannten Grenzdrehzahl, wo der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Abtriebsmoment weitgehend linear ist. Als besonderer Vorteil treten keine sprunghaften Bewegungsabläufe auf, wie es beispielsweise bei Bewegungsabläufen mit Stellmotoren vorkommt.

[0025] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die Lage der optischen Einrichtung durch zwei auf gegenüberliegenden Seiten der optischen Einrichtung angeordnete Drehmomentwandler geregelt wird, von denen aus jeweils ein weiterer Rotationskörper auf der Rotationsachse verläuft. Zur Regelung der optischen Einrichtung ist vorgesehen, dass die zwei Drehmomentwandler in gegengleicher oder in gleicher Richtung angetrieben und/oder dass die zwei Drehmomentwandler mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl angetrieben werden. Die Drehmomentwandler befinden sich dazu besonders bevorzugt auf der selben Rotationsachse. Durch diese Anordnung und Regelung der Drehmomentwandler, wird eine Stabilisierung der

Achse bzw. der optischen Einrichtung erreicht. Eine Stabilisierung bzw. ein Verharren der Achse in einer gewünschten Position kann dann eintreten, wenn die beiden auf einer Achse gegenüber angeordneten Motor-/Drehdämpfer mit dem gleich großen Moment aber gegengleich rotieren.

[0026] Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Rotation um die Rotationsachsen bei gegengleicher Rotationsbewegung der Drehmomentwandler zum Stillstand kommt, wenn die Drehmomente der Drehmomentwandler gleich groß sind bzw. die Summe der gegengleichen Drehmomente null ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Rotation um die Rotationsachsen bei gegengleicher Rotationsbewegung der Drehmomentwandler nur dann erfolgt, wenn die Summe der Drehmomente ungleich null ist, wobei die Summe der Drehmomente einen positiven oder negativen Wert haben kann. Um die Rotationswelle auszulenken, muss die Drehzahl der Elektromotoren so geregelt werden, dass ein Differenzmoment aus den gegengleich rotierenden Drehmomentwandlern entsteht. In die Richtung, in der das Moment größer ist, wird eine Rotationsbewegung bewirkt. Die Geschwindigkeit der Rotation hängt dabei von der Größe der Momentendifferenz ab. Stabilisiert wird erst dann wieder, wenn die gegengleichen Drehmomente wieder gleich groß sind bzw. die Differenz der Momente wieder null ist.

[0027] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Drehmomentübertragung vom Elektromotor auf den Drehmomentwandler im Bereich der Gleitreibung erfolgt, wobei insbesondere die Änderungen der vom Drehmomentwandler auf die optische Einrichtung übertragenen Drehmomente im Bereich der Gleitreibung linear verlaufen. Bei still stehender Rotationswelle rotieren die Schaufelräder in der Trommel des Drehmomentwandler gegensinnig mit einem Differenzmoment von null weiter. Diese Schaufelräder befinden sich somit im Bereich der Gleitreibung. Bei kleinsten Änderungen der Differenzmomente wird somit mit einer linearen Rotation (kein Auftreten eines Sprunges) des Drehmomentwandlers die Antriebsachse bewegt. Weiters ist durch die gegengleiche Rotationsbewegung die Bewegungsachse im verspannten Zustand. Bei einer möglichen Verwendung eines Getriebes zur Kraftübertragung ist somit auch ein Getriebespiel aufgehoben. Bei größeren Abweichungen arbeiten beide Motoren miteinander (Drehrichtung gleichsinnig) und die Momente der Drehmomentwandler addieren sich und sind entsprechend groß.

[0028] Vorteile einer Einheit aus einem Elektromotor und einem Drehmomentwandler gegenüber einer herkömmlichen Achsstabilisierung mit einem Stellmotor sind:

- Bei einem Differenzmoment gleich null von gegengleich rotierenden Drehmomentwandlern existiert keine Haftreibung und kein mögliches Getriebespiel.
- Der Drehmomentverlauf kann stufenlos von null gegen maximal in einer flachen Regelungsggeraden angepasst werden.
- Bei Ausregelung einer größeren Abweichung vom Sollwert muss eine der beiden Motor-/Dämpferachsen die Drehrichtung umkehren. Der dabei auftretende Übergang von Haftreibung auf Gleitreibung sowie die Überwindung des Getriebespiels werden gedämpft durch den bereits in richtiger Drehrichtung laufenden ersten Strang. Die damit verbundene Nichtlinearität im Drehmomentverlauf fällt daher klein aus.

[0029] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen.

[0030] Es zeigt:

[0031] Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer bekannten Kamerastabilisierung,

[0032] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0033] Fig. 3 eine Abbildung eines Drehmomentverlaufes in Abhängigkeit zur Drehzahl eines Drehmomentwandlers und

[0034] Fig. 4 eine Abbildung eines Drehmomentverlaufes in Abhängigkeit zur Regelabweichung.

[0035] In Fig. 1 ist der schematische Aufbau einer bekannten Kamerastabilisierung dargestellt. An einem Trägerrahmen 1 ist eine Regelelektronik 2 und ein Elektromotor 3 angeordnet. Über einen Rotationskörper 4, der durch den Trägerrahmen 1 verläuft, wird das Drehmoment des Elektromotors 3 auf eine Halterung 5 übertragen. An der Halterung 5 ist eine optische Einrichtung 6 angeordnet, die um eine waagrechte Rotationsachse 7 schwenkbar ist. In Fig. 1 ist die optische Einrichtung 6 eine Kamera. Die Achse des Rotationskörpers 4 läuft mit der Rotationsachse 7 durch den Schwerpunkt der optischen Einrichtung 6. Somit müssen nur mehr die Trägheitsmomente der zu drehenden Elemente überwunden werden. Um den Elektromotor 3 über die Regelelektronik 2 zu regeln, ist ein Gyroskop 8 zur Lagebestimmung der optischen Einrichtung 6 vorgesehen.

[0036] In Fig. 2 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt, welche grundsätzlich ähnlich wie die zur Fig. 1 beschriebene Vorrichtung aufgebaut ist. Im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung weist die gezeigte, erfindungsgemäße Vorrichtung zu beiden Seiten des Trägerrahmens 1 jeweils einen Elektromotor 3 auf, welcher jeweils einen Rotationskörper 9 antreibt. Zwischen den Elektromotoren 3 und der optischen Einrichtung 6 ist jeweils ein Drehmomentwandler 10 auf dem vom Elektromotor 3 angetriebenen Rotationskörper 9 angeordnet. Ausgehend von den Drehmomentwandlern 10 ist jeweils ein weiterer Rotationskörper 11 in Richtung zur optischen Einrichtung 6 hin angeordnet, der durch eine Ausnehmung im Trägerrahmen 1 verläuft und mit der Halterung 5 verbunden ist, wodurch die optische Einrichtung 6 um die Rotationsachse 7 verschwenkt werden kann.

[0037] Aufgrund besserer Übersicht ist eine nur um eine horizontale Rotationsachse 7 schwenkbare Vorrichtung dargestellt. Die Vorrichtung kann in anderen Ausführungsformen auch über weitere Rotationsachsen verschwenkt werden, beispielsweise über eine lotrechte Rotationsachse oder über eine weitere waagrechte Rotationsachse, die insbesondere senkrecht zur Rotationsachse 7 verläuft. Die Rotationsachse 7 verläuft durch den Schwerpunkt der Rotations-Stabilisierungseinrichtung und ist deckungsgleich mit den Achsen der Rotationskörper 9, 11.

[0038] In der Fig. 3 wird der Verlauf des Drehmomentes eines Drehmomentwandlers 10 in Abhängigkeit der Drehzahl dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass in einem großen Bereich das Drehmoment linear zur Drehzahl verläuft. Erst im letzten Drittel nähert sich das Moment asymptotisch einem konstanten Maximalwert an. Dieser Maximalwert ist bautypisch unterschiedlich. Zur Regelung bzw. zur Stabilisierung der Lage der optischen Einrichtung 6 wird bevorzugt nur im Bereich der linearen Abhängigkeit zwischen Drehzahl und Drehmoment geregelt.

[0039] In der Fig. 4 wird ein linearer Drehmomentverlauf in Abhängigkeit zur Regelabweichung in Grad [°] dargestellt. Die mechanische Anordnung der beiden Einheiten aus Elektromotor 3 und Drehmomentwandler 10 erlaubt es, dass entweder beide Elektromotoren 3 in der gleichen Drehrichtung drehen können oder jeweils einer gegensinnig zum anderen drehen kann, und dies für jeden Elektromotor 3 mit jeweils verschiedenen Drehzahlen. Das Diagramm veranschaulicht, mit welchem Drehmoment (=abhängig von der Drehzahl) bei positiven oder negativen Regelabweichungen die Einheiten aus Elektromotor 3 und Drehmomentwandler 10 darauf reagieren sollen. Die Steigungen der beiden Motor-/Drehdämpfer-Geraden 12, 13 sowie die Gerade 14 mit dem Summenmoment sind im Diagramm angenommen und stellen nur ein Beispiel einer Regeleinstellung dar. Wesentlich ist, dass die beiden Drehmomente immer bei Regelabweichung null einen gleich großen, aber gegensinnigen Betrag besitzen, d.h. die beiden Drehmomente heben sich in diesem Punkt gegenseitig auf.

[0040] Die Besonderheit in der Verwendung einer Kombination aus Elektromotor 3 und Drehmomentwandler 10 liegt in der Möglichkeit, die Elektromotoren 3 auch dann zu betreiben, wenn der Ausgang der zugehörigen Drehmomentwandler 10 blockiert ist. Diese Blockierung wird dadurch erreicht, dass die zweite Kombination aus Elektromotor 3 und Drehmomentwandler 10 mit der gleichen, aber gegensinnigen Drehzahl gegen die erste Kombination arbeitet.

[0041] Bei kleinen Regelabweichungswerten (im Diagramm zwischen 0° bis $+5^\circ$ bzw. 0° bis -5°) sind die Drehrichtungen der beiden Einheiten aus Elektromotor 3 und Drehmomentwandler 10 gegensinnig und somit wirkt nur das Differenzmoment auf den Rotationskörper 11 ein. Bei größeren Abweichungen arbeiten die Elektromotoren 3 miteinander (Drehrichtung gleichsinnig) und die Momente der Drehmomentwandler 10 addieren sich und sind daher entsprechend groß.

[0042] Dies bedeutet aber auch, dass im Nullpunkt (d.h. keine Regelabweichung vorhanden = Halterung 5 steht richtig) beide Stellmotoren 3 gegensinnig mit gleicher (geringer) Drehzahl weiterhin drehen. Das Differenzmoment ist null und daher steht der Rotationskörper 11 bzw. die optische Einrichtung 6 bei laufenden Motoren still. Die Rotationskörper 11 inklusive der zwei Einheiten sind still zueinander verspannt, ein Getriebeispiel damit aufgehoben. Durch die fortlaufende Rotation der Schaufelräder im Inneren der Drehmomentwandler 10 ist die Haftreibung bereits überwunden und es herrscht der Zustand der Gleitreibung. Daher ist bei einem neuerlichen Ausregeln einer Abweichung keine Haftreibung und kein Getriebeispiel mehr zu überwinden.

Patentansprüche

1. Rotations-Stabilisierungseinrichtung mit einer optischen Einrichtung (6), insbesondere einer Kamera, und einer Lageregelungsvorrichtung für die optische Einrichtung (6) mit einem Trägerrahmen (1), mit wenigstens einer Rotationsachse (7), welche durch den Schwerpunkt der optischen Einrichtung (6) verläuft, mit wenigstens einem Rotationskörper (9, 11), wobei die optische Einrichtung (6) über wenigstens einen Rotationskörper (11) schwenkbar ist, mit wenigstens einem Elektromotor (3), der einen Rotationskörper (9), insbesondere eine Welle, antreibt, mit einer Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Einrichtung (6), insbesondere ein Gyroskop (8), und mit einer Regelungselektronik (2), welche den Elektromotor (3) ansteuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Elektromotor (3) und der optischen Einrichtung (6) ein Drehmomentwandler (10) auf dem vom Elektromotor (3) angetriebenen Rotationskörper (9) angeordnet ist.
2. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehmomentwandler (10) ein Rotationsdämpfer, insbesondere ein hydrodynamischer Drehmomentwandler, ist.
3. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer nicht zum Elektromotor (3) weisenden Seite des Drehmomentwandlers (10), insbesondere auf der dem Elektromotor (3) gegenüberliegenden Seite, ein weiterer Rotationskörper (11), insbesondere eine Welle, am Drehmomentwandler (10) angeordnet ist.
4. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der am Drehmomentwandler (10) angeordnete, weitere Rotationskörper (11) ein Verbindungsstück zwischen Drehmomentwandler (10) und der optischen Einrichtung (6) ist, insbesondere dass der am Drehmomentwandler (10) angeordnete, weitere Rotationskörper (11) mit der optischen Einrichtung (6) oder mit einer Halterung (5) der optischen Einrichtung (6) verbunden ist.
5. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der am Drehmomentwandler (10) angeordnete, weitere Rotationskörper und gegebenenfalls der vom Elektromotor (3) angetriebene Rotationskörper (9) auf der Rotationsachse (7) angeordnet ist.
6. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trägerrahmen (1) eine Ausnehmung, insbesondere eine Bohrung, aufweist und dass der am Drehmomentwandler (10) angeordnete, weitere Rotationskörper (11) durch die Ausnehmung geführt ist.
7. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Einrichtung (6) über den am Drehmomentwandler (10) angeordneten, weiteren Rotationskörper (11) schwenkbar ist.
8. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf zwei gegenüberliegenden Seiten der optischen Einrichtung (6) jeweils ein Drehmomentwandler (10) vorgesehen ist.
9. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Vorrichtung (6) an der optischen Einrichtung (6) oder an einer Halterung (5) der optischen Einrichtung (6) angeordnet ist und dass die Regelungstechnik (2) den Elektromotor (3) über die Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Einrichtung (6) regelt bzw. steuert.
10. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektromotor (3) eine Halterung aufweist, und dass die Halterung des Elektromotors (3), und gegebenenfalls die Regelungselektronik (2), mit dem Trägerrahmen (1) verbunden ist.

11. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Rotationsachse (7) in Einsatzzustand der Rotations-Stabilisierungseinrichtung im Wesentlichen waagrecht verläuft und/oder dass eine Rotationsachse in Einsatzzustand der Rotations-Stabilisierungseinrichtung im Wesentlichen lotrecht ausgerichtet ist.
12. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rotationsachse (7) bzw. die Rotationsachsen durch den Schwerpunkt der Rotations-Stabilisierungseinrichtung verläuft bzw. verlaufen.
13. Rotations-Stabilisierungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schwerpunkt der optischen Vorrichtung (6) gleich dem Schwerpunkt der Rotations-Stabilisierungseinrichtung ist.
14. Verfahren zum Betreiben einer Rotations-Stabilisierungseinrichtung mit einer optischen Vorrichtung (6), insbesondere einer Kamera, und einer Lageregelungsvorrichtung für die optische Vorrichtung (6) mit einem Trägerrahmen (1), mit wenigstens einer Rotationsachse (7), welche durch den Schwerpunkt der optischen Einrichtung (6) verläuft, mit wenigstens einem Rotationskörper (9, 11), wobei die optische Einrichtung (6) über wenigstens einen Rotationskörper (11) schwenkbar ist, mit wenigstens einem Elektromotor (3), der einen Rotationskörper (9), insbesondere eine Welle, antreibt, mit einer Einrichtung zum Ermitteln der räumlichen Ausrichtung der optischen Einrichtung (6), insbesondere ein Gyroskop (8), und mit einer Regelungselektronik (2), welche den Elektromotor (3) ansteuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lage der optischen Einrichtung (6) durch einen zwischen dem Elektromotor (3) und der optischen Einrichtung (6) auf dem vom Elektromotor (3) angetriebenen Rotationskörper (9) angeordneten Drehmomentwandler (10) geregelt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lage der optischen Einrichtung (6) derart geregelt wird, dass der Verlauf des vom Drehmomentwandler (10) übertragenen Drehmoments in einem Regelbereich im Wesentlichen linear zu seiner Drehzahl ist und dass in diesem Regelbereich die Rotations-Stabilisierungseinrichtung linear rotatorisch bewegt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lage der optischen Einrichtung (6) durch zwei auf gegenüberliegenden Seiten der optischen Einrichtung (6) angeordnete Drehmomentwandler (10) geregelt wird, von denen aus jeweils ein weiterer Rotationskörper (11) auf der Rotationsachse (7) verläuft.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Drehmomentwandler (10) in gegengleicher oder in gleicher Richtung und/oder mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl angetrieben werden.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rotation um die Rotationsachse (7) bei gegengleicher Rotationsbewegung der Drehmomentwandler (10) zum Stillstand kommt, wenn die Drehmomente der Drehmomentwandler (10) gleich groß sind bzw. die Summe der gegengleichen Drehmomente null ist.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rotation um die Rotationsachse (7) bei gegengleicher Rotationsbewegung der Drehmomentwandler (10) erfolgt, wenn die Summe der Drehmomente ungleich null ist.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehmomentübertragung vom Elektromotor (3) auf den Drehmomentwandler (10) im Bereich der Gleitreibung erfolgt, insbesondere dass die Änderungen der vom Drehmomentwandler (10) auf die optische Einrichtung (6) übertragenen Drehmomente im Bereich der Gleitreibung linear verlaufen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

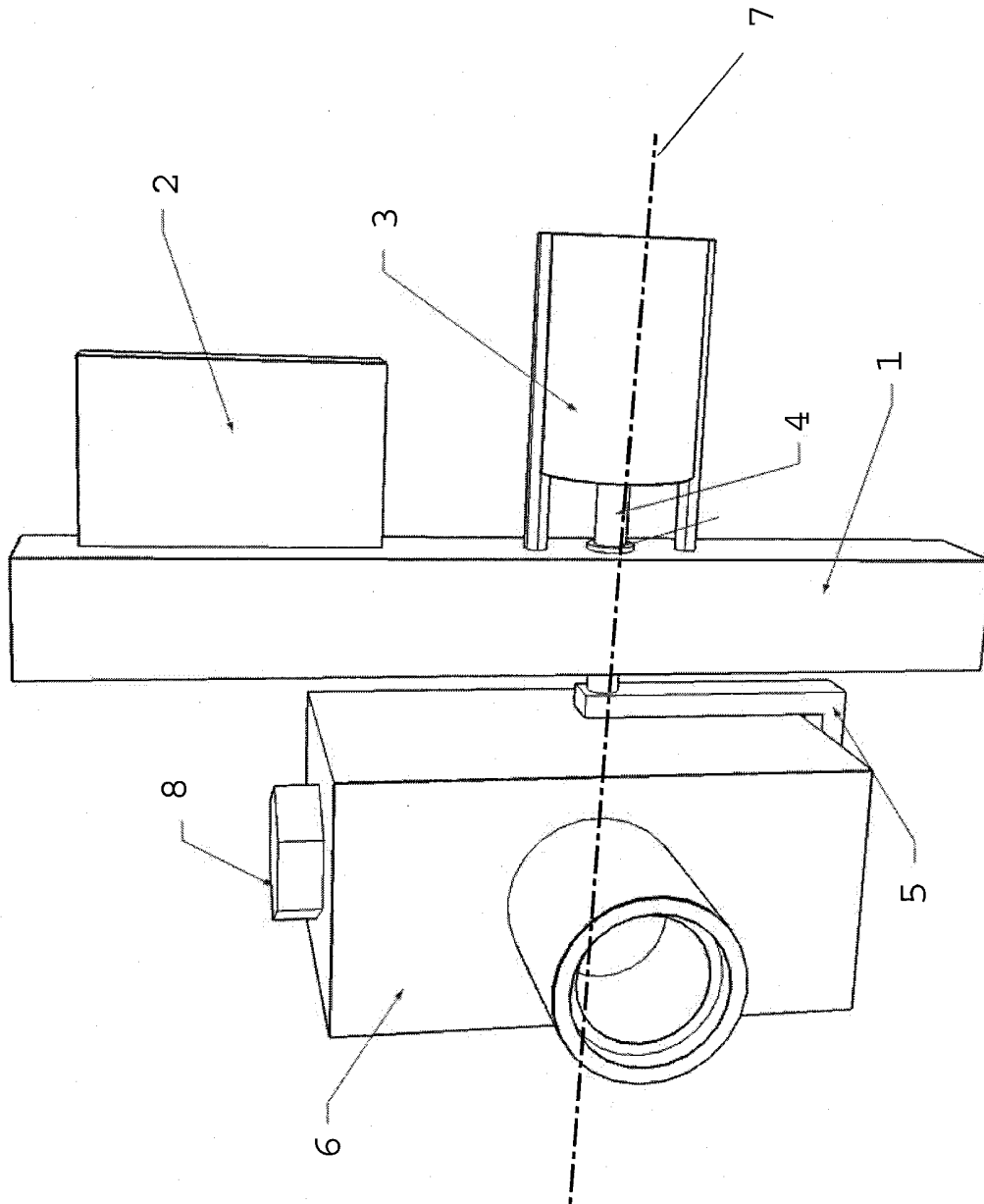


Fig. 2

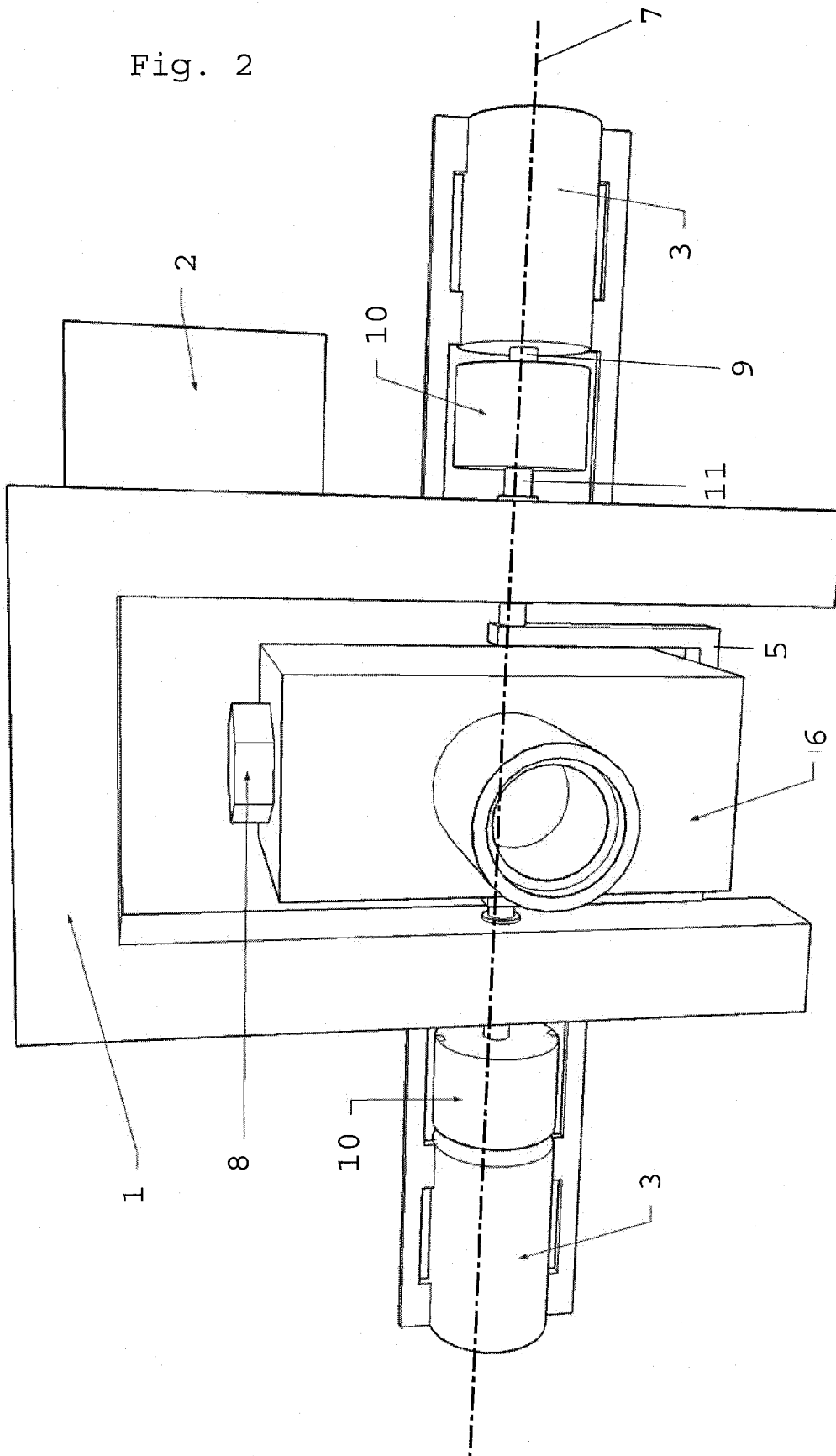


Fig. 3

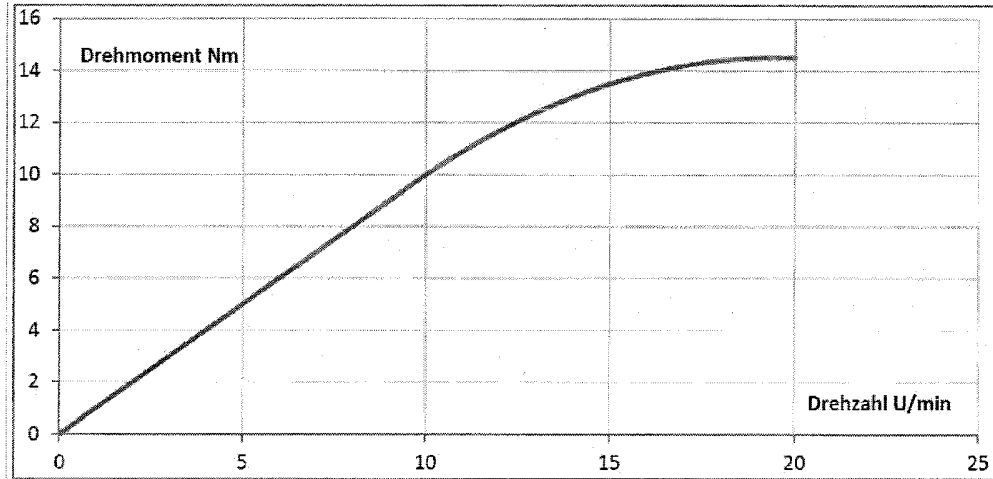


Fig. 4

