



(10) **DE 20 2018 105 070 U1** 2019.02.28

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2018 105 070.2**

(22) Anmeldetag: **05.09.2018**

(47) Eintragungstag: **21.01.2019**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **28.02.2019**

(51) Int Cl.: **H02K 5/16** (2006.01)
H02K 7/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/555,592	07.09.2017	US
15/898,177	15.02.2018	US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

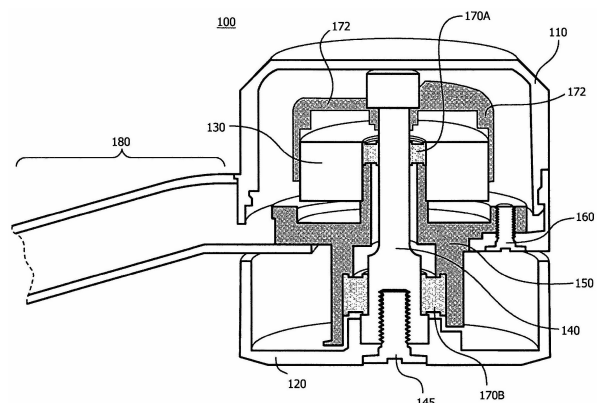
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

GoPro, Inc., San Mateo, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Lagerausgestaltung für einen Elektromotor**

(57) Hauptanspruch: Elektromotor, umfassend:
einen Rotor, wobei der Elektromotor dafür ausgestaltet ist,
den Rotor zu drehen;
eine Montagehalterung;
einen Stator, wobei der Stator mit der Montagehalterung ge-
koppelt ist und den Rotor umfängt;
ein erstes Lager, das den Rotor umfängt und den Rotor mit
dem Stator koppelt, wobei das erste Lager eine erste Mehr-
zahl von Wälzelementen enthält; und
ein zweites Lager, das den Rotor umfängt, wobei das zweite
Lager den Rotor mit der Montagehalterung koppelt,
wobei das zweite Lager eine zweite Mehrzahl von Wälzele-
menten enthält, deren jeweilige Radien um ein Verhältnis
von mindestens 1,5 größer sind als jeweilige Radien der ers-
ten Mehrzahl von Wälzelementen.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/555, 592, eingereicht am 7. September 2017, die hiermit durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit in den vorliegenden Text aufgenommen wird.

Technisches Gebiet

[0002] Die Offenbarung betrifft allgemein das Gebiet der Elektromotoren und betrifft insbesondere Lagerausgestaltungen in einem Elektromotor.

Hintergrund

[0003] Elektrische Drehmotoren (d. h. ein Motor, der einen Rotor antreibt, sich um eine einzelne Achse zu drehen) werden in einer großen Vielzahl verschiedener Anwendungen verwendet. In einem Elektromotor treibt ein Läufer einen Rotor an, der von einem Stator umgeben ist. Um die Reibung zu minimieren, ist der Rotor mit dem Stator und/oder anderen Elementen des Motors mit mehreren Lagern (zum Beispiel Wälzelementlagern) gekoppelt, wodurch sich der Rotor um seine Achse drehen kann. Lager verhindern allgemein, dass sich der Rotor in anderen Richtungen bewegt als in einer Drehung um die Rotationsachse des Motors, indem sie Axiallasten und/oder Radiallasten aufnehmen.

[0004] Eine solche Anwendung für Elektromotoren ist eine elektrische Kardanaufhängung, die aktiv die Ausrichtung und/oder Position eines montierten Objektes (zum Beispiel einer Kamera) stabilisiert. Kardanaufhängungen umfassen oft drei Motoren, die jeweils der Steuerung der Ausrichtung des montierten Objektes entlang einer jeweiligen Achse im dreidimensionalen Raum dienen. Es werden aber auch Kardanaufhängungen mit mehr oder weniger Motoren als drei verwendet. In einem herkömmlichen Motor einer Kardanaufhängung sind drei Lager mit dem Rotor gekoppelt.

[0005] Herkömmliche Motoren in Kardanaufhängungen haben allgemein zwei Lager im Inneren des Motors und ein drittes Lager außerhalb des Motors. Oft haben alle diese Lager eine ähnliche Größe. Das dritte Lager außerhalb des Motors ist mit dem anderen Kardanarm verbunden, der nicht mit dem Motor verbunden ist. Daher haben herkömmliche Designs einen Lastpfad, der durch zwei Lager gestützt wird: eines in dem Motor und eines in dem Kardanarm.

Figurenliste

[0006] Die offenbarten Ausführungsformen haben Vorteile und Merkmale, die aus der detaillierten Be-

schreibung, den beiliegenden Ansprüchen und den begleitenden Figuren (oder Zeichnungen) besser verständlich werden. Es folgt zunächst eine kurze Vorstellung der Figuren.

Fig. 1A veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines Motors mit zwei Lagern gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 1B ist eine Querschnittsansicht eines Beispiels eines Motors mit zwei Lagern, die Lastpfade durch das Lager veranschaulicht, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 1C veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines Motors mit drei Lagern gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 2A-2B veranschaulicht ein Wälzelementlager gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 3A-3B veranschaulichen eine Kardanaufhängung, die mit einer Kamera in einem Kamerarahmen gekoppelt ist, gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen.

Fig. 4 ist ein Beispiel einer Kardanaufhängung und einer Kamera, die an einem Luftfahrzeug montiert ist, gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen.

Fig. 5 veranschaulicht eine beispielhafte Architektur für eine Kamera gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Detaillierte Beschreibung

[0007] Die Figuren und die folgende Beschreibung dienen lediglich der Veranschaulichung bevorzugter Ausführungsformen. Es ist anzumerken, dass sich aus der folgenden Besprechung ohne Weiteres alternative Ausführungsformen der im vorliegenden Text offenbarten Strukturen und Verfahren als realisierbare Alternativen ableiten lassen, die verwendet werden können, ohne von der Prinzipien des beanspruchten Gegenstandes abzuweichen.

[0008] Es wird nun ausführlich auf verschiedene Ausführungsformen eingegangen, von denen in den begleitenden Figuren Beispiele veranschaulicht sind. Es wird angemerkt, dass, wann immer praktikabel, in den Figuren ähnliche oder gleiche Bezugszeichen verwendet werden können und eine ähnliche oder gleiche Funktionalität anzeigen können. Die Figuren zeigen Ausführungsformen des offenbarten Systems (oder Verfahrens) lediglich zum Zweck der Veranschaulichung. Der Fachmann erkennt anhand der folgenden Beschreibung sofort, dass alternative Ausführungsformen der im vorliegenden Text veranschaulichten Strukturen und Verfahren verwendet werden, ohne von den im vorliegenden Text beschriebenen Prinzipien abzuweichen.

Ausgestaltungsüberblick

[0009] Anhand beispielhafter Ausführungsformen wird ein Motor mit zwei Lagern offenbart. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Motor mit drei Lagern kann der Zweilager-Motor kostengünstiger herzustellen sein. Aufgrund der verringerten mechanischen Komplexität kann der Zweilager-Motor auch zuverlässiger sein (er kann zum Beispiel weniger anfällig für mechanische Ausfälle sein).

[0010] Verschiedene Arten und Größen von Lagern unterscheiden sich hinsichtlich der Lasten, die sie effektiv tragen können. Das Überlasten eines Lagers kann bewirken, dass das Lager suboptimal funktioniert (zum Beispiel kann die Last die innere Reibung des Lagers auf einen inakzeptablen Grad erhöhen), kann die Lebensdauer des Lagers verkürzen, und/oder kann dazu führen, dass das Lager mechanisch versagt. Das mechanische Versagen von nur einem Lager kann die innere Reibung des Motors signifikant erhöhen. Innere Reibung kann die Leistung des Motors beeinträchtigen, beispielsweise durch Erhöhen des Stromverbrauchs, Überhitzen des Motors, verlangsames Ansprechverhalten des Motors, verkürzte Lebensdauer des Motors durch zusätzliche Belastung anderer Komponenten und/oder nachlassende Präzision des Motors. Des Weiteren kann mechanisches Versagen eines Lagers zu einer Fehlausrichtung der Elemente des Motors führen, was zu weiteren Schäden am Motor führen kann, wenn er weiter läuft. Unter einigen Bedingungen kann mechanisches Versagen eines einzelnen Lagers den Motor - und im weiteren Verlauf die gesamte Kardanaufhängung - betriebsunfähig machen. Dementsprechend kann der Motor so ausgestaltet werden, dass sein Lager nicht überlastet werden.

[0011] Der Zweilager-Motor kann zuverlässiger sein (zum Beispiel ist es weniger wahrscheinlich, dass er mechanisch ausfällt, oder er hat eine längere durchschnittliche Lebensdauer) als ein herkömmlicher Dreilager-Motor. Das kann daran liegen, dass die kombinierte Ausfallrate aller drei Lager in dem Dreilager-Motor höher sein kann als die Ausfallrate der zwei Lager des Zweilager-Motors. Daher kann selbst in einigen Fällen, wo die einzelnen Lager des Zweilager-Motors einem höheren Risiko eines mechanischen Ausfalls unterliegen als die einzelnen Lager eines herkömmlichen Dreilager-Motors, der Zweilager-Motor immer noch zuverlässiger sein als der herkömmliche Dreilager-Motor.

[0012] Der Zweilager-Motor ist so aufgebaut, dass, wenn er belastet wird, der Großteil der Last (zum Beispiel einer radialen Last) durch eines der Lager getragen wird. Das Lager, das eine größere Last trägt, kann größer sein und kann daher besser für eine schwere Last geeignet sein. In einigen Ausführungsformen kann das größere Lager Wälzelemente um-

fassen, deren jeweilige Radien um ein Verhältnis von mindestens 1,5 (150 %) größer sind als jeweilige Radien von Wälzelementen des anderen Lagers. In einigen Ausführungsformen kann das größere Lager einen äußeren Laufkäfig mit einem Radius aufweisen, der um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer ist als ein Radius des äußeren Laufkäfigs des kleineren Lagers.

[0013] In einigen Ausführungsformen umfasst der Motor drei Lager. Der Motor kann zwei kleinere Lager und ein größeres Lager umfassen, wobei das größere Lager das Lager ist, das der Last des Motors am nächsten liegt. Das dritte Lager kann Vibrationen im Motor verringern. In einigen Ausführungsformen verkürzt die Hinzufügung des dritten Lagers die Länge von Stehwellen am Rotor des Motors, wodurch die Frequenz der Grundwellen des Motors erhöht wird.

Beispielausgestaltung für ein Luftfahrzeug

[0014] Fig. 1A veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines Motors mit zwei Lagern gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Der Motor **100** kann ein bürstenloser Elektromotor mit einer drehenden Komponente und einer feststehenden Komponente sein. Die feststehende Komponente des Motors **100** kann einen ersten Motormantel **110**, einen Stator **130**, eine oder mehrere Schrauben **160** und eine Montagehalterung **150** umfassen. Die Elemente der feststehenden Komponente können miteinander gekoppelt sein, so dass sie sich zusammen als ein einzelnes starres (oder ungefähr starres) Element drehen. Die drehende Komponente des Motors **100** kann einen Rotor **140**, eine Rotorschraube **145** und einen zweiten Motormantel **120** umfassen. Die Elemente der drehenden Komponente können ebenfalls miteinander gekoppelt sein, und die drehende Komponente und die feststehende Komponente können sich relativ zueinander entlang einer Rotationsachse drehen. Ein erstes Lager **170A** und ein zweites Lager **170B** können die drehende Komponente mit der feststehenden Komponente koppeln und es der drehenden Komponente erlauben, sich relativ zu der feststehenden Komponente zu drehen.

[0015] Der erste Motormantel **110** und der zweite Motormantel **120** umschließen, oder umschließen teilweise, Elemente des Motors **100**, einschließlich des Stators **130**, des ersten Lagers **170A**, des zweiten Lagers **170B** und mindestens eines Abschnitts des Rotors **140**. Der erste Motormantel **110** und der zweite Motormantel **120** können zum Beispiel aus Kunststoff, Metall oder Keramik bestehen. Der erste Motormantel **110** und der zweite Motormantel **120** können zusammen eine Dichtung oder eine teilweise Dichtung bilden, um zu verhindern, dass Partikel (zum Beispiel Staub oder Sand) oder Flüssigkeiten in die inneren Komponenten des Motors **100** gelangen. Die Außenflächen des ersten Motormantels **110**

und des zweiten Motormantels **120** können ungefähr bündig sein.

[0016] Der Stator **130** und der Rotor **140** arbeiten zusammen als ein Rotationssystem zum Drehen des Rotors **140**. Der Stator **130** kann stationär sein, und der Rotor **140** kann sich drehen, wenn dem Motor **100** Strom zugeführt wird. Einer des Stators **130** und des Rotors **140** kann ein Läufer des Motors **100** sein, und der andere kann ein Feldmagnet sein. Der Stator **130**, der Rotor **140** oder beiden können einen oder mehrere Elektromagnete und/oder einen oder mehrere Dauermagnete umfassen. Elektrischer Strom (zum Beispiel Gleichstrom, Einphasen-Wechselstrom oder Drehstrom) kann dem Läufer des Motors **100** zugeführt werden, um den Rotor **140** zu drehen.

[0017] Der Rotor **140** wird angetrieben, um den Rest der drehenden Komponente des Motors **100** zu drehen. Der Rotor **140** kann mit Hilfe eines mechanischen Befestigungsmittels, wie zum Beispiel der in **Fig. 1A** veranschaulichten Rotorschraube **145**, mit der drehenden Komponente (zum Beispiel mit dem zweiten Motormantel **120**) gekoppelt sein. Die Rotorschraube **145** kann den Rotor **140** rotational mit dem zweiten Motormantel **120** koppeln. In einigen Ausführungsformen können der Rotor **140** und die drehende Komponente (zum Beispiel der zweite Motormantel **120**) mit Hilfe eines oder mehrerer alternativer mechanischer Befestigungsmittel (zum Beispiel Schrauben, Schraubbolzen, Nägel, Heftklammern oder Stifte) miteinander gekoppelt sein. Des Weiteren können der Rotor **140** und der zweite Motormantel **120** anstelle von, oder zusätzlich zu, mechanischen Befestigungsmitteln auch mit Hilfe anderer Kopplungsmittel miteinander gekoppelt sein, wie zum Beispiel mittels eines Klebstoffs (zum Beispiel flüssiger Klebstoff, Harze, säurebasierte Zemente, Klebeband oder eine Kombination davon) oder Wärmebondung (zum Beispiel Schweißen).

[0018] Die Montagehalterung **150** kann ein starres Element sein, das verschiedene Elemente des Motors **100** miteinander koppelt. Die Montagehalterung **150** kann mit dem Stator **130**, dem ersten Lager **170A**, dem zweiten Lager **170B** und dem ersten Motormantel **110** gekoppelt sein. Die Montagehalterung **150** kann aus einem starren Material bestehen, wie zum Beispiel einem Kunststoff mit einem hohen Elastizitätsmodul.

[0019] Die eine oder die mehreren Schrauben **160** (von denen eine in **Fig. 1A** veranschaulicht ist) koppeln den ersten Motormantel **110** mit der Montagehalterung **150**. Anstelle von, oder zusätzlich zu, der einen oder den mehreren Schrauben **160** kann der erste Motormantel **110** mit Hilfe alternativer mechanischer Befestigungsmittel, Klebstoff oder Wärmebondung mit der Montagehalterung **150** gekoppelt sein.

[0020] Das erste Lager **170A** und das zweite Lager **170B** (im vorliegenden Text gemeinsam als „Lager **170**“ bezeichnet) sind Drehlager, die es der drehenden Komponente des Motors **100** erlauben, sich relativ zu der feststehenden Komponente zu drehen. Das zweite Lager **170B** kann größer sein als das erste Lager **170A** und kann für eine größere Last ausgelegt sein. Die Lager **170** können Wälzelementlager sein, wie zum Beispiel Kugellager (zum Beispiel ein Rillens-Radialkugellager) oder Wälzlager (zum Beispiel Zylinderrollenlager, Kugellager, Nadellager, Schrägrollenlager, Radlager oder Ringlager). In einigen Ausführungsformen ist das erste Lager **170A** eine andere Art von Lager als das zweite Lager **170B**. Zum Beispiel kann eines der Lager **170** (zum Beispiel das zweite Lager **170B**) ein Lager sein, das axial angeordnet ist (zum Beispiel ein Rillens-Radialkugellager), und das andere Lager **170** (zum Beispiel das erste Lager **170A**) kann ein Lager sein, das nicht axial angeordnet ist (zum Beispiel ein Zylinderrollenlager).

[0021] Der Motor **100** kann weitere Elemente umfassen, die in **Fig. 1A** nicht veranschaulicht sind. Zum Beispiel kann der Motor **100** die Position (den Winkel) des Rotors **140** mit einer elektromechanischen Positionsdetektionsvorrichtung detektieren, wie zum Beispiel einem Drehcodierer (zum Beispiel einem Absolutcodierer und/oder einem Inkrementalcodierer), einem Magnetcodierer oder einem Widerstandspotentiometer. Die Positionsdetektionsvorrichtung kann ein digitales oder analoges Signal ausgeben, das die Position des Rotors **140** angibt.

[0022] Der Motor **100** kann auch Schaltungen zum Empfangen von Anweisungen und zum Steuern und Antreiben des Motors **100** umfassen. Die Schaltungen können auf einem oder mehreren integrierten Schaltkreisen (ICs) verkörpert sein. Die Anweisungen können von einer externen Steuerungslogik (zum Beispiel über einen Draht gesendet) empfangen werden. Die Anweisungen können zum Beispiel einen Sollpunkt für die Position des Rotors **140** festlegen. Die Schaltungen zum Steuern des Motors **100** können eine Proportional-Integral-Differenzial (PID)-Steuereinheit oder eine Proportional-Summierungs-Differenz (PSD)-Steuereinheit umfassen, welche die Position des Rotors **140** auf der Basis des Ausgangssignals der Positionsdetektionsvorrichtung steuert. Die Schaltungen zum Ansteuern des Motors **100** können dem Läufer des Motors **100** auf der Basis des Ausgangssignals der Steuerungsschaltungen Strom zuführen. Außerdem ist eine Läuferkappe (oder ein Motormagnethalter) **172** mit einer Welle mit einem magnetischen Ring gekoppelt, während die Montagehalterung **150** mit dem Stator gekoppelt ist. Werden sie mit Strom beaufschlagt, so drehen sich der Motor und der Stator, um den Motor **100** zu betreiben.

[0023] Der in **Fig. 1A** veranschaulichte Motor **100** kann Teil einer Kardanaufhängung sein. In alternati-

ven Ausführungsformen kann der Motor **100** Teil von anderen Motorbewegungssystemen sein. Die feststehende Komponente des Motors **100** kann mit einem Basisobjekt gekoppelt sein, wie zum Beispiel dem ersten Armsegment **180** und daran gekoppelten Elementen (zum Beispiel ein Luftfahrzeug, mit dem die Kardanaufhängung gekoppelt ist). Die drehende Komponente des Motors **100** kann mit einem drehenden Lastobjekt gekoppelt sein, wie zum Beispiel einem zweiten Armsegment (in **Fig. 1A** nicht veranschaulicht) der Kardanaufhängung und daran gekoppelten Elementen (zum Beispiel eine Kamera, die mit der Kardanaufhängung gekoppelt ist). Eine auf das drehende Lastobjekt wirkende Kraft (zum Beispiel Schwerkraft, Wind oder irgend eine sonstige Kraft) wird durch den Motor **100** hindurch in das Basisobjekt hinein verteilt. Auf das drehende Lastobjekt wirkende Kräfte erzeugen so eine Last auf den Motor **100**.

[0024] Auf den Motor **100** können Axiallasten (zum Beispiel eine Last in Richtung der Achse des Rotors **140**) und Radiallasten (zum Beispiel eine Last senkrecht zu der Achse des Rotors **140**) wirken. Eine Radiallast kann aus Kräften (zum Beispiel Schwerkraft) auf das drehende Lastobjekt, das mit dem Rotor **140** gekoppelt ist, und aus der Trägheit des drehenden Lastobjekts, wenn eine Winkel- oder Linearbeschleunigung auf das Basisobjekt wirkt, resultieren. Die Radiallast wird von dem Rotor **140** durch die Lager **170** und durch die Montagehalterung **150** zu der drehenden Komponente des Motors **100** übertragen. Eine Radiallast auf den Motor **100** erzeugt somit eine Last auf die Lager **170**. Die Geometrie des Motors **100** kann so sein, dass die Last auf das zweite Lager **170B** von einer Radiallast signifikant größer ist als die Last auf das erste Lager **170A**. Da es keine so große Last tragen muss, kann das erste Lager **170A** kleiner sein als das zweite Lager **170B**.

[0025] **Fig. 1B** ist eine Querschnittsansicht eines Beispiels eines Motors **100** mit zwei Lagern, die Lastpfade durch das Lager veranschaulicht, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. **Fig. 1B** veranschaulicht vier Lastpfade durch den Motor **100**, die einer Radiallast auf den Rotor **140** entsprechen: der erste Lastpfad **190A**, der zweite Lastpfad **190B**, der dritte Lastpfad **190C** und der vierte Lastpfad **190D** (im vorliegenden Text gemeinsam als „Lastpfade **190**“ bezeichnet). Ein Lastpfad **190** ist ein Pfad durch Elemente, die eine Last tragen. Der Lastpfad **190** stellt die Übertragung von mechanischen Belastungen zwischen Elementen in dem Motor **100** dar. Jeder der in **Fig. 1B** gezeigten Lastpfade **190** veranschaulicht mechanischen Belastungen, die von der Rotorschraube **145** entweder durch das erste Lager **170A** oder das zweite Lager **170B** in die feststehende Komponente des Motors **100** hinein verteilt werden.

[0026] Der Motor **100** kann so ausgestaltet sein, dass der Stator **130** und das erste Lager **170A** mit Bezug auf den Rest der feststehenden Komponente des Motors **100** „schwimmen“. Das heißt, in einigen Ausführungsformen sind das erste Lager **170A** und der Stator **130** mit keinen anderen Komponenten des Motors **100** verbunden als der Montagehalterung **150**, und der Pfad von dem ersten Lager **170A** und dem Stator **130** durch die Montagehalterung **150** zum Rest der feststehenden Komponente des Motors **100** ist relativ indirekt.

[0027] Daher sind Lastpfade **190**, die durch das zweite Lager **170B** hindurch verlaufen (zum Beispiel der erste Lastpfad **190A** und der zweite Lastpfad **190B**) kürzer als die Lastpfade **190**, die durch das erste Lager **170A** hindurch verlaufen (zum Beispiel der dritte Lastpfad **190A** und der vierte Lastpfad **190B**). Da die Lastpfade **190**, die durch das zweite Lager **170B** hindurch verlaufen, kürzer sind als die Lastpfade **190**, die durch das erste Lager **170A** hindurch verlaufen, ist, wenn die zwei Lager **170** gleichmäßig belastet werden, die resultierende Belastung (d. h. Verformung) der Montagehalterung **150** entlang der Pfade durch das zweite Lager **170B** (zum Beispiel entlang des ersten Lastpfades **190A** und des zweiten Lastpfades **190B**) kleiner als entlang der Pfade durch das erste Lager **170A**. Infolge dessen ist die durch das erste Lager **170A** getragene Last signifikant geringer als die, die durch das zweite Lager **170B** getragen wird.

[0028] **Fig. 1C** veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines Motors mit drei Lagern gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Der in **Fig. 1C** gezeigte Motor **100** kann in ähnlicher Weise ausgestaltet sein wie der Motor **100** von **Fig. 1A**. Das erste Lager **170A** und das zweite Lager **170B** des in **Fig. 1A** veranschaulichten Motors **100** können dem ersten Lager **170A** und dem zweiten Lager **170B** des in **Fig. 1C** entsprechenden Motors **100**. Jedoch umfasst der Motor **100** von **Fig. 1C** außerdem ein zusätzliches drittes Lager **170C**.

[0029] Das dritte Lager **170C** kann zwischen dem ersten Lager **170B** und dem zweiten Lager **170B** angeordnet sein. Wie das erste Lager **170A** und das zweite Lager **170B** kann das dritte Lager den Rotor **140** umschließen und kann den Rotor **140** mit der Montagehalterung **150** koppeln. Das dritte Lager **170C** kann eine ähnliche Größe haben wie das erste Lager **170A** und kann kleiner als das zweite Lager **170B** sein. Das dritte Lager **170C** kann weniger Last tragen als das zweite Lager **170B**. Das dritte Lager **170C** kann Vibrationen in dem Motor **100** verringern. In einigen Ausführungsformen verkürzt die Hinzufügung des dritten Lagers **170C** die Länge von Stehwellen auf dem Rotor **140**, wodurch die Frequenz der Grundwellen des Motors **100** erhöht wird. Diese Ausgestaltung kann auch eine steifere Verbindung bereit-

zustellen, was die Verwendung von Steuerungssystemen unterstützen kann.

[0030] Fig. 2A und Fig. 2B veranschaulichen ein Lager 170 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Fig. 2A veranschaulicht eine Querschnittsansicht des Lagers 170, und Fig. 2B veranschaulicht einen Abschnitt des Lagers 170 aus einer Ansicht entlang der Achse des Lagers 170. Das Lager 170 umfasst einen inneren Laufkäfig 210, einen äußeren Laufkäfig 220 und mehrere Wälzelemente 230.

[0031] Der innere Laufkäfig 210 umfängt den Rotor 140 des Motors 100 und ist damit koppelt, und der äußere Laufkäfig 220 ist mit der Montagehalterung 150 und/oder dem Stator 130 gekoppelt. Der innere Laufkäfig 210 und der äußere Laufkäfig 220 können ganz oder teilweise aus Metall (zum Beispiel Edelstahl oder Chromstahl) oder Keramik (zum Beispiel Siliziumnitrid) bestehen. Der innere Laufkäfig 210 und der äußere Laufkäfig 220 können jeweils Rillen umfassen, in denen die Wälzelemente 230 laufen. Der innere Laufkäfig 210 und der äußere Laufkäfig 220 können konzentrisch sein und können sich mit Bezug aufeinander drehen.

[0032] Die in den Fig. 2A und Fig. 2B veranschaulichten Wälzelemente 230 können sphärischen Kugeln sein. In alternativen Ausführungsformen können die Wälzelemente 230 elliptische Elemente, zylindrische Elemente, Schrägrollen, Nadelrollen oder Elemente einer anderen Form sein, die ungefähr rotationssymmetrisch ist. Die Wälzelemente 230 können ganz oder teilweise aus Metall (zum Beispiel Edelstahl oder Chromstahl), Keramik (zum Beispiel Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid), Kunststoff (zum Beispiel Polyoxymethylen, Polyvinylchlorid oder Nylon) oder irgend einem anderen geeigneten Material bestehen. Die Wälzelemente 230 können eine glatte Textur aufweisen, wenn eine verringerte Reibung gewünscht wird. Wenn aus irgend einem Grund Reibung gewünscht wird, so können die Wälzelemente 230 eine rauere Textur aufweisen.

[0033] In einigen Ausführungsformen kann das Lager 170 einen Käfig umfassen, der die Distanz zwischen den einzelnen Wälzelementen 230 hält. Der Käfig kann die Reibung in dem Lager 170 verringern, indem er verhindert, dass die Wälzelemente miteinander in Kontakt kommen. Das Lager 170 kann auch ein Schmiermittel umfassen, um die Reibung weiter zu verringern. Die in den Fig. 2A und Fig. 2B veranschaulichte Ausführungsform des Lagers 170 ist ein einreihiges Kugellager, aber in alternativen Ausführungsformen kann das Lager 170 auch mehrere Reihen umfassen. Das heißt, das Lager 170 kann zwei oder mehr Rillen in dem inneren Laufkäfig 210, eine jeweiligen Rille in dem äußeren Laufkäfig 220 für jede der Rillen des inneren Laufkäfig 210 und einen Satz

Wälzelemente 230 entsprechend jedem Paar Rillen umfassen.

[0034] Fig. 2A und Fig. 2B veranschaulichen die Achse des Lagers 240. Die Achse des Lagers 240 ist die Rotationsachse für den Rotor 140 und kann die Achse des inneren Laufkäfigs 210 und des äußeren Laufkäfigs 220 sein. Die Wälzelemente 230 können in einer Ebene orthogonal zu der Achse des Lagers 240 liegen. Jedes der Wälzelemente 230 kann einen gleichen Abstand von der Achse des Lagers 240 aufweisen.

[0035] Im vorliegenden Text kann sich der Innenlaufkäfigradius 260 auf die Mindestdistanz zwischen der Oberfläche des inneren Laufkäfigs 210, mit der ein Wälzelement 230 in Kontakt steht, und der Achse des Lagers 240 beziehen. Zum Beispiel ist in der in Fig. 2A veranschaulichten Ausführungsform der Innenlaufkäfigradius 260 die Distanz zwischen der Boden der Rille des inneren Laufkäfigs 210 und der Achse des Lagers 240.

[0036] Der Wälzelementradius 250 bezeichnet die Hälfte der größten Erstreckung eines Wälzelements 230 senkrecht zu der Achse, um die es rollt. Wenn zum Beispiel ein Lager 170 ein Kugellager oder ein Zylinderrollenlager ist, so ist der Wälzelementradius 250 einfach der Radius von einem der Wälzelemente 230 (zum Beispiel der Radius der Kugellager oder der Radius der zylindrischen Wälzelemente). Als ein weiteres Beispiel ist, wenn das Lager 170 ein Ringlager ist, der Wälzelementradius 250 der Radius des größten kreisrunden Querschnitts der Wälzelemente 230.

[0037] Der Außenlaufkäfigradius 270 bezieht sich auf die maximale Länge eines Distanzvektors zwischen der Oberfläche des äußeren Laufkäfigs 220, mit der ein Wälzelement 230 in Kontakt steht, und der Achse des Lagers 240, wobei der Vektor senkrecht zu der Achse des Lagers verläuft. Zum Beispiel kann in einem Kugellager mit Rillen, wie in den Fig. 2A-2B veranschaulicht, der Außenlaufkäfigradius 270 der Boden der Rille des äußeren Laufkäfigs 220 sein. Der Außenlaufkäfigradius 270 kann geringfügig länger sein als die Summe des Innenlaufkäfigradius 260 und der Durchmesser der Wälzelemente 230 (d. h. zweimal der Wälzelementradius 250).

[0038] Wir kehren nun zu Fig. 1A zurück. Das erste Lager 170A kann kleiner sein als das zweite Lager 170B. Die Wälzelemente 230 des zweiten Lagers 170B können jeweils Radien aufweisen, die um ein Verhältnis von mindestens 1,5 (150 %) größer sind als die jeweiligen Radien der Wälzelemente 230 des ersten Lagers 170A. Außerdem kann der Radius des äußeren Laufkäfigs 220 des zweiten Lagers 170B um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer sein als der Radius des äußeren Laufkäfigs 220 des ersten Lagers 170A.

[0039] Da das zweite Lager **170B** größer ist als das erste Lager **170A**, kann das zweite Lager **170B** in der Lage sein, eine größere Last zu tragen als das erste Lager **170A**. Daher kann der Motor **100** so aufgebaut sein, dass der Großteil der Last durch das zweite Lager **170B** getragen wird, ohne dass es in inakzeptabler Weise ausfallanfällig ist.

[0040] Wir kehren nun zu **Fig. 1C** zurück. Das dritte Lager **170C** kann kleiner sein als das zweite Lager **170B** und kann von ähnlicher Größe sein wie das erste Lager **170A**. Das dritte Lager **170C** kann Wälzelemente **230** umfassen, und die jeweiligen Radien der Wälzelemente **230** des zweiten Lagers **170B** können um ein Verhältnis von 1,5 oder mehr größer sein als jeweilige Radien der Wälzelemente **230** des dritten Lagers **170C**. Die Wälzelemente **230** des dritten Lagers **170C** können von ähnlicher Größe sein wie die Wälzelemente **230** des ersten Lagers **170A**. Zum Beispiel können sich die Radien der Wälzelemente **230** des dritten Lagers **170C** und die Radien der Wälzelemente **230** des ersten Lagers **170A** um einen Faktor von maximal 0,1 voneinander unterscheiden. In einigen Ausführungsformen ist der Außenlaufkäfigradius **270** des zweiten Lagers **170B** um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer als der Außenlaufkäfigradius **270** des dritten Lagers **170C**. Die Außenlaufkäfigradien **270** des ersten Lagers **170A** und des dritten Lagers **170C** können sich um einen Faktor von maximal 0,1 voneinander unterscheiden.

Beispielhafte Kardanaufhängung

[0041] **Fig. 3A** und **Fig. 3B** veranschaulichen eine beispielhafte Ausführungsform einer Kardanaufhängung **300**, die an einem Kamerarahmen **355** angebracht ist, der wiederum an einer Kamera **350** angebracht ist. Die beispielhafte Kardanaufhängung **300** umfasst einen Basisarm **320**, einen Mittelarm **330**, einen Montagearm **340**, einen ersten Motor **310A**, einen zweiten Motor **310B** und einen dritten Motor **310C**. Der erste Motor **310A**, der zweite Motor **310B** und der dritte Motor **310C** werden im vorliegenden Text gemeinsam als Motoren **310** bezeichnet. Einige oder alle der Motoren **310** können wie die in **Fig. 1A** und/oder **1C** veranschaulichten Motoren **100** aufgebaut sein.

[0042] Der Basisarm **320** kann einen mechanischen Anbringungsabschnitt **370** an einem ersten Ende des Basisarms **320** umfassen, der es erlaubt, die Kardanaufhängung **300** sicher an einer hin- und hergehenden Komponente an einer Montageplattform (zum Beispiel einem Luftfahrzeug, einem Landfahrzeug oder einem Handgriff) anzubringen und auch wieder abzunehmen. Der Basisarm **320**, der Mittelarm **330** und der Montagearm **340** können den ersten Motor **310A**, den zweiten Motor **310B** bzw. den dritten Motor **310C** umfassen. Der erste Motor **310A** kann sich an einem zweiten Ende des Basisarms **320** befinden

und kann mit dem ersten Ende des Mittelarms **330** gekoppelt sein. In ähnlicher Weise kann sich der zweite Motor **310B** an einem zweiten Ende des Mittelarms **330** befinden und kann mit dem ersten Ende des Montagearms **330** gekoppelt sein. Das zweite Ende des Montagearms **330** umfasst den dritten Motor **310C**, der abnehmbar mit dem Kamerarahmen **355** gekoppelt sein kann. Der Kamerarahmen **355** kann abnehmbar mit der Kamera **350** gekoppelt sein (kann diese zum Beispiel teilweise umschließen).

[0043] Die Kardanaufhängung **300** kann dafür ausgestaltet sein, die Rotation eines montierten Objekts im Raum zu erlauben. In der in den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** gezeigten Ausführungsform ist das montierte Objekt eine Kamera **350**, mit der die Kardanaufhängung **300** mechanisch gekoppelt ist. Die Kardanaufhängung **300** kann es erlauben, dass die Kamera **350** eine bestimmte Ausrichtung im Raum beibehält, so dass sie relativ ruhig bleibt, während sich die Montageplattform, an der sie angebracht ist, bewegt (zum Beispiel während sich ein Luftfahrzeug im Flug neigt oder eine Kehre fliegt). Die Kardanaufhängung **300** kann drei Motoren **310** aufweisen, von denen jeder das montierte Objekt (zum Beispiel die Kamera **350**) um eine spezielle Rotationsachse dreht. Im vorliegenden Text, um die Besprechung zu vereinfachen, werden die Motoren **310** entsprechend ihrer Nähe zu der Montageplattform nummeriert (d. h. der erste Motor **310A**, der zweite Motor **310B** und der dritte Motor **310C**).

[0044] Die Kardanaufhängung **300** kann ein Kardansteuerungssystem umfassen, das die Ausrichtungen jedes der Motoren **310** steuert. In einigen Ausführungsformen ist das Kardansteuerungssystem Teil einer Montageplattform, mit der die Kardanaufhängung **300** gekoppelt ist. In einigen Ausführungsformen kann das Kardansteuerungssystem zusammenwirkende Komponenten sowohl auf der Montageplattform als auch an der Kardanaufhängung **300** umfassen.

[0045] Ein Sensorsystem der Kardanaufhängung **300** kann die momentane Ausrichtung des montierten Objekts mit einer Sensoreinheit detektieren, die Rotationscodierer für die Motoren **310**, eine Trägheitsmessungseinheit (IMU), einen digitalen Kompass oder eine Kombination davon umfassen kann. Nach dem Detektieren der momentanen Ausrichtung des montierten Objekts über eine Sensoreinheit kann das Kardansteuerungssystem eine bevorzugte Ausrichtung entlang jeder der drei Rotationsachsen (zum Beispiel Gieren, Nicken und Rollen) bestimmen. Die bevorzugte Ausrichtung kann durch das Kardansteuerungssystem dafür verwendet werden, eine Rotation für jeden Motor **310** zu berechnen, um die Kamera **350** zu der bevorzugten Ausrichtung zu bewegen oder die Kamera **350** in der bevorzugten Ausrichtung zu halten.

[0046] Die Achse, der jeder Motor **310** entspricht, kann von der Montageplattform abhängen, an der die Kardanaufhängung **300** angebracht ist. Wenn sie zum Beispiel an einem Luftfahrzeug angebracht ist, so kann der erste Motor **310A** das montierte Objekt um die Rollachse drehen, der zweite Motor **310B** kann der Gierrotation entsprechen und der dritte Motor **310C** kann der Nickrotation entsprechen. Wenn jedoch die gleiche Kardanaufhängung **300** an einem Handgriff angebracht wird, so können die Motoren **310** anderen Achsen entsprechen: zum Beispiel entspricht der erste Motor **310A** einem Gieren, und der zweite Motor **310B** entspricht einem Rollen, während der dritte Motor **310C** weiterhin dem Nicken entspricht.

[0047] In einer Ausführungsform ist jeder der drei Motoren **310** einer orthogonalen Rotationsachse zugeordnet. Jedoch sind in einigen Ausführungsformen, wie zum Beispiel der in **Fig. 3A** und **Fig. 3B** gezeigten Ausführungsform, die Motoren **310** der Kardanaufhängung **300** nicht orthogonal. Eine Kardanaufhängung **300**, bei der die Motoren **310** nicht orthogonal sind, kann mindestens einen Motor **310** aufweisen, der das montierte Objekt um eine Achse dreht, die nicht orthogonal zu der Rotationsachse der anderen Motoren **310** verläuft. Eine Ausgestaltung der Kardanaufhängung **300** mit nichtorthogonalem Motor **310** kann einen größeren Bereich eines unbehinderten Sichtwinkels für die Kamera **350** erlauben. Zum Beispiel kann in der in den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** gezeigten Ausführungsform der Kippwinkel der Kamera **350** relativ zu der Verbindung der Kardanaufhängung **300** mit der Montageplattform (zum Beispiel ein Luftfahrzeug) etwa 16° größer sein, ohne dass das Sichtfeld der Kamera **350** behindert ist (d. h. ohne dass der zweite Motor **310B** in dem von der Kamera **350** aufgenommenen Bild zu sehen ist), wie es mit einer orthogonalen Motorausgestaltung passieren könnte. In einigen Ausführungsformen ist der zweite Motor **310B** nicht mit den beiden anderen Motoren **310A**, **310C** identisch. Der zweite Motor **310B** kann in der Lage sein, ein höheres Drehmoment zu erzeugen als die beiden anderen Motoren **310A**, **310C**.

[0048] Die Kardanaufhängung **300** kann auch über einen mechanischen Anbringungsabschnitt **370** mechanisch mit einer Montageplattform gekoppelt sein. Der mechanische Anbringungsabschnitt **370** kann Teil des Basisarms **320** sein. Der mechanische Anbringungsabschnitt **370** kann einen mechanischen Verriegelungsmechanismus umfassen, um sicher an einer hin- und hergehenden Komponente auf einer Montageplattform (zum Beispiel einem Luftfahrzeug, einem Landfahrzeug, einem Unterwasserfahrzeug oder einem Handgriff) angebracht zu werden. Der in den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** gezeigte beispielhafte mechanische Verriegelungsmechanismus umfasst eine Nut mit einem Kanal, in den eine Passfeder (zum Beispiel ein Kegelstift oder ein Block) an einer

hin- und hergehenden Komponente auf einer Montageplattform hineinpassen kann. Die Kardanaufhängung **300** kann mit der Montageplattform in einer ersten Position verriegelt werden und in einer zweiten Position entriegelt werden, wodurch die Kardanaufhängung **300** von der Montageplattform abgenommen werden kann. Der mechanische Anbringungsabschnitt **370** kann mit einer hin- und hergehenden Komponente auf einer Montageplattform verbunden sein, wobei der mechanische Anbringungsabschnitt **370** als ein Aufnahmeabschnitt einer Muffenkupplung ausgestaltet ist und die Montageplattform als ein Einschubabschnitt einer Muffenkupplung ausgestaltet ist.

[0049] In einigen Ausführungsformen umfasst die Kardanaufhängung **300** einen Montageverbinder **380**, der es erlaubt, die Kardanaufhängung **300** elektrisch mit einer Montageplattform zu koppeln. Der Montageverbinder **380** kann eine Stromverbindung umfassen, der Strom von der Montageplattform an die Kardanaufhängung **300** und/oder die Kamera **350** liefert. Der Montageverbinder **380** kann ebenfalls eine Kommunikation zwischen der Kardanaufhängung **300** und der Montageplattform erlauben. In einigen Ausführungsformen ist der Montageverbinder **380** mit der Kamera **350** über einen oder mehrere Datenbusse verbunden, die eine Kommunikation zwischen der Montageplattform und der Kamera **350** erlauben. Die Kardanaufhängung **300** kann einen inneren Bus umfassen, der zwischen dem Kamerarahmen **355** und dem Montageverbinder **380** verbunden ist und eine Kommunikation zwischen der Montageplattform und der Kamera **350** erlaubt.

[0050] Die Kamera **350** kann von einem Kamerarahmen **355** umschlossen oder daran montiert sein. Der Kamerarahmen **355** kann elektrische Verbindungen umfassen, die mit der entsprechenden Kamera **350** gekoppelt sein können. Der Kamerarahmen **355** kann zum Beispiel einen Mikro-USB-Verbinder umfassen, der Strom zu der Kamera **350** führen kann und es der Montageplattform (zum Beispiel einem Luftfahrzeug) erlauben kann, ausführbare Anweisungen an die Kamera **350** zu senden, wie zum Beispiel einen Befehl zum Ändern der Bildrate eines Videos oder zum Aufnehmen eines Bildes. Der Kamerarahmen **355** kann ebenfalls einen Videoschnittstellenverbinder umfassen (zum Beispiel einen High Definition Multimedia Interface (HDMI)-Verbinder), der es der Kamera erlauben kann, ein aufgenommenes Video, Audio und Bilder an die Montageplattform zu senden. Der Kamerarahmen **355** kann jeden beliebigen Satz von Verbindern umfassen und kann jedes beliebige Kommunikationsprotokoll zum Senden von Daten zu und von der Montageplattform verwenden. Der Kamerarahmen **355** kann einen Satz von Verbindern umfassen, die mit der Kardanaufhängung **300** verbunden sind, so dass die Kardanaufhängung **300** als ein Bus zum Senden von Daten oder Strom zwischen

der Montageplattform und der Kamera **350** und umgekehrt dienen kann.

[0051] Fig. 4 ist ein Beispiel einer Kardanaufhängung und einer Kamera, die an einem Luftfahrzeug montiert ist, gemäß einigen Ausführungsformen. Das Luftfahrzeug **400** ist in diesem Beispiel mit einem Gehäuse **410** und vier Armen **420** gezeigt. Das Gehäuse **410** kann eine Nutzlast umschließen (zum Beispiel Elektronik, Speichermedien und/oder eine Kamera). Ein Schubmotor **430** kann mit dem Ende jedes Arms **420** gekoppelt sein, und ein jeweiliger Propeller **440** kann mit jedem Schubmotor **430** gekoppelt sein. Die Schubmotoren **430** können die Propeller **440** drehen, wenn die Schubmotoren **430** in Betrieb sind. Wenn die Schubmotoren **430** in Betrieb sind, so können sich alle Propeller **440** mit zweckmäßigen Geschwindigkeiten drehen, damit das Luftfahrzeug **400** im Flug steigen (abheben), landen, schweben, sich bewegen (zum Beispiel vorwärts und rückwärts) und drehen kann. Eine Modulation der jedem der Schubmotoren **430** zugeführten Leistung kann die Flugbahn und das Drehmoment des Luftfahrzeugs **400** steuern. Das Luftfahrzeug **400** kann mit einer Kardanaufhängung **300**, einem Kamerarahmen **355** und einer Kamera **350** gekoppelt sein.

[0052] Die Kardanaufhängung **300** kann mit dem Gehäuse **410** des Luftfahrzeugs **400** über einen lösbaren Kopplungsmechanismus gekoppelt sein, der mit einem hin- und hergehenden Mechanismus an dem Luftfahrzeug **400** zusammenpasst, der mechanische und kommunikative Fähigkeiten besitzt. In einigen Ausführungsformen kann die Kardanaufhängung **300** ohne Verwendung von Werkzeug an dem Luftfahrzeug **400** angebracht oder von ihm abgenommen werden. Die Kardanaufhängung **300** kann die Position und/oder Ausrichtung der Kamera **350** steuern.

Beispielhafte Kameraarchitektur

[0053] Fig. 5 veranschaulicht ein Blockschaubild einer beispielhaften Kameraarchitektur. Die Kameraarchitektur **505** entspricht einer Architektur für eine Kamera, zum Beispiel der Kamera **350**. In einer Ausführungsform ist die Kamera **350** in der Lage, sphärischen oder im Wesentlichen sphärischen Inhalt aufzunehmen. Im Sinne des vorliegenden Textes kann sphärischer Inhalt Standbilder oder Video enthalten, das einem sphärischen oder im Wesentlichen sphärischen Sichtfeld entspricht. Zum Beispiel nimmt die Kamera **350** in einer Ausführungsform Video mit einem 360°-Sichtfeld in der horizontalen Ebene und einem 180°-Sichtfeld in der vertikalen Ebene auf. Alternativ kann die Kamera **350** im Wesentlichen sphärische Bilder oder Videos aufnehmen, die weniger als 360° in der horizontalen Richtung und weniger als 180° in der vertikalen Richtung erfassen (zum Beispiel innerhalb 10 % des Sichtfeldes eines vollständig

sphärischen Inhalts). In anderen Ausführungsformen kann die Kamera **350** Bilder oder Videos mit einem nichtsphärischen Weitwinkelsichtfeld aufnehmen.

[0054] Wie unten noch ausführlicher beschrieben wird, kann die Kamera **350** Sensoren **540** umfassen, um Metadaten zu erfassen, die mit Videodaten verknüpft sind, wie zum Beispiel Zeitdaten, Bewegungsdaten, Geschwindigkeitsdaten, Beschleunigungsdaten, Höhendaten, GPS-Daten und dergleichen. In einer speziellen Ausführungsform können positions- und/oder zeitzentrierte Metadaten (geografische Position, Zeit, Geschwindigkeit usw.) in eine Mediendatei zusammen mit dem aufgenommenen Inhalt eingebunden werden, um die Position der Kamera **350** im Lauf der Zeit zu verfolgen. Diese Metadaten können durch die Kamera **350** selbst oder durch eine weitere Vorrichtung (zum Beispiel ein Mobiltelefon oder das Luftfahrzeug **400**) in der Nähe der Kamera **350** aufgenommen werden. In einer Ausführungsform können die Metadaten durch die Kamera **350** in den Inhalts-Stream eingebunden werden, während der Inhalt aufgenommen wird. In einer weiteren Ausführungsform kann eine Metadaten-Datei separat von der Video-Datei aufgenommen werden (durch dieselbe Aufnahmeverrichtung oder eine andere Aufnahmeverrichtung), und die zwei separaten Dateien können kombiniert oder auf sonstige Weise zusammen in der Nachbearbeitung verarbeitet werden. Diese Sensoren **540** können zusätzlich zu Sensoren in einem telemetrischen Teilsystem des Luftfahrzeugs **400** vorhanden sein. In Ausführungsformen, in denen die Kamera **350** in das Luftfahrzeug **400** integriert ist, braucht die Kamera keinen separaten individuellen Sensoren zu haben, sondern könnte vielmehr auf die Sensoren zurückgreifen, die in das Luftfahrzeug **400** integriert sind.

[0055] In der in Fig. 5 veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Kamera **350** einen Kamerakern **510**, der ein Objektiv **512**, einen Bildsensor **514** und einen Bildprozessor **515** umfasst. Die Kamera **350** umfasst des Weiteren eine Systemsteuereinheit **520** (zum Beispiel einen Mikrocontroller oder Mikroprozessor), die den Betrieb und die Funktionen der Kamera **350** steuert, und einen Systemspeicher **530**, der dafür ausgestaltet ist, ausführbare Computeranweisungen zu speichern, die, wenn sie durch die Systemsteuereinheit **520** und/oder die Bildprozessoren **515** ausgeführt werden, die im vorliegenden Text beschriebenen Kamerafunktionen ausführen. In einigen Ausführungsformen kann eine Kamera **350** mehrere Kamerakerne **510** umfassen, um Sichtfelder in verschiedenen Richtungen aufzunehmen, die dann zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden können. Zum Beispiel kann die Kamera **350** in einer Ausführungsform eines sphärischen Kamerasystems zwei Kamerakerne **510** umfassen, die jeweils mit einem halbkugelförmigen oder hyperhalbkugelförmigen Objektiv ausgestattet sind, die je-

weils ein halbkugelförmiges oder hyperhalbkugelförmiges Sichtfeld aufnehmen, die in der Nachbearbeitung zu einem sphärischen Bild zusammengesetzt werden können.

[0056] Das Objektiv **512** kann zum Beispiel ein Weitwinkelobjektiv, ein halbkugelförmiges oder ein hyperhalbkugelförmiges Objektiv sein, das Licht, das in das Objektiv eintritt, auf den Bildsensor **514** fokussiert, der Bilder und/oder Videovollbilder aufnimmt. Der Bildsensor **514** kann hochauflösende Bilder mit einer Auflösung von beispielsweise 720p, 1080p, 4k oder höher aufnehmen. In einer Ausführungsform wird sphärisches Video mit einer Auflösung von 5760 Pixeln × 2880 Pixeln und einem horizontalen 360°-Sichtfeld und einem vertikalen 180°-Sichtfeld aufgenommen. Für Video kann der Bildsensor **514** Video mit Bildraten von beispielsweise 30 Vollbildern pro Sekunde (Frames per Second), 60 Vollbildern pro Sekunde oder höher aufnehmen. Der Bildprozessor **515** führt eine oder mehrere Bildbearbeitungsfunktionen an den aufgenommenen Bildern oder Videos aus. Zum Beispiel kann der Bildprozessor **515** eine Bayer-Transformation, Demosaicing, Rauschreduzierung, Bildschärfung, Bildstabilisierung, Rolling-Shutter-Artefaktreduzierung, Farbraumkonvertierung, Komprimierung oder andere kamerainterne Bearbeitungsfunktionen ausführen. Die bearbeiteten Bilder und Videos können zeitweilig oder dauerhaft im Systemspeicher **530** und/oder in einem nicht-flüchtigen Speicher gespeichert werden, der in Form von internem Speicher oder einer externen Speicherkarte vorliegen kann.

[0057] Eine Eingabe/Ausgabe (E/A)-Schnittstelle **560** kann Daten an verschiedene externe Vorrichtungen senden bzw. von dort empfangen. Zum Beispiel kann die E/A-Schnittstelle **560** das Empfangen oder Senden von Video- oder Audio-Informationen über einen E/A-Port ermöglichen. Zu Beispielen von E/A-Ports oder -Schnittstellen gehören USB-Ports, HDMI-Ports, Ethernet-Ports, Audio-Ports und dergleichen. Des Weiteren können Ausführungsformen der E/A-Schnittstelle **560** Drahtlos-Ports umfassen, die drahtlose Verbindungen handhaben können. Zu Beispielen von Drahtlos-Ports gehören Bluetooth, Wireless USB, Near Field Communication (NFC) und dergleichen. Die E/A-Schnittstelle **560** kann außerdem eine Schnittstelle zum Synchronisieren der Kamera **350** mit anderen Kameras oder mit anderen externen Vorrichtungen umfassen, wie zum Beispiel eine Fernbedienung, eine zweite Kamera, ein Smartphone, eine Client-Vorrichtung oder einen Videoserver.

[0058] Ein Steuerungs-/Anzeige-Teilsystem **570** kann verschiedene Steuerungs- und Anzeige-Komponenten umfassen, die mit dem Betrieb der Kamera **350** verknüpft sind, einschließlich beispielsweise LEDs, eine Anzeige, Knöpfe, Mikrofone, Lautsprecher und dergleichen. Das Audio-Teilsystem **550**

kann zum Beispiel ein oder mehrere Mikrofone und einen oder mehrere Audio-Prozessoren umfassen, um Audio-Daten aufzunehmen und zu verarbeiten, die mit der Videoaufnahme korreliert sind. In einer Ausführungsform kann das Audio-Teilsystem **550** eine Mikrofon-Anordnung umfassen, die zwei oder mehr Mikrofone umfasst, die dafür ausgelegt sind, gerichtete Audio-Signale zu empfangen.

[0059] Die Sensoren **540** können verschiedene Metadaten gleichzeitig mit, oder separat von, der Videoaufnahme erfassen. Zum Beispiel können die Sensoren **540** zeitgestempelte Positionsinformationen auf der Basis eines Global Positioning System (GPS)-Sensors und/oder eines Höhenmessers erfassen. Andere Sensoren **540** können dafür verwendet werden, eine Ausrichtung der Kamera **350** zu detektieren und zu erfassen, einschließlich beispielsweise eines Ausrichtungssensors, eines Beschleunigungsmessers, eines Gyroskops oder eines Magnetometers. Sensordaten, die von den verschiedenen Sensoren **540** erfasst wurden, können verarbeitet werden, um andere Arten von Metadaten zu generieren. Zum Beispiel können Sensordaten von dem Beschleunigungsmesser dafür verwendet werden, Bewegungs-Metadaten zu generieren, einschließlich Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsvektoren, die für die Bewegung der Kamera **350** repräsentativ sind. Des Weiteren können Sensordaten von dem Luftfahrzeug **400** und/oder der Kardanaufhängung **300** dafür verwendet werden, Ausrichtungs-Metadaten zu generieren, welche die Ausrichtung der Kamera **350** beschreiben. Sensordaten von einem GPS-Sensor können GPS-Koordinaten bereitzustellen, welche die Position der Kamera **350** identifizieren, und der Höhenmesser kann die Höhe der Kamera **350** messen. In einer Ausführungsform sind die Sensoren **540** starr mit der Kamera **350** gekoppelt, so dass jede Bewegung, Ausrichtung oder Änderung der Position, die die Kamera **350** erfährt, auch durch die Sensoren **540** wahrgenommen wird. Die Sensoren **540** können des Weiteren einen Zeitstempel zuweisen, der angibt, wann die Daten durch jeden Sensor erfasst wurden. In einer Ausführungsform beginnen die Sensoren **540** automatisch mit dem Sammeln von Sensor-Metadaten, wenn die Kamera **350** die Aufzeichnung eines Videos beginnt.

Weitere Betrachtungen

[0060] Die offenbarte Ausgestaltung beschreibt einen Elektromotor mit zwei Lagern. Der Motor kann so aufgebaut sein, dass, wenn eine Last auf ihn wirkt, der Großteil der Last (zum Beispiel eine Radiallast) durch eines der Lager getragen wird. Das Lager, das eine größere Last trägt, kann größer sein und kann daher besser für eine schwere Last geeignet sein. In einigen Ausführungsformen kann das größere Lager Wälzelemente umfassen, deren jeweilige Radien um ein Verhältnis von mindestens 1,5 (150 %) unterschieden sind.

größer sind als jeweilige Radien von Wälzelementen des anderen Lagers. In einigen Ausführungsformen kann das größere Lager einen äußeren Laufkäfig mit einem Radius aufweisen, der um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer ist als ein Radius des äußeren Laufkäfigs des kleineren Lagers. In einigen Ausführungsformen können die Motoren ein drittes Lager zwischen den zwei Lagern umfassen. Das dritte Lager kann Vibrationen in dem Motor verringern. Des Weiteren erhöht die offenbarte Ausgestaltung die Zuverlässigkeit der Kardanaufhängung, erweitert die Montageoptionen an der Welle, verringert das Gewicht und stellt steifere Verbindungen bereit, was zusätzlich die Stabilität erhöht und eine höhere Resonanz für das Steuerungssystem bedeutet.

[0061] In der gesamten Beschreibung können Mehrzahlinstanzen Komponenten, Operationen oder Strukturen implementieren, die als eine einzelne Instanz beschrieben sind. Obgleich einzelne Operationen eines oder mehrerer Verfahren als separate Operationen veranschaulicht und beschrieben sind, können eine oder mehrere der einzelnen Operationen auch gleichzeitig ausgeführt werden, und nichts erfordert, dass die Operationen in der veranschaulichten Reihenfolge ausgeführt werden. Strukturen und Funktionalität, die in beispielhaften Ausgestaltungen als separate Komponenten dargestellt sind, können als eine kombinierte Struktur oder Komponente implementiert werden. In ähnlicher Weise können Strukturen und Funktionalität, die als eine einzelne Komponente dargestellt sind, als separate Komponenten implementiert werden. Diese und andere Variationen, Modifizierungen, Hinzufügungen und Verbesserungen fallen in den Geltungsbereich des im vorliegenden Text beschriebenen Gegenstandes.

[0062] Sofern nichts anderes ausgesagt ist, können sich Besprechungen im vorliegenden Text, die Wörter wie zum Beispiel „Verarbeiten“, „Berechnen“, „Bestimmen“, „Präsentieren“, „Anzeigen“ oder dergleichen verwenden, auf Aktionen oder Prozesse einer Maschine (zum Beispiel eines Computers) beziehen, die Daten manipuliert oder umwandelt, die innerhalb eines oder mehrerer Speicher (zum Beispiel flüchtiger Speicher, nicht-flüchtiger Speicher oder eine Kombination davon), Register oder anderer Maschinenelementen, die Informationen empfangen, speichern, senden oder anzeigen, als physikalische (zum Beispiel elektrische, magnetische oder optische) Quantitäten dargestellt sind.

[0063] Im Sinne des vorliegenden Textes meint ein Verweis auf „eine bestimmte Ausführungsform“ oder „eine Ausführungsform“, dass ein bestimmtes Element, ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder eine bestimmte Eigenschaft, die in Verbindung mit der Ausführungsform beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungsform enthalten ist. Das Auftauchen der Formulierung „in einer Ausführungsform“ an verschiedenen Stellen in der Spezifikation bezieht sich nicht unbedingt immer auf dieselbe Ausführungsform.

[0064] Einige Ausführungsformen können unter Verwendung des Ausdrucks „gekoppelt“ und „verbunden“, zusammen mit ihren Ableitungen, beschrieben werden. Zum Beispiel können einige Ausführungsformen unter Verwendung des Begriffes „gekoppelt“ beschrieben werden, um anzuzeigen, dass zwei oder mehr Elemente in direktem physischem oder elektrischem Kontakt stehen. Der Begriff „gekoppelt“ kann jedoch auch bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente nicht in direktem Kontakt miteinander stehen, aber trotzdem zusammenwirken oder miteinander interagieren. Die Ausführungsformen sind in diesem Zusammenhang nicht beschränkt.

[0065] Im Sinne des vorliegenden Textes sollen die Begriffe „umfasst“, „umfassen“, „enthält“, „einschließlich“, „hat“, „aufweist“ oder irgend eine andere Variation davon auch eine nicht-ausschließliche Einbindung umfassen. Zum Beispiel sind ein Prozess, ein Verfahren, ein Erzeugnis oder eine Vorrichtung, die eine Liste von Elementen umfassen, nicht unbedingt nur auf jene Elemente beschränkt, sondern können auch andere Elemente umfassen, die nicht ausdrücklich angeführt sind oder die einem solchen Prozess, einem solchen Verfahren, einem solchen Erzeugnis oder einer solchen Vorrichtung inhärent sind. Des Weiteren, sofern nicht ausdrücklich etwas Gegenteiliges ausgesagt ist, meint „oder“ ein inklusives „oder“ und kein ausschließliches „oder“. Zum Beispiel wird eine Bedingung A oder B durch jedes von Folgendem erfüllt: A ist wahr (oder liegt vor) und B ist falsch (oder liegt nicht vor), A ist falsch (oder liegt nicht vor) und B ist wahr (oder liegt vor), und sowohl A als auch B sind wahr (oder liegen vor).

[0066] Des Weiteren werden „ein/eine/einer“ verwendet, um Elemente und Komponenten der Ausführungsformen im vorliegenden Text zu beschreiben. Dies geschieht lediglich der Einfachheit halber, und um ein allgemeines Verständnis der Erfindung zu vermitteln. Diese Beschreibung ist so zu lesen, dass eins oder mindestens eins enthalten ist, und die Einzahl umfasst auch die Mehrzahl, sofern nicht offenkundig etwas anderes gemeint ist.

[0067] Beim Lesen dieser Offenbarung fallen dem Fachmann noch weitere alternative strukturelle und funktionale Designs für den offenbarten Motor ein. Das heißt, obgleich konkrete Ausführungsformen und Anwendungen veranschaulicht und beschrieben wurden, versteht es sich, dass die offenbarten Ausführungsformen nicht auf genau die im vorliegenden Text offenbarten Bauweisen und Komponenten beschränkt sind. Verschiedene Modifizierungen, Änderungen und Variationen, die dem Fachmann einfallen, können an der Anordnung, dem Betrieb und den

Details des Verfahrens und der Vorrichtung, die im vorliegenden Text offenbart sind, vorgenommen werden, ohne vom Wesen und Schutzzumfang abzuweichen, wie sie in den beiliegenden Ansprüchen definiert sind.

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

- US 62555592 [0001]

Schutzansprüche

1. Elektromotor, umfassend:
 einen Rotor, wobei der Elektromotor dafür ausgestaltet ist, den Rotor zu drehen;
 eine Montagehalterung;
 einen Stator, wobei der Stator mit der Montagehalterung gekoppelt ist und den Rotor umfängt;
 ein erstes Lager, das den Rotor umfängt und den Rotor mit dem Stator koppelt, wobei das erste Lager eine erste Mehrzahl von Wälzelementen enthält; und
 ein zweites Lager, das den Rotor umfängt, wobei das zweite Lager den Rotor mit der Montagehalterung koppelt,
 wobei das zweite Lager eine zweite Mehrzahl von Wälzelementen enthält, deren jeweilige Radien um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer sind als jeweilige Radien der ersten Mehrzahl von Wälzelementen.

2. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei:
 das erste Lager Folgendes umfasst:
 einen ersten inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist; und
 einen ersten äußeren Laufkäfig, der mit dem Stator gekoppelt ist, wobei jedes der ersten Mehrzahl von Wälzelementen in Kontakt mit dem ersten inneren Laufkäfig und dem ersten äußeren Laufkäfig steht, und
 das zweite Lager Folgendes umfasst:
 einen zweiten inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist; und
 einen zweiten äußeren Laufkäfig, der mit der Montagehalterung gekoppelt ist, wobei jedes der zweiten Mehrzahl von Wälzelementen in Kontakt mit dem zweiten inneren Laufkäfig und dem zweiten äußeren Laufkäfig steht.

3. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei jedes der ersten und der zweiten Mehrzahl von Wälzelementen aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus einer sphärischen Kugel und einem zylindrischen Element besteht.

4. Elektromotor nach Anspruch 1, der des Weiteren ein drittes Lager umfasst, das den Rotor umfängt, wobei das dritte Lager den Rotor mit der Montagehalterung koppelt, und wobei das dritte Lager zwischen dem ersten Lager und dem zweiten Lager angeordnet ist.

5. Elektromotor nach Anspruch 4, wobei das dritte Lager eine dritte Mehrzahl von Wälzelementen enthält, und wobei die jeweiligen Radien der zweiten Mehrzahl von Wälzelementen um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer sind als jeweilige Radien der dritten Mehrzahl von Wälzelementen.

6. Elektromotor nach Anspruch 4, wobei das dritte Lager eine dritte Mehrzahl von Wälzelementen ent-

hält und wobei die jeweiligen Radien der ersten Mehrzahl von Wälzelementen und jeweilige Radien der dritten Mehrzahl von Wälzelementen sich um einen Faktor von maximal 0,1 unterscheiden.

7. Elektromotor nach Anspruch 4, wobei das dritte Lager Folgendes umfasst:
 einen inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist; und
 einen äußeren Laufkäfig, der mit der Montagehalterung gekoppelt ist, wobei jedes der dritten Mehrzahl von Wälzelementen in Kontakt mit dem inneren Laufkäfig und dem äußeren Laufkäfig steht.

8. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei der Rotor von keinem anderen Lager umfassen wird als dem ersten und dem zweiten Lager.

9. Elektromotor nach Anspruch 1, wobei das zweite Lager nicht von dem Stator umfassen wird.

10. Elektromotor nach Anspruch 1, der des Weiteren ein Motorgehäuse umfasst, das mit der Montagehalterung gekoppelt ist und das den Stator, das erste und das zweite Lager und mindestens einen Abschnitt des Rotors umfängt.

11. Elektromotor, umfassend:
 einen Rotor, wobei der Elektromotor dafür ausgestaltet ist, den Rotor zu drehen;
 eine Montagehalterung;
 einen Stator, wobei der Stator mit der Montagehalterung gekoppelt ist und den Rotor umfängt;
 ein erstes Lager, umfassend:
 einen ersten inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist,
 einen ersten äußeren Laufkäfig, der mit dem Stator gekoppelt ist, und
 eine erste Mehrzahl von Wälzelementen, die jeweils in Kontakt mit dem ersten inneren Laufkäfig und dem ersten äußeren Laufkäfig stehen; und
 ein zweites Lager, umfassend:
 einen zweiten inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist,
 einen zweiten äußeren Laufkäfig, der mit der Montagehalterung gekoppelt ist, und
 eine zweite Mehrzahl von Wälzelementen, die jeweils in Kontakt mit dem zweiten inneren Laufkäfig und dem zweiten äußeren Laufkäfig stehen; und
 wobei ein Radius des zweiten äußeren Laufkäfigs um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer ist als ein Radius des ersten äußeren Laufkäfigs.

12. Elektromotor nach Anspruch 11, wobei jedes der ersten und der zweiten Mehrzahl von Wälzelementen aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus einer sphärischen Kugel und einem zylindrischen Element besteht.

13. Elektromotor nach Anspruch 11, der des Weiteren ein drittes Lager umfasst, umfassend:
einen dritten inneren Laufkäfig, der den Rotor umfängt und mit ihm gekoppelt ist,
einen dritten äußeren Laufkäfig, der mit der Montagehalterung gekoppelt ist, und
eine dritte Mehrzahl von Wälzelementen, die jeweils in Kontakt mit dem dritten inneren Laufkäfig und dem dritten äußeren Laufkäfig stehen.

14. Elektromotor nach Anspruch 13, wobei das dritte Lager zwischen dem ersten Lager und dem zweiten Lager angeordnet ist.

15. Elektromotor nach Anspruch 13, wobei der Radius des zweiten äußeren Laufkäfigs um ein Verhältnis von mindestens 1,5 größer ist als ein Radius des dritten äußeren Laufkäfigs.

16. Elektromotor nach Anspruch 13, wobei der Radius des zweiten äußeren Laufkäfigs und ein Radius des dritten äußeren Laufkäfigs sich um einen Faktor von maximal 0,1 unterscheiden.

17. Elektromotor nach Anspruch 11, wobei das zweite Lager nicht von dem Stator umfassen wird.

18. Elektromotor nach Anspruch 11, wobei der Rotor von keinem anderen Lager umfassen wird als von dem ersten und dem zweiten Lager.

19. Elektromotor nach Anspruch 11, der des Weiteren ein Motorgehäuse umfasst, das mit der Montagehalterung gekoppelt ist und das den Stator, das erste und das zweite Lager und mindestens einen Abschnitt des Rotors umfängt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

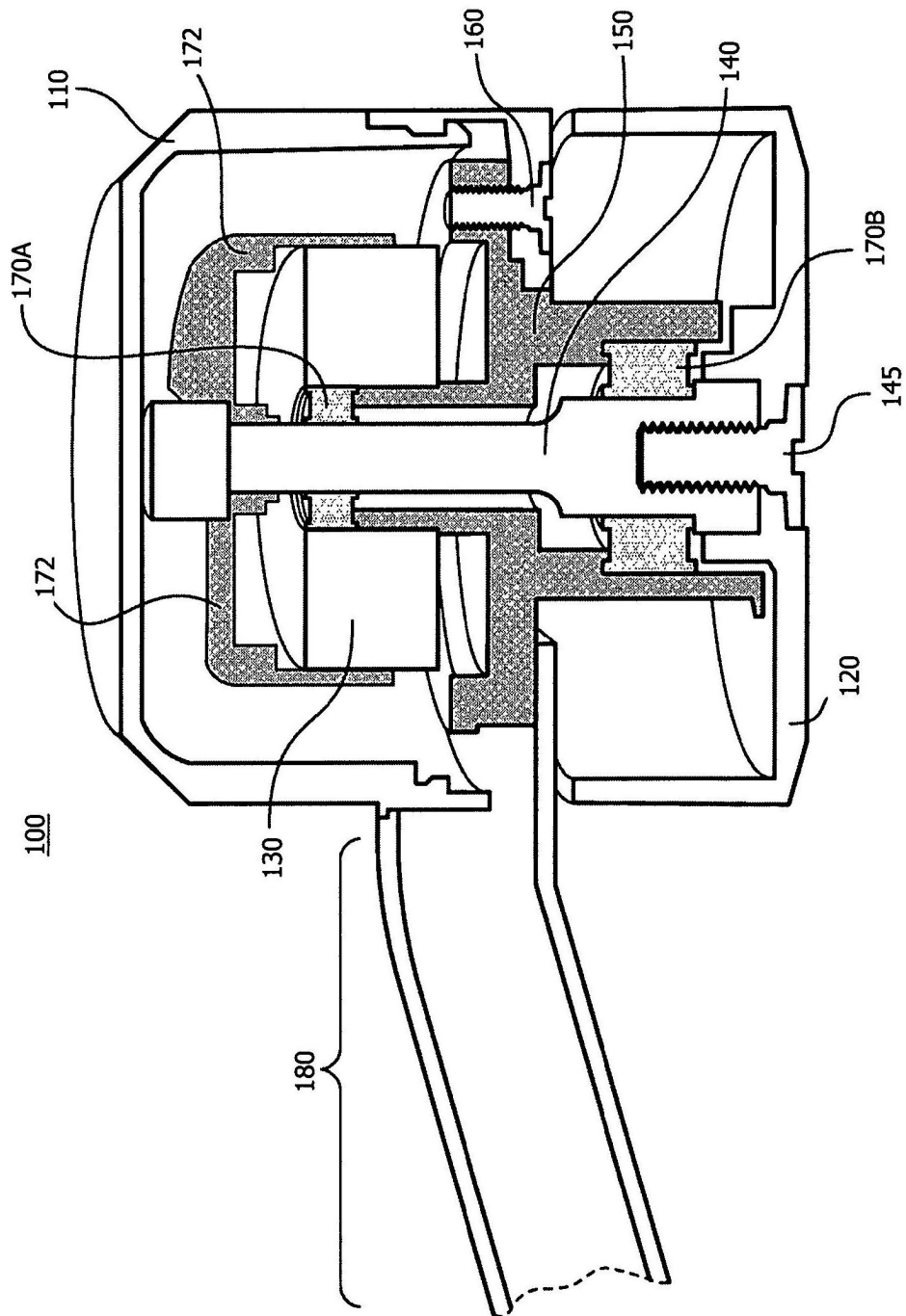


FIG. 1A

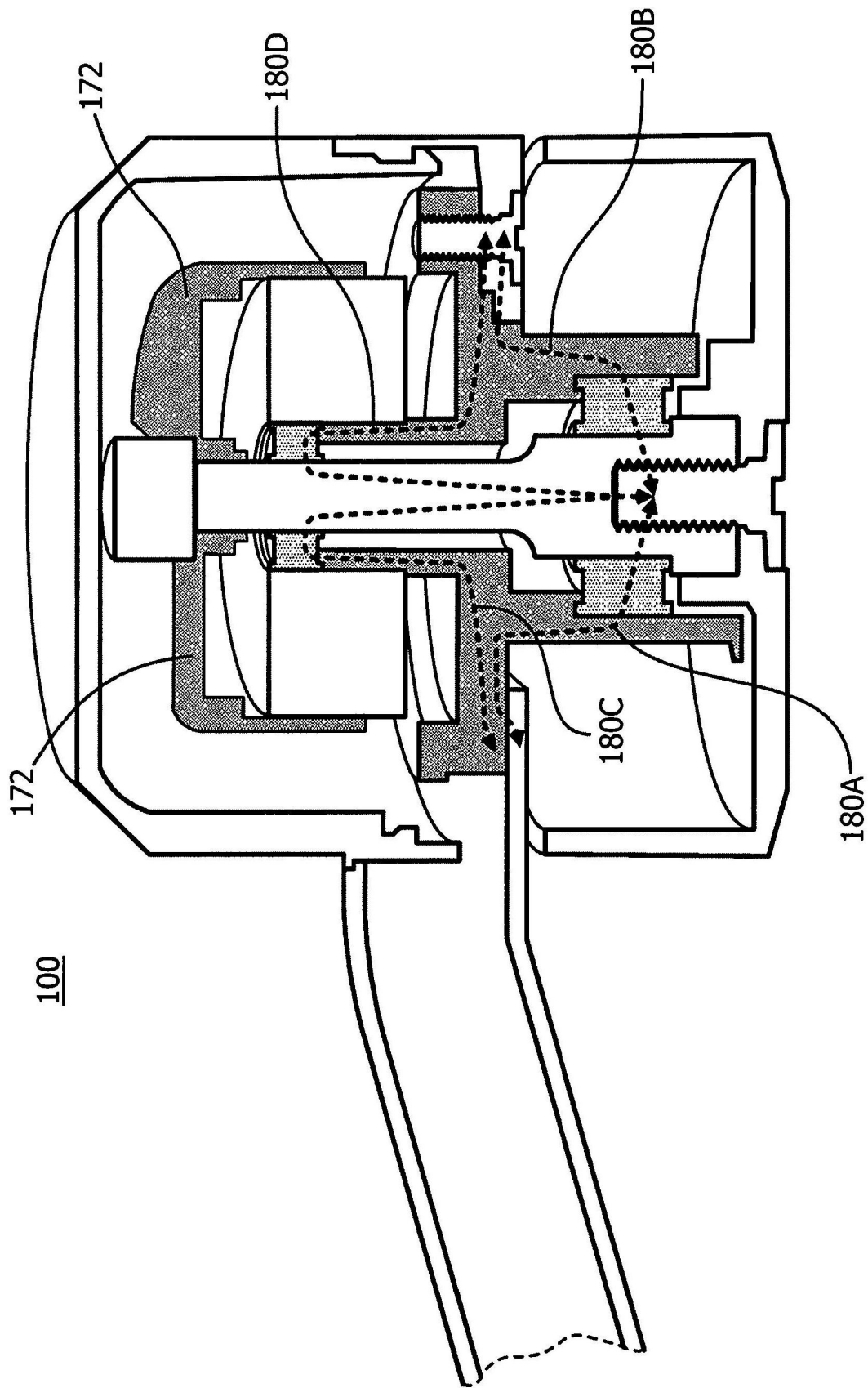


FIG. 1B

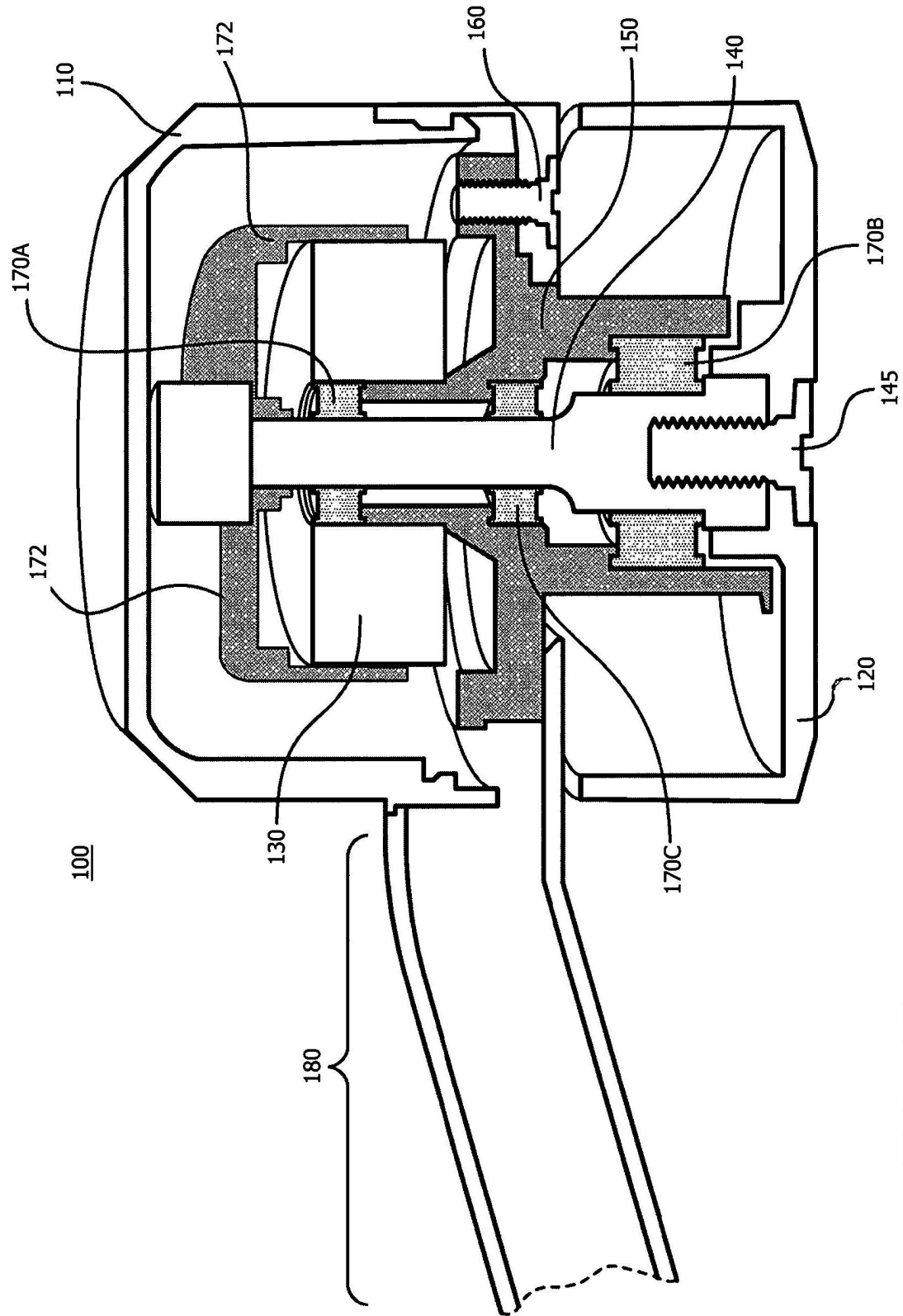
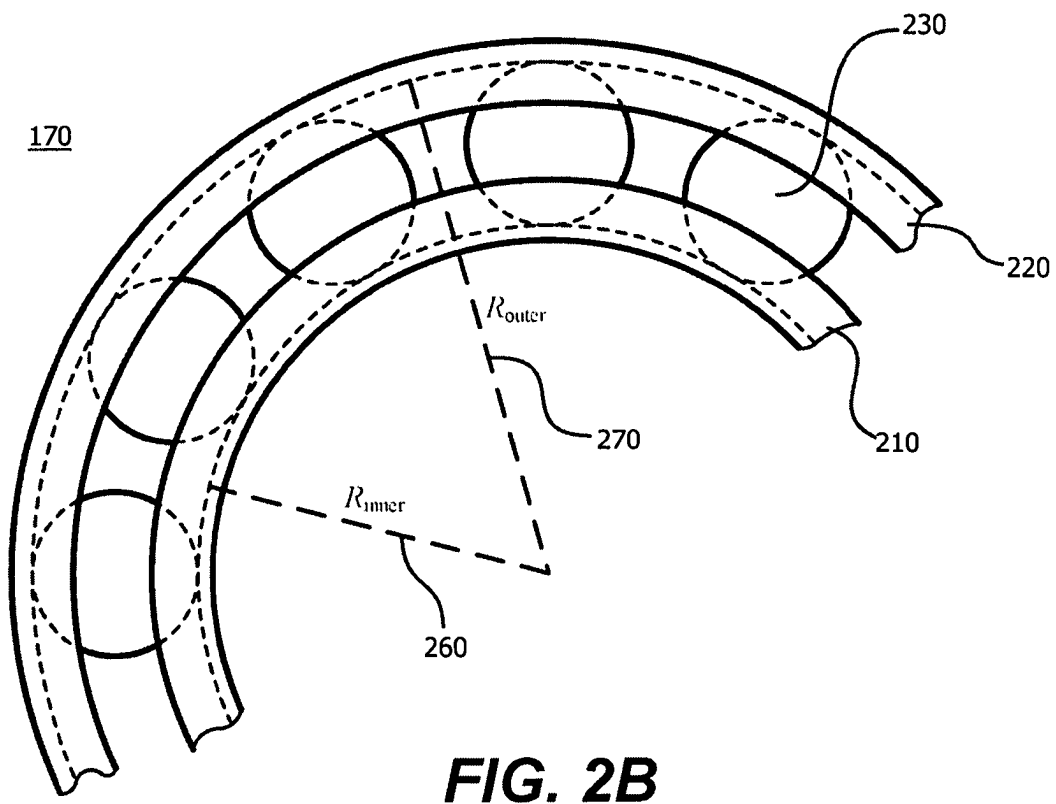
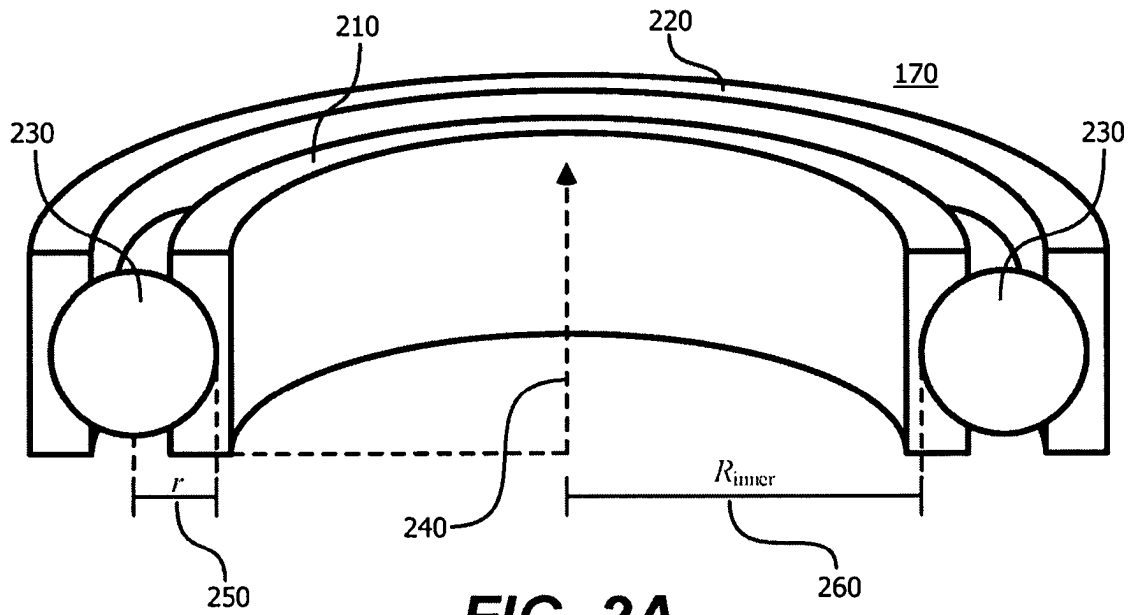


FIG. 1C



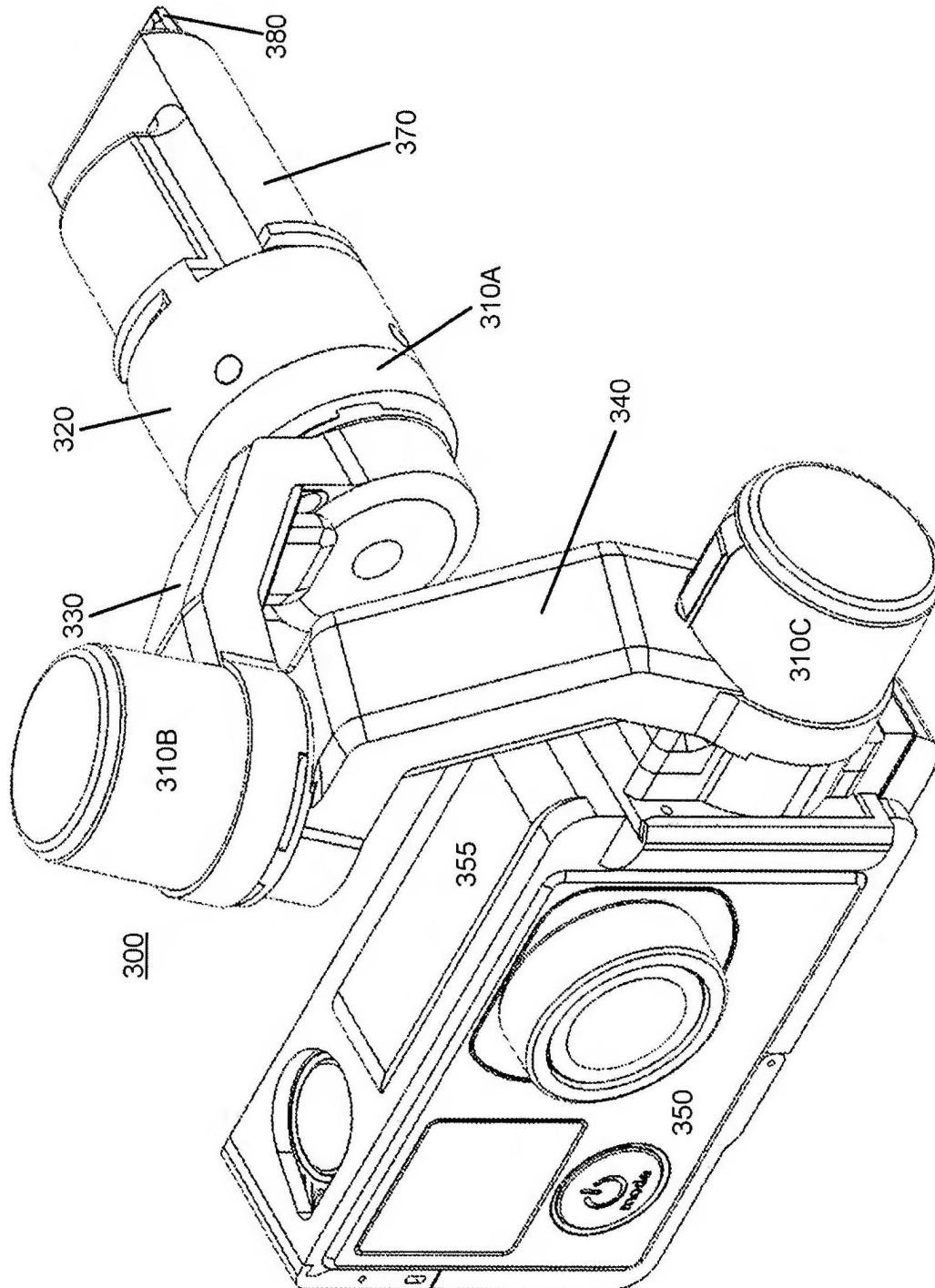


FIG. 3A

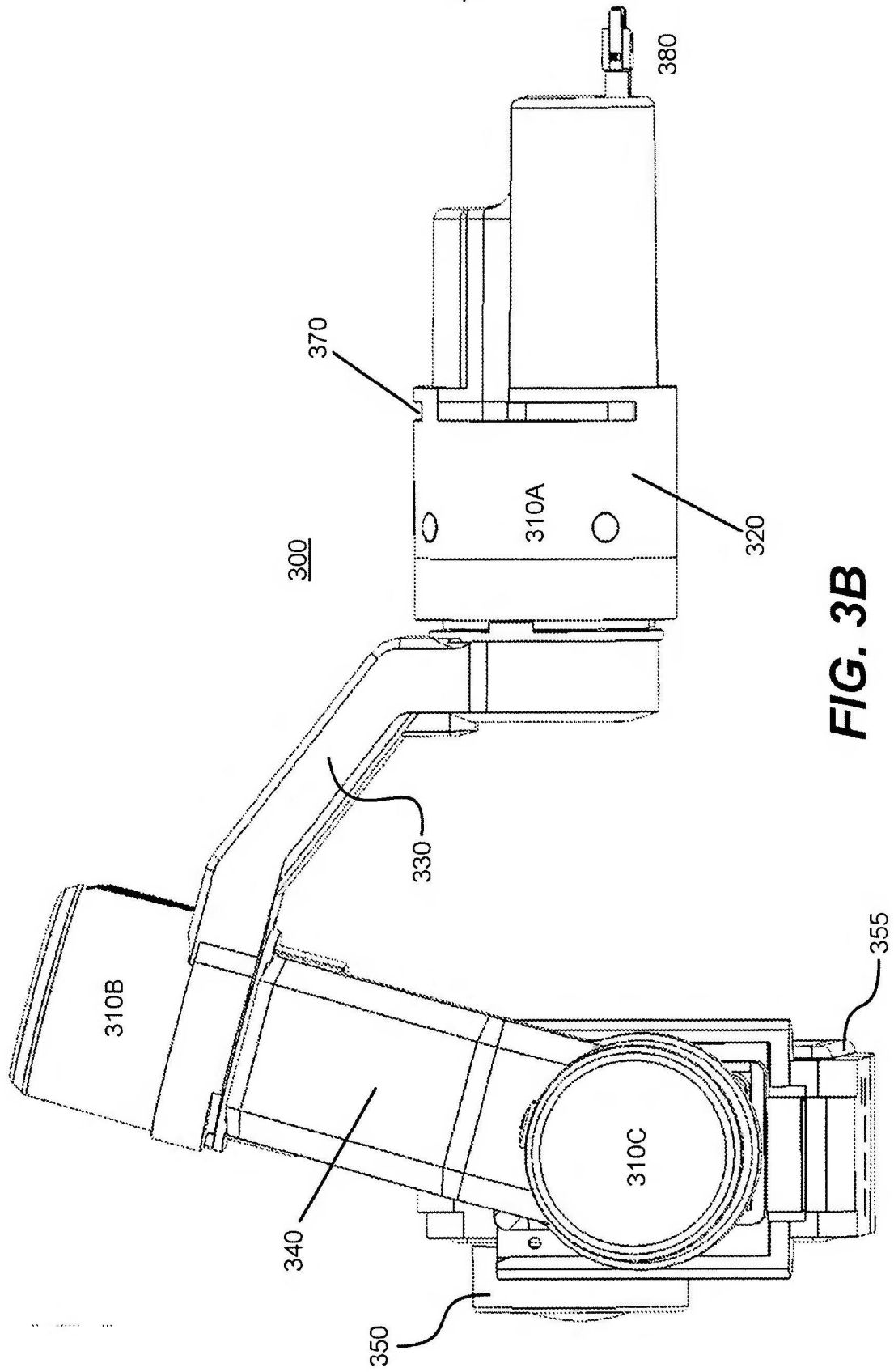
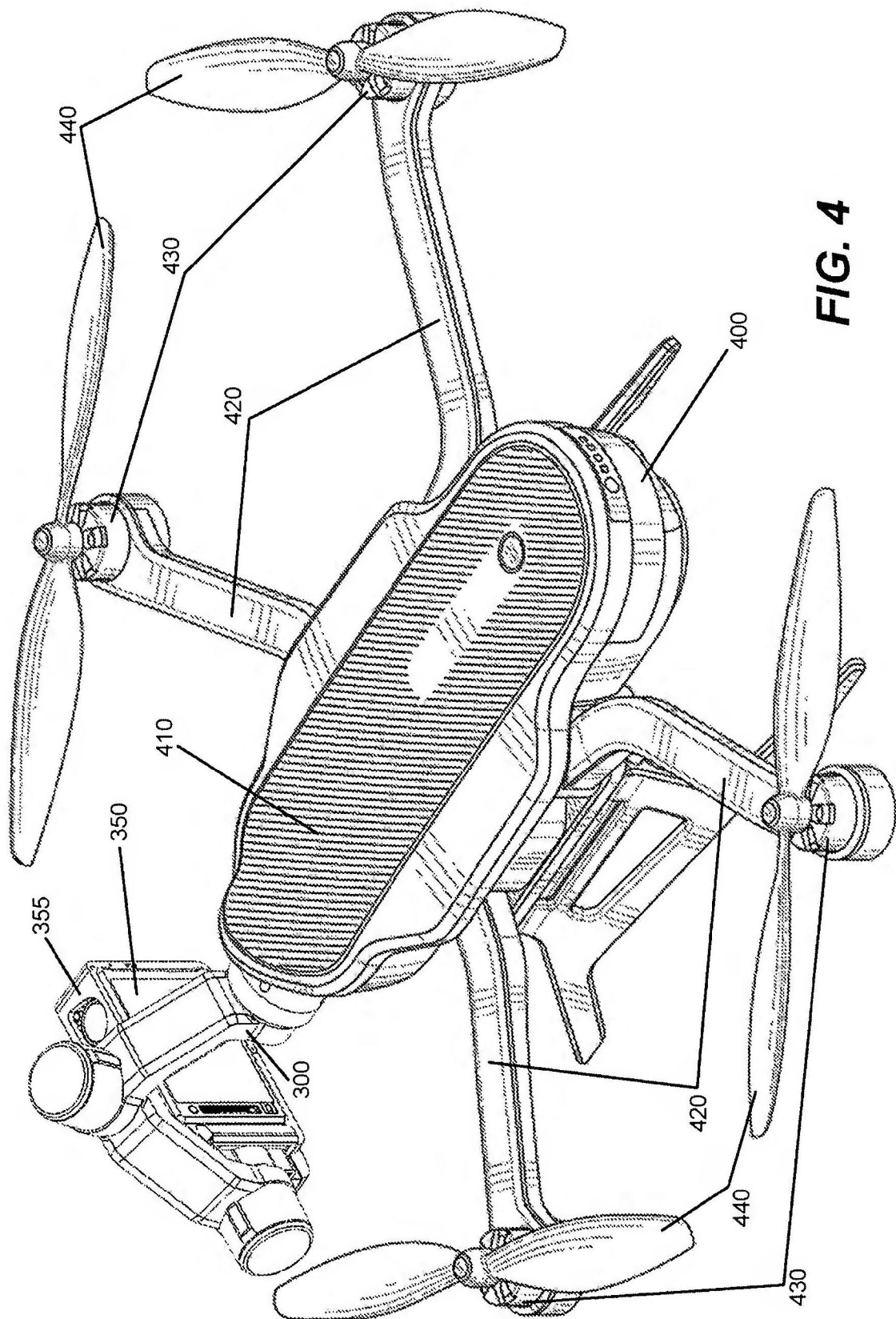
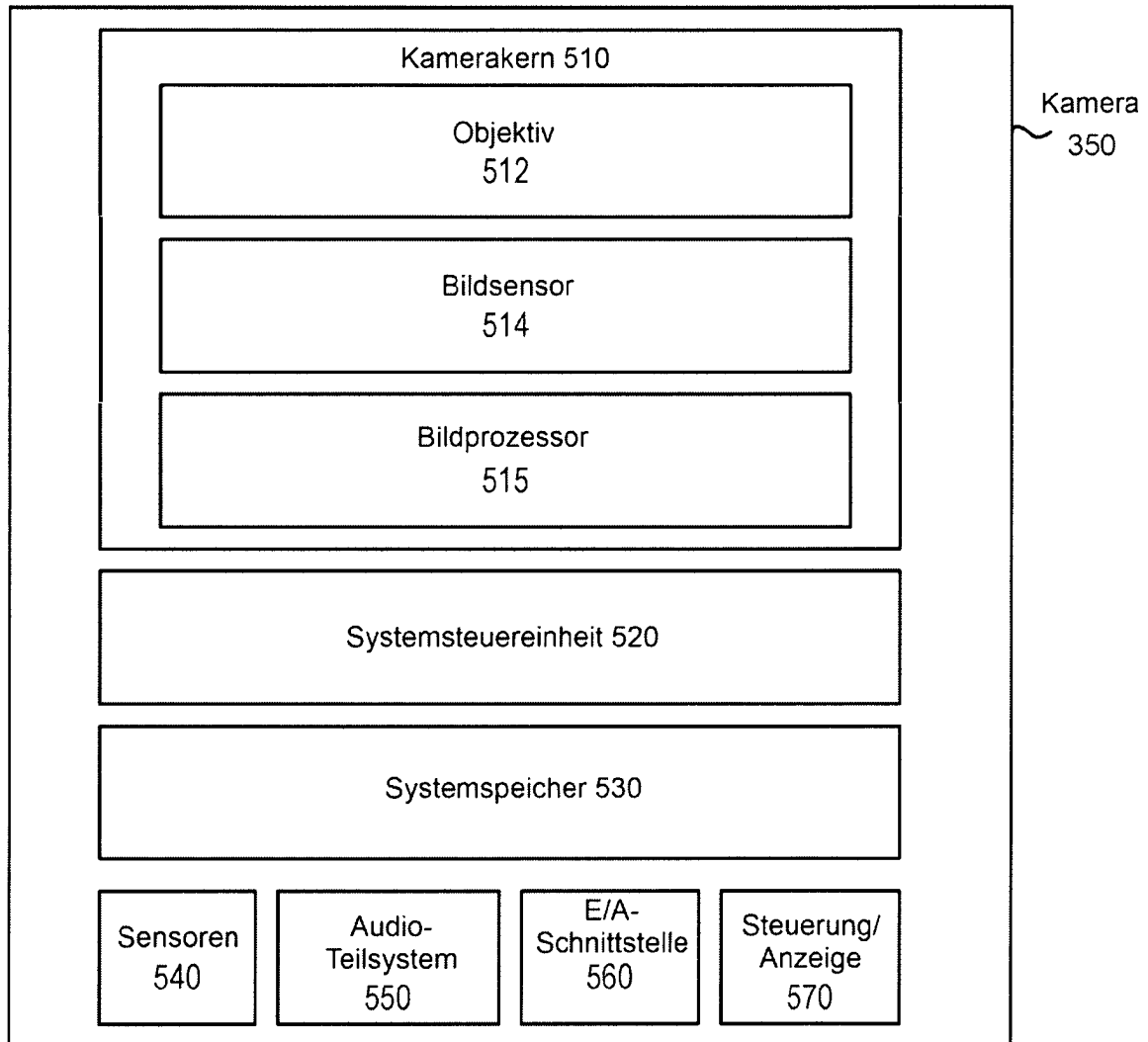


FIG. 3B





505

FIG. 5