(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 711 671 A2

(51) Int. Cl.: B64C 27/08 (2006.01)
B64C 27/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01537/15

(22) Anmeldedatum: 21.10.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.04.2017

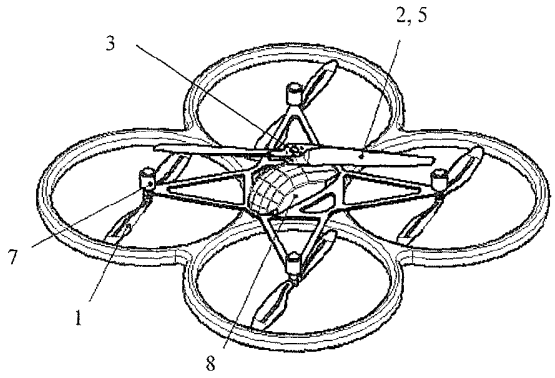
(71) Anmelder:
NIEDERBERGER-ENGINEERING AG,
Schinhaltenstrasse 20a
6370 Oberdorf NW (CH)

(72) Erfinder:
Anton Niederberger, 6370 Oberdorf NW (CH)

(54) Multikopter-Fluggerät mit mehreren Rotoren und Gyrokopter-Absturzsicherung.

(57) Multikopter-Fluggerät mit mindestens zwei Antriebsrotoren (1), wobei weiterhin mindestens ein Girokopterrotor (2) am Multikopter-Fluggerät angeordnet ist.

Die Verwendung eignet sich bevorzugt zum Erreichen eines verzögerten Absturzes von Multikopter-Fluggeräts im Falle eines Totalausfalls der Antriebsrotoren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Multikopter-Fluggerät mit mehreren Rotoren.
Das Multikopter-Fluggerät weist mindestens zwei Rotoren auf und ist darüber hinaus mit mindestens einem Gyrokopterrotor versehen.
Durch den Gyrokopterrotor wird das Multikopter-Fluggerät unabhängig vom Hauptantrieb gleit-, schwebe- sowie sinkflugfähig, so dass bei einem Ausfall des Rotorantriebes eine sanfte Notlandung ausführbar ist.
Multikopter-Fluggeräte sind in unterschiedlichen Ausführungen bekannt.
So ist aus der DE 10 2012 202 698 A1 ein Multikopter-Fluggerät bekannt, das mit einem Fallschirm eine vergleichsweise sanfte Notlandung ausführen kann. Allerdings kommt es bei der Fallschirmlösung zu einer Totzeit, die vergeht, bis der Fallschirm vollständig entfaltet ist. In dieser Totzeit beschleunigt das Fluggerät im freien Fall. Daher kommt diese Lösung nur für grössere Höhen infrage.
Aufgabe der Erfindung ist es, ein Multikopter-Fluggerät so auszubilden, dass es eine Notlandung bzw. einen sanften Absturz realisieren kann und dabei das Fluggerät und mitgeführte Zusatzeinrichtungen möglichst keinen Schaden nehmen.
Erfindungsgemäss wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst.
Die erfinderische Konzeption besteht drin, dass an dem vor Schaden zu schützenden Multikopter-Fluggerät neben den mindestens zwei Antriebsrotoren mindestens ein Gyrokopterrotor angeordnet ist.
Ein Gyrokopter- oder Gyrokopterrotor ist ein aus zwei oder mehreren gleichmässig zueinander bzw. sternförmig zueinander angeordneten Rotorblättern bestehender Rotor mit annähernd vertikaler Rotationsachse, wobei Profil und Anstellung der Rotorblatter so ausgeführt sind, dass der Gyrokopterrotor allein durch die Luftbewegung in Rotation versetzt wird. Die Rotation wiederum bewirkt einen aerodynamischen Auftrieb am Profil der Rotorblätter, der die Sinkgeschwindigkeit verringert. Vorteilhaft ist es, dass ein schräges/geneigtes Sinken realisiert wird, so dass vergleichsweise viel Luft den Rotor durchströmt, ohne dass der Höhenverlust dabei gross ist. Der Gyrokopterrotor ist somit ein Rotor, der durch seine Konstruktion den freien Fall bzw. Sinkflug zumindest verzögert.
Der Gyrokopterrotor ist dauerhaft betriebsbereit, so dass keine Totzeit vergehen muss und der Rotor ohne Verzögerung seine Funktion erfüllt. Durch die geringe Sink-, Fall- bzw. Notlandegeschwindigkeit können Schäden am Multikopter-Fluggerät und mitgeführten Zusatzeinrichtungen vermieden werden. Damit sollen Notlandungen vollzogen werden. Von einer gegebenenfalls verfügbaren Steuerung kann nur dann ausgegangen werden, wenn die Energiequelle noch eine Restkapazität besitzt, welche die Antriebsrotoren, zumindest teilweise antreiben kann. Doch soll insbesondere der Fall abgefangen werden, in welchem die Energiequelle gewissermassen abrupt ausfällt und ein ungebremster Absturz zu einem erheblichen Schaden führen würde. Im begrenzten Masse lassen sich auch Landeanflüge realisieren, bei welchen nur ein Teil der Antriebsrotoren aktiviert sind. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Energie gespart werden muss um die restliche Akkulaufzeit für eine beschränkte Steuerung bis zur Landung zu erhalten. Die ist beispielsweise bei einem sehr schnellen Ladungsabfall im Akkumulator oder in der Batterie der Fall.

[0002] Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Antriebsrotoren zugleich als Gyrokopterrotoren nutzbar. Die Antriebsrotoren sind entsprechend so ausgeführt, dass sie bei Antriebsausfall als Gyrokopterrotoren wirksam werden. Dazu ist beispielsweise ein Freilauf vorgesehen, der eine vom Antrieb unabhängige Rotation ermöglicht. Die Profile und der Anstellwinkel der Rotorblätter sind entsprechend so ausgeführt, dass sie entsprechend als Gyrokopterrotoren fungieren können.
Einer Weiterbildung entsprechend sind die Gyrokopterrotoren in einer Ebene oberhalb und/oder unterhalb der Ebene der Antriebsrotoren angeordnet. Dadurch befinden sie sich im Luftstrom der Antriebsrotoren und werden damit durch diese in Rotation versetzt. Auf diese Weise wirken sie am Auftrieb des Multikopter-Fluggeätes mit. Zugleich rotieren die Gyrokopterrotoren und müssen beim Ausfall nicht erst beschleunigt werden, um ihre Wirkung zu entfalten. Somit arbeiten die Gyrokopterrotoren permanent und bieten daher eine grösstmögliche Sicherheit gegen Absturz beim Ausfall der Antriebsrotoren. Eine Totzeit, die das Abfangen des Multikopter-Fluggerätes verzögern würde, wird vermieden. Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung des Multikopter-Fluggerätes ist im Bereich des geometrischen Schwerpunkts oder direkt im geometrischen Schwerpunkt die Rotationsachse der Gyrokopterrotoren angeordnet. Durch die zentrale Anordnung lassen sich ein oder mehrere übereinander angeordnete grosse Gyrokopterrotoren ausgeführen. Damit lässt sich die maximale Fläche des Multikopter-Fluggerätes nutzen. Durch diese Anordnung lässt sich bei Maximierung des Gyrokopterrotorflache vermeiden, dass die Gyrokopterrotoren die Abmasse des Multikopter-Fluggerätes ganz oder teilweise überragen. Zudem ermöglicht diese Lage eine besondere Lagestabilität beim plötzlichen Einsatz der Gyrokopterrotoren, da durch die Gyrokopterrotoren jene gegebenenfalls ungünstigen Lastverteilungen ohne weiteres Zutun direkt ausgeglichen werden, welche andernfalls durch die in Bezug auf den geometrischen Schwerpunkts gegebenenfalls im unregelmässigen Abstand angeordneten und individuell angesteuerten Antriebsrotoren ausgeglichen werden.
Einer zweckmässigen Weiterbildung entsprechend sind die Rotationsachsen bei zwei und mehr Gyrokopterrotoren jeweils zwischen zwei Antriebsrotoren und/oder an der Tragkonstruktion der Antriebsrotoren und/oder am Schutzrahmen der Antriebsrotoren angeordnet. Bei zwei Gyrokopterrotoren lässt sich die Landerichtung durch eine Neigung der Roationsachsen zueinander steuern. Die Roationsachsen sind auf diese Weise vorteilhaft am Halte- bzw. Schutzrahmen der Antriebsrotoren befestigt. Bei mehr als zwei Gyrokopterrotoren verbessert sich zudem die Lagestabilität.
Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind jeweils zwei Gyrokopterrotoren übereinander angeordnet, wobei der Drehsinn der Gyrokopterrotoren gegenläufig ist. Durch die übereinander positionierte Anordnung der Gyrokopterrotoren ist nur eine Welle für bevorzugt zwei, jedoch auch weitere Gyrokopterrotoren notwendig. Durch die ent-

gegengesetzte Profilierung der Rotorprofile der einzelnen Gyrokopterrotoren wird ein gegenläufiger Drehsinn realisiert. Entsprechend kompensieren sich die Drehmomente der Gyrokopterrotoren und verhindern so eine Rotation des Multikopter-Fluggerätes. Damit wird ein aus der Rotation des Multikopter-Fluggerätes resultierender spiralförmiger Sinkflug vermieden.

[0003] Einer zweckmässigen Weiterbildung entsprechend, sind die Gyrokopterrotoren als Schwungmasse ausgeführt sind und/oder mit einer Schwungmasse verbunden. Indem die Schwungmasse in den Gyrokopterrotoren integriert oder an diesen angebracht ist, wird erreicht, dass vorteilhaft keine zusätzlichen Anbauten oder Aufbauten erforderlich sind, um die Schwungmasse zu realisieren. Die Schwungmasse lässt sich jedoch im radialen Verlauf des jeweiligen Gyrokopterrotorblattes individuell anordnen und die gewünschte Wirkung zu erzielen. Alternativ bzw. ergänzend ist die Schwungmasse ringförmig an der Aussenseite der Gyrokopterrotoren bzw. an der Achse, gegebenenfalls im Bereich der Achsbefestigung angeordnet bzw. befestigt. Durch die Schwungmasse wird erreicht, dass sich die Gyrokopterrotoren aufgrund der Trägheit zunächst weiterdrehen und aus der Schwungmasse Energie entnimmt, die somit nicht durch die Gyrokopterrotoren aufgebracht werden muss. Damit wird der Sinkflug weiter verzögert. Die an der Aussenseite der Gyrokopterrotoren angebracht Schwungmasse stabilisiert zugleich durch die Trägheit den Sinkflug. Zudem weist diese von der Drehachse in maximaler Entfernung angeordnete Schwungmasse ein vorteilhaftes Speicherenergie-Schwungmasse-Verhältnis auf. Damit lässt sich das Schwungmassegewicht minimieren, was sich wiederum positiv auf die Gesamtmasse des Multikopter-Fluggerätes und die Minimierung der Sinkgeschwindigkeit auswirkt.

[0004] Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Rotationsachse der Gyrokopterrotoren ausserhalb des Schwerpunktes des Multikopter-Fluggerätes angeordnet. Durch die leicht vom Schwerpunkt verschobene Anordnung der Rotationsachse ergibt sich eine Neigung der Rotationsachse zur vertikalen Richtung und damit eine horizontale Neigung des Gyrokopterrotors. Diese Neigung führt zu einer geneigten Flugbahn und damit zu einer grösseren Luftdurchströmung des Gyrokopterrotors, die am Ende zu einen geringeren vertikalen Komponente der Fluggeschwindigkeit und damit zu einem verlangsamten Sinkflug führt.
Einer weiteren Ausführung der Erfindung entsprechend ist am Multikopter-Fluggerät ein Seitenleitwerk angeordnet. Dieses Seitenleitwerk ist vor allem zweckmässig, wenn nur ein Gyrokopterrotor vorgesehen ist. Das starre oder steuerbare Seiteleitwerk wirkt der Rotation des Multikopter-Fluggerätes entgegen und verhindert somit einen taumelnden bzw. spiralförmigen Sinkflug.

[0005] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0006] Es zeigen:

Fig. 1a–c zeigen ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren und einem oberhalb der Antriebsrotoren angeordneten Gyrokopterrotor

Fig. 1a in der Perspektivansicht

Fig. 1b in der Seitenansicht

Fig. 1c in der Draufsicht

Fig. 2a–c zeigen ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren und jeweils einem oberhalb und einem unterhalb der Antriebsrotoren angeordneten Gyrokopterrotor

Fig. 2a in der Perspektivansicht

Fig. 2b in der Seitenansicht

Fig. 2c in der Draufsicht

Fig. 3a–c zeigen ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren und zwei zwischen jeweils zwei Antriebsrotoren angeordneten Gyrokopterrotoren

Fig. 3a in der Perspektivansicht

Fig. 3b in der Seitenansicht

Fig. 3c in der Draufsicht

[0007] In den Fig. 1a–c ist ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren 1 und einem oberhalb der Antriebsrotoren 1 angeordneten Gyrokopterrotor 2 dargestellt. Die Antriebsrotoren 1 separat durch Elektromotoren 7 angetrieben. Die Roationsachse 3 des Gyrokopterrotors 2 befindet sich im geometrischen Zentrum des Multikopter-Fluggerätes. Der Gyrokopterrotor 2 wird nicht direkt angetrieben, sondern wird durch die ihn durchströmende Luft in Drehung versetzt. Hier wird der Gyrokopterrotor 2, der sich in einer Ebene oberhalb der Antriebsrotoren 1 befindet, durch die von den Antriebsrotoren 1 angesaugte Luft in Bewegung gesetzt. Damit trägt der Gyrokopterrotor 2 durch das Profil der Rotorblätter 5 bei ausrei-

chender Beschleunigung auch bzw. mit zum Auftrieb bei. Sobald die Antriebsrotoren 1 nicht mehr aktiv in Drehung versetzt werden, rotieren der Gyrokopterrotor 2 zunächst durch deren Trägheit weiter. Die Luftströmung durch Gyrokopterrotor 2, die sich aus dem Sinkflug ergibt, bewirkt durch entsprechende Profilierung der Rotorblätter 5 des Gyrokopterrotors 2 die weitere Rotation und damit einen Auftrieb, der das Sinken des Multikopter-Fluggerätes verlangsamt. Weiterhin sind Solarmodule 8 vorgesehen, die der Energieversorgung der Antriebsrotoren 1 dienen.

[0008] Die Fig. 2a–c zeigen ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren 1 und jeweils einem oberhalb und einem unterhalb der Antriebsrotoren 1 angeordneten Gyrokopterrotor 2. Die Roationsachsen 3 beider Gyrokopterrotoren 2 liegen auf einer Linie. Die beiden Gyrokopterrotoren 2 sind so profiliert, dass sich durch die Luftströmung ein zueinander gegenläufiger Drehsinn einstellt. Die Rotorblätter 5 des Gyrokopterrotors 2 werden entsprechend durch die von den Antriebsrotoren 1 angesaugte und nachfolgend abgeführte Luft in Rotation versetzt.
Damit wird erreicht, dass die Wirkungen beider Gyrokopterrotoren 2 sich in der horizontalen Richtung gegenseitig aufheben. Somit wird vermieden, dass sich das Multikopter-Fluggerät selbst gegenläufig zum Gyrokopterrotor 2 dreht und damit einerseits die Wirkung des Gyrokopterrotors 2 mindert und andererseits zu einem spiralförmigen Sinkflug führen würde.
Die Darstellungen aus den Fig. 2a–c gleichen in allen anderen Merkmalen den aus Fig. 1a–c bekannten Darstellungen.

[0009] Eine Variation dieser Ausführung lässt sich in der Weise realisieren, dass beide Gyrokopterrotoren 2 oberhalb der Ebene der Antriebsrotoren 1 angeordnet sind. So ist es auch möglich, dass beide Gyrokopterrotoren 2 unterhalb der Ebene der Antriebsrotoren 1 angeordnet sind.

[0010] In einer weiteren Abwandlung zu den voranstehenden Figuren ist ein Gyrokopterrotor 2 unterhalb der Ebene der Antriebsrotoren 1 angeordnet. In dieser Ausführung werden die Rotorblätter 5 des Gyrokopterrotors 2 durch die von den Antriebsrotoren 1 in Bewegung versetzte Luft zur Rotation gebracht und bewirken insbesondere bei Ausfall der Antriebsrotoren 1 einen verlangsamten Sinkflug.

[0011] Die Fig. 3a–c zeigen ein Multikopter-Fluggerät mit vier Antriebsrotoren 1 und zwei zwischen jeweils zwei Antriebsrotoren 1 angeordneten Gyrokopterrotoren 2. Die Rotationsachsen 3 der Gyrokopterrotoren 2 sind jeweils zwischen zwei Antriebsrotoren 1 am Halterahmen 9 des Multikopter-Fluggerätes befestigt. Die Anregung zur Drehung erfolgt auch hier zunächst durch die Rotation der Antriebsrotoren 1, die die Luft durch die Ebene der Gyrokopterrotoren 2 bewegen. Bei Ausfall der Antriebsrotoren 1 drehen sich die Gyrokopterrotoren 2 zunächst durch die Trägheit weiter und werden zunehmend durch die die Gyrokopterrotoren im Sinkflug durchströmende Luft angetrieben, was wiederum durch den Auftrieb an den Profilen der Rotorblätter 5 der Gyrokopterrotoren 2 den Sinkflug verlangsamt. Durch einen gegenläufigen Drehsinn beider Gyrokopterrotoren 2 wird eine Rotation des Multikopter-Fluggerätes vermieden und entsprechend der Sinkflug stabilisiert.
Durch eine Anordnung der Rotationsachsen 3 bzw. der Linie zwischen den Rotationsachsen 3 ausserhalb des Schwerpunktes kommt es durch das Kräftegleichgewicht zu einer Schrägstellung der Rotoren und damit zu einer geneigten Sinkflugbahn. Auf diese Weise wird der zurückgelegte Weg verlängert und somit dafür gesorgt, dass mehr Luft durch die Gyrokopterrotoren 2 strömt, was wiederum den Auftrieb erhöht und den Sinkflug verlangsamt.
Die Darstellungen aus den Fig. 3a–c gleichen in allen anderen Merkmalen den aus Fig. 1a–c bekannten Darstellungen. In nicht gezeigten Varianten sind jeweils zwei

[0012] Gyrokopterrotoren 2 in einer Linie übereinander angeordnet. Im Prinzip sind alle Anordnungen von einem oder mehreren Gyrokopterrotoren 2 oberhalb und unterhalb der Ebene der Antriebsrotoren 1 möglich. Die Gyrokopterrotoren 2 sind sowohl kleiner als der Querschnitt der Antriebsrotoren 1 ausgeführt sein. Sie können diesen auch überragen. Ebenso lassen sich die Antriebsrotoren 1 mit einem Profil, einer Anstellung und/oder einem Freilauf ausgeführen, so dass diese zugleich als Gyrokopterrotoren 2 fungieren.

Zusammenstellung der Bezugszeichen

[0013]

1 – Antriebsrotor

2 – Gyrokopterrotor

3 – Rotationsachse

4 – Schwungmasse

5 – Rotorblätter

6 – Seitenleitwerk

7 – Elektromotoren

8 – Solarmodule

9 – Halterahmen, Schutzrahmen, Tragkonstruktion

Patentansprüche

1. Multikopter-Fluggerät mit mindestens zwei Antriebsrotoren (1), dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin mindestens ein Gyrokopterrotor (2) am Multikopter-Fluggerät angeordnet ist.
2. Multikopter-Fluggerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsrotoren (1) zugleich als Gyrokopterrotoren (2) nutzbar sind.
3. Multikopter-Fluggerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gyrokopterrotoren (2) in einer Ebene oberhalb und/oder unterhalb der Antriebsrotoren (1) angeordnet ist.
4. Multikopter-Fluggerät nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (3) der Gyrokopterrotoren (2) im Bereich des geometrischen Schwerpunkts oder direkt im geometrischen Schwerpunkt des Multikopter-Fluggerätes angeordnet ist.
5. Multikopter-Fluggerät einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachsen (3) bei zwei und mehr Gyrokopterrotoren (2) jeweils zwischen zwei Antriebsrotoren (1) und/oder an der Tragkonstruktion (9) der Antriebsrotoren (1) und/oder am Schutzrahmen (9) der Antriebsrotoren (1) angeordnet sind.
6. Multikopter-Fluggerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei Gyrokopterrotoren (2) übereinander angeordnet sind, wobei der Drehsinn der Gyrokopterrotoren (2) gegenläufig ist.
7. Multikopter-Fluggerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gyrokopterrotoren (2) als Schwungmasse ausgeführt sind und/oder mit einer Schwungmasse (4) verbunden sind.
8. Multikopter-Fluggerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Roationsachse (3) der Gyrokopterrotoren (2) ausserhalb des Schwerpunktes des Multikopter-Fluggerätes angeordnet ist, beziehungsweise die Linie, die beide Roationsachsen (3) verbindet, ausserhalb des Schwerpunktes des Multikopter-Fluggerätes verläuft.

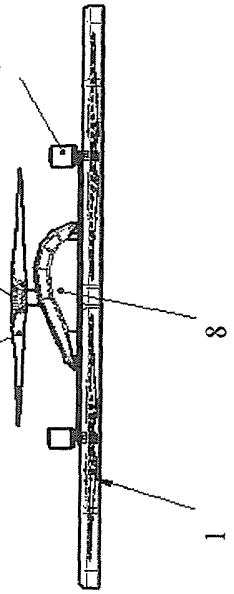


Fig. 1b

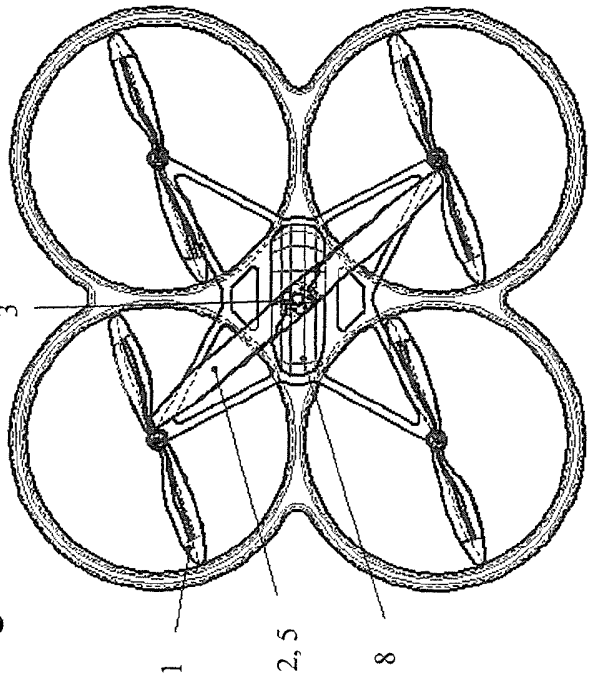


Fig. 1c

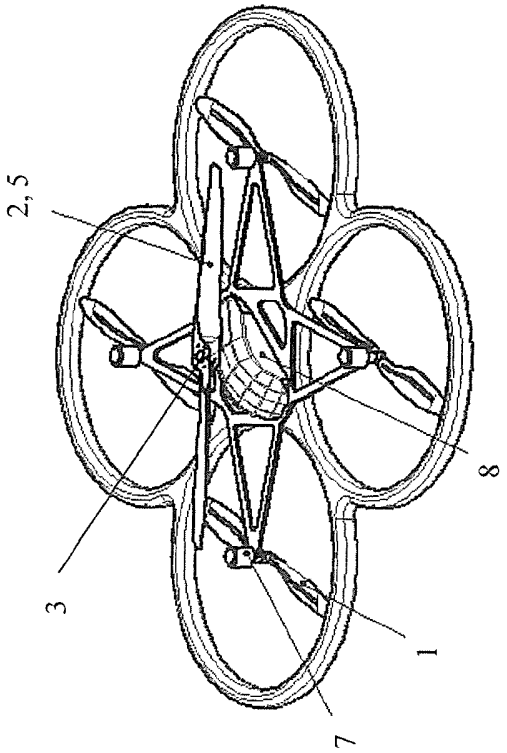


Fig. 1a

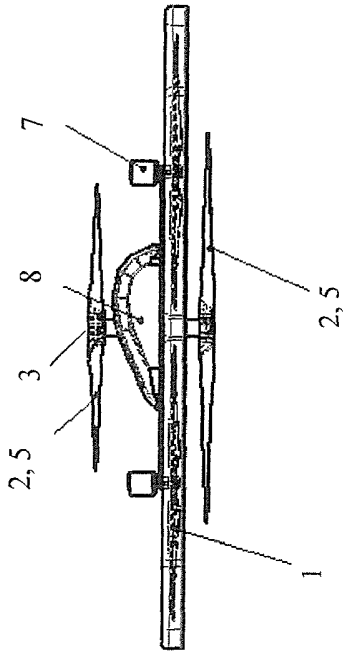


Fig. 2b

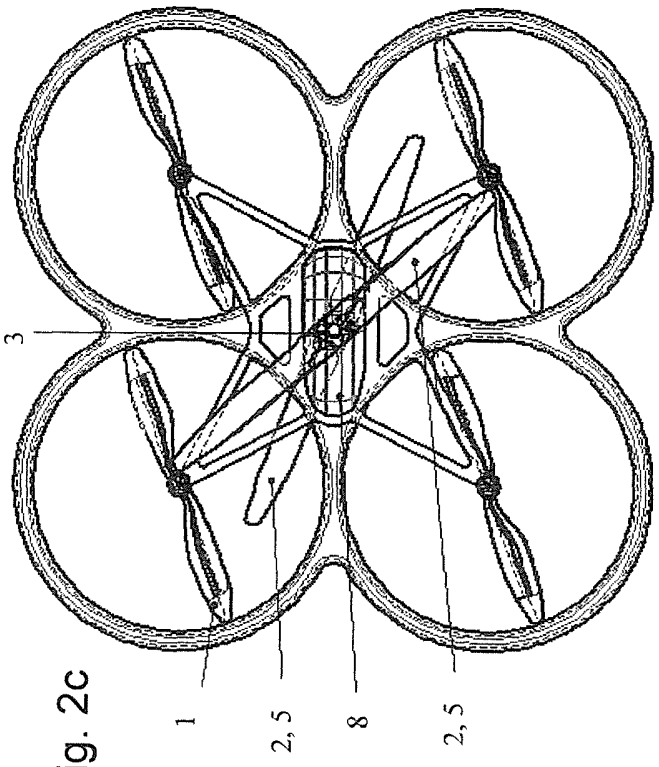


Fig. 2c

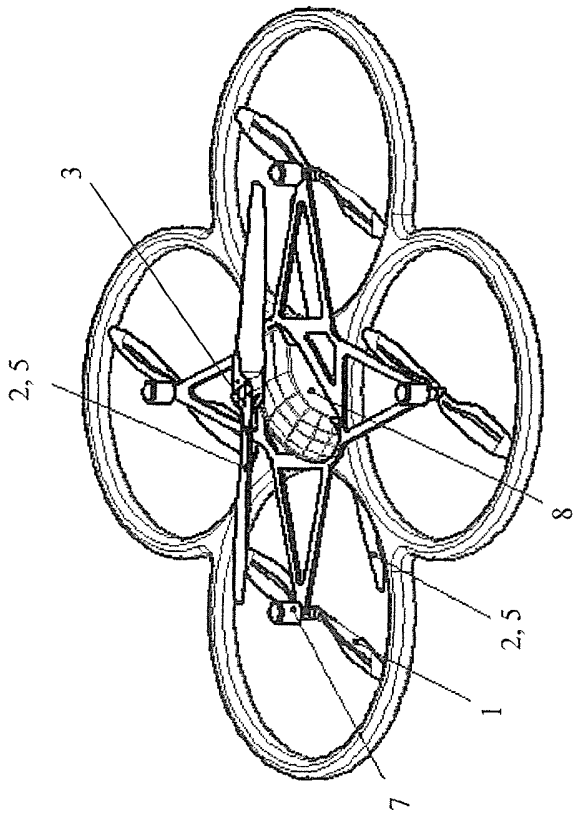


Fig. 2a

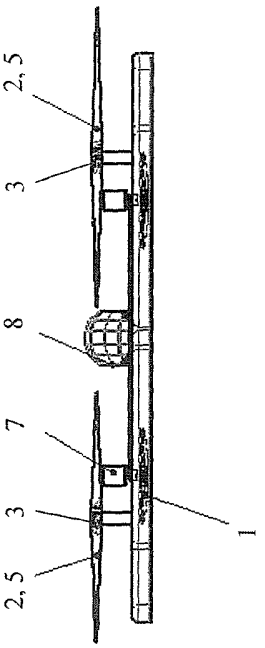


Fig. 3b

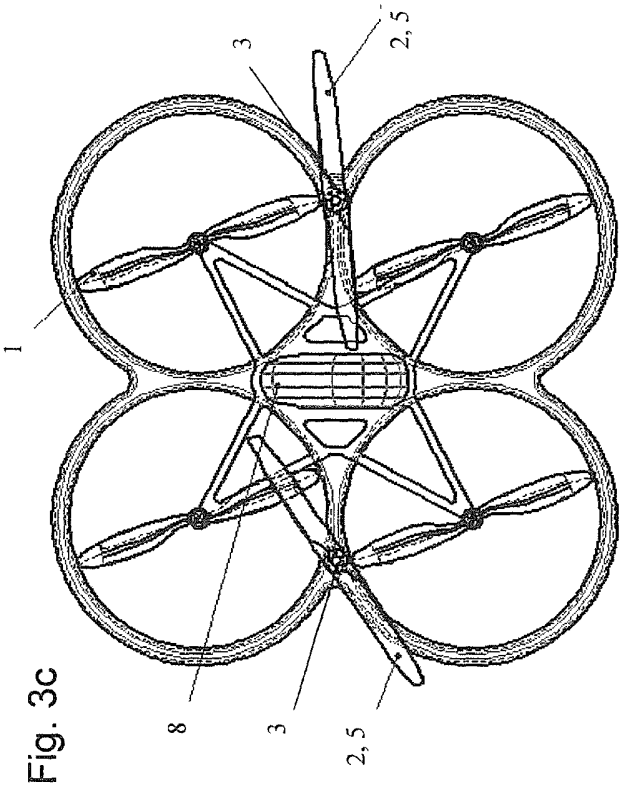


Fig. 3c

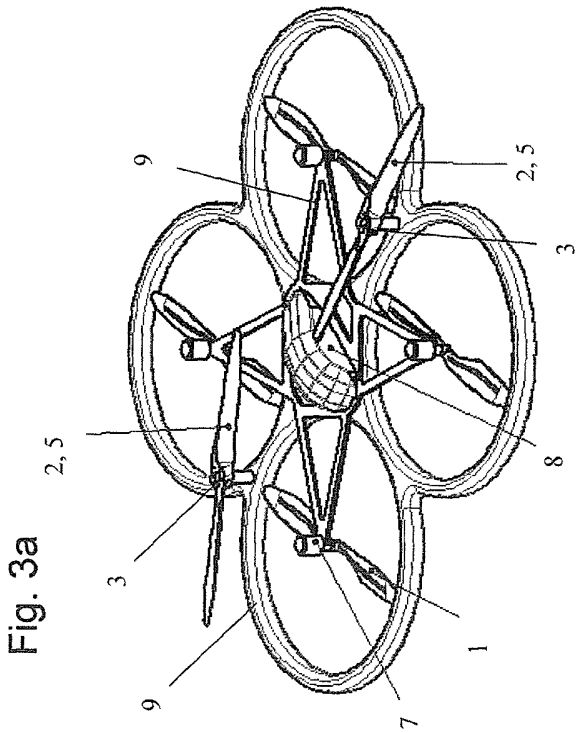


Fig. 3a