

Bibliographic data: DE102005014949 (A1) – 20061005

Multi-rotor helicopter e.g. reconnaissance drone for urban areas, has support frame divided into at least two groups of structures mechanically connected together as such that electrical connection between groups is possible

Title: DE102005014949 (A1) - Multi-rotor helicopter e.g. reconnaissance drone for urban areas, has support frame divided into at least two groups of structures mechanically connected together as such that electrical connection between groups is possible

Inventor(s):

Applicant(s): DOLCH STEFAN [DE]

- IPC: B64C27/00; A63H27/133

Classification: A63H 27/12; B64C 27/08; B64C 39/024; B64C 2201/024; B64C 2201/027;
- CPC: B64C 2201/042; B64C 2201/108; B64C 2201/123; B64C 2201/127;
B64C 2201/146; B64C 2201/165

Application number: DE20051014949 20050401

Priority number(s): DE20051014949 20050401

Abstract of DE102005014949 (A1)



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 014 949 A1 2006.10.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 014 949.9

(22) Anmeldetag: 01.04.2005

(43) Offenlegungstag: 05.10.2006

(51) Int Cl.⁸: **B64C 27/00** (2006.01)
A63H 27/133 (2006.01)

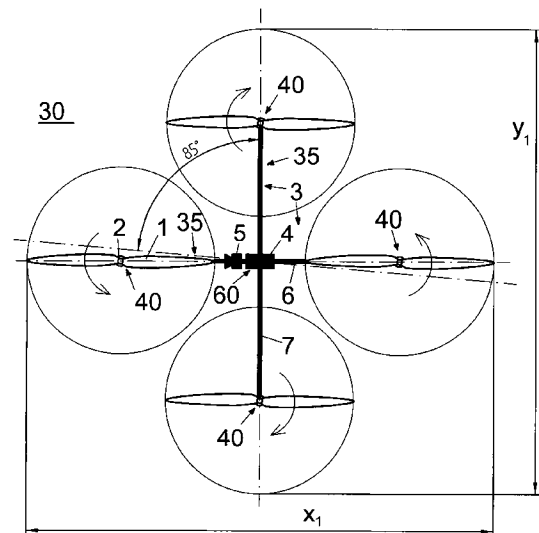
(71) Anmelder:
Dolch, Stefan, Dipl.-Ing. (FH), 67061
Ludwigshafen, DE

(72) Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Hubschrauber mit variablen Abmessungen

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Hubschrauber (30) mit drei oder mehr Hubeinheiten (40) mit jeweils wenigstens einem Rotor (1) und wenigstens einem den Rotor antreibenden Elektromotor (2) beschrieben, dessen Traggerüst (3) zwei- oder mehrgeteilt ausgebildet ist. Die Baugruppen (35) des Hubschraubers (30) sind über wenigstens ein Gelenk (60) miteinander mechanisch verbunden. Die Abmessungen des Hubschraubers (30) sind variabel. Er kann zusammengeklappt werden.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Hubschrauber sind Drehflügerfluggeräte mit wenigstens einem motorisch angetriebenen Rotor. Es gibt zahlreiche Ausführungsformen mit unterschiedlich vielen Rotoren in verschiedenen Anordnungen.

[0002] Kleine und leichte Hubschrauber, vornehmlich mit Elektroantrieb, gewinnen als unbemannte Kamerasträger, Meßplattformen und Aufklärungsdrohnen zunehmend an Bedeutung. Die Entwicklung wird gepuscht durch die stetige Fortentwicklung elektrischer Energiespeicher, hin zu immer höherer Energie- und Leistungsdichte.

[0003] In dieser Schrift geht es um eine bestimmte Bauart von Hubschraubern, nämlich um solche mit drei und mehr Hubeinheiten (sogenannte Mehrrotorenhubschrauber). Unter Hubeinheit wird die Kombination mindestens eines Rotors mit mindestens einem den Rotor antreibenden Motor verstanden. Die Hubeinheiten können auch andere Komponenten enthalten, z. B. Getriebe oder Drehzahlsteller. Die Kombination von genau einem Rotor mit genau einem Motor ist die häufigste Ausführung einer Hubeinheit. Die Achsen der Rotoren stehen typischerweise (annähernd) senkrecht. Die Rotoren dienen vornehmlich der Auftriebserzeugung – daher der Name Hubeinheit.

[0004] Hervorzuheben ist der 4-rotorige Hubschrauber, der systembedingte Vorteile hat und dessen wirtschaftlicher Nutzen zunimmt, forciert durch aktuelle Entwicklungen verbesserter Techniken zur Stabilisierung der Fluglage, die sich bei diesem Hubschraubertyp besonders wirkungsvoll umsetzen lassen. Zu den Vorteilen des 4-Rotoren-Konzepts zählt die Möglichkeit einer Steuerung um alle Achsen allein über die Drehzahl von vier starren Rotoren, also ohne Mechanik außer drehenden Wellen, insbesondere ohne kollektive und zyklische Rotorblattverstellung. 4-rotorige Hubschrauber können demnach mechanisch sehr minimalistisch aufgebaut werden.

[0005] In der Draufsicht sind die Hubeinheiten von 4-rotorigen Hubschraubern fast immer an den Ecken eines Vierecks angeordnet, oft an den Ecken eines Quadrats. Die Achsabstände sind meist so groß, dass sich die durch die Rotoren definierten Kreisflächen gerade nicht überschneiden. Damit können die Rotoren auf einer Ebene angeordnet sein, ohne sich zu berühren.

[0006] Aus Gründen der aerodynamischen Effizienz sollten die Rotoren eher große Durchmesser aufweisen (niedrige Kreisflächenbelastung). Mit steigendem Durchmesser wachsen aber auch die äußeren Abmessungen des Hubschraubers an. Die großen Dimensionen stören vor allem bei Lagerung und Transport.

Stand der Technik

[0007] Einen Ansatz zu Miniaturisierung von 4-rotorigen Hubschraubern liefert das deutsche Gebrauchsmuster Nr. 20 2004 016 509.0. Hiernach sind die Achsabstände der Rotoren kleiner, mit Überschneidung der Rotorkreisflächen einhergehend. Um Kollisionen zu vermeiden, arbeiten die Rotoren hier auf unterschiedlichen Höhen. Nachteile dieser Lösung: etwas reduzierte Effizienz und ein lauterer Rotorgeräusch durch die (dicht) aneinander vorbeikämmenden Rotorblätter. Bei einer Reihe von Anwendungen sind diese Nachteile nicht akzeptabel, z. B. bei Aufklärungsdrohnen, die unentdeckt bleiben sollen.

[0008] Die Anforderungen an kompakte Bauweise sind z. T. extrem streng. So sollen künftig Personen, die zu Fuß unterwegs sind, Aufklärungsfluggeräte in Rucksäcken oder Handtaschen mit sich führen (z. B. für die Suche nach Überlebenden von Erdbeben innerhalb und außerhalb einsturzgefährdeter Gebäude). Als Mehrrotorenhubschrauber hat ein solches Gerät mit der heute verfügbaren (Kamera)technik rund einen Meter Gesamtgröße. (Hintergrund:

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen elektrisch angetriebenen Mehrrotorenhubschrauber mit möglichst kleinen Transportabmessungen zu schaffen, bei gleichzeitig hoher Effizienz, leisem Fluggeräusch, einfacher Bedienung sowie kurzer Rüstzeit. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Veränderung der Abmessungen eines Mehrrotorenhubschraubers anzugeben.

Kurzer Abriss der Erfindung

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mithilfe einer Teilung des Hubschrauber-Traggerüsts gelöst. Das Traggerüst, an dem die Hubeinheiten befestigt und miteinander verbunden sind, ist an wenigstens einer Stelle geteilt, so dass der Hubschrauber aus wenigstens zwei Baugruppen besteht. Die einzelnen Baugruppen sind durch wenigstens ein Gelenk mechanisch gekoppelt. Der Hubschrauber ist damit in seiner Größe veränderlich, kann zusammen- und wieder auseinandergeklappt werden. (Die Begriffe „zusammen- und auseinanderklappen“ werden hier synonym auch für „zusammen- und auseinanderschieben“ verwendet, also für rotatorische und translatorische Gelenkbewegung gleichermaßen.)

[0011] Durch die gelenkige Ausführung des Traggerüsts kann der Platzbedarf bei Lagerung und Transport des Fluggeräts beträchtlich reduziert werden, auch wenn die Achsabstände der Rotoren so groß ausgeführt werden, dass sich die Rotorkreisflächen in der Draufsicht nicht überschneiden (leises Fluggeräusch).

[0012] Weil die einzelnen Hubeinheiten mit elektrischer Energie versorgt und von einer Steuereinheit angesteuert werden müssen, ist neben der mechanischen Koppelung der Baugruppen auch eine elektrische vorgehen.

[0013] Erfindungsgemäß ist wenigstens eine elektrische Verbindung zwischen den Baugruppen vorhanden, die elektrische Komponenten verschiedener Baugruppen elektrisch leitfähig verbindet. Zu diesen elektrischen Komponenten zählen alle Einrichtungen, die mit elektrischem Strom arbeiten (Drehzahlsteller, Elektromotoren, Steuerelektroniken etc.).

[0014] Nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung enthält die elektrische Verbindung elektrische Kontakte. Die Kontakte können (automatisch) geschlossen werden, wenn das Fluggerät in Flugposition auseinandergeklappt wird.

[0015] Die elektrische Verbindung kann eine elektrische Leitungen beinhalten. Diese kann bevorzugt flexibel ausgeführt sein. Durch deren Flexibilität kann eine Bewegung des Gelenks ermöglicht werden, ohne Trennung der Leitung. Die Leitung kann also vorzugsweise so beschaffen und verlegt sein, dass sie einer Bewegung des Gelenks folgen kann, die Gelenkbewegung also nicht blockiert. Beweglichkeit im Gelenk ist demnach gegeben, auch ohne dass die Leitung getrennt wird, z. B. durch Lösen einer Steckverbindung. Bei Gelenkbewegung kann die flexible, elektrische Leitung auf Biegung und/oder Torsion beansprucht sein.

[0016] Die Leitung kann bevorzugt in unmittelbarer Nähe des Gelenks geführt sein, mit oder ohne Steckverbindung ausgebildet sein.

[0017] Typischerweise sind mindestens drei elektrische Einzelleitungen je Hubeinheit vorgesehen (Plus, Minus, Signal), die zu einem mehradrigen Kabel zusammengefasst sein können, mit dem die Baugruppen elektrisch gebrückt sind.

[0018] Wenn die Leitungen an den Verbindungsstellen der Traggerüstbaugruppen ohne Steckverbindung ausgebildet sind, können auch eventuelle Kontaktprobleme an solchen Steckkontakten prinzipiell ausgeschlossen werden. Weitere Vorteile: Der Arbeitsaufwand für das Zusammen- und Auseinanderstecken entfällt. Ein Zusammenstecken von Steckverbindungen kann nicht vergessen werden – Fehlfunktion wegen fehlendem Kontakt ausgeschlossen.

[0019] Es kann aber auch sinnvoll sein, dennoch Steckverbindungen vorzusehen, z. B. um Baugruppen komplett voneinander trennen oder austauschen zu können.

[0020] Die elektrische Leitung kann eine Litze enthalten, vorzugsweise eine feinadrige Kupferlitze mit PVC- oder Siliconummantelung, die auch nach zahlreichen Biegewechseln nicht zum Kabelbruch neigt.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können Baugruppen des Hubschraubers mit wenigstens einem Gelenk mit einem einzigen Freiheitsgrad verbunden sein.

[0022] Ein Gelenk kann eine translatorische Bewegung realisieren. Es können axial verschiebbliche Gelenkstrukturen oder Schiebesitze (Schiebegelenk) zur mechanischen Koppelung der Baugruppen zum Einsatz gelangen. Komponenten können teleskopierend ausgebildet sein (Teleskopgelenk).

[0023] Die Bewegung des Gelenks kann vorzugsweise eine Dreh- oder Schwenkbewegung sein. Drehgelenke haben gegenüber Schiebegelenken meist den Vorteil, dass die elektrische Verbindung mit einer elektrischen Leitung mit kürzerer Leitungslänge ausgeführt werden kann.

[0024] Die Gelenke können in verschiedener Anzahl und an verschiedenen Stellen des Hubschraubers angebracht sein. Die räumliche Orientierung kann variieren, ebenso wie die konstruktive Gestaltung. So können die Drehachsen aller Gelenke auf einer Achse liegen. Es können vorzugsweise ein einziges, zwei oder drei Gelenke vorgesehen sein.

[0025] Die Drehachse eines Gelenks kann näherungsweise senkrecht oder waagrecht stehen, je nach angestrebtem Freiheitsgrad. Es kann auch nur ein einziges Gelenk mit näherungsweise senkrechter Achse zum Einsatz gelangen.

[0026] Die Bewegung eines Gelenks kann mit einem Anschlag begrenzt sein. Die Flugposition kann arretiert sein. Das Gelenk kann aber auch selbstsichernd in einer (bestimmten) Stellung verharren, ohne Verriegelungsmechanismus.

[0027] Als Werkstoff für Gelenkkomponenten können faserverstärkte Kunststoffe Verwendung finden, bevorzugt kohlefaserverstärkte. Diese Werkstoffe zeichnen sich durch niedriges Gewicht bei hoher Festigkeit aus.

[0028] Die Blattzahl der (vorzugsweise starren) Rotoren kann variieren. Herkömmliche Rotoren weisen zwei oder mehr Rotorblätter auf. Kompakte Abmessungen lassen sich erzielen, wenn die Rotorblätter eines Rotors in einer Flucht liegen, wie typischerweise bei zweiblättrigen Rotoren. Die Rotoren können auch nur je ein Blatt aufweisen, mit einem (kurzen) Gegengewicht auf der anderen Seite, als Ausgleich der rotierenden Massenkraft. Das Gegengewicht kann als Stromlinienkörper ausgeformt sein (reduzierter Luftwiderstand). Mit Einblattrotoren kann von Fall zu Fall das Packmaß weiter reduziert werden. Die Rotoren können in eine platzsparende Position gedreht werden, in der das einzelne Rotorblatt weniger übersteht.

[0029] Die von den Rotoren gebildeten Rotorebenen (Drehebene) können einen (axialen) Abstand zueinander aufweisen, vorzugsweise in Richtung (senkrechter) Drehachsen von Gelenken. Mit einer solchen "Höhenstaffelung" können Rotorblätter in einer zusammengeklappten Position des Hubschraubers einander überlappend noch enger und raumsparender zusammengeschoben werden. Ein ähnlicher Effekt kann mit unterschiedlichen Abständen der Hubeinheiten zu Drehachsen erzielt werden.

[0030] Gemäß weiteren Aspekten der Erfindung kann das komplette Fluggerät in einem kompakten Behältnis untergebracht werden, dessen Abmessungen und/oder Volumen klein sind.

[0031] Die Abflugmasse des Hubschraubers kann niedrig sein, bevorzugt unter ca. 5 kg, besonders bevorzugt unter ca. 1 kg.

[0032] Schließlich stellt die Erfindung noch ein Verfahren zur Veränderung der Abmessungen eines Mehrrotorenhubschraubers bereit. Das Verfahren enthält die Schritte

- Erzeugung einer Bewegung an einem Gelenk zwischen Baugruppen, einhergehend mit Vergrößerung oder Verkleinerung wenigstens einer Abmessung des Hubschraubers;
- Drehung wenigstens eines Rotors in eine andere Position;
- Sicherstellung einer elektrischen Verbindung zwischen Baugruppen in wenigstens einer Gelenkstellung.

[0033] Bei einer bevorzugten Variante des Verfahrens kann eine flexible, elektrische Leitung zwischen Baugruppen einer Gelenkbewegung folgen, ohne dass die Leitung getrennt wird (z. B. durch Lösen einer Steckverbindung).

[0034] In einer (bestimmten) Gelenkposition können sich alle Rotoren frei drehen (bevorzugt für Stellung "auseinandergeklappt"). Diese Position kann arretiert werden. Sie kann auch Endlage einer Gelenkbewegung sein.

[0035] Fallweise ist eine (weitere) Reduzierung der Abmessungen möglich, wenn ein Rotor in eine platzsparende Rotorstellung gedreht wird.

[0036] Eventuelle vorhandene, elektrische Kontakte zwischen Baugruppen können mit einer Gelenkbewegung (automatisch) geöffnet oder geschlossen werden.

Ausführungsbeispiel

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- [0037] Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, die unter Bezugnahme der nachfolgenden Figuren erläutert werden.
- [0038] Fig. 1 zeigt eine Draufsicht eines 4-rotorigen Hubschraubers im auseinandergeklappten Zustand;
- [0039] Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Hubschraubers gemäß Fig. 1 (vereinfachend ohne Positionen **40** rechts und links);
- [0040] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht des Hubschraubers nach Fig. 1 im zusammengeklappten Zustand (Variante **1**);
- [0041] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht des Hubschraubers nach Fig. 1 im zusammengeklappten Zustand (Variante **2**);
- [0042] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht des Drehgelenks des Hubschraubers nach den Fig. 3 und Fig. 4 (vereinfachend ohne Positionen **4** und **70**);
- [0043] Fig. 6 zeigt eine Längsschnittansicht des Drehgelenks nach Fig. 5;
- [0044] Fig. 7 zeigt eine Draufsicht des Hubschraubers nach Fig. 1 im zusammengeklappten Zustand (Variante **3**);
- [0045] Fig. 8 zeigt eine Draufsicht des Hubschraubers nach Fig. 1 im zusammengeklappten Zustand (Variante **4**);
- [0046] Fig. 9 zeigt eine Längsschnittansicht der drei Drehgelenke des Hubschraubers nach den Fig. 7 und Fig. 8 (vereinfachend ohne Positionen **70**); und
- [0047] die Fig. 10 bis Fig. 31 zeigen mögliche Anordnungen von Gelenken in schematischer Darstellung.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0048] Die Fig. 1 und Fig. 2 zeigen einen 4-rotorigen Hubschrauber **30** im auseinandergeklappten Zustand, der als Mikrodrohne zu Luftaufklärung in urbanem Gelände geeignet ist. Der Hubschrauber umfasst insgesamt vier Hubeinheiten **40**. Die Hubeinheiten **40** besitzen jeweils einen im Ausführungsbeispiel zweiblättrigen Rotor **1** sowie einen den Rotor antreibenden Elektromotor **2**. Die Hubeinheiten **40** sind an einem Traggerüst **3** befestigt und durch dieses miteinander verbunden (Kernaufgabe des Traggerüsts, nicht nur in diesem Ausführungsbeispiel). Das Traggerüst **3** trägt ferner eine zentrale Steuereinheit **4**, in der auch die Energieversorgung (Akku) untergebracht ist, sowie eine Nutzlast **5**. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich hierbei um eine Kamera.

[0049] Die technischen Daten des Hubschraubers **30** sind wie folgt:

Rotordurchmesser:	380 mm
Leistungsbedarf (Schwebeflug):	16 W
Flugzeit:	20 min
Abflugmasse:	300 g

[0050] Abmessungen über alles:

	Länge x	Breite y	Höhe z
auseinandergeklappt (Figuren 1 und 2, Abmessungen mit Index 1)	950 mm (100 %)	950 mm (100 %)	70 mm (100 %)
zusammen- geklappt	Variante 1: 1 Gelenk, 2-Blatt-Rotoren (Figur 3, Abmess. mit Index 2)	950 mm (100 %)	50 mm (5 %)
	Variante 2: 1 Gelenk, 1-Blatt-Rotoren (Figur 4, Abmess. mit Index 3)	630 mm (66 %)	50 mm (5 %)
	Variante 3: 3 Gelenke, 2-Blatt-Rotoren (Figur 7, Abmess. mit Index 4)	510 mm (54 %)	100 mm (10 %)
	Variante 4: 3 Gelenke, 1-Blatt-Rotoren (Figur 8, Abmess. mit Index 5)	350 mm (37 %)	100 mm (10 %)
		70 mm (100 %)	70 mm (100 %)

[0051] Am Traggerüst **3** ist typischerweise auch das Landegestell angebracht. Im vorliegenden Fall sind das vier Stelzenbeine **10**. Das Traggerüst **3** kann aus einzelnen Teilen zusammengefügt sein. Mechanisch stellt es – im auseinandergeklapptem Zustand – eine (weitgehend) starre Einheit dar, die vornehmlich dazu dient, Kräfte und Momente zwischen dem Landegestell, den Hubeinheiten, der Steuereinheit und der Nutzlast zu übertragen.

[0052] Das Traggerüst **3** besteht nach einer ersten Ausführungsform (Variante **1**) im Wesentlichen aus zwei gekreuzten Röhren **6** und **7** aus kohlefaserverstärktem Kunststoff der Dimension $8 \times 0,5$ mm, die mit einem einzigen Drehgelenk **60** mit senkrechter Drehachse verbunden sind. Der Hubschrauber **30** ist also in zwei Baugruppen **35** geteilt. Zur ersten Baugruppe gehören Rohr **6**, die zwei daran angeschlossenen Hubeinheiten **40**, die Steuereinheit **4** und die Nutzlast **5**. Die zweite Baugruppe besteht aus dem Rohr **7** und den beiden anderen Hubeinheiten **40**.

[0053] Die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigen Details des Drehgelenks (**60**) in der auseinandergeklappten Stellung. Rohr **7** ist auf dem Lagerzapfen **11** drehbar und spielarm geführt. Der Zapfen **11** ist mit Rohr **6** fest verbunden. Er besteht aus Kohlefaserkunststoff. Von der Steuereinheit **4** führen zwei flexible, mehradrige Kabel **70** in das Rohr **7**, und von dort zu den beiden an Rohr **7** montierten Hubeinheiten **40**. Die Kabel können der Schwenkbewegung des Gelenks schadlos folgen. Der Schwenkwinkel beträgt 85 Grad. Auseinandergeklappt wird das Gelenk mit einem Magneten als Anschlag **9** arretiert und gesichert.

[0054] Alternativ können statt der Kabel **70** elektrische Kontakte als elektrische Verbindungen der Baugruppen vorgesehen werden. Diese können im Anschlag **9** integriert sein.

[0055] [Fig. 3](#) zeigt den Hubschrauber im zusammengeklappten Zustand. Diese Situation wird erreicht durch Bewegung im Gelenk und durch Drehen der Rotoren in bestimmte Positionen. Die Dimensionen in y- und z-Richtung sind besonders klein ($y_2 = 50$ mm, $z_2 = z_1 = 70$ mm). Der Hubschrauber kann dadurch z. B. in einer schlanken Röhre (Durchmesser ca. 80, Länge 950 mm) verstaut werden. Die Länge x des zusammengeklappten Fluggeräts kann durch Verwendung von Rotoren mit einem einzigen Rotorblatt **8** auf ca. 630 mm reduziert werden ([Fig. 4](#), Variante **2**). Ähnliches kann mit Zweiblattrotoren erreicht werden, wenn die Blätter klappbar gestaltet werden (erhöhter Aufwand). Die Rotoren können auch von den Hubeinheiten demontiert werden, um die Dimensionen (weiter) zu reduzieren.

[0056] Besondere Vorteile der Varianten **1** und **2** sind der einfache Aufbau (nur ein Gelenk – Mehrgewicht ca. 2 g) und die schnelle, unkomplizierte Handhabung: Zusammen- oder Auseinanderklappen in nur etwa 3 Sekunden ohne Werkzeug.

[0057] Nach den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) (Varianten **3** und **4**) können die Abmessungen noch weiter reduziert werden. Unterschiede zu den Varianten **1** und **2**: Rohr **6** ist aufgeteilt in die beiden Ausleger **13** und **14**, Rohr **7** in die Ausleger **15** und **16** ([Fig. 9](#)). Damit sind vier Baugruppen über drei Gelenke verbunden. Die Röhre **14**, **15** und **16** sind auf dem gemeinsamen Lagerzapfen **11** drehbar gelagert. Die Drehachsen aller Gelenke liegen auf einer senkrechten Achse. Die der Lagerung dienenden Querbohrungen der Röhre **14** bis **16** können mit ver-

schleißfesten Buchsen versehen sein. Die Rohre können im Bereich der Lagerung verstärkt sein, um Lagerkräfte besser wegzustecken. Laut [Fig. 9](#) sind zu diesem Zweck Balsaholzstopfen vorgesehen (schraffiert dargestellt), die zur weiteren Verstärkung mit dünnflüssigem Kleber getränkt sein können.

[0058] Auch bei dieser Gelenkkonstruktion sind Anschläge vorgesehen (in [Fig. 9](#) nicht dargestellt). Die Rohre 13 bis 16 können auch insoweit mechanisch gekoppelt sein, dass bei Bewegung von nur zwei gelenkig verbundenen Baugruppen die anderen automatisch folgen (Bedienungserleichterung).

[0059] Das Mehrgewicht der abgebildeten Gelenkausführung mit drei Gelenken ist (gegenüber der Variante mit nur einem Gelenk) mit ca. 6 g immer noch in einem sehr günstigen Bereich.

[0060] Die größte Dimension (350 mm) des zusammengeklappten Hubschraubers nach [Fig. 8](#) ist kleiner als der Rotordurchmesser (380 mm), obwohl die Rotoren starr ausgeführt sind und nicht von den Hubeinheiten getrennt werden. Das Fluggerät ist so klein, dass es leicht in einer kleinen (Hand)tasche verstaut werden kann.

[0061] Interessant ist auch die Option, den Hubschrauber nur etwa halb so groß wie die gezeigten Beispiele zu bauen (also ca. 500 mm Gesamtgröße). Das Behältnis für den zusammengeklappten Hubschrauber kann in diesem Fall auf die Größe eines Brillenetuis (175 mm × 50 mm × 35 mm) reduziert werden. Damit passt das Fluggerät bequem in eine Jacken- oder Manteltasche.

[0062] Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den folgenden Tabellen schematisch dargestellt. Hinweis zu den [Fig. 10](#) bis [Fig. 25](#): Die Drehachsen sind in den Queransichten als fette Linien und in den Stirnansichten als dicke Punkte abgebildet.

[0063] Varianten mit Drehgelenken mit Drehachsen in z-Richtung:

Anzahl Gelenke	Anzahl Baugruppen	Draufsicht Fluggerät	
		auseinandergeklappt	zusammengeklappt
1	2	Figur 10	Figur 11
3	4	Figur 12	Figur 13
2	3	Figur 14	Figur 15
4	4	Figur 16	Figur 17

[0064] Varianten mit Drehgelenken mit Drehachsen in x- und y-Richtung:

Anzahl Gelenke	Anzahl Baugruppen	Ansicht Fluggerät	
		auseinandergeklappt	zusammengeklappt
1	2	Figur 18	Figur 19
2	3	Figur 20	Figur 21
2	3	Figur 22	Figur 23
4	5	Figur 24	Figur 25

[0065] Weitere Varianten ergeben sich durch Drehung der Drehachsen um die z-Achse.

[0066] Varianten mit Schiebegelenken:

Anzahl Gelenke	Anzahl Baugruppen	Draufsicht Fluggerät	
		auseinandergeklappt	zusammengeklappt
4	5	Figur 26	Figur 27
8	9	Figur 28	Figur 29
4	5	Figur 30	Figur 31

[0067] Bei den [Fig. 26](#) bis [Fig. 29](#) sind die Ausleger des Traggerüsts teleskopartig in ihrer Länge veränderlich. Bei den [Fig. 30](#) und [Fig. 31](#) sind sie gegen ein Mittelteil axial verschieblich.

[0068] Es sind auch Kombinationen verschiedener Gelenkbauarten an einem Fluggerät möglich. Welche der zahlreichen Varianten im Einzelfall zu bevorzugen ist, hängt von geometrischen Details ab, u. a. auch von der

Geometrie der Nutzlast und deren Einbaumöglichkeiten.

[0069] Um Transportabmessungen noch weiter zu vermindern, kommt auch die Möglichkeit der "Verschachtelung" von Bauteilen im zusammengeklappten Zustand in Betracht. So kann z. B. die Abmessung y_5 nach Fig. 8 noch weiter reduziert werden, wenn die Ausleger **13** bis **16** unterschiedlich lang gestaltet werden. Die Ausleger können dann noch weiter zusammengeschieben werden. Ähnliches lässt sich mit einer geschickten Höhenstaffelung der Hubeinheiten **40** erreichen.

Bezugszeichenliste

1	Rotor
2	Elektromotor
3	Traggerüst
4	Zentrale Steuereinheit
5	Nutzlast
6	Rohr (längs)
7	Rohr (quer)
8	Rotorblatt
9	Anschlag
10	Stelzenbein
11	Lagerzapfen
12	Ausgleichsgewicht
13	Ausleger (vorne)
14	Ausleger (hinten)
15	Ausleger (rechts)
16	Ausleger (links)
30	Hubschrauber
35	Baugruppe (des Hubschraubers)
40	Hubeinheit
60	Gelenk
70	elektrische Leitung

Patentansprüche

1. Hubschrauber (**30**) mit drei oder mehr Hubeinheiten (**40**) mit jeweils wenigstens einem Rotor (**1**) und wenigstens einem den Rotor (**1**) antreibenden Elektromotor (**2**), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hubschrauber (**30**) in zwei oder mehr Baugruppen (**35**) geteilt ausgebildet ist, die Teilung am Traggerüst (**3**) des Hubschraubers (**30**) erfolgt, die Baugruppen (**35**) über wenigstens ein Gelenk (**60**) miteinander mechanisch verbunden sind, und wenigstens eine elektrische Verbindung zwischen Baugruppen (**35**) vorhanden ist, die elektrische Komponenten verschiedener, gelenkig verbundener Baugruppen (**35**) elektrisch leitfähig verbindet.

2. Hubschrauber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine elektrische Verbindung zwischen den Baugruppen (**35**) elektrische Kontakte enthält.

3. Hubschrauber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine elektrische Verbindung zwischen den Baugruppen (**35**) wenigstens eine elektrische Leitung (**70**) enthält.

4. Hubschrauber nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine elektrische Leitung (**70**) flexibel ausgebildet ist und deren Flexibilität eine Bewegung eines zwei Baugruppen (**35**) verbindenden Gelenks (**60**) ermöglicht, ohne dass die Leitung (**70**) getrennt wird.

5. Hubschrauber nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine zwei Baugruppen (**35**) verbindende, elektrische Leitung (**70**) eine Litze beinhaltet.

6. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zwei Baugruppen (**35**) verbindendes Gelenk (**60**) einen einzigen Freiheitsgrad aufweist.

7. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zwei Baugruppen (**35**) verbindendes Gelenk (**60**) eine translatorische Bewegung zulässt.

8. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zwei Baugruppen (35) verbindendes Gelenk (60) eine Drehbewegung zulässt.
9. Hubschrauber nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachsen aller Gelenke (60) auf einer Achse liegen.
10. Hubschrauber nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse wenigstens eines Gelenks (60) im Schwebeflug näherungsweise senkrecht steht.
11. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein einziges Gelenk (60) mit im Schwebeflug näherungsweise senkrechter Drehachse vorgesehen ist.
12. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse wenigstens eines Gelenks (60) im Schwebeflug näherungsweise waagrecht steht.
13. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Baugruppen (35) über maximal drei Gelenke (60) miteinander verbunden sind.
14. Hubschrauber nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Baugruppen (35) über maximal zwei Gelenke (60) miteinander verbunden sind.
15. Hubschrauber nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Baugruppen (35) über ein einziges Gelenk (60) miteinander verbunden sind.
16. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Gelenk (60) mit einem Anschlag (9) versehen ist.
17. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Gelenk (60) selbstsichernd ausgeführt ist.
18. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Gelenk (60) im Flug arretiert ist.
19. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 18 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Gelenk (60) faserverstärkten Kunststoff enthält.
20. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 19 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Rotor (1) maximal zwei Rotorblätter (8) aufweist.
21. Hubschrauber nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Rotor (1) ein einziges Rotorblatt (8) aufweist.
22. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 21 dadurch gekennzeichnet, dass Rotorebenen von Rotoren (1) zueinander in Richtung von Drehachsen von Gelenken (60) einen Abstand aufweisen.
23. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 22 dadurch gekennzeichnet, dass Hubeinheiten (40) unterschiedliche Abstände zu Drehachsen von Gelenken (60) aufweisen.
24. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 23 dadurch gekennzeichnet, dass der Hubschrauber (30) zusammengeklappt in ein quaderförmiges Behältnis hineinpasst, dessen größte Kantenlänge kleiner ist als der durchschnittliche Durchmesser aller Rotoren (1).
25. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 24 dadurch gekennzeichnet, dass der Hubschrauber (30) zusammengeklappt in ein quaderförmiges Behältnis hineinpasst, dessen Volumen kleiner ist als der eines Würfels mit der Kantenlänge des durchschnittlichen Durchmessers aller Rotoren (1).
26. Hubschrauber nach einem der Ansprüche 1 bis 25 dadurch gekennzeichnet, dass die Abflugmasse des Hubschraubers (40) ungefähr 5 kg nicht übersteigt.
27. Verfahren zur Veränderung der Abmessungen eines Hubschraubers (30) mit drei oder mehr Hubein-

heiten (40) mit jeweils wenigstens einem Rotor (1) und wenigstens einem den Rotor (1) antreibenden Elektromotor (2), enthaltend die Schritte:

28. • Erzeugung einer Bewegung an wenigstens einem Gelenk (60), über welches Teile des Traggerüsts (3) und damit Baugruppen (35) des Hubschraubers (30) miteinander gelenkig verbunden sind, einhergehend mit Vergrößerung oder Verkleinerung wenigstens einer Abmessung des Hubschraubers (30);

29. • Drehung wenigstens eines Rotors (1) in eine andere Position relativ zu den nichtdrehenden Komponenten eines den Rotor (1) antreibenden Elektromotors (2);

30. • Sicherstellung einer elektrischen Verbindung zwischen elektrischen Komponenten von wenigstens zwei verschiedenen Baugruppen (35) des Hubschraubers (30), die über ein Gelenk (60) verbunden sind, in wenigstens einer Stellung des Gelenks (60).

31. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine zwei Baugruppen (35) verbindende, flexible, elektrische Leitung (70) eine Bewegung eines die zwei Baugruppen (35) verbindenden Gelenks (60) ermöglicht, ohne dass die Leitung (70) getrennt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bewegung wenigstens eines Gelenks (60) eine Position der Hubeinheiten (40) erreicht wird, bei der alle Rotoren (1) der Hubeinheiten (40) frei drehen können, ohne von Komponenten des Hubschraubers (30) blockiert zu werden.

33. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass eine solche Position arretiert wird.

34. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass eine solche Position eine Endlage einer Bewegung eines Gelenks (60) darstellt.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Drehung eines Rotors (1) wenigstens eine äußere Abmessung des Hubschraubers (30) kleiner wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bewegung eines Gelenks (60) wenigstens ein elektrischer Kontakt zwischen wenigstens zwei Baugruppen (35) geschlossen wird.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bewegung eines Gelenks (60) wenigstens ein elektrischer Kontakt zwischen wenigstens zwei Baugruppen (35) geöffnet wird.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

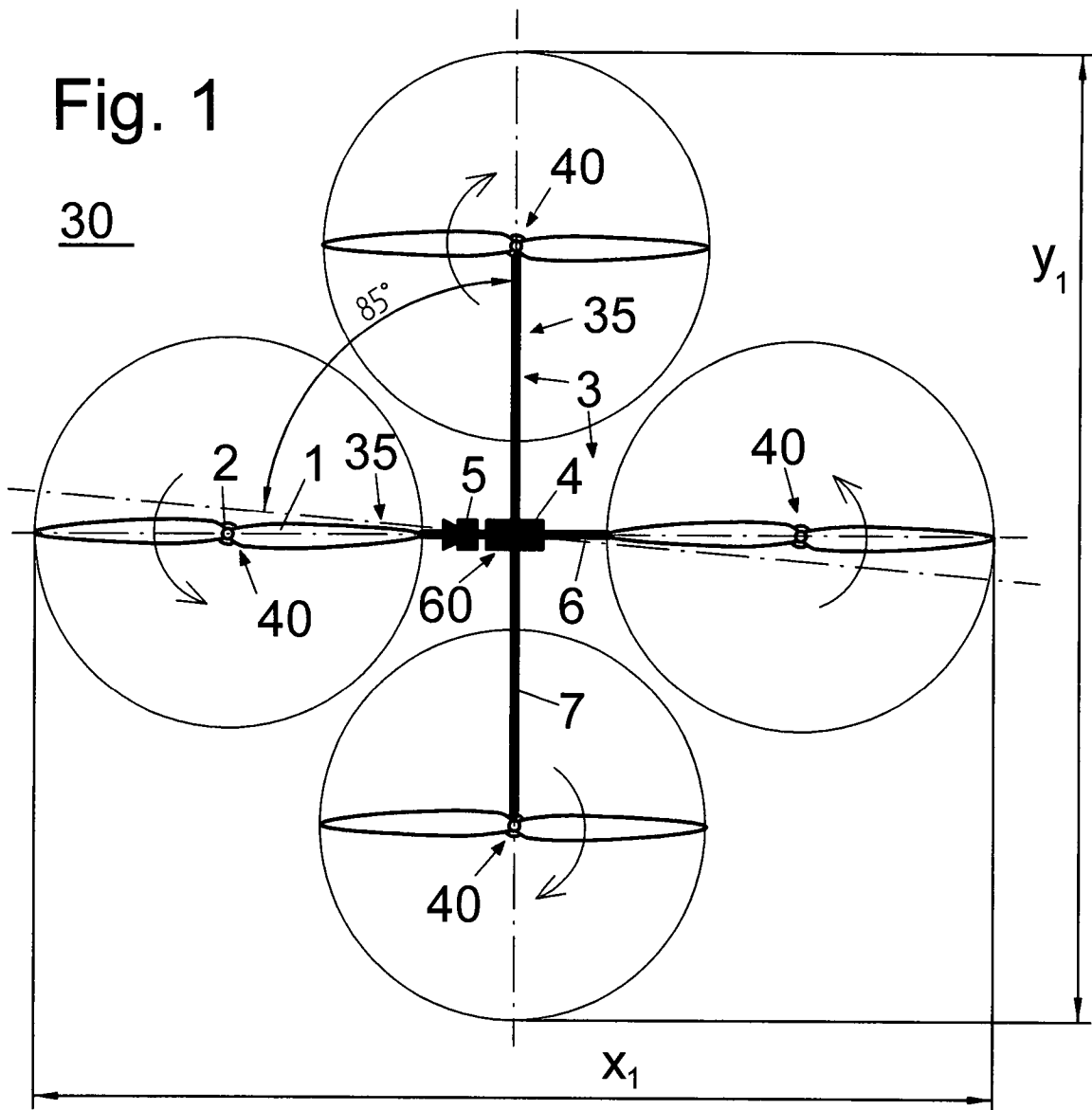


Fig. 2 30

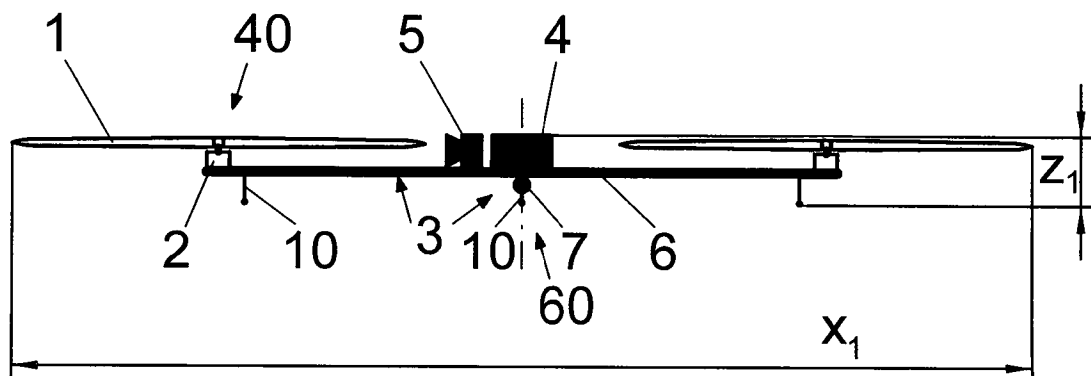


Fig. 3

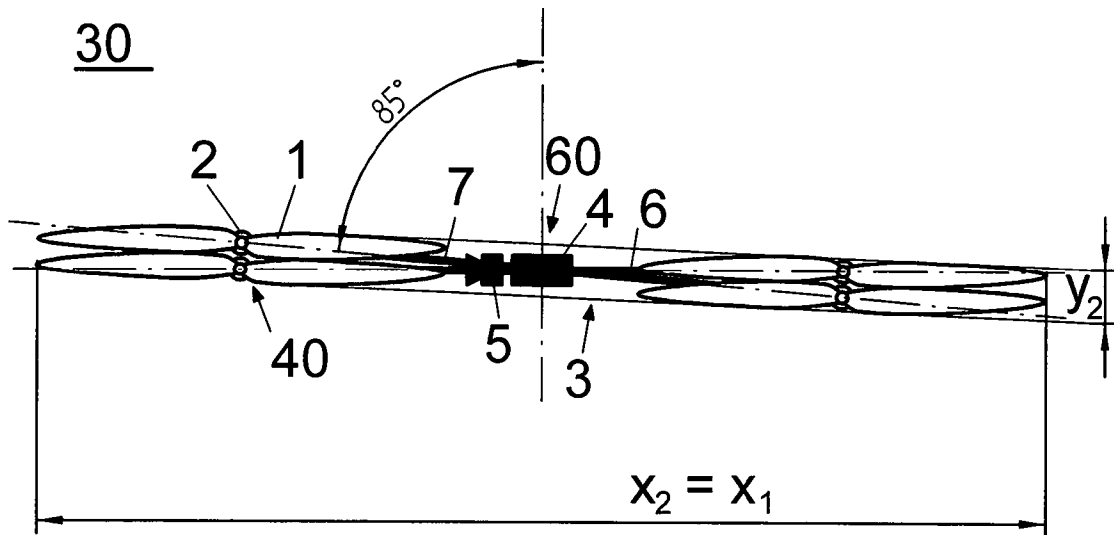
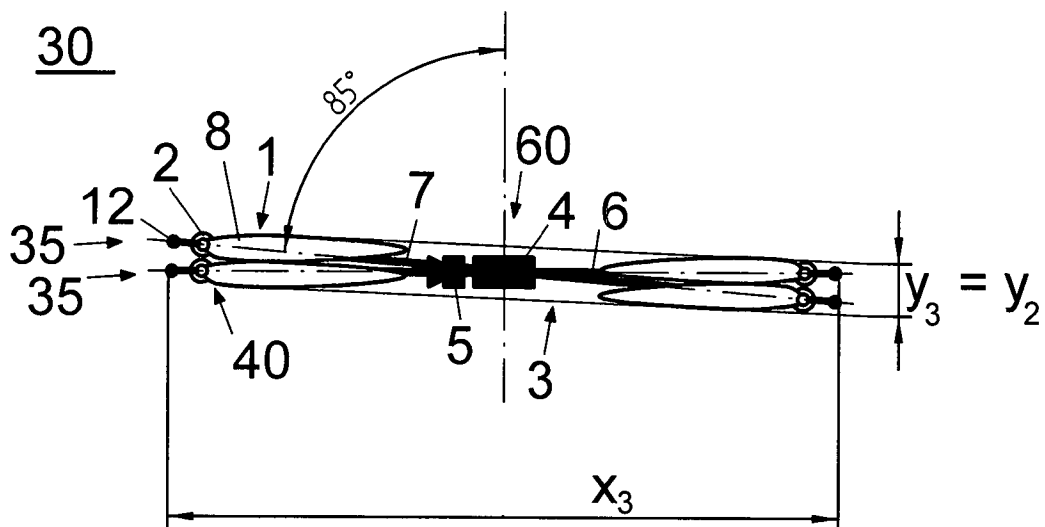


Fig. 4



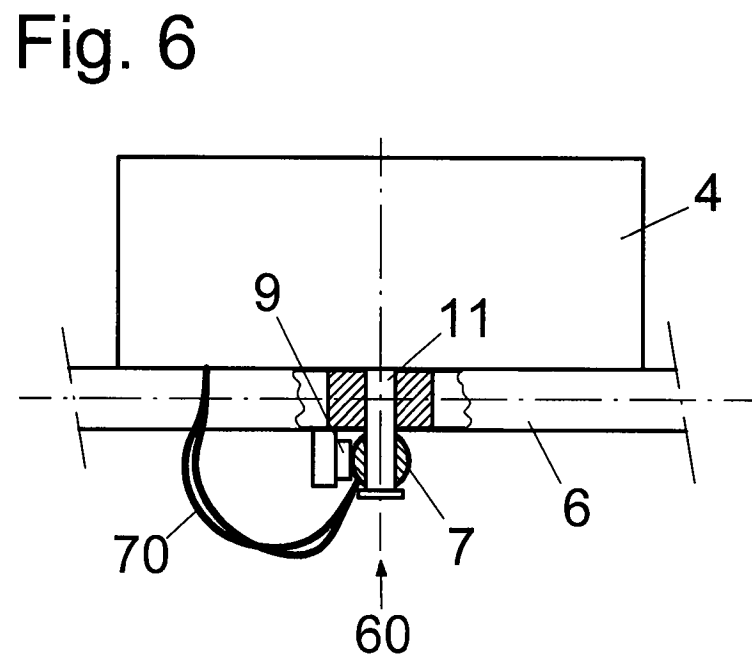
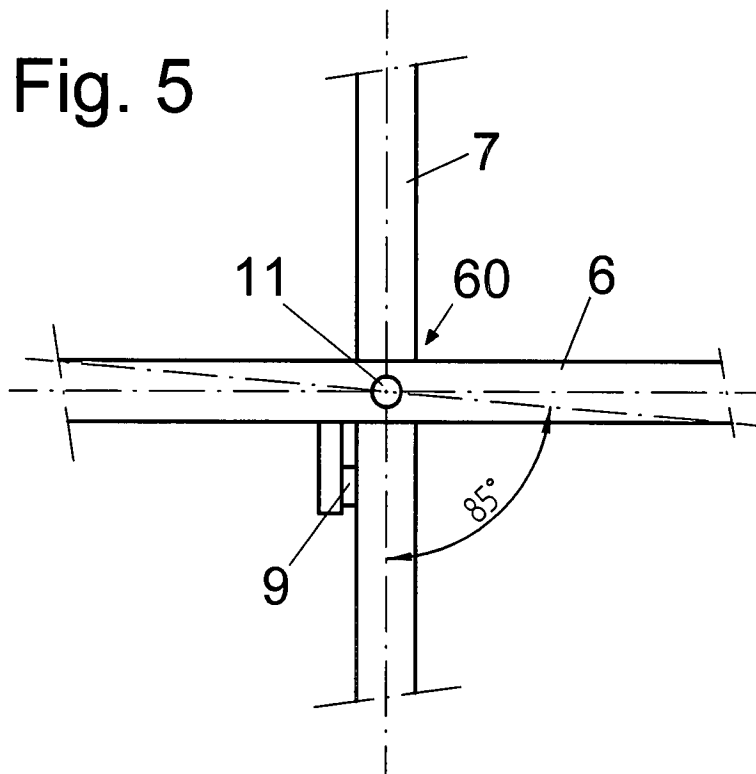


Fig. 7

30

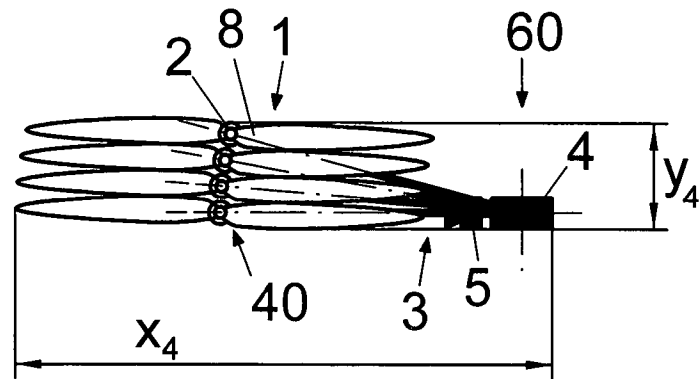


Fig. 8

30

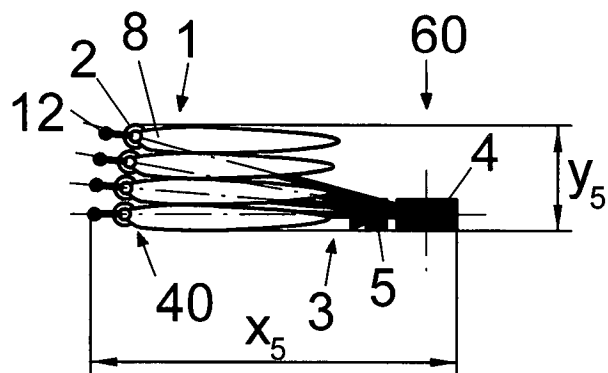


Fig. 9

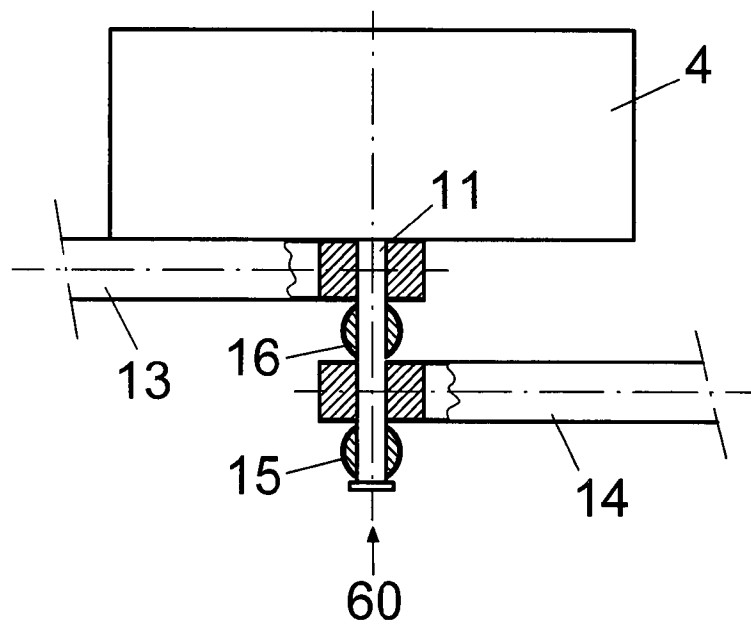


Fig. 10

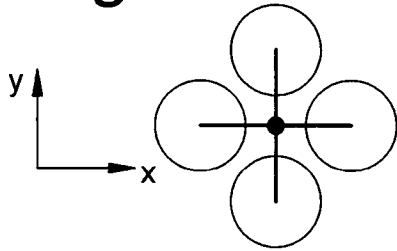


Fig. 11

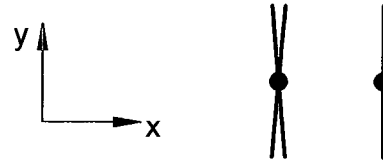


Fig. 12

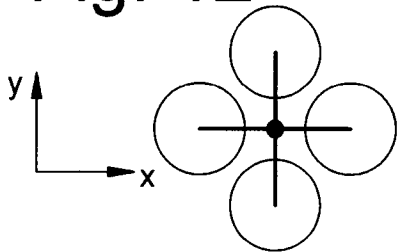


Fig. 13

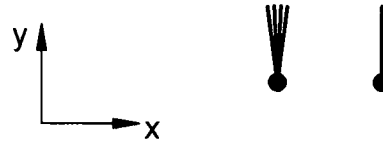


Fig. 14

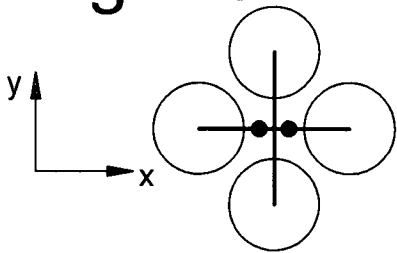


Fig. 15

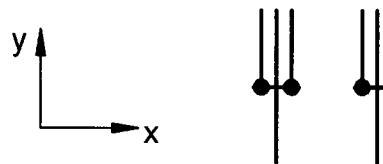


Fig. 16

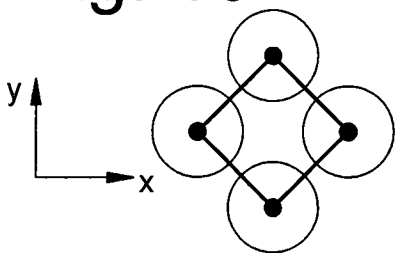


Fig. 17

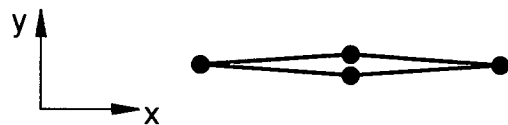


Fig. 18

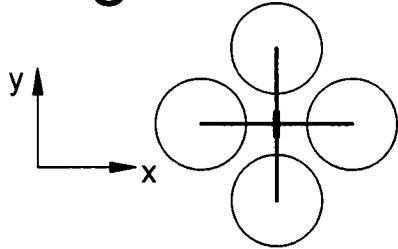


Fig. 19

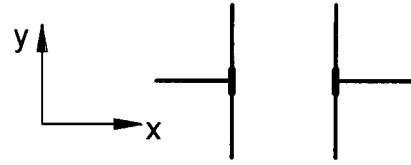


Fig. 20

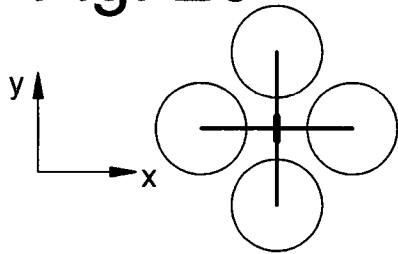


Fig. 21

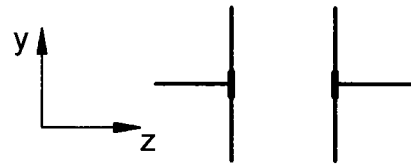


Fig. 22

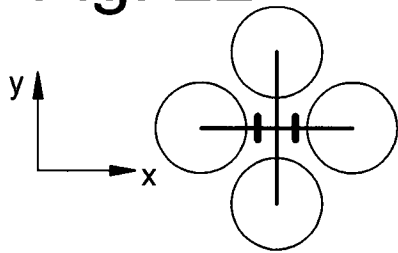


Fig. 23

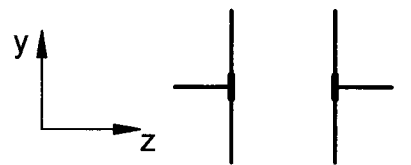


Fig. 24

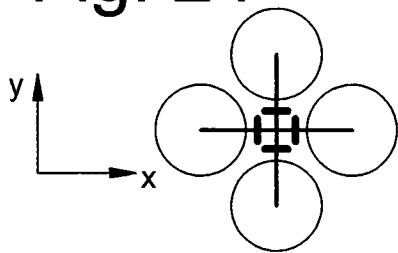


Fig. 25

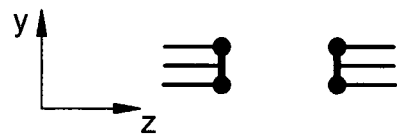


Fig. 26

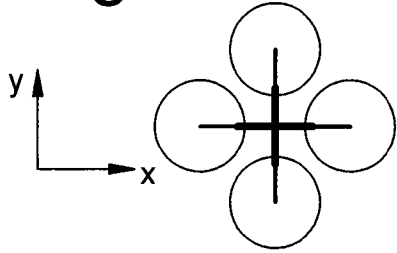


Fig. 27

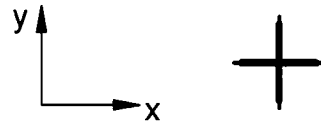


Fig. 28

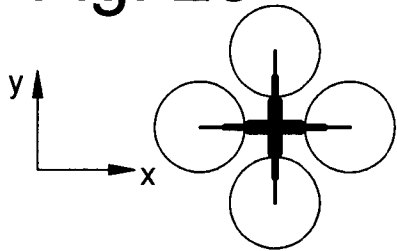


Fig. 29

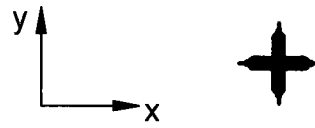


Fig. 30

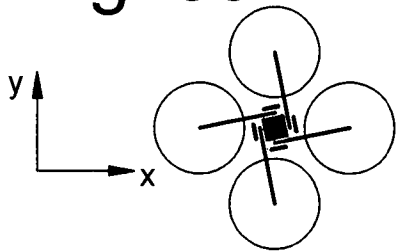


Fig. 31

