

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. Dezember 2020 (03.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/239604 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: B64C 3/56 (2006.01) B64C 39/06 (2006.01) (74) Anwalt: RAIBLE DEISSLER LEHMANN PATENTANWÄLTE; Senefelderstr. 26, 70176 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/064201 (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Mai 2020 (20.05.2020)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 003 739.1 24. Mai 2019 (24.05.2019) DE
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder: GRIMM, Friedrich [DE/DE]; Züricher Str. 18, 70376 Stuttgart (DE). (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: AIRCRAFT HAVING A FOLDING SYSTEM

(54) Bezeichnung: FLUGZEUG MIT EINEM FALTSYSTEM

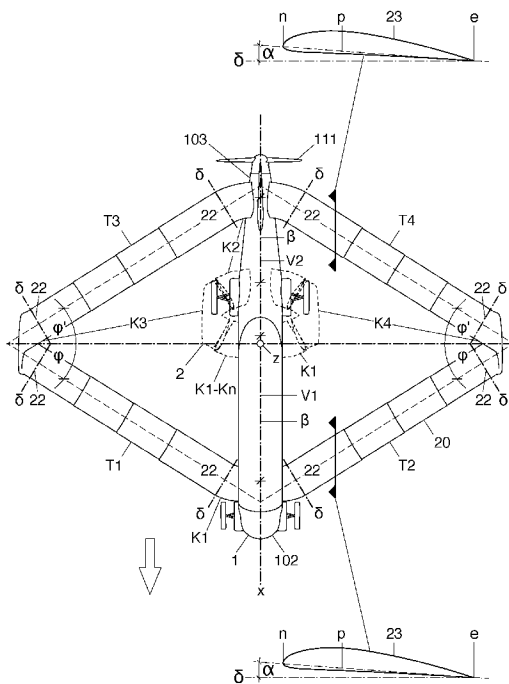


Fig.1

(57) Abstract: An aircraft (1) has at least one fuselage (10), an engine (11), an empennage (12), a landing gear (13), a longitudinal axis (x), a transverse axis (y) and a vertical axis (z), as well as a folding system (2). The folding system (2) has aerofoils (T1-T4) and node bodies (K1-K4) which are connected to one another. The aerofoils (T1-T4) have at least two nose-side aerofoils (T1, T2) with a positive sweep angle (ϕ) and at least two tail-side aerofoils (T3, T4) with a negative sweep angle (ϕ) in relation to the transverse axis (y), of which one of the nose-side aerofoils (T1, T2) and one of the tail-side aerofoils (T3, T4) are port-side aerofoils (T2, T4), and one of the nose-side aerofoils (T1, T2) and one of the tail-side aerofoils (T3, T4) are starboard-side aerofoils (T1, T3). The node bodies (K1-K4) have fuselage-side node bodies (K1, K2) and outer node bodies (K3, K4). The nose-side aerofoils (T1, T2) and tail-side aerofoils (T3, T4) each have a first end and a second end. The nose-side aerofoils (T1, T2) and tail-side aerofoils (T3, T4) are each articulated at the first end to an associated fuselage-side node body (K1, K2) by means of a revolute joint (22) with a rotation axis (δ), and the nose-side aerofoils (T1, T2) and tail-side aerofoils (T3, T4) are each articulated at the second end to an outer node body (K3, K4) by means of a revolute joint (22) with a rotation axis (δ). A nose-side aerofoil (T1, T2) and a tail-side aerofoil (T3, T4) are connected to each other in each case via one of the outer node bodies (K3, K4). The tail-side node bodies (K1, K2) are displaceable at least partially along an associated translation axis (#). The folding system (2) functions as the empennage (12) during flight.

(57) Zusammenfassung: Ein Flugzeug (1) weist mindestens einen Rumpf (10), ein Triebwerk (11), ein Leitwerk (12), eine Landevorrichtung (13), eine Längsachse (x), eine Querachse (y) und eine Hochachse (z) sowie ein Faltsystem (2) auf, welches Faltsystem (2) Tragflächen



WO 2020/239604 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*
- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(T1 - T4) und Knotenkörper (K1 - K4) aufweist, die untereinander verbunden sind, welche Tragflächen (T1 - T4) mindestens zwei bugseitige Tragflächen (T1, T2) mit einem positiven Pfeilungswinkel (φ) und mindestens zwei heckseitige Tragflächen (T3, T4) mit einem negativen Pfeilungswinkel (φ) in Bezug zu der Querachse (y) aufweisen, von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und eine der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) backbordseitige Tragflächen (T2, T4) sind und von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und eine der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) steuerbordseitige Tragflächen (T1, T3) sind, welche Knotenkörper (K1 - K4) rumpfseitige Knotenkörper (K1, K2) und äußere Knotenkörper (K3, K4) aufweisen, welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweisen, welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils am ersten Ende an einen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) mittels eines Drehgelenks (22) mit einer Drehachse (δ) angelenkt sind, welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils am zweiten Ende an einem äußeren Knotenkörper (K3, K4) mittels eines Drehgelenks (22) mit einer Drehachse (δ) angelenkt sind, wobei jeweils eine bugseitige Tragfläche (T1, T2) und eine heckseitige Tragfläche (T3, T4) über einen der äußeren Knotenkörper (K3, K4) miteinander verbunden sind, welche rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) zumindest teilweise entlang einer zugeordneten Translationsachse ($\#$) verschiebbar sind, wobei das Faltsystem (2) im Flugbetrieb die Funktion des Leitwerks (12) hat.

Figurenbeschreibung

Flugzeug mit einem Faltsystem

Die Erfindung betrifft ein Flugzeug mit einem Faltsystem.

Aus der US 621,195 vom 14. März 1899 geht das von Ferdinand Graf Zeppelin erfundene Luftschiff hervor. In einer Variante des Luftschiffs wird eine von mehreren in Reihe hintereinander angeordneten Luftschiffskörpern gebildete, kinematische Gelenkkette beschrieben.

Aus der US 2,550,278 geht ein Teleskopflügel von Jean Makhonine für Flugzeuge hervor.

Aus der US 7 866 610 B2 geht ein aus mehreren Tragflächensegmenten aufgebauter Teleskopflügel hervor.

Aus der EP 2 105 378 B1 geht ein Hubschrauber mit bug- und heckseitigen Tragflächen hervor, die jeweils eine positive Pfeilung aufweisen.

Aus der US 2011/0226174 A1 geht eine Drohne mit vier Flügeln hervor, die platzsparend an den Rumpf der Drohne angelegt werden können.

Aus der DE 40 14 933 A1 geht ein faltbares Ultraleicht-Flugzeug hervor, das einen deltaförmigen faltbaren Rahmen und eine pneumatisch stabilisierte Flügeloberfläche hat.

Aus der DE 29 01 115 A1 geht ein Flächenschrauber hervor, bei dem die Tragflächen mit darauf angeordneten Rotoren am Oberteil der Kabine angesetzt und gegenüber der Kabine verschwenkbar sind.

Aus der EP 3 299 280 A1 geht ein Hubschrauber mit faltbaren Rotoren und einer um die Hochachse verschwenkbaren Tragfläche hervor.

Aus der EP 0 313 925 B1 geht ein von Knoten und Stäben gebildetes Faltsystem hervor, bei dem die Stäbe jeweils an ihren Enden mittels von Drehgelenken an eine geradzahlige Anzahl von Knoten angelenkt sind. In einer entfalteten Stellung kann das Faltsystem auf Rädern rollen.

Die US 4,053,125 zeigt ein Flugzeug mit vorderen und hinteren Flügeln, die außen über eine senkrechte Achse zueinander bewegbar sind.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein neues Flugzeug bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Anspruchs 1.

Ein Flugzeug weist mindestens einen Rumpf, ein Triebwerk, ein Leitwerk, eine Landevorrichtung, eine Längsachse, eine Querachse und eine Hochachse sowie ein Faltsystem auf, welches Faltsystem Tragflächen und Knotenkörper aufweist, die untereinander verbunden sind, welche Tragflächen mindestens zwei bugseitige Tragflächen mit einem positiven Pfeilungswinkel und mindestens zwei heckseitige Tragflächen mit einem negativen Pfeilungswinkel in Bezug zu der Querachse aufweisen, von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen und eine der heckseitigen Tragflächen backbordseitige Tragflächen sind und von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen und eine der heckseitigen Tragflächen steuerbordseitige Tragflächen sind, welche Knotenkörper rumpfseitige Knotenkörper und äußere Knotenkörper aufweisen, welche bugseitigen Tragflächen und heckseitigen Tragflächen jeweils ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweisen, welche bugseitigen Tragflächen und heckseitigen Tragflächen jeweils am ersten Ende an einen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper mittels eines Drehgelenks mit einer Drehachse angelenkt sind, welche bugseitigen Tragflächen und heckseitigen Tragflächen jeweils am zweiten Ende an einem äußeren Knotenkörper mittels eines Drehgelenks mit einer Drehachse angelenkt sind, wobei jeweils eine bugseitige Tragfläche und eine heckseitige Tragfläche über einen der äußeren Knotenkörper miteinander verbunden sind, welche rumpfseitigen Knotenkörper zumindest teilweise entlang einer zugeordneten Translationsachse verschiebbar sind, wobei bei den äußeren Knotenkörpern die der bugseitigen Tragfläche zugeordnete Drehachse nicht parallel zu der der heckseitigen Tragfläche zugeordneten Drehachse vorgesehen ist, um durch eine Verschiebung eines rumpfseitigen Knotenkörpers entlang der zugeordneten Translationsachse eine Bewegung des zugeordneten äußeren Knotenkörpers mit einer Bewegungskomponente in Richtung der Hochachse und damit unterschiedliche Betriebsstellungen des Faltsystems zu ermöglichen, und wobei

- die rumpfseitigen Knotenkörper der bugseitigen Tragflächen, oder
- die rumpfseitigen Knotenkörper der heckseitigen Tragflächen, oder
- sowohl die rumpfseitigen Knotenkörper der bugseitigen Tragflächen als auch der heckseitigen Tragflächen

unabhängig voneinander entlang der zugeordneten Translationsachse bewegbar sind, und das Faltsystem im Flugbetrieb die Funktion des Leitwerks hat.

Die Tragflächen sind an beiden Enden mittels von Drehgelenken mit Drehachsen an die Knotenkörper derart angelenkt, dass durch die Verschiebung von mindestens einem der Knotenkörper des Faltsystems entlang einer zugeordneten Translationsachse alle weiteren Knotenkörper und alle Tragflächen in einer zwangsläufigen, durch den Freiheitsgrad der Drehgelenke notwendig vorgegebenen Faltbewegung transformiert werden. Diese Faltbewegung kann beispielsweise für einen Trimm-Vorgang genutzt werden, es können aber auch alle Funktionen eines Höhenleitwerks, Seitenleitwerks und der Flügelklappen verwirklicht werden. Durch die Struktur des Faltsystems mit der Verbindung der Tragflächen durch die äußeren Knotenkörper werden Wirbelablösungen an den Enden der Tragflächen verringert oder treten überhaupt nicht auf. Dies führt zu einem aerodynamischen Vorteil. Unter dynamischer Beanspruchung hat ein solches Faltsystem neuartige Stabilitätseigenschaften. Die Tragflächen können mit geringem Aufwand durch Bewegung der rumpfseitigen Knotenkörper zur Erzielung des gewünschten Flugs angepasst werden. Zudem ist der Luftwiderstand bei der Verwendung der Verstellung der Tragflächen geringer als beispielsweise beim Ausfahren von Steuerklappen. Für den Fahr- und Standbetrieb des erfindungsgemäßen Flugzeugs können die Abmessungen bei entsprechender Ausbildung des Faltsystems derart verändert werden, dass eine Kompatibilität des Flugzeugs mit dem Straßen- oder Schienenverkehr hergestellt werden kann.

Im Flugbetrieb ist das Faltsystem bevorzugt entfaltet und kann durch gesteuerte Faltbewegungen an die unterschiedlichen Flugphasen angepasst werden, sodass die Funktionen eines Leitwerks und die Funktionen von Vorflügeln und Flächenklappen an den Tragflächen mindestens teilweise durch das Faltsystem ersetzt werden kann. Für den Fahr- und Standbetrieb kann das Flugzeug auf einfachste Weise zusammengefaltet werden, sodass z.B. ein Verkehrsflugzeug für den Ein- und Ausstieg der Passagiere unmittelbar an ein Terminal heranfahren kann.

Durch die Verschiebung von mindestens einem der rumpfseitigen Knotenkörper entlang einer zugeordneten Translationsachse werden die zugeordneten äußeren Knotenkörper und die Tragflächen auf der zugeordneten Backbordseite oder Steuerbordseite in einer zwangsläufigen und reversiblen, durch den Freiheitsgrad der Drehgelenke notwendig

vorgegebenen Faltbewegung in unterschiedliche für den Flug-, Fahr- oder Standbetrieb des Flugzeugs vorgesehene Betriebsstellungen transformiert.

Wird der Abstand zwischen zwei rumpfseitigen Knotenkörpern des Faltsystems auf einer Rumpfseite geändert, ändern sich dadurch nicht nur die Abstände aller weiteren Knotenkörper des Faltsystems auf dieser Rumpfseite, sondern auch die Anstellwinkel der Tragflächen mit einem positiven und mit einem negativen Pfeilungswinkel jeweils gegenläufig. Diese Eigenschaft des Faltsystems wird für die Anpassung des Flugzeugs an die unterschiedlichen aerodynamischen Anforderungen des Flugbetriebs genutzt, wobei das Faltsystem mindestens teilweise die Funktionen eines Leitwerks und bevorzugt bei Start und Landung die Funktion von Vorflügeln und Flächenklappen übernehmen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Flugzeug eine Arretiervorrichtung zur Arretierung der rumpfseitigen Knotenkörper relativ zum Rumpf auf, um hierdurch die Tragflächen in einer vorgegebenen Betriebsstellung zu arretieren. Die Arretiervorrichtung kann beispielsweise über Elektromotoren, Hydraulik oder Pneumatik erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform verläuft die Translationsachse mindestens eines rumpfseitigen Knotenkörpers parallel zu der Längsachse des Flugzeugs. Dies ergibt eine gut definierte Transformation des Faltsystems.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Tragflächen in sich verwunden und weisen in einem Querschnitt parallel zu der Längsachse jeweils ein asymmetrisches Flügelprofil mit einer Saugseite, mit einer Druckseite und mit einer sich von einer Flügelnase bis zu einer Flügelhinterkante erstreckenden Profilsehne auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Flügelnasen jeweils verstellbare Vorflügel und die Flügelhinterkanten verstellbare Flächenklappen auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist mindestens eine der Tragflächen einen Teleskopflügel auf, der aus mindestens zwei Tragflächensegmenten aufgebaut ist, welche Tragflächensegmente in mindestens einer vorgegebenen Betriebsstellung

derart ineinander schiebbar sind, dass die Länge einer Tragfläche reduziert wird. Dies ermöglicht eine platzsparende Unterbringung, beispielsweise auf einem Flughafen. Ein Teleskopflügel ist bevorzugt aus mindestens zwei Tragflächensegmenten aufgebaut, die dann, wenn die Teleskopflügel in der maximal oder stark gefalteten Stellung des Faltsystems parallel zu der Hochachse ausgerichtet sind, derart ineinander geschoben werden können, dass die Länge einer Tragfläche reduziert wird und das Faltsystem ein kompaktes Bündel aus den Tragflächen und den Knotenkörpern bildet, wobei bevorzugt mindestens ein Tragflächensegment des Teleskopflügels verstellbare Vorflügel und Flächenklappen aufweisen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Rumpf eine Röhre auf, die sich zwischen einem Bug und einem Heck erstreckt, wobei die Röhre bevorzugt einen Querschnitt aufweist aus der ersten Querschnittgruppe bestehend aus:

- kreisrund,
- oval,
- polygonal, und
- nach aerodynamischen und funktionalen Gesichtspunkten frei geformter Querschnitt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die rumpfseitigen Knotenkörper bugseitige und heckseitige rumpfseitige Knotenkörper auf, welche Tragflächen eine bugseitige backbordseitige Tragfläche, eine bugseitige steuerbordseitige Tragfläche, eine heckseitige backbordseitige Tragfläche und eine heckseitige steuerbordseitige Tragfläche aufweisen, und bei welchem Flugzeug die bugseitige backbordseitige Tragfläche und die bugseitige steuerbordseitige Tragfläche jeweils mit einem der bugseitigen rumpfseitigen Knotenkörper verbunden sind, und bei welchem die heckseitige backbordseitige Tragfläche und die heckseitige steuerbordseitige Tragfläche jeweils mit einem der heckseitigen rumpfseitigen Knotenkörper verbunden sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die äußeren Knotenkörper jeweils als Winglets ausgebildet. Winglets führen zu einem vorteilhaften, energiesparenden Flugverhalten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Landevorrichtung

- von einem in den Rumpf einziehbaren Fahrwerk mit einem Hauptfahrwerk und einem bugseitigen Stützfahrwerk gebildet, oder
- bei dem das Fahrwerk vier an den Rumpf angelenkte Räder aufweist, die im Flugbetrieb an den Rumpf anlegbar sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die erste und zweite steuerbordseitige Tragfläche bezüglich der Hochachse mit einem vertikalen Abstand zueinander angeordnet, und die erste und zweite backbordseitige Tragfläche sind bezüglich der Hochachse mit einem vertikalen Abstand zueinander angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Flugzeug bugseitige rumpfseitige Knotenkörper und heckseitige rumpfseitige Knotenkörper auf, wobei die bugseitigen rumpfseitigen Knotenkörper mit der Unterseite des Rumpfs und die heckseitigen Knotenkörper mit der Oberseite des Rumpfs verbunden sind. Dies ermöglicht einen vergleichsweise großen Höhenunterschied zwischen den bugseitigen und heckseitigen Tragflächen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist mindestens einer der rumpfseitigen Knotenkörper als Schieber über eine Schiene mit dem Rumpf verbunden. Eine solche Verbindung ergibt eine klar definierte Bewegung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Tragflächen für den Fahr- und Standbetrieb gefaltet und in der für das Fliegen vorgesehenen Betriebsstellung entfaltet. Die Faltung ergibt eine kompakte Struktur, und im entfalteten Zustand können die Tragflächen für den Flugbetrieb genutzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Faltsystem ein spiegelsymmetrisch zu der Längsachse angeordnetes, als Quadrat, als Raute oder als Deltoid ausgebildetes Viereck auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform haben die Drehgelenke jeweils nur einen Freiheitsgrad und die rumpfseitigen Knotenkörper sind zumindest in der für den Flugbetrieb vorgesehenen entfalteten Betriebsstellung mit dem Rumpf verbunden,

wobei bevorzugt das Faltsystem zusammen mit dem Rumpf ein Flugwerk mit einer definierten elastischen Verformbarkeit bildet. Die Verbindung mit dem Rumpf stabilisiert das Faltsystem und erlaubt größere Kräfte.

Um im Flugbetrieb die Beweglichkeit der Drehgelenke auch bei allfälliger Torsion der Tragflächen sicherzustellen, sind zwischen den zueinander komplementären Vor- und Rücksprüngen der Tragflächen und der Knotenkörper bevorzugt Wälzlager mit Wälzkörpern in Form von Kugeln, Rollen oder Kegeln vorgesehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nehmen die rumpfseitigen Knotenkörper in einer für den Geradeausflug vorgesehenen Grundstellung bezüglich der Längsachse einen festen Abstand zueinander ein, und die Profilverformungen der Tragflächen weisen einen vorgegebenen Anstellwinkel auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug dazu ausgebildet, die Funktion des Leitwerks dadurch zu erfüllen, dass für die Einleitung einer Drehbewegung des Flugzeugs um die Querachse mindestens ein rumpfseitiger Knotenkörper der backbordseitigen Tragflächen und mindestens ein rumpfseitiger Knotenkörper der steuerbordseitigen Tragflächen auf der zugeordneten Translationsachse verschoben wird, sodass der Abstand der rumpfseitigen Knotenkörper zueinander entweder verkürzt oder verlängert wird und sich die Anstellwinkel der beiden bugseitigen Tragflächen relativ zu den beiden heckseitigen Tragflächen jeweils gegenläufig ändern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug dazu ausgebildet, die Funktion des Leitwerks dadurch zu erfüllen, dass für die Einleitung einer Drehbewegung des Flugzeugs um die Längsachse und um die Hochachse

- die den bugseitigen Tragflächen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper, oder
- die den heckseitigen Tragflächen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper, oder
- sowohl die den bugseitigen Tragflächen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper als auch die den heckseitigen Tragflächen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper unabhängig voneinander entlang der zugeordneten Translationsachsen verschiebbar sind, sodass für einen Kurvenflug die Anstellwinkel der steuerbordseitigen Tragflächen und der backbordseitigen Tragflächen unabhängig voneinander geändert werden

können. Durch eine solche unabhängige Änderung kann eine gewünschte Drehbewegung erzeugt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug als Überschallflugzeug ausgebildet, bei welchem die heckseitigen Tragflächen an den Flügelhinterkanten verstellbare Flächenklappen aufweisen, bei welchem der Rumpf eine Röhre mit einem verstellbaren Bug und mit einem hochgezogenen Heck aufweist, bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper der heckseitigen Tragflächen starr mit dem Rumpf verbunden sind, bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper der bugseitigen Tragflächen jeweils auf einer zugeordneten Schiene entlang einer Translationsachse an der Unterseite der Röhre innerhalb eines Verstellbereichs derart verschiebbar sind, dass in einer für den Unterschallflug vorgesehenen Betriebsstellung des Faltsystems der Abstand der Knotenkörper so weit vergrößert wird, dass die Profilsehne des asymmetrischen Flügelprofils an den beiden bugseitigen Tragflächen einen Anstellwinkel aufweist und an den beiden heckseitigen Tragflächen die Flächenklappen abgesenkt sind, sodass alle vier Tragflächen für den Unterschallflug gewölbte Saugseiten mit einem Druckpunkt im vorderen Drittel aufweisen, und dass in einer für den Überschallflug vorgesehenen Betriebsstellung des Faltsystems der Abstand der Knotenkörper so gewählt ist, dass die Tragflächen bezüglich der Hochachse eine V-förmige Stellung einnehmen, wobei die Tragflächen eine Saugseite mit einem relativ zur für den Unterschallflug vorgesehenen Betriebsstellung nach hinten verlagerten Druckpunkt aufweisen. Ein solches Flugzeug hat sowohl beim Überschallflug als auch beim Unterschallflug positive Flugeigenschaften. Für den Überschallflug ist z.B. an einem solche Flugzeug eine Flügelstellung vorgesehen, bei der die Profilsehnen der Tragflächen parallel zur Längsachse des Flugzeugs ausgerichtet sind, wobei die beiden bugseitigen Tragflächen einteilig und die beiden heckseitigen Tragflächen zweiteilig mit einer Flächenkappe ausgebildet sind. Der für den Überschallflug nach hinten verlagerte Druckpunkt wird als Rear-Loading bezeichnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zwischen der Drehachse eines rumpfseitigen Drehgelenks der Fallstruktur und der Profilsehne einer Tragfläche ein Anstellwinkel vorgesehen, der zu dem äußeren Ende einer Tragfläche hin abnimmt, sodass eine Tragfläche in sich verwunden ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Drehgelenk mit der Drehachse zwischen einem der Knotenkörper und einer Tragflächen als eine mehrschnittige Verbindung ausgebildet. Mehrschnittige Verbindungen können sehr stabil ausgebildet werden.

Um im Flugbetrieb die Beweglichkeit der Drehgelenke auch bei allfälliger Torsion der Tragflächen sicherzustellen, sind zwischen den zueinander komplementären Vor- und Rücksprüngen der Tragflächen und der Knotenkörper bevorzugt Wälzlager mit Wälzkörpern in Form von Kugeln, Rollen oder Kegeln vorgesehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Rumpf Längs- und Querspannen und eine Beplankung auf, und die rumpfseitigen Knotenkörper sind mit mindestens einer der Längsspannen verbunden. Dies ergibt eine stabile Verbindung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Rumpf als eine polygonale Fachwerkrohre mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet, welche Fachwerkrohre als Längsspannen ausgebildete Gurtstäbe aufweisen, welche Gurtstäbe eine Schiene für die Verstellung der rumpfseitigen Knotenkörper ausbilden. Die Ausbildung als Fachwerkrohre ermöglicht eine sehr stabile Konstruktion.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine systematische Trennung der Trag- und der Hüllfunktion des Rumpfs vorgesehen, wobei das Tragwerk von einer Fachwerkrohre und die Hülle von einer Bespannung oder von Paneelen gebildet ist. Diese Trennung ermöglicht ein stabiles Tragwerk und eine vergleichsweise dünne und leichte Hülle.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug als Drohne ausgebildet, die als autonom fliegendes Lufttaxi, als Frachtflugzeug mit einer heck- und/oder bugseitigen Ladeklappe oder als ein Feuerlöschflugzeug ausgebildet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Rumpf als Röhre ausgebildet und bildet ein unverschiebliches Widerlager für die Verschiebung und für die Arretierung der rumpfseitigen Knotenkörper in der jeweiligen Betriebsstellung, wobei bevorzugt die Verschiebung und die Arretierung von mindestens einem der rumpfseitigen

Knotenkörper mechanisch oder hydraulisch oder pneumatisch oder mittels einer vorgespannten Feder oder als Kombination aus zwei oder mehreren der genannten Systeme erfolgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Flugzeug eine positive V-Stellung der Tragflächen auf, und es ist dazu ausgebildet,

- den Sinkflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern der bugseitigen Tragflächen und den rumpfseitigen Knotenkörpern der heckseitigen Tragflächen verkürzt wird,
- den Steigflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern der bugseitigen Tragflächen und den rumpfseitigen Knotenkörpern der heckseitigen Tragflächen verlängert wird, und
- den Kurvenflug dadurch einzuleiten, dass die rumpfseitigen Knotenkörper der bugseitigen Tragflächen oder die rumpfseitigen Knotenkörper der heckseitigen Tragflächen unabhängig voneinander bewegt werden.

Die rumpfseitigen Knotenkörper sind somit nicht steuerbordseitig und backbordseitig starr miteinander verbunden, sondern sie können durch die Unabhängigkeit unterschiedlich bzw. relativ zueinander bewegt werden. Dies ermöglicht eine asymmetrische Beeinflussung des Flugs durch das Faltwerk.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Flugzeug eine negative V-Stellung der Tragflächen auf, und es ist dazu ausgebildet,

- den Steigflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern der bugseitigen Tragflächen und den rumpfseitigen Knotenkörpern der heckseitigen Tragflächen verkürzt wird,
- den Sinkflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern der bugseitigen Tragflächen und den rumpfseitigen Knotenkörpern der heckseitigen Tragflächen verlängert wird, und
- den Kurvenflug dadurch einzuleiten, dass die rumpfseitigen Knotenkörper der bugseitigen Tragflächen oder die rumpfseitigen Knotenkörper der heckseitigen Tragflächen unabhängig voneinander bewegt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug als Wasserflugzeug ausgebildet, und die Landevorrichtung weist Schwimmkörper auf, wobei der Rumpf

einen zentralen Schwimmkörper bildet und die äußeren Knotenkörper mit stützenden Schwimmkörpern verbunden sind, und bei welchem das Flugzeug dazu ausgebildet ist, eine negative V-Stellung der Tragflächen zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Flugzeug als Solarflugzeug ausgebildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Tragflächen gerade ausgebildet, sie sind also in der Draufsicht gerade.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die diagonal überströmten Tragflächen des Faltsystems dem Wechsel des Pfeilungswinkels folgend abwechselnd konkav und konvex gekrümmt im Sinne einer ungestörten Anströmung ausgebildet.

Die bevorzugten Ausführungsformen sind untereinander kombinierbar.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Flugauto mit für den Flugbetrieb entfalteter Flügelstellung und mit gestrichelten Linien mit für den Stand- oder Fahrbetrieb gefalteter Flügelstellung in der Aufsicht,

Fig. 2 oben, das Flugauto nach Fig. 1 mit eingefahrenen Teleskopflügeln in der isometrischen Übersicht, Fig. 2 unten, das Flugauto nach Fig. 1 mit ausgefahrenen, senkrecht stehenden Teleskopflügeln in der isometrischen Übersicht,

Fig. 3 das Flugauto nach Fig. 1-2 mit einer für den Flugbetrieb entfalteten, positiven V-Stellung der Tragflächen in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 4 das Flugauto nach Fig. 1-3 in der Seitenansicht,

Fig. 5 das Flugauto nach Fig. 1-4 mit unterschiedlichen Flügelstellungen für den Flugbetrieb in der Frontansicht, oben mit einer positiven V-Stellung der Tragflächen für den Geradeausflug, in der Mitte mit einer positiven V-förmigen Flügelstellung für den Steigflug und unten mit einer positiven V-Stellung der Tragflächen für den Sinkflug,

Fig. 6 das Flugauto nach Fig. 1-5 mit einer positiven V-Stellung der Tragflächen für den Kurvenflug, oben in der Frontansicht und unten in der Aufsicht,

Fig. 7 das Drehgelenk zwischen dem Rumpf und einer Tragfläche in der entfalteten Stellung der faltstruktur in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 8 die mehrschnittige Verbindung mit dem Drehgelenk der faltstruktur nach Fig. 6 in gefalteter Stellung in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 9 oben, einen Flugbus mit für den Fahrbetrieb gefalteter Flügelstellung in der perspektivischen Übersicht, unten, mit für den Flugbetrieb entfalteten Flügelstellung in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 10 ein Verkehrsflugzeug mit für den Stand- oder Fahrbetrieb gefalteter Flügelstellung in der Aufsicht,

Fig. 11 das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10 mit für den Stand- oder Fahrbetrieb gefalteter Flügelstellung in der perspektivischen Ansicht,

Fig. 12 das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10-11 mit der für den Flugbetrieb entfalteten Flügelstellung in der perspektivischen Ansicht mit Detailschnitten der bug- und heckseitigen Tragflächen,

Fig. 13 das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10-12 mit der für den Flugbetrieb entfalteten, positiven V-Stellung der Tragflächen in der bugseitigen Ansicht,

Fig. 14 das Verkehrsflugzeug nach Fig. 11-13 mit für den Flugbetrieb entfalteter Flügelstellung in der Seitenansicht,

Fig. 15 ein Überschallflugzeug mit der für den Überschallflug entfalteten Flügelstellung in der perspektivischen Übersicht mit Detailschnitten der bug- und heckseitigen Tragflächen,

Fig. 16 das Überschallflugzeug nach Fig. 15 mit der für den Überschallflug vorgesehenen Flügelstellung in der Frontansicht,

Fig. 17 das Überschallflugzeug nach Fig. 15-16 mit der für den Unterschallflug entfalteten Flügelstellung in der perspektivischen Übersicht mit Detailschnitten der bug- und heckseitigen Tragflächen,

Fig. 18 das Überschallflugzeug nach Fig. 15-17 mit der für den Unterschallflug vorgesehenen Flügelstellung in der Frontansicht,

Fig. 19 das Überschallflugzeug nach Fig. 15-18 mit der für den Fahr- und Standbetrieb gefalteten Flügelstellung in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 20 ein Wasserflugzeug, oben mit einer für den Flugbetrieb vorgesehenen, negativen V-Stellung der Tragflächen und unten mit gefalteter Flügelstellung nach der Landung, in perspektivischen Darstellungen,

Fig. 21 das Wasserflugzeug nach Fig. 20 mit einer von einer Fachwerkrohre gebildeten Rumpfkonstruktion in perspektivischer Darstellung,

Fig. 22 das Wasserflugzeug nach Fig. 20-21 nach der Landung im Wasser mit einer negativen V-Stellung der Tragflächen in einer bugseitigen Ansicht.

Fig. 1 zeigt ein Flugzeug 1, das als ein fliegendes Auto ausgebildet ist und dessen Faltsystem 2 als ein viereckiger bzw. bevorzugt rautenförmiger Polygonring 20 von vier Tragflächen T1-T4 und Knotenkörpern K1-K4 gebildet wird, in der für den Startbetrieb entfalteten Betriebsstellung des Faltsystems 2. Die Knotenkörper können auch als Knotenpunkte bezeichnet werden. Im Ausführungsbeispiel sind die Knotenpunkte K1 und K2 jeweils paarweise bzw. mit zwei Hälften ausgebildet, und man kann sie auch als Knotenkörper K1.1, K1.2, K2.1, K2.2 bezeichnen. Die Knotenkörper K1 und auch die Knotenkörper K2 sind im Ausführungsbeispiel auf der Backbordseite und auf der Steuerbordseite relativ zueinander bewegbar. Es ist aber auch möglich, beispielsweise nur die Knotenkörper K1 relativ zueinander beweglich auszubilden, oder aber nur die Knotenkörper K2.

Wie in Fig. 2 gezeigt, sind die Tragflächen T1-T4 als Teleskopflügel 26 aus jeweils vier Tragflächensegmenten 260 aufgebaut. In der Startaufstellung weisen die vier Tragflächen T1-T4 an der rumpfseitigen Flügelwurzel jeweils bevorzugt einen Anstellwinkel α von etwa 6 Grad auf, der sich an den von den Knotenkörpern K3, K4 gebildeten Flügelenden kontinuierlich auf etwa 2 Grad verringert. Das Flügelprofil 23 der in sich verwundenen Tragflächen T1-T4 ist asymmetrisch ausgebildet und erstreckt sich mit einer Profilsehne p von der Flügel Nase n bis zu der Flügelhinterkante e. Die Schnittdarstellungen zeigen eine bugseitige Tragfläche T2 und eine heckseitige Tragfläche T4. Die bugseitigen Tragflächen T1, T2 weisen bezüglich der Querachse y des Flugzeugs 1 einen positiven Pfeilungswinkel φ auf, während die heckseitigen Tragflächen T3, T4 bezüglich der Querachse y des Flugzeugs 1 einen negativen Pfeilungswinkel φ' aufweisen. Die Tragflächen T1-T4 sind mittels von acht Drehgelenken 22 jeweils mit einer horizontalen Drehachse δ mit den Knotenkörpern K1-K4 verbunden. Die Knotenkörper K3, K4 sind, wie in Fig. 3-4 gezeigt, jeweils als Winglet

ausgebildet. Die Knotenkörper K1, K2 haben Verstellbereiche V1, V2, jeweils mit einer zugeordneten Translationsachse β für den Faltvorgang des Faltsystems 2, wobei die bugseitigen Knotenkörper K1 mit der Unterseite des Rumpfs 10 verbunden ist, während die heckseitigen Knotenkörper K2 über das Leitwerk 12 mit der Oberseite des Rumpfs 10 verbunden ist. Werden die Verstellbereiche V1, V2 der Knotenkörper K1, K2 maximal genutzt, können die Tragflächen T1-T4 des Faltsystems 2 von einer für den Flugbetrieb vorgesehenen entfalteten Stellung in eine für den Fahr- und Standbetrieb vorgesehene, maximal gefaltete Stellung transformiert werden. Das Flugauto wird im Flugbetrieb beispielsweise von einem mit dem Heck 103 verbundenen Propeller 111 angetrieben, wobei im Fahrbetrieb vier Räder 133 ein von einem Elektromotor angetriebenes Fahrwerk 130 bilden. Der Polygonring 20 ist durch den Rumpf 10 des Flugzeugs 1 ausgesteift.

Fig. 2 oben zeigt das als Flugauto ausgebildete Flugzeug 1 im Fahrbetrieb und bei der Vorbereitung des Flugbetriebs unten.

Im Fahrbetrieb stehen die jeweils als Teleskopflügel 26 ausgebildeten Tragflächen T1-T4 senkrecht, wobei die Tragflächensegmente 260 der Teleskopflügel 26 derart ineinander geschoben sind, dass das Faltsystem 2 am Heck des Flugautos ein kompaktes Bündel bildet. Die vier Räder 133 des Flugautos weisen jeweils Autoreifen 134 auf und werden im Flugbetrieb als Landevorrichtung 13 genutzt. Für die Einleitung des Flugbetriebs werden jeweils drei der Tragflächensegmente 260 eines Teleskopflügels 26 aus einem vierten Tragflächensegment 260 ausgefahren, sodass die Tragflächen T1-T4 ihre für den Flugbetrieb vorgesehene endgültige Länge erreichen.

Fig. 3 zeigt das Flugauto nach Fig. 1-2 mit entfalteten Tragflächen T1-T4 im Flugbetrieb. Die bugseitigen Knotenkörper K1 befinden sich in einer für den Flugbetrieb vorgesehenen, mittleren Grundstellung in einer vorderen Position des Verstellbereichs V1, während die heckseitigen Knotenkörper K2 eine hintere Position des Verstellbereichs V2 einnehmen. Für den Geradeausflug weist die Profilsehne p des asymmetrischen Flügelprofils 23 der Tragflächen T1-T4 einen Anstellwinkel α auf, wobei die Tragflächen T1-T4, wie in Fig. 5 gezeigt, mit einem vertikalen Abstand h bezüglich der Hochachse z und bevorzugt parallel zueinander angeordnet sind. Die Tragflächensegmente 260 der Teleskopflügel 26 haben im Ausführungsbeispiel weder

verstellbare Vorflügel an den Flügelnasen n noch verstellbare Flächenklappen an den Flügelhinterkanten e , da die Tragflächen T1-T4 im Flugbetrieb ein Leitwerk 12 bilden. Wie in Fig. 4 gezeigt, wird der Verstellbereich V1 der Knotenkörper K1 dazu genutzt, die Anstellwinkel α der Profelsehnen p der bugseitigen Tragflächen T1, T2 und der heckseitigen Tragflächen T3, T4 relativ zueinander jeweils gegenläufig zu ändern, sodass das Flugzeug 1 wahlweise vom Geradeausflug in den Sinkflug oder in den Steigflug übergehen kann.

Fig. 4 zeigt das Flugauto nach Fig. 1-3 in der steuerbordseitigen Seitenansicht mit den Tragflächen T1, T3 und den Knotenkörpern K1-K3. Die Verstellbereiche V1, V2 der Knotenkörper K1, K2 ermöglichen unterschiedliche Betriebsstellungen der Tragflächen T1-T4, sodass das Faltsystem 2 ein Leitwerk 12 bildet bzw. die Funktion eines Leitwerks hat. In der für den Geradeausflug vorgesehenen Grundstellung weist die Profelsehne p des Flügelprofils 23 der Tragflächen T1-T4 einen leichten Anstellwinkel gegenüber der Längsachse x auf. Werden die Knotenkörper K1 weiter nach hinten verschoben, sodass sich der Abstand zwischen den bugseitigen Knotenkörpern und den heckseitigen Knotenkörpern verringert, geht das Flugauto in einen Sinkflug über, wobei sich der Auftrieb an den bugseitigen Tragflächen T1, T2 verringert und an den heckseitigen Tragflächen T3, T4 jeweils vergrößert. Werden die Knotenkörper K1 aus der für den Geradeausflug vorgesehenen, mittleren Grundstellung nach vorne verschoben, sodass sich der Abstand zwischen den bugseitigen Knotenkörpern K1 und den heckseitigen Knotenkörpern K2 vergrößert, verringert sich der Auftrieb an den heckseitigen Tragflächen T3, T4 und vergrößert sich an den bugseitigen Tragflächen T1, T2, sodass das Flugauto in einen Steigflug übergeht.

Fig. 5 zeigt das Flugauto nach Fig. 1-4 in drei bugseitigen Ansichten mit positiver V-Stellung der Tragflächen T1-T4:

Fig. 5 oben für den Geradeausflug, Fig. 5 Mitte für den Steigflug, und Fig. 5 unten für den Sinkflug. Die jeweils unterschiedlichen Betriebsstellungen der Tragflächen T1-T4 resultiert, wie in Fig. 4 gezeigt, aus einem jeweils unterschiedlichen Abstand der Knotenkörper K1 zu den Knotenkörpern K2 innerhalb der Verstellbereiche V1, V2. Da sich die Anstellwinkel der bugseitigen Tragflächen T1, T2 und der heckseitigen Tragflächen T3, T4 im Flugbetrieb mit dem Abstand der Knotenkörper K1, K2 innerhalb des Verstellbereichs V1 jeweils gegensinnig ändern lässt, kann das Faltsystem 2 die

Funktion eines Leitwerks 12 übernehmen. Diese Funktion eines Leitwerks kann das Trimmen umfassen oder aber auch die vollständige Funktion mit Kurvenflug, Steigen, Sinken etc., für die bisher Ruderflächen wie Höhenleitwerk, Seitenleitwerk und Flügelklappen eingesetzt wurden. Zusätzlich können weitere Systeme für die Funktion des Leitwerks vorgesehen werden, beispielsweise ein Seitenleitwerk oder bewegliche, ausfahrbare Vorflügel. Dies ist aber nicht zwingend erforderlich. Die mit den bugseitigen Knotenkörpern K1 verbundenen Tragflächen T1,T2 und die mit den heckseitigen Knotenkörpern K2 verbundenen Tragflächen T3,T4 weisen in jeder Betriebsstellung einen vertikalen Abstand h zueinander auf und sind bezüglich der Hochachse z bevorzugt parallel zueinander ausgerichtet. Die Räder des Fahrwerks 130 sind im Flugbetrieb des Flugautos an den Rumpf 10 angelegt, um den Luftwiderstand zu verringern.

Fig. 6 zeigt das Flugauto nach Fig. 1-5 mit einer Flügelstellung der Tragflächen T1-T4 für den Kurvenflug. Die Hälften der jeweils paarweise vorgesehenen Knotenkörper K1, K2 können unabhängig voneinander verstellt werden. Während der Abstand der in Flugrichtung steuerbordseitigen Hälften der Knotenkörper K1,K2 gegenüber der für den Geradeausflug vorgesehenen Grundstellung wie in Fig. 1 dargestellt verkürzt wurde, wurde der Abstand der backbordseitigen Hälften der Knotenkörper K1,K2 gegenüber der für den Geradeausflug vorgesehenen, mittleren Grundstellung verlängert, sodass der von den Tragflächen bewirkte Auftrieb backbordseitig größer ist als steuerbordseitig und das Flugzeug 1 deswegen eine Rechtskurve fliegt.

Fig. 7 zeigt exemplarisch ein Drehgelenk 22 des Faltsystems 2 für ein erfindungsgemäßes Flugzeug 1 in der für den Flugbetrieb entfalteten Stellung. Die Knotenkörper K1-K4 und die Tragflächen T1-T4 sind jeweils durch komplementäre Vor- und Rücksprünge verzahnt, die von der horizontalen Drehachse δ durchquert werden, sodass eine mehrschnittige Verbindung 21 gebildet wird, die eine einseitige Einspannung einer Tragfläche T1-T4 an einem Knotenkörper K1-K4 ermöglicht. Das Drehgelenk 22 weist eine mehrschnittige Verbindung 21 auf und hat nur einen für eine Drehbewegung erforderlichen Freiheitsgrad. Mehrschnittige Verbindungen werden auch als Scharnierbandverbindung oder Klavierbandverbindung bezeichnet.

Fig. 8 zeigt das Drehgelenk 22 nach Fig. 7 in einer für den Fahr- und Standbetrieb eines erfindungsgemäßen Flugzeugs 1 vorgesehenen gefalteten Betriebsstellung. Die mehrschnittige Verbindung 21 zwischen den komplementären Vor- und Rücksprüngen der Knotenkörper K1-K4 und der Tragflächen T1-T4 wird von konzentrisch und Koaxial zu der horizontalen Drehachse δ angeordneten Wälzlagern 220 mit aus Rollen, Kugeln, oder Kegeln bestehenden Wälzkörpern gebildet, die die Drehbarkeit des Drehgelenks 22 um die horizontale Drehachse δ auch dann sicherstellen, wenn die Knotenkörper K1-K4 im Flugbetrieb torsionsbeansprucht sind. Das Drehgelenk 22 kann in der für den Flugbetrieb vorgesehenen Stellung mittels einer nicht näher dargestellten Verriegelung arretiert werden.

Alternativ kann das Drehgelenk als einschnittiges Drehgelenk oder als Biege-/Knickgelenk mit einer virtuellen Drehachse ausgebildet sein, um zumindest eine Verformung durch Bewegung der rumpfseitigen Knotenkörper K1, K2 zu ermöglichen, wie sie beispielsweise für das Trimmen benötigt wird. Ein solches Biege-/Knickgelenk kann beispielsweise in Form einer Wespentaille zwischen dem Knotenkörper K1, K2 und einer zugeordneten Tragfläche T1-T4 ausgebildet werden, welche Wespentaille bevorzugt eine oberseitige Kehle und eine untere Kehle im Bereich der virtuellen Drehachse aufweist.

Fig. 9 oben zeigt ein Flugzeug 1, das im Fahrbetrieb als ein Bus am Straßenverkehr teilnehmen kann, bei dem das Faltsystem 2 zu einem kompakten Bündel am Heck 103 des Busses zusammengefaltet ist.

Fig. 9 unten zeigt das Flugzeug 1 mit dem für den Flugbetrieb entfaltenen Polygonring 20 der Faltsstruktur 2. Wie in Fig. 9 oben dargestellt, werden für den Übergang vom Flug- in den Fahrbetrieb zunächst die parallel zu der Hochachse z ausgerichteten Tragflächensegmente 260 der Teleskopflügel 26 ausgefahren und bilden die Tragflächen T1-T4 in voller Länge. In einem zweiten Schritt werden dann beide Hälften eines zweiteilig ausgebildeten Knotenkörpers K1 auf den Schienen 101 an der Unterseite des Rumpfs 10 synchron in Richtung Bug 102 verschoben und in der vordersten Stellung des Verstellbereichs V1 fest mit dem Rumpf 10 verbunden, sodass die Tragflächen T1-T4 in einer für den Geradeausflug vorgesehenen Grundstellung des Faltsystems 2 einen Anstellwinkel α kleiner gleich 6 Grad aufweisen. Wie in Fig. 4-6 gezeigt, kann der Steig- oder der Sinkflug des Flugzeugs 1 dadurch eingeleitet werden,

dass durch eine geringfügige Verschiebung des bugseitigen Knotenkörpers K1 innerhalb des Verstellbereichs V1 eine gegensinnige Änderung der Anstellwinkel α , jeweils an den steuerbordseitigen Tragflächen T1, T3 und an den backbordseitigen Tragflächen T2, T4 herbeigeführt wird. Ein in zwei Hälften geteilter Knotenkörper K1 ermöglicht die Verstellung der steuerbordseitigen Tragflächen T1, T3 und der backbordseitigen Tragflächen T2, T4 auf zwei getrennten Schienen 101 unabhängig voneinander, sodass die Tragflächen T1-T4 die Funktion eines Leitwerks mit Querruder, Seitenruder und Höhenruder übernehmen können. Das Fahrwerk 130 besteht aus vier Rädern 133 und dient als Landevorrichtung 13, indem das Flugzeug 1 bei der Landung zuerst auf den heckseitigen Rädern 133 aufsetzt. Das Triebwerk 11 besteht beispielsweise aus zwei elektrisch betriebenen Fan-Triebwerken, die mit dem Leitwerk 12 am Heck verbunden sind. Der Polygonring 20 mit Teleskopflügeln 26 ermöglicht es, die Abmessungen eines Flugzeugs 1 an die Abmessungen eines Straßenbusses anzupassen, sodass das Flugzeug 1 unmittelbar nach der Landung als Bus weiterfahren kann.

Fig. 10 zeigt ein Flugzeug 1 als ein Verkehrsflugzeug mit einem von vier Tragflächen T1-T4 und Knotenkörpern K1-K4 gebildeten Faltsystem 2 in einer für den Fahr- und Standbetrieb vorgesehenen gefalteten Betriebsstellung im Grundriss. Der Pfeilungswinkel φ der beiden bugseitigen Tragflächen T1, T2 ist positiv, während die beiden heckseitigen Tragflächen T3, T4 bezüglich der Querachse y des Flugzeugs 1 einen negativen Pfeilungswinkel φ' aufweisen. Die Tragflächen T1-T4 sind jeweils an beiden Enden mittels von Drehgelenken 22 mit horizontalen Drehachsen δ mit den Knotenkörpern K1-K4 verbunden, sodass das von einem quadratischen Polygonring 20 gebildete Faltsystem 2 insgesamt acht Drehgelenke 22 und acht horizontale Drehachsen δ aufweist. Die steuer- und backbordseitigen äußeren Knotenkörper K3, K4 sind, wie in Fig. 3 und Fig. 5 gezeigt, jeweils als ein Winglet ausgebildet. Der quadratische Polygonring 20 wird in jeder Stellung des Faltsystems 2 durch einen als Röhre 100 ausgebildeten Rumpf 10 des Flugzeugs 1 ausgesteift. Die mit der Unterseite der Röhre 100 verbundenen Knotenkörper K1 haben einen Verstellbereich V1 und weisen in der maximal gefalteten Betriebsstellung des Faltsystems 2 den kürzesten Abstand zu den Knotenkörpern K2 auf. Wie in Fig. 12 gezeigt, werden die Knotenkörper K1 in der für den Flugbetrieb vorgesehenen Stellung an das vordere Ende des

Verstellbereichs V1 verschoben, sodass die Knotenkörper K1, K2 einen größeren Abstand zueinander haben.

Fig. 11 zeigt das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10 in einer gefalteten Betriebsstellung des Polygonrings 20, bei dem die Knotenkörper K1-K4 und die Tragflächen T1-T4, wie in Fig. 10 gezeigt, mittels von acht Drehgelenken 22 mit acht bevorzugt horizontalen Drehachsen δ untereinander zu einem Faltsystem 2 verbunden sind. Die perspektivische Ansicht zeigt das Verkehrsflugzeug mit gefalteten Tragflächen T1-T4, mit zwei Triebwerken 11 als Prop-Fan-Triebwerke 110 mit Propellern 111 und mit einem Leitwerk 12 und einer Landevorrichtung 13, die von einem einziehbaren Fahrwerk 130, mit einem Hauptfahrwerk 131 und mit einem bugseitigem Stützfahrwerk 132 gebildet wird. Nach der Landung werden die Tragflächen T1-T4 zusammengeklappt, indem der bugseitige Knotenkörper K1 auf der von einer Schiene 101 gebildeten Translationsachse β des Faltsystems 2 in Richtung des starr mit dem Leitwerk 12 verbundenen heckseitigen Knotenkörpers K2 verschoben wird. Das Verkehrsflugzeug hat deshalb einen geringeren Platzbedarf in der endgültigen Standposition am Terminal und auch im Rangierbetrieb.

Fig. 12 zeigt das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10-11 im Flugbetrieb mit entfalteten Tragflächen T1-T4, die jeweils ein überschalltaugliches, asymmetrisches Flügelprofil 23 mit einer von einem Vorflügel 24 gebildeten beweglichen Nase n und eine verstellbare Flügelhinterkante e mit einer Flächenklappe 25 aufweisen. Die Profilschneidlinie p verbindet die Flügelhinterkante e mit der Flügelhinterkante e und weist mindestens an der rumpfseitigen Flügelwurzel einen Anstellwinkel α kleiner gleich 6 Grad auf. Im Flugbetrieb sind die Knotenkörper K1, K2 jeweils in vorgebbaren Positionen arretierbar mit dem Rumpf 10 verbunden, sodass der Polygonring 20 zusammen mit dem Rumpf 10 ein biege-, schub- und torsionssteifes Flugwerk bildet.

Fig. 13 zeigt das Verkehrsflugzeug nach Fig. 10-12 in einer bugseitigen Ansicht mit entfalteten Tragflächen T1-T4 in einer positiven V-Stellung. Die Tragflächen T1, T2 sind mit den bugseitigen Knotenkörpern K1 verbunden und weisen gegenüber den mit den heckseitigen Knotenkörpern K2 verbundenen Tragflächen T3, T4 einen vertikalen Abstand h auf, wobei die steuerbordseitigen Tragflächen T1, T3 und die backbordseitigen Tragflächen T2, T4 bezüglich der Hochachse z des Flugzeugs 1

jeweils bevorzugt parallel zueinander angeordnet und mittels der als Winglets ausgebildeten Knotenkörper K3, K4 untereinander verbunden sind.

Fig. 14 zeigt das Flugzeug nach Fig. 10-13 in einer backbordseitigen Ansicht. Während die bugseitige Tragfläche T2 von dem Knotenkörper K1 zu dem Knotenkörper K4 eine ansteigende Linie beschreibt, fällt die heckseitige Tragfläche T4 von dem Knotenkörper K4 zu dem Knotenkörper K2 hin. An der Unterseite des als Röhre 100 ausgebildeten Rumpfs 10 sind der Verstellbereich V1 für die Knotenkörper K1 sowie die Landevorrichtung 13 mit eingezogenem Hauptfahrwerk 131 gekennzeichnet.

Fig. 15 zeigt ein Überschallflugzeug mit einem Faltsystem 2, das von einem Polygonring 20 mit Knotenkörpern K1-K4, vier gleich langen Tragflächen T1-T4 und acht Drehgelenken 22 jeweils mit horizontalen Drehachsen δ gebildet und von einem, die bugseitigen Knotenkörper K1 mit den heckseitigen Knotenkörpern K2 verbindenden Rumpf 10 in Form einer Röhre 100 ausgesteift ist. Der Polygonring 20 ist in der für den Überschallflug vorgesehenen entfalteten Betriebsstellung dargestellt, in der die Profilschnen p des asymmetrischen Flügelprofils 23 im Wesentlichen parallel zu der Längsachse x des Flugzeugs 1 ausgerichtet sind, wobei an den beiden bugseitigen Tragflächen T1-T2 und an den beiden heckseitigen Tragflächen T3, T4 ein in Richtung der als Winglets ausgebildeten Knotenkörper K3, K4 abnehmender Verwindungswinkel jeweils gegenüber der Längsachse x vorgesehen ist. Die heckseitigen Knotenkörper K2 sind über das Leitwerk 12 starr mit dem Rumpf 10 verbunden, während die bugseitigen Knotenkörper K1 einen Verstellbereich V1 mit einer Translationsachse β aufweisen. Für den Überschallflug befinden sich die Knotenkörper K1 in einer hinteren Stellung des Verstellbereichs V1, sodass die Tragflächen T1-T4, wie in Fig. 16 gezeigt, eine positive V-Stellung einnehmen und mit einem vertikalen Abstand h bezüglich der Hochachse z bevorzugt parallel zueinander angeordnet sind. Zwei mit dem Heck 103 verbundene leistungsfähige Triebwerke 11 beschleunigen das Flugzeug beispielsweise auf eine Fluggeschwindigkeit größer als Mach 2. Für den in Fig. 17 und Fig. 18 dargestellten Unterschallflug werden die Knotenkörper K1 in eine vorderste Stellung des Verstellbereichs V1 verschoben.

Fig. 16 zeigt das Überschallflugzeug nach Fig. 15 in einer bugseitigen Ansicht im Überschallflugbetrieb. Der vertikale Abstand h zwischen den bugseitigen Tragflächen

T1, T2 und den heckseitigen Tragflächen T3, T4 wird von den als Winglets ausgebildeten Knotenkörpern K3, K4 überbrückt.

Fig. 17 zeigt das Überschallflugzeug nach Fig. 15-16 mit einer voll entfalteten Stellung der Tragflächen T1-T4, bei welcher die Knotenkörper K1 in einer vordersten Stellung des Verstellbereichs V1 fest mit dem Rumpf 10 verbunden sind, wobei die bugseitigen Tragflächen T1, T2 jeweils einen Anstellwinkel α gegenüber der Längsachse x des Flugzeugs 1 aufweisen und die hinteren Hälften der heckseitigen Tragflächen T3, T4, als Flächenklappen 25 ausgebildet und nach unten geklappt sind, sodass für den Flugbetrieb im Unterschallbereich alle vier Tragflächen T1-T4 mehr Auftrieb liefern als im Überschallflugbetrieb.

Fig. 18 zeigt das Überschallflugzeug nach Fig. 15-17 in einer bugseitigen Ansicht, wobei die Tragflächen T1-T4 für den Flugbetrieb im Unterschallbereich gegenüber der für den Überschallflug vorgesehenen Stellung weiter abgesenkt sind und nur eine leichte V-Form mit einem Winkel von 4,5 Grad gegenüber der Querachse y aufweisen. Durch eine positive V-Stellung der Tragflächen T1-T4 wird eine unerwünschte Totstellung des Faltsystems 2 vermieden, bei der die Tragflächen T1-T4 und die Knotenkörper K1-K4 in einer Ebene liegen. Die positive V-Stellung der Tragflächen T1-T4 ermöglicht es, den Faltmechanismus des Polygonrings 20 ohne unangemessenen Kraftaufwand durch einfache Verschiebung der Knotenkörper K1 aus der vordersten Stellung innerhalb des Verstellbereichs V1 einzuleiten, indem der Knotenkörper K1 auf der Translationsachse β auf den fest mit dem Heck 103 verbundenen Knotenkörper K2 zu bewegt wird, sodass, wie in Fig. 19 gezeigt, die Tragflächen T1-T4 in einer für den Fahr- und Standbetrieb des Überschallflugzeugs vorgesehenen Betriebsstellung eine platzsparende, aufrechte Stellung einnehmen.

Fig. 19 zeigt das Überschallflugzeug nach Fig. 15-18 in der für den Rangier- und Standbetrieb vorgesehenen, maximal gefalteten Betriebsstellung des von dem Polygonring 20 gebildeten Faltsystems 2.

Fig. 20 zeigt ein Wasserflugzeug, oben im Geradeausflug und unten nach der Landung mit ausgefahrenem Fahrwerk 130. Der Rumpf 10 des Wasserflugzeugs ist als eine polygonale Röhre 100 ausgebildet. Zwei bugseitige Tragflächen T1, T2 mit einer

negativen V-Stellung sind jeweils mittels von Drehgelenken 22 mit Drehachsen δ an ihrem rumpfseitigen Ende an einen der beiden Knotenkörper K1 und an ihrem äußeren Ende an die Knotenkörper K3, K4 angelenkt, während zwei heckseitige Tragflächen T3, T4, ebenfalls mit einer negativen V-Stellung an einen fest mit dem heckseitigen Leitwerk 12 verbundenen Knotenkörper K2 angelenkt sind. Wird der Abstand zwischen den Knotenkörpern K1, K2 bei einem Flugzeug 1 mit negativer V-Stellung der Tragflächen T1-T4 verkürzt, geht das Flugzeug 1 in einen Steigflug über, wird der Abstand zwischen den Knotenkörpern K1, K2 bei einem Flugzeug 1 mit negativer V-Stellung der Tragflächen T1-T4 hingegen verlängert, geht das Flugzeug 1 in einen Sinkflug über. Die bugseitigen Knotenkörper K1 sind innerhalb eines Verstellbereichs V1 unabhängig voneinander entlang einer jeweils zugeordneten Translationsachse β verschiebbar. Wie in Fig. 21 oben gezeigt, sind die beiden Knotenkörper K1 jeweils mit den oberen Gurtstäben 105 einer durch Diagonalverbände ausgesteiften Fachwerkrohre 104 verbunden. Für den Geradeausflug sind die Knotenkörper K1, K2 mit einem definierten Abstand zueinander angeordnet. Für die Landung wird dieser Abstand vergrößert, wobei die bugseitigen Knotenkörper K1 innerhalb des Verstellbereichs V1 ein Stück weit nach vorne verschoben werden, sodass die beiden bugseitigen Tragflächen T1, T2 mit einem verkleinerten Anstellwinkel weniger Auftrieb liefern als die beiden heckseitigen Tragflächen T3, T4 mit einem vergrößerten Anstellwinkel. Für die Landung ist eine aus dem Rumpf 10 ausklappbare Landevorrichtung 13 mit einem Hauptfahrwerk 131 etwa in der Flugzeugmitte und mit einem bugseitigen Stützfahrwerk 132 vorgesehen. Wie in Fig. 20 unten gezeigt, können die beiden bugseitigen Tragflächen T1, T2 nach der Landung zum Heck 103 des Flugzeugs hin verschoben werden, wobei sie sich aufstellen und in der Endposition ein kompaktes Bündel bilden, sodass das Flugzeug nach der Landung einen vergleichsweise geringen Grundflächenbedarf hat. Für die Wasserung des Flugzeugs ist der Rumpf 10 als zentraler Schwimmkörper 135 ausgebildet, wobei, wie in Fig. 22 gezeigt, zwei mit den Knotenkörpern K3, K4 verbundene Schwimmkörper das Flugzeug nach der Landung im Wasser abstützen. Das Wasserflugzeug wird von einem an der Oberseite des Rumpfs angeordneten Propellertriebwerk mit zwei Propellern 111 angetrieben. Das Wasserflugzeug hat ein breites Anwendungsspektrum, das von einem Passagierflugzeug, einem Frachtflugzeug oder einem Feuerlöschflugzeug bis hin zu einem als Drohne ausgebildeten unbemannten Flugzeug 1 reicht.

Fig. 21 zeigt die Konstruktion des Flugzeugs nach Fig. 20, dessen Rumpf 10 als eine Fachwerkrohre 104 mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist. Die Fachwerkrohre 104 weist vier äußere, in Längsrichtung angeordnete Gurtstäbe 105 auf, die allseitig durch diagonale Verbände untereinander verbunden sind, sodass der Rumpf 10 einen flexiblen rechteckigen Nutzraum aufweist, der z.B. am Heck 103 durch eine Klappe, die geöffnet und als Laderampe genutzt werden kann, abgeschlossen ist. Die Skelettbauweise des Flugzeugs 1 mit einer systematischen Trennung von Tragstruktur und Hülle ermöglicht die Ausbildung unterschiedlicher Flugzeugtypen auf Basis des faltbaren Flugwerks.

Fig. 22 zeigt das Wasserflugzeug nach Fig. 20-21 nach der Landung im Wasser in einer Ansicht von vorne. Die beiden bugseitigen Tragflächen T1, T2 sind mittels der Knotenkörper K1 an die Oberseite des Rumpfs 10 angelenkt, während die heckseitigen Tragflächen T3, T4 mit Knotenkörpern K2 verbunden sind und zusammen mit dem Leitwerk 12 eine in sich starre Einheit bilden. Die bugseitigen Tragflächen T1, T2 und die heckseitigen Tragflächen T3, T4 sind mit einem vertikalen Abstand h zueinander angeordnet und jeweils an ihren äußeren Enden mit den Knotenkörpern K3, K4 verbunden, die ihrerseits mit Schwimmkörpern 135 verbunden sind.

Naturgemäß sind im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungen und Modifikationen möglich.

Die bugseitigen Tragflächen T1, T2 sind bevorzugt parallel zu den zugeordneten heckseitigen Tragflächen T3, T4. Es sind aber beispielsweise auch nicht parallele Ausführungsformen möglich.

In den Ausführungsbeispielen sind jeweils vier Tragflächen T1 bis T4 vorgesehen. Es können beispielsweise auch acht Tragflächen oder zwölf Tragflächen vorgesehen sein.

Bezugszeichenübersicht

Flugzeug	1	Faltsystem	2
Längsachse	x	Tragflächen	T1-T4
Querachse	y	Steuerbord- und bugseitige Tragfläche	T1
Hochachse	z	Backbord- und bugseitige Tragfläche	T2
Rumpf	10	Steuerbord- und heckseitige Tragfläche	T3
Verstellbereich	V1,V2	Backbord- und heckseitige Tragfläche	T4
Röhre	100	Anstellwinkel	α
Schiene	101	Pfeilungswinkel	φ, φ'
Bug	102	Vertikaler Abstand	h
Heck	103	Knotenkörper	K1-Kn
Fachwerkrohre	104	Bugseitige, rumpfseitige Knotenkörper	K1
Gurtstäbe	105	Heckseitige, rumpfseitige Knotenkörper	K2
Triebwerk	11	Steuerbordseitiger, äußerer Knotenkörper	K3
Prop-Fan-Triebwerk	110	Backbordseitiger, äußerer Knotenkörper	K4
Propeller	111	Translationsachse	β
Elektrisches Fantriebwerk	112	Polygonring	20
Leitwerk	12	Verbindung	21
Querruder	120	Drehgelenk	22
Seitenruder	121	Wälzlager	220
Höhenruder	122	Drehachse	δ
Landevorrichtung	13	Flügelprofil	23
Fahrwerk	130	Flügel Nase	n
Hauptfahrwerk	131	Flügelhinterkante	e
Stützfahrwerk	132	Profilsehne	p
Rad	133	Vorflügel	24
Autoreifen	134	Flächenklappe	25
Schwimmkörper	135	Teleskopflügel	26
Drohne	14	Tragflächensegment	260

Patentansprüche

1. Flugzeug (1),

welches mindestens einen Rumpf (10), ein Triebwerk (11), ein Leitwerk (12), eine Landevorrichtung (13), eine Längsachse (x), eine Querachse (y) und eine Hochachse (z) sowie ein Faltsystem (2) aufweist,

welches Faltsystem (2) Tragflächen (T1 - T4) und Knotenkörper (K1 - K4) aufweist, die untereinander verbunden sind,

welche Tragflächen (T1 - T4) mindestens zwei bugseitige Tragflächen (T1, T2) mit einem positiven Pfeilungswinkel (φ) und mindestens zwei heckseitige Tragflächen (T3, T4) mit einem negativen Pfeilungswinkel (φ') in Bezug zu der Querachse (y) aufweisen, von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und eine der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) backbordseitige Tragflächen (T2, T4) sind und von denen jeweils eine der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und eine der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) steuerbordseitige Tragflächen (T1, T3) sind,

welche Knotenkörper (K1 - K4) rumpfseitige Knotenkörper (K1, K2) und äußere Knotenkörper (K3, K4) aufweisen,

welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweisen,

welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils am ersten Ende an einen zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) mittels eines Drehgelenks (22) mit einer Drehachse (δ) angelenkt sind,

welche bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils am zweiten Ende an einem äußeren Knotenkörper (K3, K4) mittels eines Drehgelenks (22) mit einer Drehachse (δ) angelenkt sind, wobei jeweils eine bugseitige Tragfläche (T1, T2) und eine heckseitige Tragfläche (T3, T4) über einen der äußeren Knotenkörper (K3, K4) miteinander verbunden sind,

welche rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) zumindest teilweise entlang einer zugeordneten Translationsachse (β) verschiebbar sind,

wobei bei den äußeren Knotenkörpern (K3, K4) die der bugseitigen Tragfläche (T1, T2) zugeordnete Drehachse (δ) nicht parallel zu der der heckseitigen Tragfläche (T3, T4) zugeordneten Drehachse (δ) vorgesehen ist, um durch eine Verschiebung eines rumpfseitigen Knotenkörpers (K1, K2) entlang der zugeordneten Translationsachse (β) eine Bewegung des zugeordneten äußeren Knotenkörpers (K3, K4) mit einer

Bewegungskomponente in Richtung der Hochachse (z) und damit unterschiedliche Betriebsstellungen des Faltsystems (2) zu ermöglichen, und wobei

- die rumpfseitigen Knotenkörper (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2), oder
- die rumpfseitigen Knotenkörper (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4), oder
- sowohl die rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) als auch der heckseitigen Tragflächen (T3, T4)

unabhängig voneinander entlang der zugeordneten Translationsachse (β) bewegbar sind, und das Faltsystem (2) im Flugbetrieb die Funktion des Leitwerks (12) hat.

2. Flugzeug (1) nach Anspruch 1, welches eine Arretiervorrichtung zur Arretierung der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) relativ zum Rumpf (10) aufweist, um hierdurch die Tragflächen (T1 – T4) in einer vorgegebenen Betriebsstellung zu arretieren.

3. Flugzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Translationsachse (β) mindestens eines rumpfseitigen Knotenkörpers (K1, K2) parallel zu der Längsachse (x) verläuft.

4. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Tragflächen (T1 - T4) in sich verwunden sind und in einem Querschnitt parallel zu der Längsachse (x) jeweils ein asymmetrisches Flügelprofil (23) mit einer Saugseite, mit einer Druckseite und mit einer sich von einer Flügelnase (n) bis zu einer Flügelhinterkante (e) erstreckenden Profilschne (p) aufweisen.

5. Flugzeug (1) nach Anspruch 4, bei welchem die Flügelnasen (n) jeweils verstellbare Vorflügel (24) und die Flügelhinterkanten (e) verstellbare Flächenklappen (25) aufweisen.

6. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine der Tragflächen (T1-T4) einen Teleskopflügel (26) aufweist, der aus mindestens zwei Tragflächensegmenten (260) aufgebaut ist, welche Tragflächensegmente (260) in mindestens einer vorgegebenen Betriebsstellung derart ineinander schiebbar sind, dass die Länge einer Tragfläche (T1 - T4) reduziert wird.

7. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) bugseitige und heckseitige rumpfseitige Knotenkörper (K1, K2) aufweisen, welche Tragflächen (T1 – T4) eine bugseitige backbordseitige Tragfläche (T2), eine bugseitige steuerbordseitige Tragfläche (T1), eine heckseitige backbordseitige Tragfläche (T4) und eine heckseitige steuerbordseitige Tragfläche (T3) aufweisen, und bei welchem Flugzeug (1) die bugseitige backbordseitige Tragfläche (T2) und die bugseitige steuerbordseitige Tragfläche (T1) jeweils mit einem der bugseitigen rumpfseitigen Knotenkörper (K1) verbunden sind, und bei welchem die heckseitige backbordseitige Tragfläche (T4) und die heckseitige steuerbordseitige Tragfläche (T3) jeweils mit einem der heckseitigen rumpfseitigen Knotenkörper (K2) verbunden sind.

8. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die äußeren Knotenkörper (K3, K4) jeweils als Winglets ausgebildet sind.

9. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die erste und zweite steuerbordseitige Tragfläche (T1, T3) bezüglich der Hochachse (z) mit einem vertikalen Abstand (h) zueinander angeordnet sind, und bei welchem die erste und zweite backbordseitige Tragfläche (T2, T4) bezüglich der Hochachse (z) mit einem vertikalen Abstand (h) zueinander angeordnet sind.

10. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem mindestens einer der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) als Schieber über eine Schiene (101) mit dem Rumpf (10) verbunden ist.

11. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Drehgelenke (22) jeweils nur einen Freiheitsgrad haben und die rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) zumindest in der für den Flugbetrieb vorgesehenen entfalteten Betriebsstellung mit dem Rumpf (10) verbunden sind, wobei bevorzugt das Faltsystem (2) zusammen mit dem Rumpf (10) ein Flugwerk mit einer definierten elastischen Verformbarkeit bildet.

12. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) in einer für den Geradeausflug

vorgesehenen Grundstellung bezüglich der Längsachse (x) einen festen Abstand zueinander einnehmen, und die Profillehnen (p) der Tragflächen (T1 - T4) einen vorgegebenen Anstellwinkel (α) aufweisen.

13. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches dazu ausgebildet ist, die Funktion des Leitwerks (12) dadurch zu erfüllen, dass für die Einleitung einer Drehbewegung des Flugzeugs (1) um die Querachse (y) mindestens ein rumpfseitiger Knotenkörper (K1, K2) der backbordseitigen Tragflächen (T2, T4) und mindestens ein rumpfseitiger Knotenkörper (K1, K2) der steuerbordseitigen Tragflächen (T1, T3) auf der zugeordneten Translationsachse (β) verschoben wird, sodass der Abstand der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) zueinander entweder verkürzt oder verlängert wird und sich die Anstellwinkel (α) der beiden bugseitigen Tragflächen (T1, T2) relativ zu den beiden heckseitigen Tragflächen (T3, T4) jeweils gegenläufig ändern.

14. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches dazu ausgebildet ist, die Funktion des Leitwerks (12) dadurch zu erfüllen, dass für die Einleitung einer Drehbewegung des Flugzeugs (1) um die Längsachse (x) und um die Hochachse (z)

- die den bugseitigen Tragflächen (T1, T2) zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K1), oder
- die den heckseitigen Tragflächen (T3, T4) zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K2), oder
- sowohl die den bugseitigen Tragflächen (T1, T2) zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K1) als auch die den heckseitigen Tragflächen (T3, T4) zugeordneten rumpfseitigen Knotenkörper (K2)

unabhängig voneinander entlang der zugeordneten Translationsachsen (β) verschiebbar sind, sodass für einen Kurvenflug die Anstellwinkel (α) der steuerbordseitigen Tragflächen (T1, T3) und der backbordseitigen Tragflächen (T2, T4) unabhängig voneinander geändert werden können.

15. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches als Überschallflugzeug ausgebildet ist, bei welchem die heckseitigen Tragflächen (T3, T4) an den Flügelhinterkanten (e)

verstellbare Flächenklappen (25) aufweisen,
bei welchem der Rumpf (10) eine Röhre (100) mit einem verstellbaren Bug (102) und mit einem hochgezogenen Heck (103) aufweist,
bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) starr mit dem Rumpf (10) verbunden sind,
bei welchem die rumpfseitigen Knotenkörper (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) jeweils auf einer zugeordneten Schiene (101) entlang einer Translationsachse (β) an der Unterseite der Röhre (100) innerhalb eines Verstellbereichs (V1) derart verschiebbar sind,
dass in einer für den Unterschallflug vorgesehenen Betriebsstellung des Faltsystems (2) der Abstand der Knotenkörper (K1, K2) so weit vergrößert wird, dass die Profildicke (p) des asymmetrischen Flügelprofils (23) an den beiden bugseitigen Tragflächen (T1, T2) einen Anstellwinkel (α) aufweist und an den beiden heckseitigen Tragflächen (T3, T4) die Flächenklappen (25) abgesenkt sind, sodass alle vier Tragflächen (T1 - T4) für den Unterschallflug gewölbte Saugseiten mit einem Druckpunkt im vorderen Drittel aufweisen, und
dass in einer für den Überschallflug vorgesehenen Betriebsstellung des Faltsystems (2) der Abstand der Knotenkörper (K1, K2) so gewählt ist, dass die Tragflächen (T1-T4) bezüglich der Hochachse (z) eine V-förmige Stellung einnehmen, wobei die Tragflächen (T1-T4) eine Saugseite mit einem relativ zur für den Unterschallflug vorgesehenen Betriebsstellung nach hinten verlagerten Druckpunkt aufweisen.

16. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei welchem das Drehgelenk (2) mit der Drehachse (δ) zwischen einem der Knotenkörper (K1 - K4) und einer Tragflächen (T1 - T4) als eine mehrschnittige Verbindung (21) ausgebildet ist.

17. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei welchem der Rumpf (10) als eine polygonale Fachwerkröhre (104) mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist, welche Fachwerkröhre (104) als Längsspannen ausgebildete Gurtstäbe (105) aufweisen, welche Gurtstäbe (105) eine Schiene (101) für die Verstellung der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) ausbilden.

18. Flugzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei welchem eine systematische Trennung der Trag- und der Hüllfunktion des Rumpfs (10) vorgesehen ist, wobei das Tragwerk von einer Fachwerkröhre (104) und die Hülle von einer Bespannung oder von Paneelen gebildet ist.

19. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Rumpf (10) als Röhre (100) ausgebildet ist und ein unverschiebliches Widerlager für die Verschiebung und für die Arretierung der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) in der jeweiligen Betriebsstellung bildet, wobei bevorzugt die Verschiebung und die Arretierung von mindestens einem der rumpfseitigen Knotenkörper (K1, K2) mechanisch oder hydraulisch oder pneumatisch oder mittels einer vorgespannten Feder oder als Kombination aus zwei oder mehreren der genannten Systeme erfolgt.

20. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches eine positive V-Stellung der Tragflächen (T1 – T4) aufweist, und welches dazu ausgebildet ist

- den Sinkflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und den rumpfseitigen Knotenkörpern (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) verkürzt wird,
- den Steigflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und den rumpfseitigen Knotenkörpern (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) verlängert wird, und
- den Kurvenflug dadurch einzuleiten, dass die rumpfseitigen Knotenkörper (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) oder die rumpfseitigen Knotenkörper (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) unabhängig voneinander bewegt werden.

21. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches eine negative V-Stellung der Tragflächen (T1 – T4) aufweist, und welches dazu ausgebildet ist,

- den Steigflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und den rumpfseitigen Knotenkörpern (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) verkürzt wird,
- den Sinkflug dadurch einzuleiten, dass der Abstand zwischen den rumpfseitigen Knotenkörpern (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) und den rumpfseitigen Knotenkörpern (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) verlängert wird, und

- den Kurvenflug dadurch einzuleiten, dass die rumpfseitigen Knotenkörper (K1) der bugseitigen Tragflächen (T1, T2) oder die rumpfseitigen Knotenkörper (K2) der heckseitigen Tragflächen (T3, T4) unabhängig voneinander bewegt werden.

22. Flugzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches als Wasserflugzeug ausgebildet ist und bei welchem die Landevorrichtung (13) Schwimmkörper (135) aufweist, wobei der Rumpf einen zentralen Schwimmkörper (135) bildet und die äußeren Knotenkörper (K3, K4) mit stützenden Schwimmkörpern (135) verbunden sind, und bei welchem das Flugzeug (1) dazu ausgebildet ist, eine negative V-Stellung der Tragflächen (T1 – T4) zu ermöglichen.

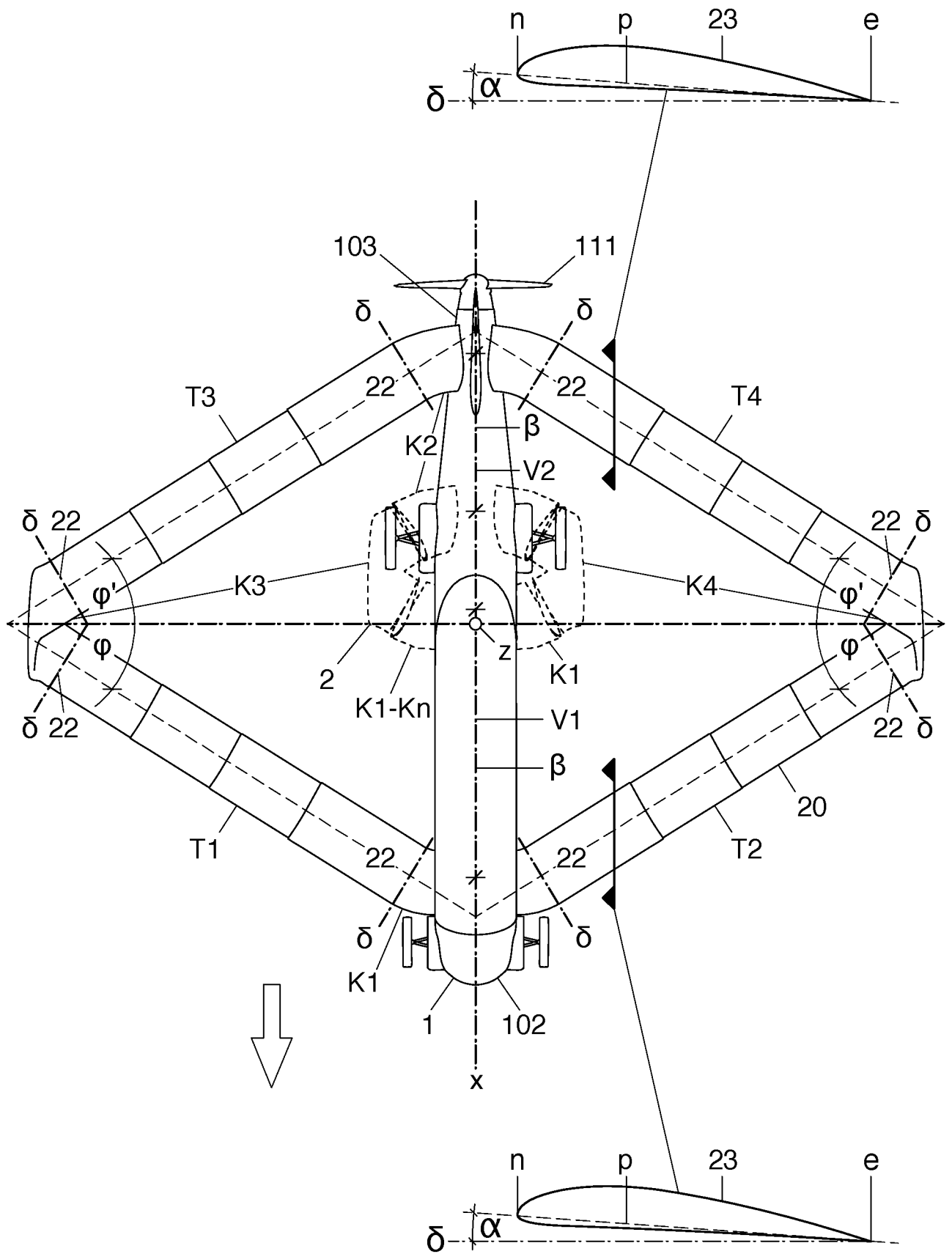


Fig.1

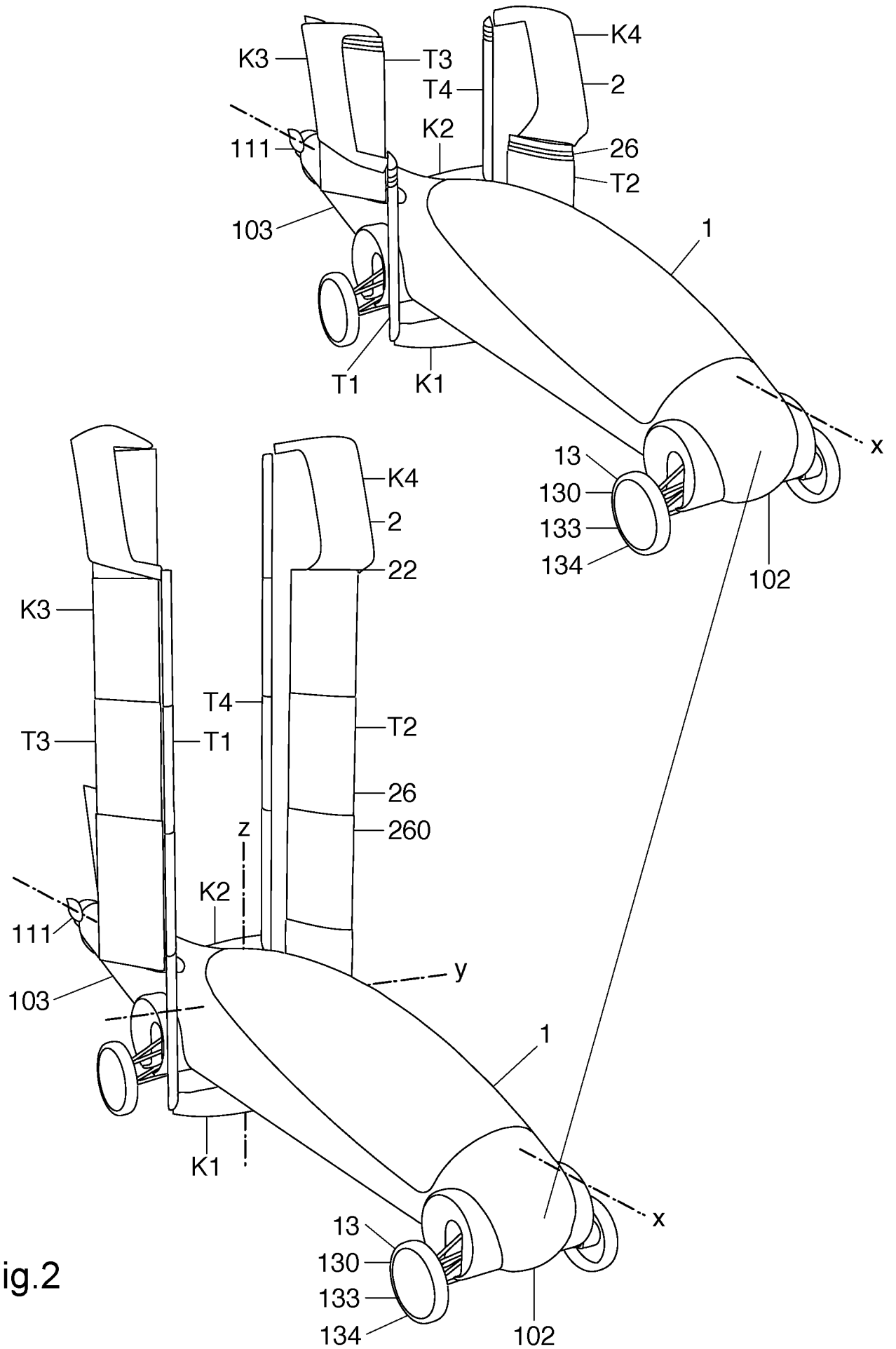


Fig.2

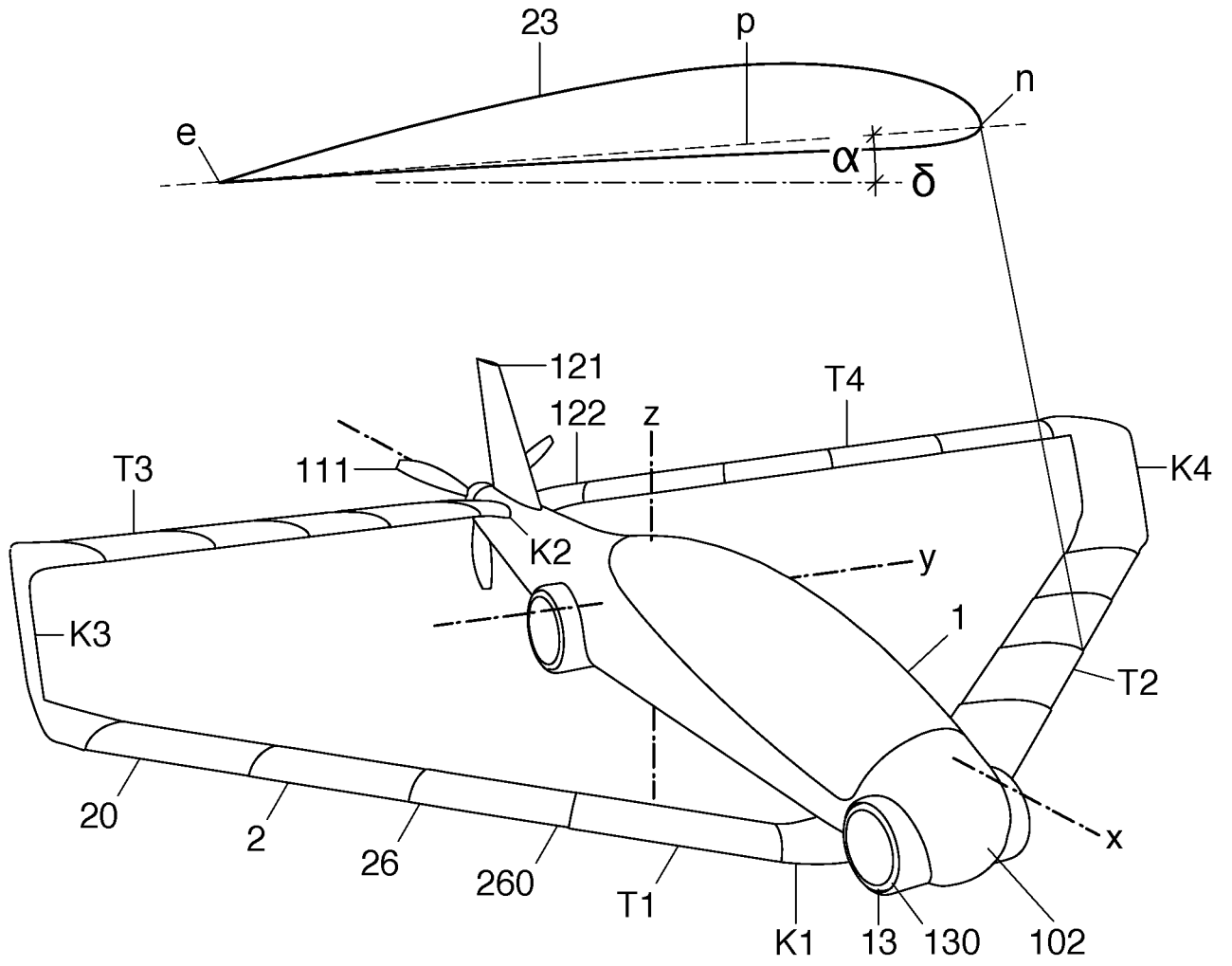


Fig.3

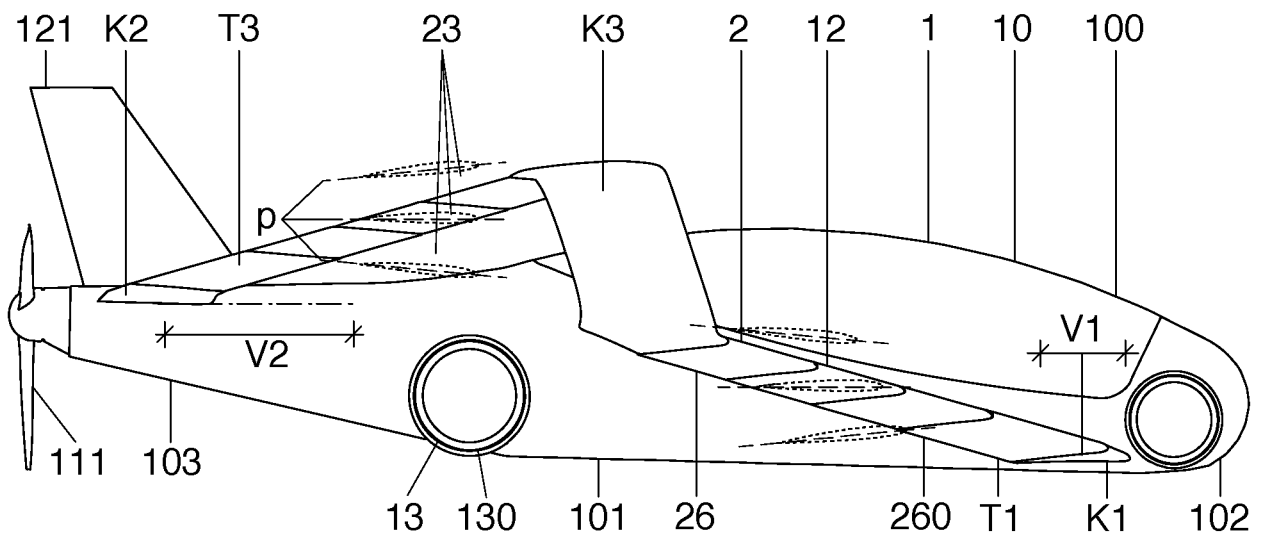


Fig.4

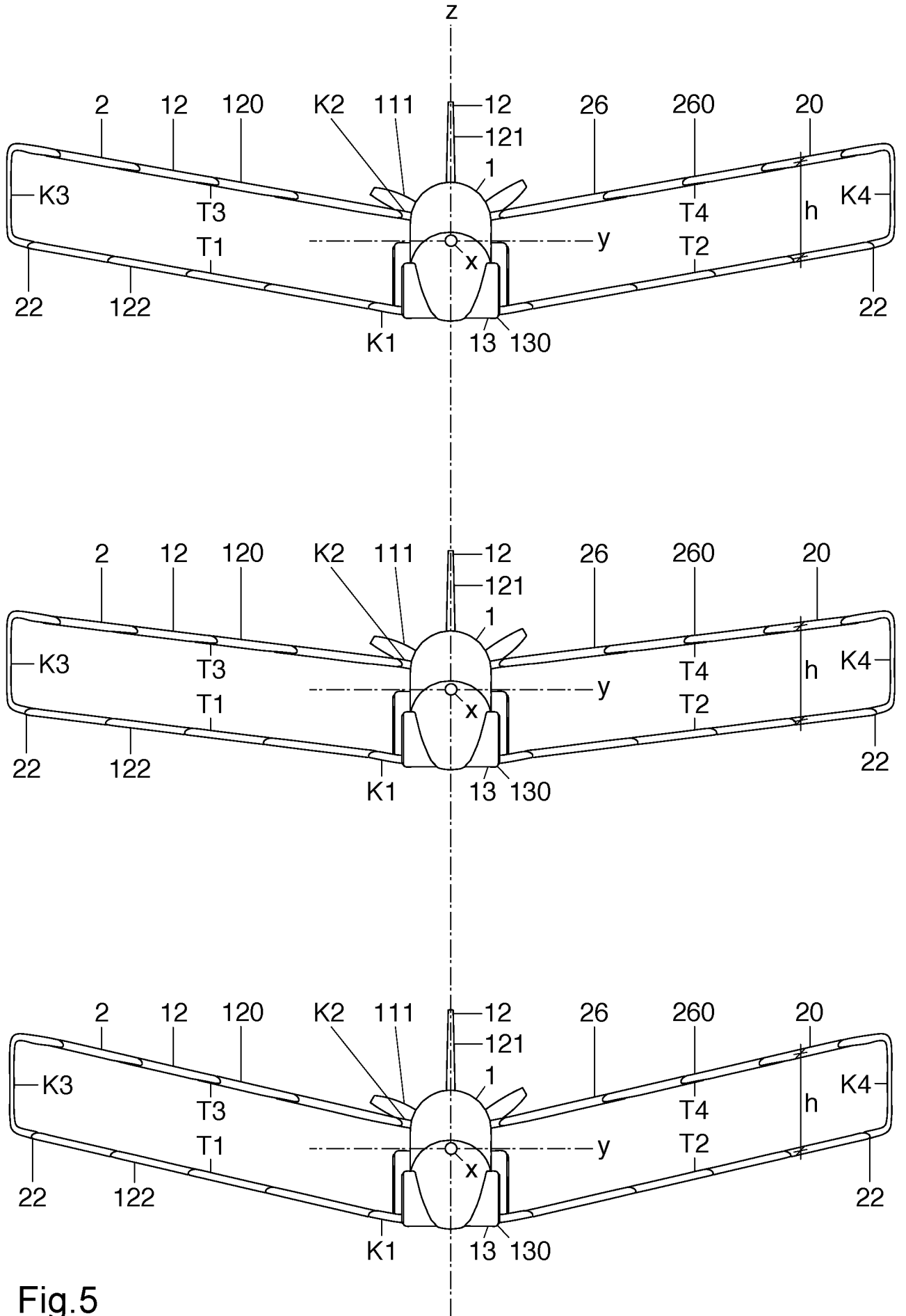


Fig.5

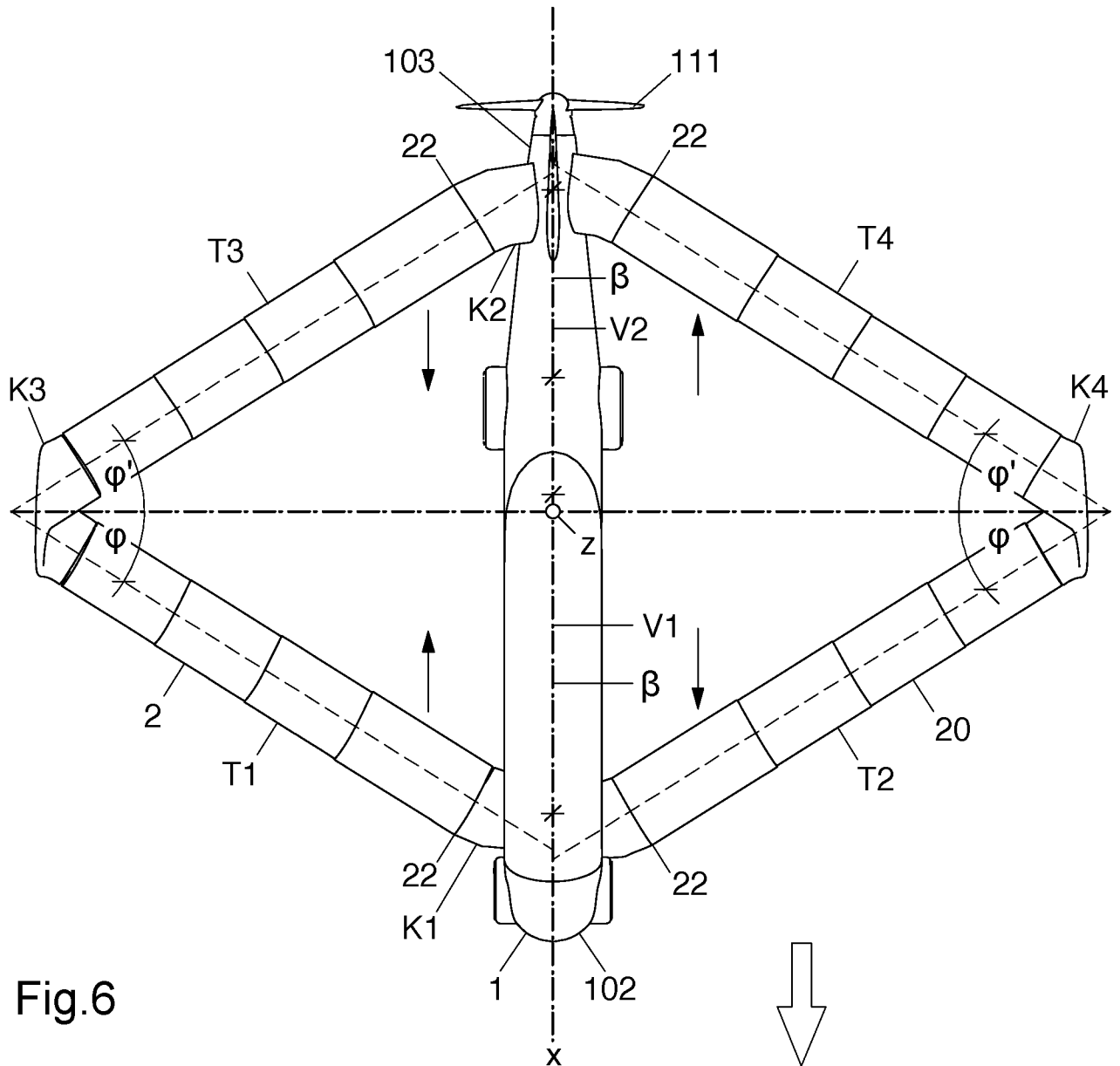
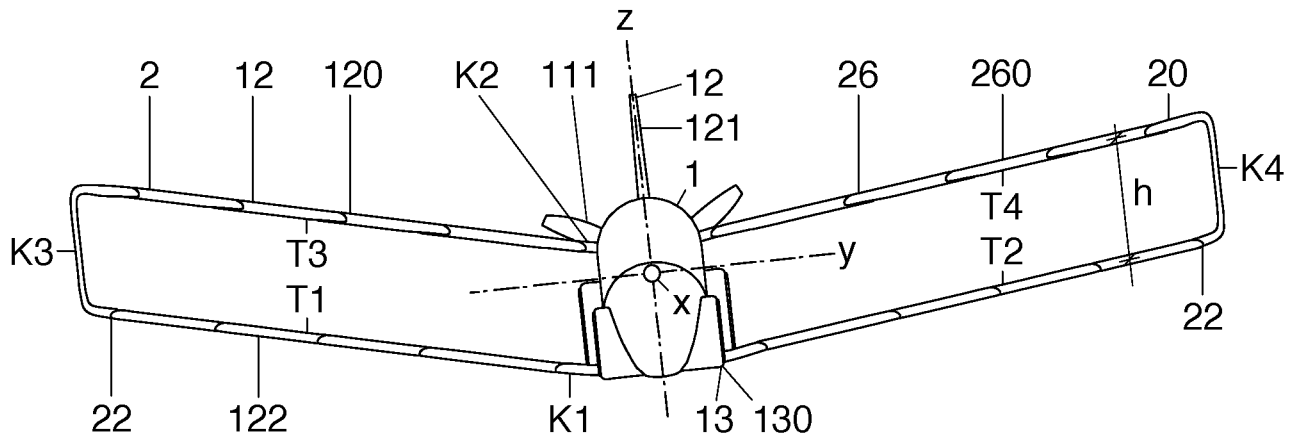


Fig.6

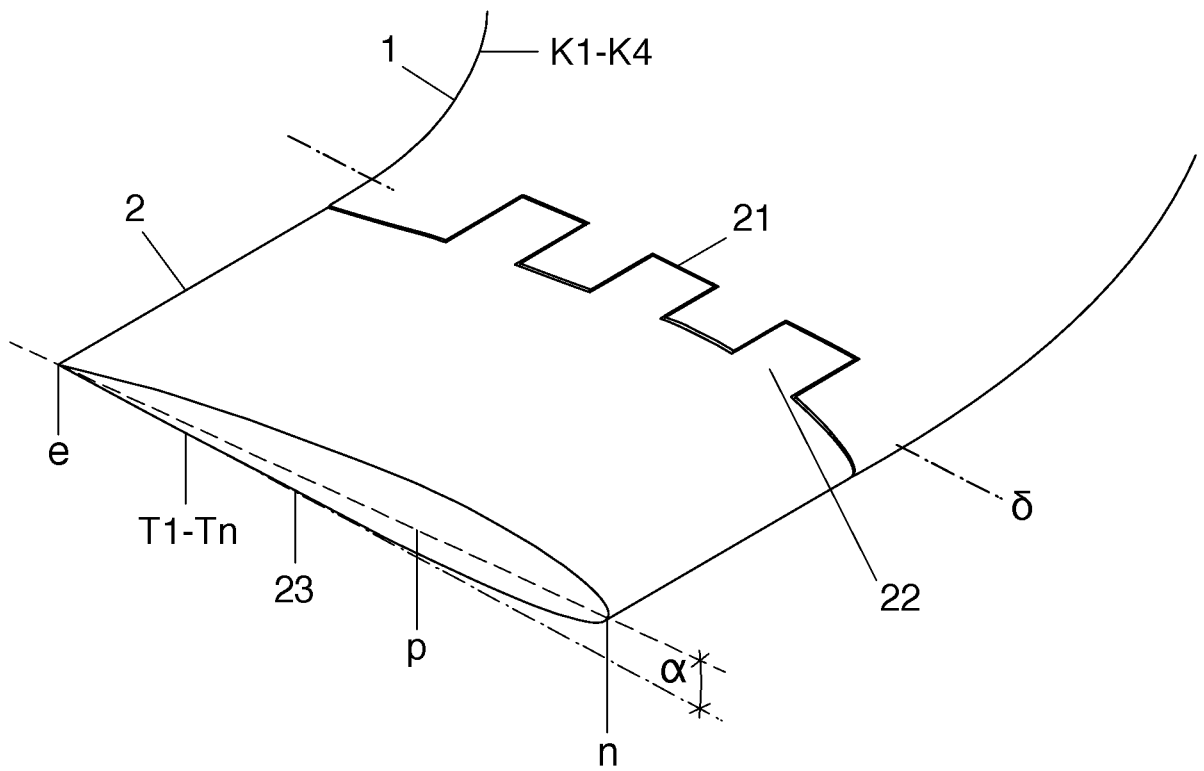


Fig.7

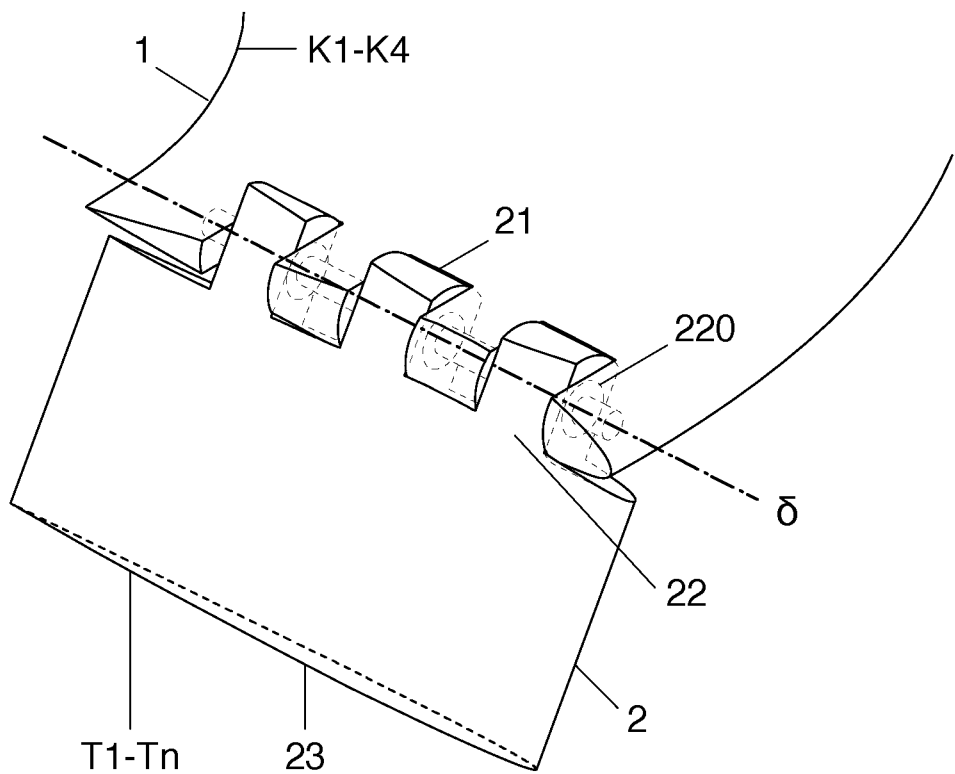


Fig.8

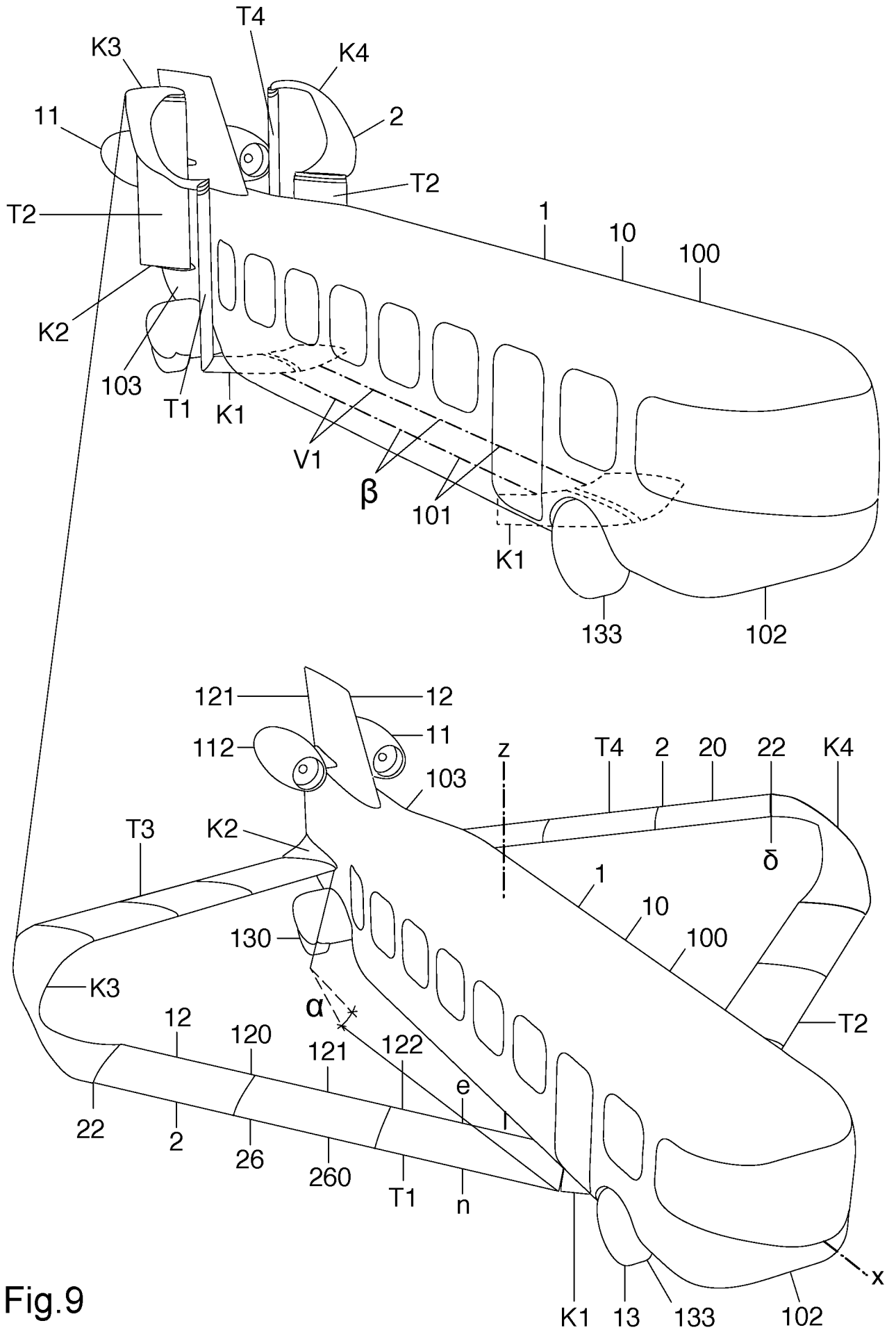


Fig.9

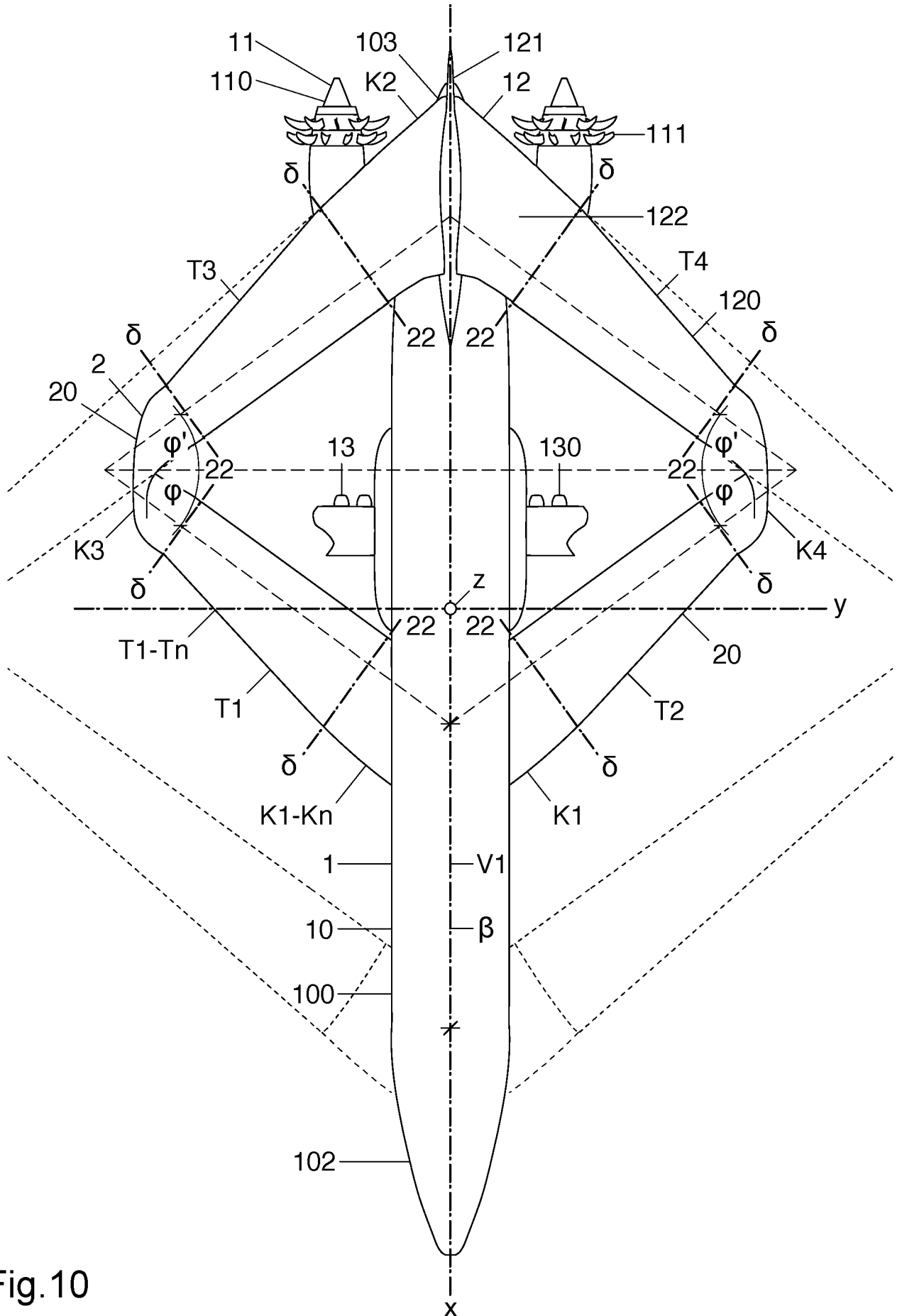


Fig.10

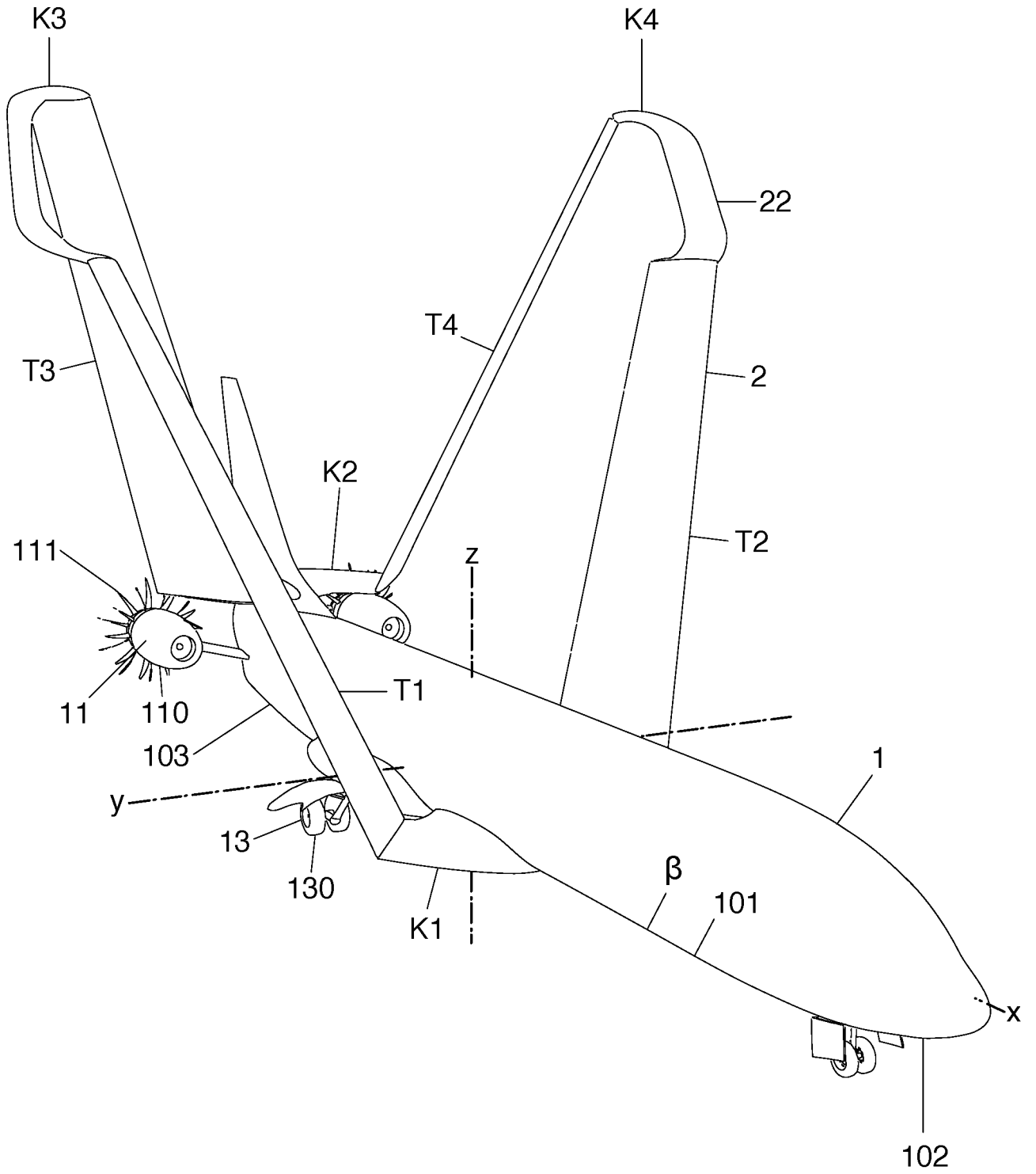


Fig.11

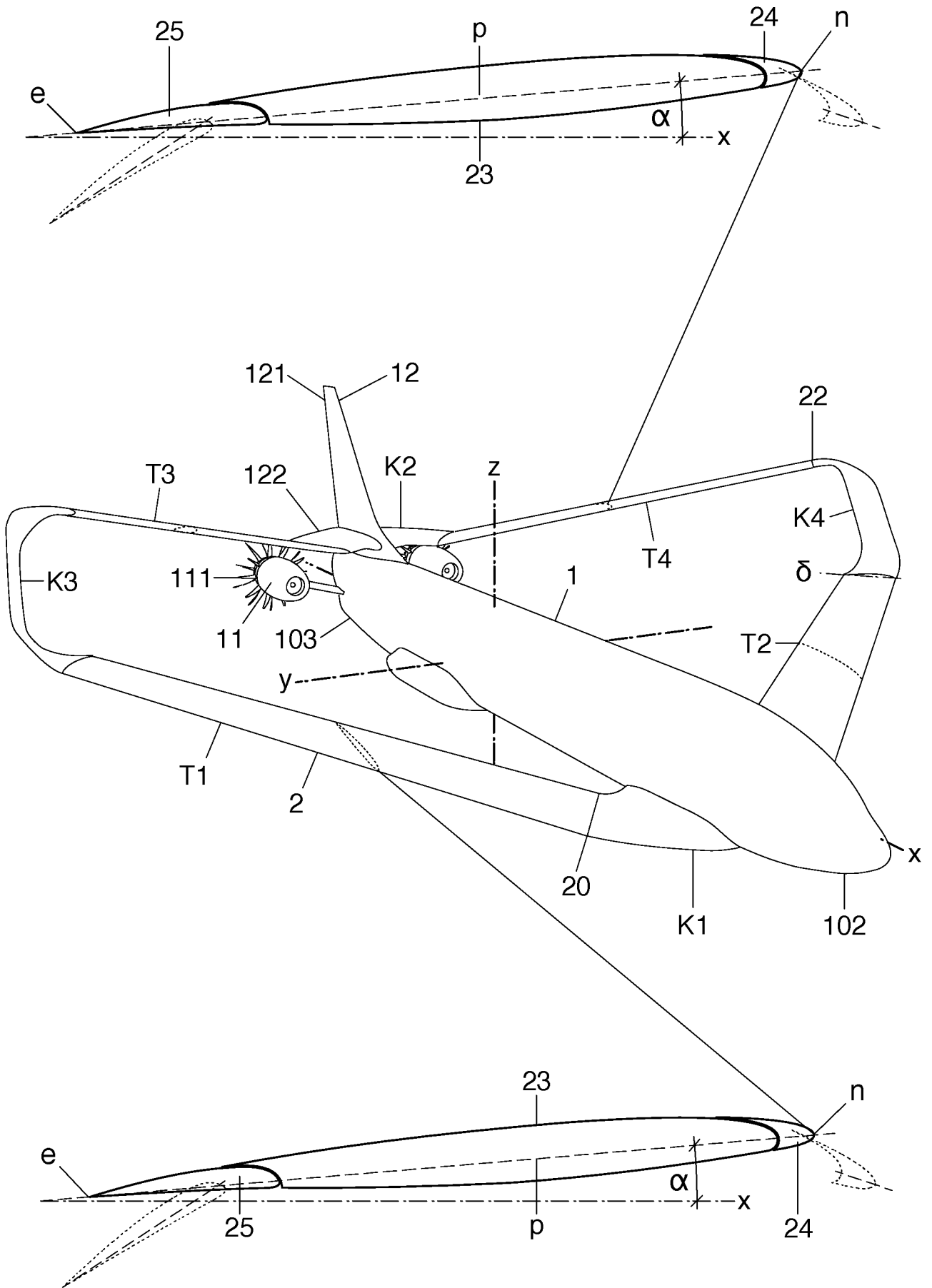


Fig.12

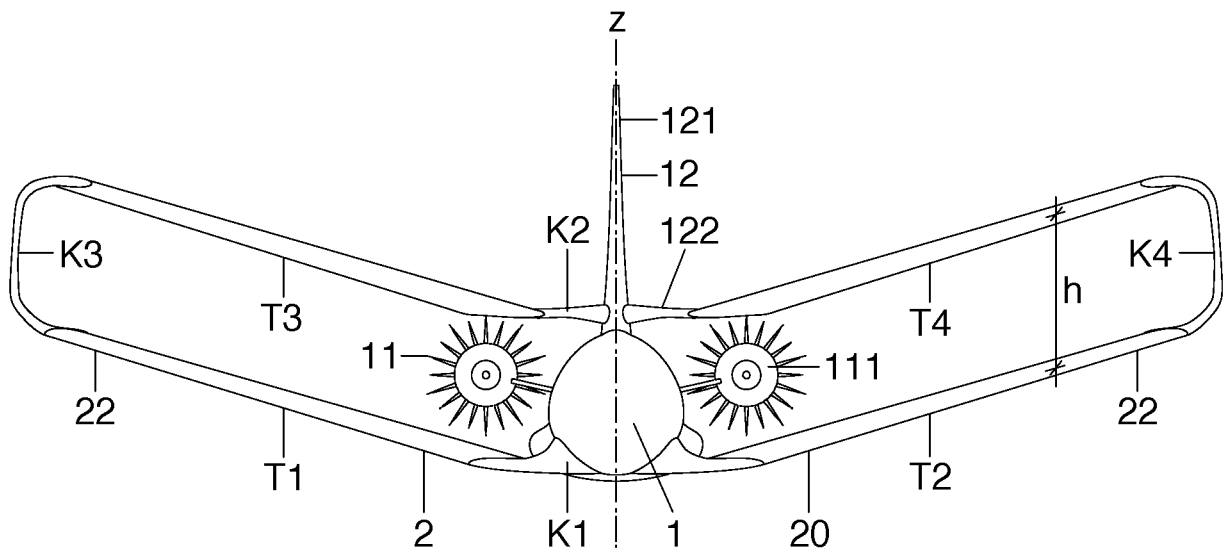


Fig. 13

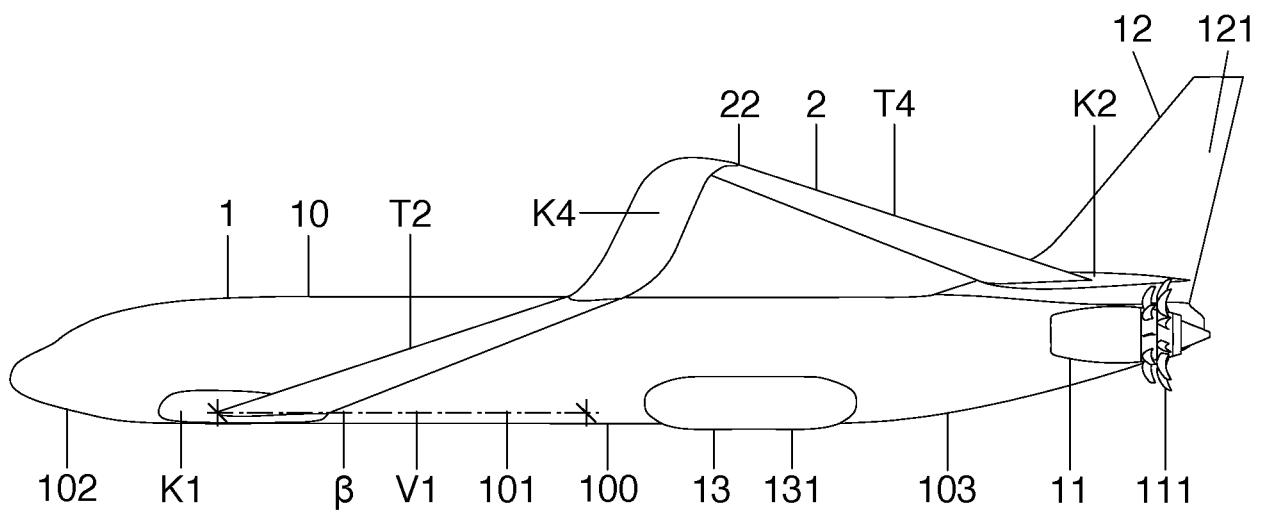


Fig. 14

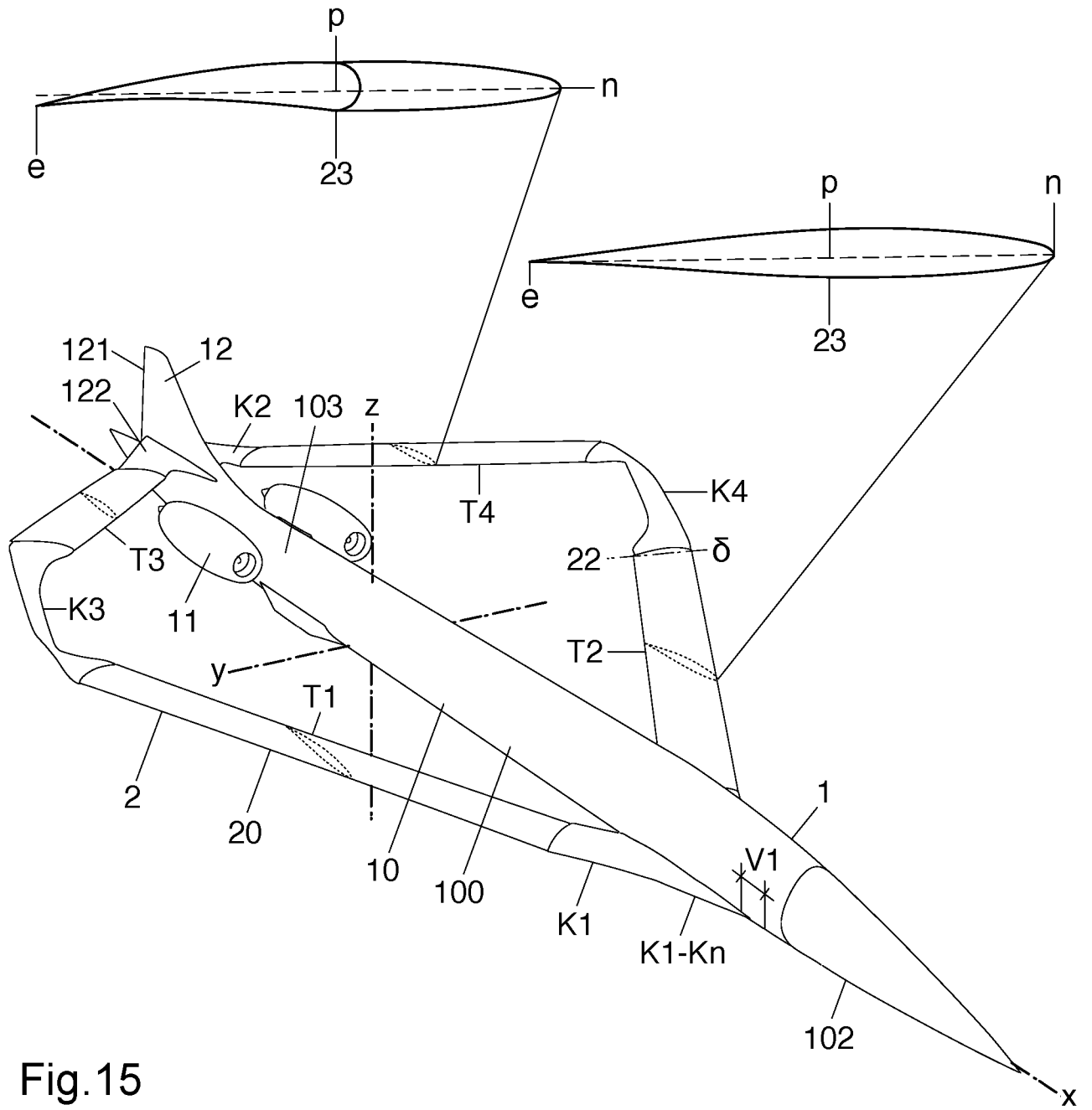


Fig. 15

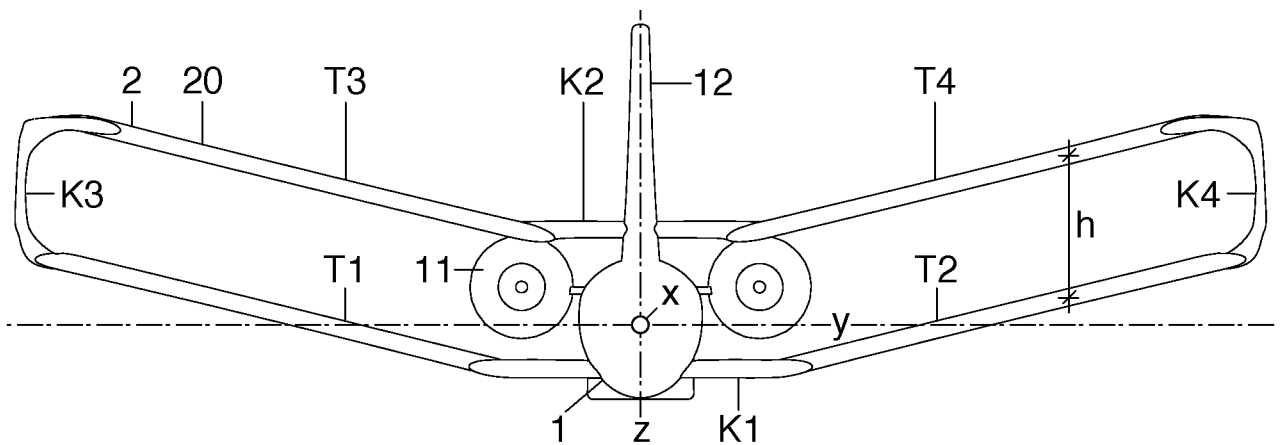


Fig. 16

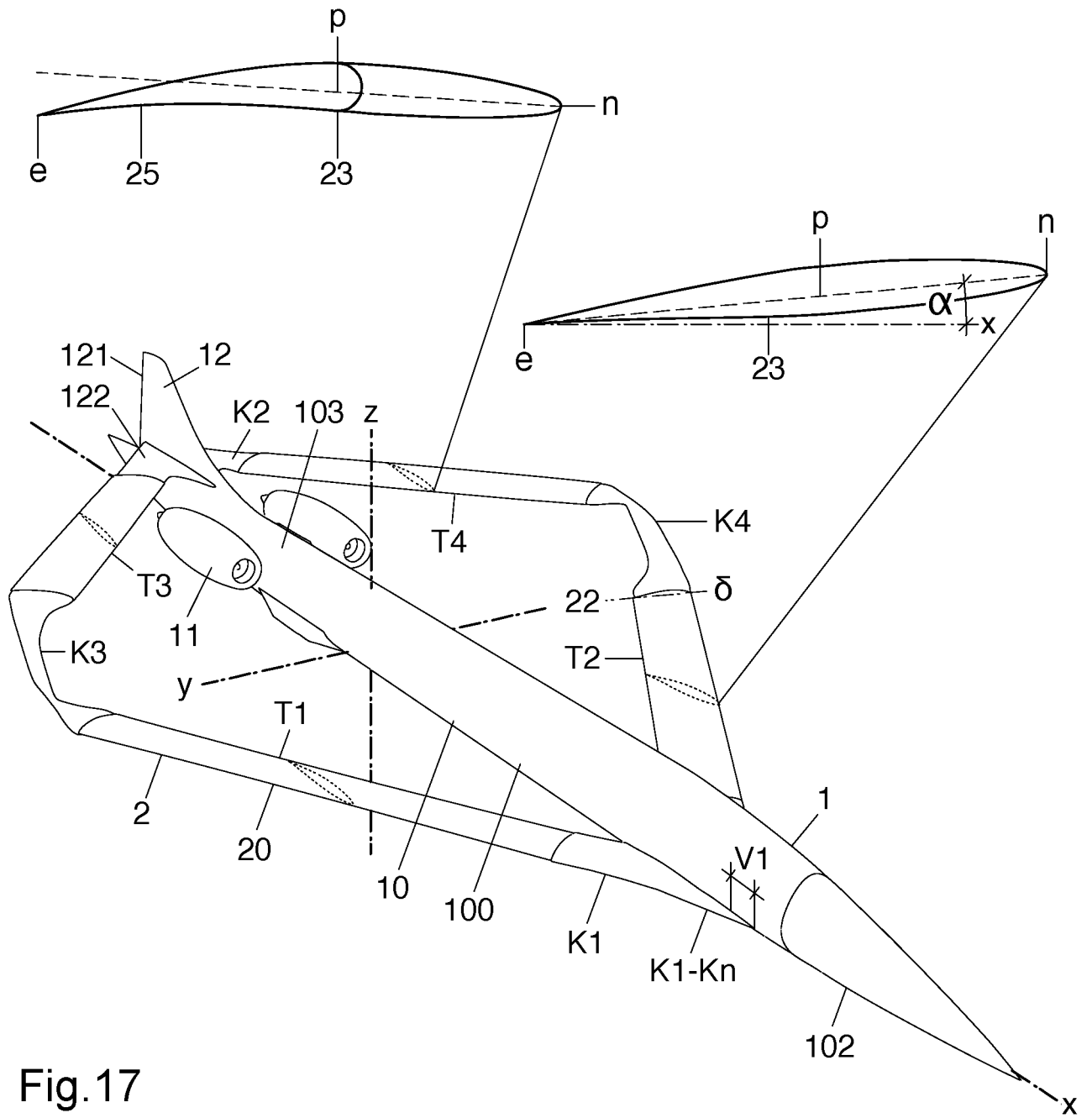


Fig. 17

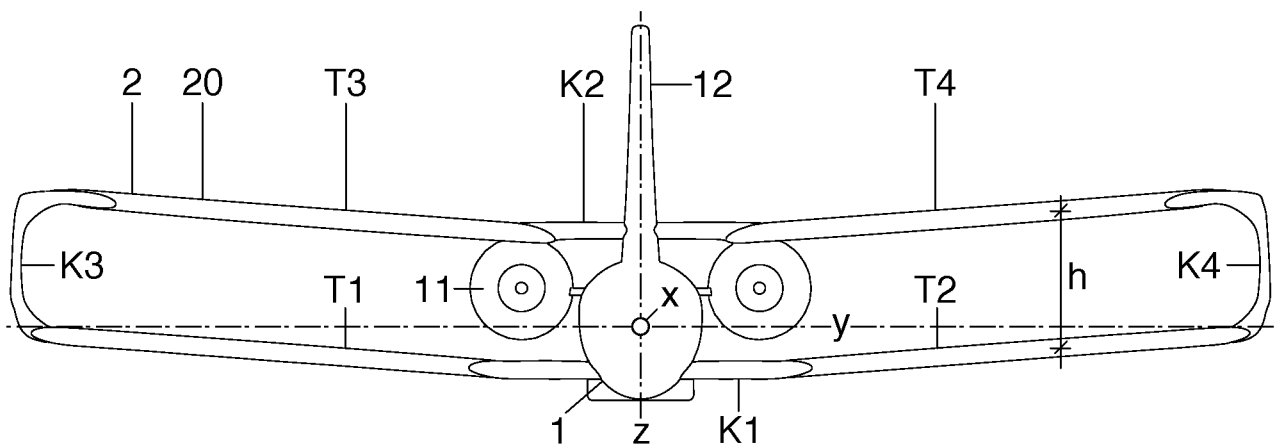


Fig. 18

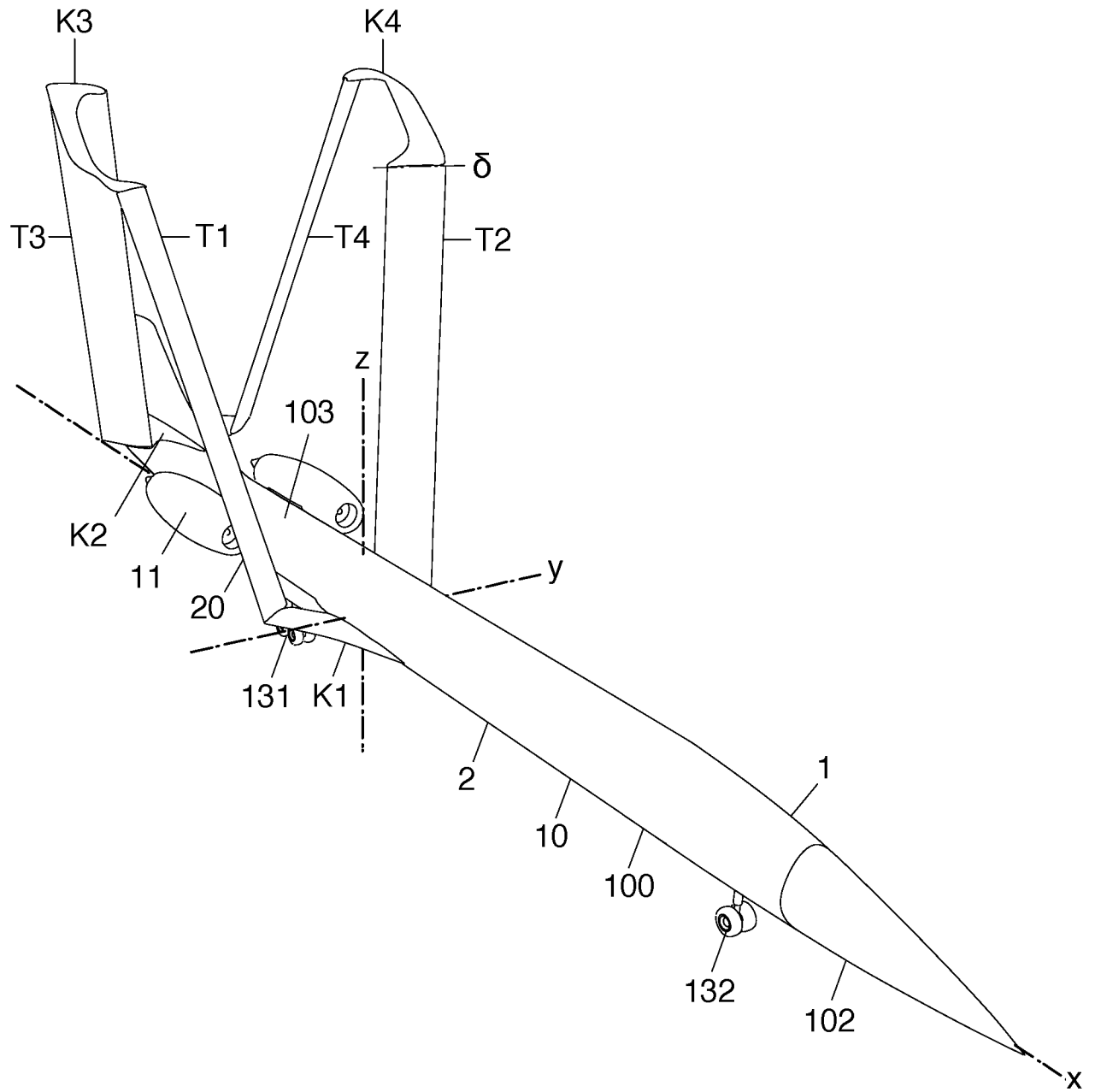


Fig.19

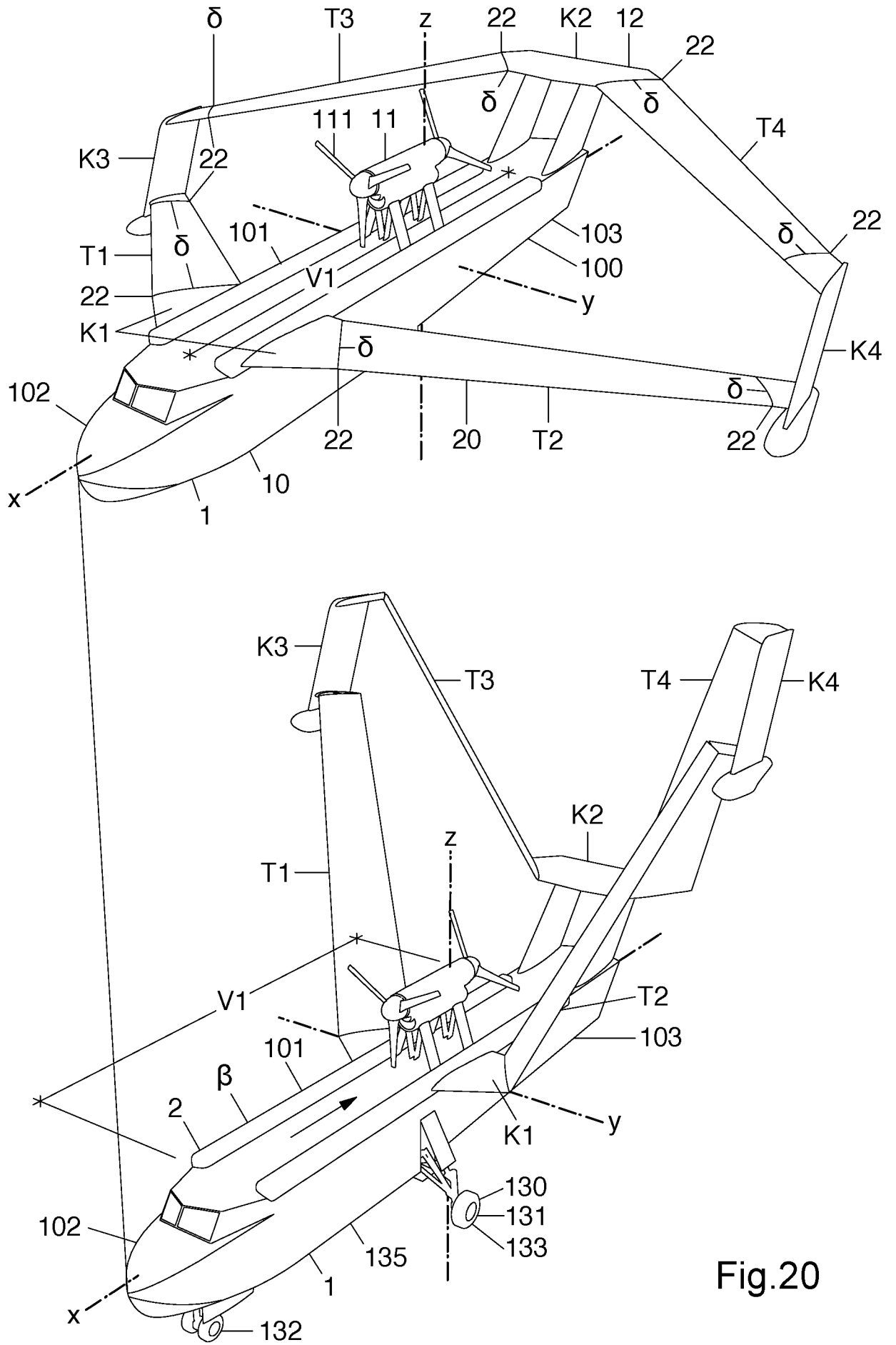
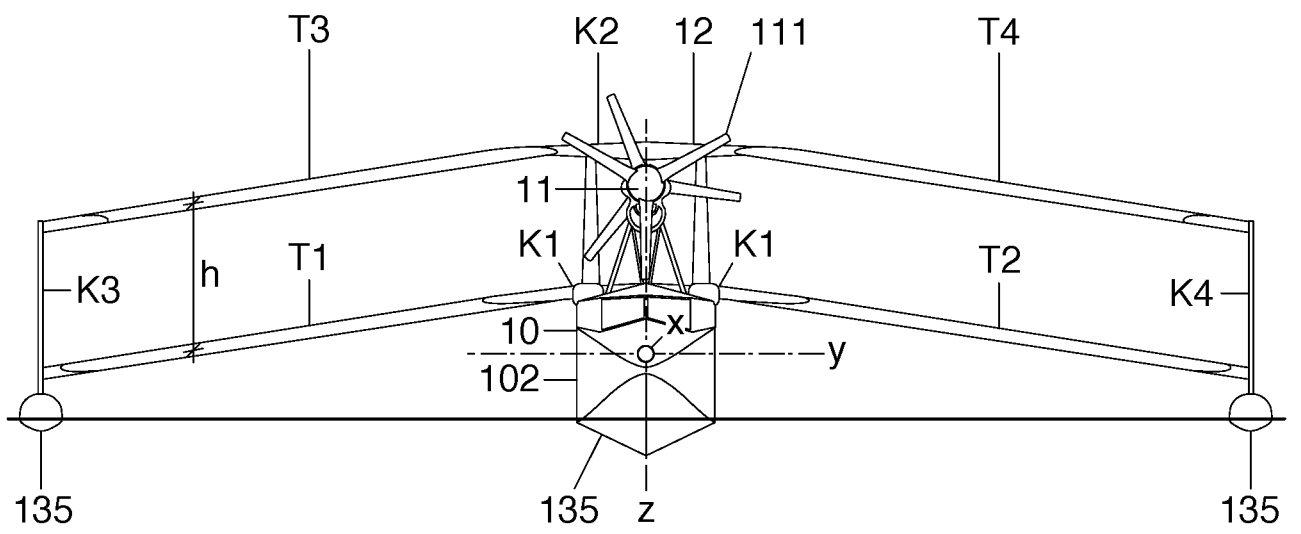
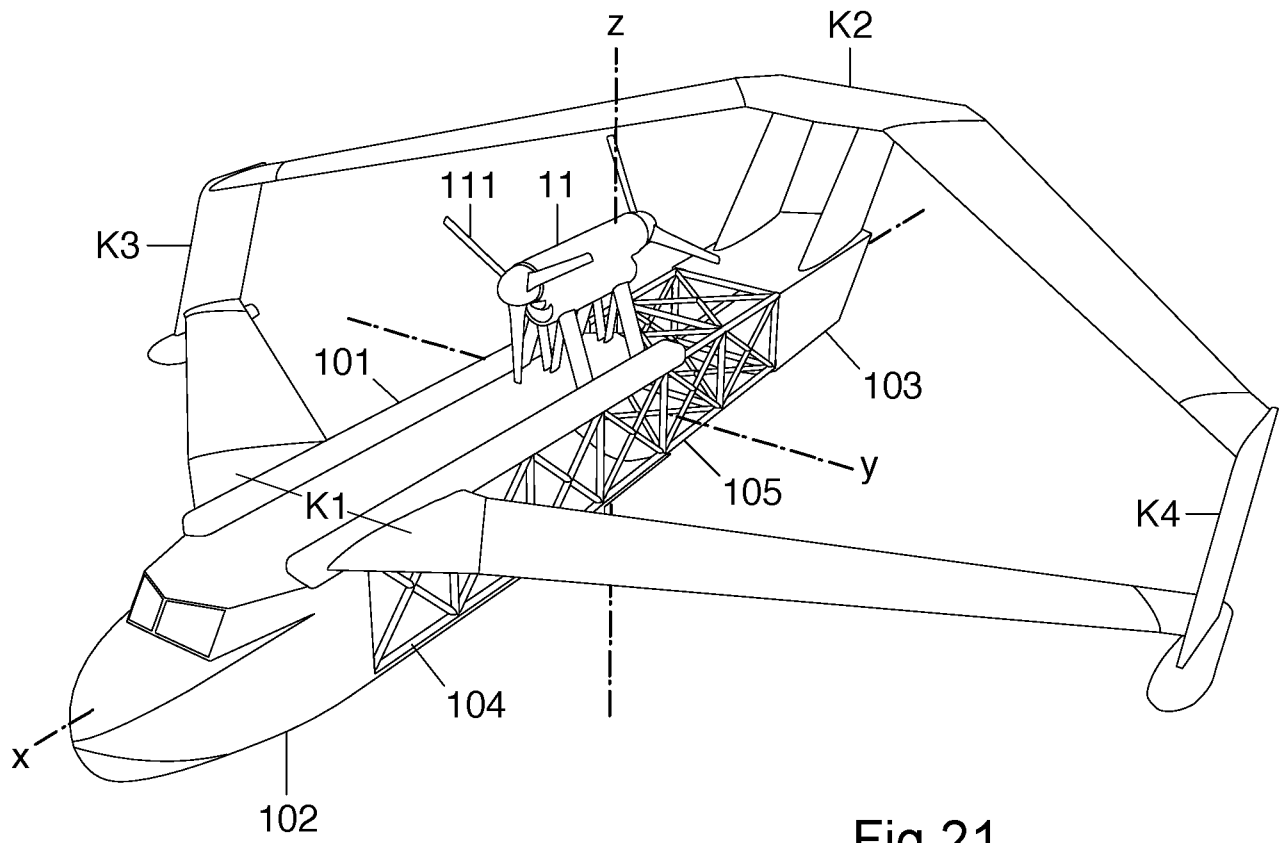


Fig.20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/064201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B64C 3/56</i> (2006.01)i; <i>B64C 39/06</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B64C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2018158549 A1 (FLY R [FR]) 07 September 2018 (2018-09-07) claims 1, 9-12; figures 1-4	1-5,7-10,13,14,16,18,19 1-3,5,6,9,10, 12,17,19,22 11,15,20,21
Y A	US 4053125 A (RATONY ALEXANDER) 11 October 1977 (1977-10-11) cited in the application claims 1, 7, 8; figures 10-14	1-3,5,9,10,12,19,22 11,20,21
Y A	US 2010282917 A1 (O'SHEA HANK [US]) 11 November 2010 (2010-11-11) paragraph [0072] - paragraph [0073]; claim 1; figures 1, 5, 6	6,17,19 20,21
A	US 5671899 A (NICHOLAS PAUL H [US] ET AL) 30 September 1997 (1997-09-30) column 5, line 27 - line 40; claim 1; figure 1	13,14,20,21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 19 August 2020		Date of mailing of the international search report 28 August 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Kirchmayr, Sara Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2020/064201

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018158549	A1	07 September 2018	EP 3589544 A1	08 January 2020
				FR 3063487 A1	07 September 2018
				US 2019382115 A1	19 December 2019
				WO 2018158549 A1	07 September 2018
<hr/>					
US	4053125	A	11 October 1977	NONE	
<hr/>					
US	2010282917	A1	11 November 2010	NONE	
<hr/>					
US	5671899	A	30 September 1997	NONE	
<hr/>					

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B64C3/56 B64C39/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B64C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2018/158549 A1 (FLY R [FR]) 7. September 2018 (2018-09-07)	1-5, 7-10,13, 14,16, 18,19
Y	Ansprüche 1, 9-12; Abbildungen 1-4	1-3,5,6, 9,10,12, 17,19,22
A		11,15, 20,21
Y	----- US 4 053 125 A (RATONY ALEXANDER) 11. Oktober 1977 (1977-10-11) in der Anmeldung erwähnt	1-3,5,9, 10,12, 19,22
A	Ansprüche 1, 7, 8; Abbildungen 10-14 ----- -/--	11,20,21
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. August 2020		28/08/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kirchmayr, Sara

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2010/282917 A1 (O'SHEA HANK [US]) 11. November 2010 (2010-11-11)	6,17,19
A	Absatz [0072] - Absatz [0073]; Anspruch 1; Abbildungen 1, 5, 6	20,21
A	----- US 5 671 899 A (NICHOLAS PAUL H [US] ET AL) 30. September 1997 (1997-09-30) Spalte 5, Zeile 27 - Zeile 40; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	13,14, 20,21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/064201

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018158549 A1	07-09-2018	EP 3589544 A1	08-01-2020
		FR 3063487 A1	07-09-2018
		US 2019382115 A1	19-12-2019
		WO 2018158549 A1	07-09-2018

US 4053125 A	11-10-1977	KEINE	

US 2010282917 A1	11-11-2010	KEINE	

US 5671899 A	30-09-1997	KEINE	
