



(10) **DE 10 2014 201 040 A1** 2015.07.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 201 040.3**

(22) Anmeldetag: **21.01.2014**

(43) Offenlegungstag: **23.07.2015**

(51) Int Cl.: **B64C 39/10** (2006.01)

**B64C 1/00** (2006.01)

**B64C 3/00** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Airbus Operations GmbH, 21129 Hamburg, DE**

(74) Vertreter:  
**isarpatent Patentanwälte Behnisch, Barth,  
Charles, Hassa, Peckmann & Partner mbB, 80801  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Benad, Justus, 10559 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

GB	593 751	A
US	2 650 780	A
US	3 774 864	A
US	5 893 535	A
EP	1 099 626	A1

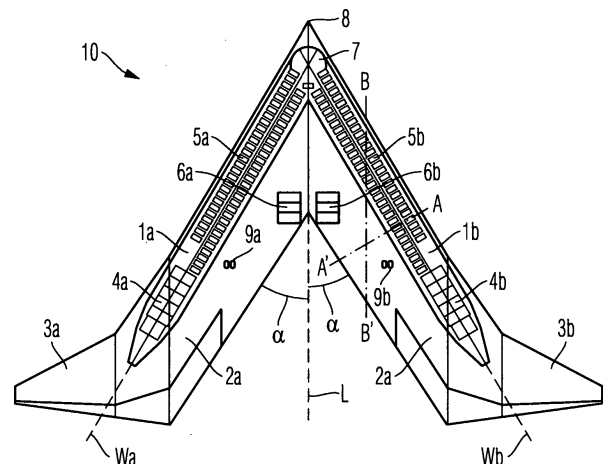
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Luftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Luftfahrzeug, insbesondere ein Flugzeug, mit einem ersten gefeilten Tragflügel, welcher gegenüber der Senkrechten zur Längsachse des Luftfahrzeugs unter einem Pfeilwinkel angeordnet ist, einem zweiten gefeilten Tragflügel, welcher im Bezug auf die Längsachse des Luftfahrzeugs symmetrisch zum ersten Tragflügel angeordnet ist, einer ersten Nutzlastrumpfsektion, welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des ersten Tragflügels integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung des ersten Tragflügels verläuft, und einer zweiten Nutzlastrumpfsektion, welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des zweiten Tragflügels integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung des zweiten Tragflügels verläuft.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung befasst sich mit einem Luftfahrzeug, insbesondere einem Flugzeug mit in die Tragflächen integrierten Rumpfsktionen.

**[0002]** Tragflächen von Flugzeugen sind Bauteile, die dazu ausgelegt sind, im Flug für aerodynamischen Auftrieb zu sorgen. Dabei weisen Tragflächen sowie deren Komponenten im Allgemeinen eine Oberseite und eine Unterseite auf, zwischen denen durch die spezielle Geometrie, Bauweise und/oder Ausrichtung gegenüber der Anströmrichtung der Luft eine lokale Druckdifferenz aufgebaut wird, die wiederum eine senkrecht zur Anströmrichtung gerichtete Auftriebskraft erzeugt. Durch diese Auftriebskraft kann das Flugzeug in die Luft gebracht bzw. in der Luft gehalten werden. Damit ein Flugzeug fliegen kann, müssen Auftrieb, Gewicht, Antrieb und Luftwiderstand in ein entsprechendes Verhältnis gebracht werden. Zusätzlich dazu müssen auch die auf das Flugzeug wirkenden Momente ausgeglichen werden, und das Flugzeug muss nach einer Störung von alleine wieder in eine Gleichgewichtsfluglage zurückkehren können.

**[0003]** Bei herkömmlichen Flugzeugbauweisen nimmt eine röhrenförmige Rumpfstruktur die Nutzlast auf, damit die Struktur, welche das bedruckte Volumen einschließt, ohne Biegungsbeanspruchung auf Zug belastet ist. Dadurch können Flugzeuge sehr leicht konstruiert werden. Je weiter von einem idealen Kreisquerschnitt der Rumpfstruktur abgewichen wird, desto schwerer wird das Flugzeug. Flügel oder Tragflächen, welche an der Rumpfstruktur angebracht sind, sind in einem derartigen Winkel zu der Rumpfstruktur angebracht, dass der notwendige Auftrieb generiert wird, der wiederum proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit des Flugzeugs und zur Fläche der Tragflächen ist. Damit der Luftwiderstand des Flugzeugs geringer wird, wird jedoch generell versucht, die Fläche der Tragflächen gering zu halten. In diesen widersprüchlichen Anforderungen gründet sich daher die Veranlassung, die Nutzlast über die Spannweite möglichst gleichmäßig zu verteilen und einen möglichst großen Teil der umspülten Oberfläche als Auftrieb generierenden Strömungskörper einzusetzen. Außerdem verursacht die konventionelle Rumpf-Flügel-Anordnung große Biegemomente in den Flügelwurzeln, da die größte Last in der Mitte beim Rumpf, und die Auftrieb aber weiter außen bei den Flügeln liegt. In diesem Punkt gründet sich die Veranlassung die Masse des Flugzeugs möglichst gleichmäßig über die Spannweite hinweg zu verteilen.

**[0004]** In den Druckschriften DE 601 12 844 T2, US 2011/0121130 A1, US, 1,998,487 A und US 2,241,641 A sind beispielsweise jeweils Flugzeugtypen gezeigt, die über einen verbreiterten Mit-

telrumpf bzw. mehrere durch einen Mittelflügel verbundene Seitenrumpfe verfügen, um durch den Rumpf ebenfalls Auftrieb generieren zu können. Die Druckschriften WO 03/039951, DE 298 06 346 U1, RU 2 360 840 C2 und US 6,098,922 A offenbaren Flugzeuge, bei denen durch geeignete Formung des Rumpfes die Rumpfstruktur selbst als Strömungskörper ausgebildet ist.

**[0005]** Allerdings ist es bei keinem bekannten Konzept für ein Luftfahrzeug möglich, die Rumpfstruktur in einen Flügel zu verlegen und dabei eine bedruckte Rumpfstruktur zu verwenden, deren Verhältnis von Höhe zu Breite möglichst kreisrund ist. Das bedeutet aber im Umkehrschluss, dass bisherige Konzepte zu schwere Flugzeuge erfordern würden.

**[0006]** Es besteht daher ein Bedarf an geeigneteren Lösungen für Luftfahrzeuge, die insbesondere hinsichtlich Masse und aerodynamischer Effizienz optimiert sind.

**[0007]** Daher betrifft ein Aspekt der Erfindung ein Luftfahrzeug, insbesondere ein Flugzeug, mit einem ersten gepfeilten Tragflügel, welcher gegenüber der Senkrechten zur Längsachse des Luftfahrzeugs unter einem Pfeilwinkel angeordnet ist, einem zweiten gepfeilten Tragflügel, welcher im Bezug auf die Längsachse des Luftfahrzeugs symmetrisch zum ersten Tragflügel angeordnet ist, einer ersten Nutzlastrumpfsektion, welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des ersten Tragflügels integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung des ersten Tragflügels verläuft, und einer zweiten Nutzlastrumpfsektion, welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des zweiten Tragflügels integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung des zweiten Tragflügels verläuft.

**[0008]** Dabei kann die Nutzlastrumpfsektion eine bedruckte Passagierkabine sein, die im Querschnitt ein Verhältnis von Höhe zu Breite aufweist, welches eins beträgt oder sehr nahe an eins heran reicht. Somit können mit der vorliegenden Tragflügelgeometrie nahezu konventionelle Passagierdruckkabinen realisiert werden, die das Luftfahrzeug in insgesamt sehr leichter Bauweise herstellen lassen.

**[0009]** Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann der Pfeilwinkel des ersten und zweiten Tragflügels jeweils positiv sein. Gemäß einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs dazu kann der Pfeilwinkel des ersten und zweiten Tragflügels jeweils negativ sein.

**[0010]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann das Luftfahrzeug weiterhin eine dritte Nutzlastrumpfsektion

aufweisen, deren Erstreckungsrichtung entlang der Längsachse des Luftfahrzeugs verläuft. Zusätzlich zu der dritten Nutzlastrumpfsektion könne auch weitere Nutzlastrumpfsektionen parallel zur Längsachse des Luftfahrzeugs vorgesehen werden. Dies ermöglicht eine Kombination der konventionellen Rumpfgeometrie eines Flugzeugs mit der gepfeilten Rumpfsektionsstruktur des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs.

**[0011]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann das Luftfahrzeug weiterhin eine dritte Nutzlastrumpfsektion, welche in einem gepfeilten Mittelflügelbereich des Luftfahrzeugs integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung entlang der Vorderkantenpfeilung des Mittelflügelbereichs des Luftfahrzeugs verläuft, sowie eine vierte Nutzlastrumpfsektion aufweisen, welche in einem gepfeilten Mittelflügelbereich des Luftfahrzeugs integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung entlang der Vorderkantenpfeilung des Mittelflügelbereichs des Luftfahrzeugs verläuft. Dabei können die dritte Nutzlastrumpfsektion und die vierte Nutzlastrumpfsektion im Bezug auf die Längsachse des Luftfahrzeugs symmetrisch zueinander angeordnet sein. Auf diese Weise kann ein Nurflügler mit einem W-Tragflügelprofil implementiert werden.

**[0012]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann die Skelettlinie an der Hinterkante der ersten und zweiten Tragflügel abwärts geschwungen sein.

**[0013]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann das Luftfahrzeug weiterhin unter einem anderen, insbesondere geringeren, Pfeilwinkel als die ersten und zweiten Tragflügel gepfeilte Tragflügelspitzen aufweisen, welche jeweils spannweitenseitig an den ersten und zweiten Tragflügeln angeordnet sind. Diese geben dem Luftfahrzeug eine erhöhte Spannweite und verschieben gleichzeitig den Neutralpunkt des Luftfahrzeugs nach hinten. Dadurch kann einerseits der Luftwiderstand verringert werden, andererseits wird es möglich, bei gleich bleibender Flugstabilität den Schwerpunkt des Luftfahrzeugs weiter in Richtung Heck zu verlegen. Dadurch wird wiederum der mögliche Rotationswinkel beim Startvorgang erhöht.

**[0014]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs können die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen zumindest bereichsweise jeweils durch zwei oder mehrere Rumpfsektionsteilschalen bzw. Rumpfsektionshalbschalen mit kreisbogenförmigem Querschnitt gebildet werden. Alternativ dazu können die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen zumindest bereichsweise jeweils einen elliptischen, insbesondere einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, das heißt mit einem Querschnitt, bei dem das Verhältnis zwischen Höhe und Breite möglichst nahe an eins liegt. Durch die-

se Konstruktionen kann die Innendruckhaltung der Nutzlastrumpfsektionen mit einem geringen Aufwand an Material und struktureller Implementierung erfolgen, so dass das Luftfahrzeug sehr leicht wird. So kann der Vorteil eines leichten Rumpfes eines konventionellen Flugzeuges mit den Vorteilen eines Nurflüglers verbunden werden.

**[0015]** Die Nutzlastrumpfsektionen können dabei außerdem gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs Passagierkabinen und optional Cargo- bzw. Frachtgutbereiche aufweisen. Die Nutzlastrumpfsektionen können dabei gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs zumindest bereichsweise senkrechte Zugstreben oder Zugwände wie bei einer horizontalen Double Bubble Rumpfkonfiguration enthalten um Biegemomente in der äußeren Begrenzung der Kabine zu entlasten.

**[0016]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs können die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen bedruckte Passagierkabinen sein, die einen ersten Querschnitt aufweisen, welcher ein größeres Verhältnis von Höhe zu Breite aufweist als ein zweiter Querschnitt in Strömungsrichtung.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Luftfahrzeugs kann der zweite Querschnitt der Nutzlastrumpfsektionen in Strömungsrichtung flacher ist als der erste Querschnitt.

**[0018]** Die Erfindung wird im Folgenden genauer im Zusammenhang und in Bezug auf die beispielhaften Ausführungsformen wie in den beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**[0019]** Die beigefügten Zeichnungen dienen dem besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung und illustrieren beispielhafte Ausführungsvarianten der Erfindung. Sie dienen zur Erläuterung von Prinzipien, Vorteilen, technischen Effekten und Variationsmöglichkeiten. Selbstverständlich sind andere Ausführungsformen und viele der beabsichtigten Vorteile der Erfindung ebenso denkbar, insbesondere mit Blick auf die im Folgenden dargestellte ausführliche Beschreibung der Erfindung. Die Elemente in den Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt und aus Gründen der Übersichtlichkeit teils vereinfacht oder schematisiert dargestellt. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei gleiche oder gleichartige Komponenten oder Elemente.

**[0020]** Fig. 1 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf ein Luftfahrzeug gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0021]** Fig. 2 zeigt eine schematische Illustration einer perspektivischen Ansicht eines Luftfahrzeugs gemäß Fig. 1.

**[0022]** Fig. 3 zeigt eine schematische Illustration einer Frontansicht eines Luftfahrzeugs gemäß Fig. 1.

**[0023]** Fig. 4 zeigt schematische Illustrationen für Ausführungsvarianten von Tragflügelquerschnitten des Luftfahrzeugs in den Fig. 1 bis Fig. 3.

**[0024]** Fig. 5 zeigt schematische Illustrationen für weitere Ausführungsvarianten von Tragflügelquerschnitten des Luftfahrzeugs in den Fig. 1 bis Fig. 3.

**[0025]** Fig. 6 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf ein weiteres Luftfahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0026]** Fig. 7 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf ein weiteres Luftfahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0027]** Fig. 8 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf ein weiteres Luftfahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0028]** Fig. 9 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf ein weiteres Luftfahrzeug gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0029]** Obwohl hierin spezielle Ausführungsformen beschrieben und dargestellt sind, ist es für einen Fachmann klar, dass eine Fülle weiterer, alternativer und/oder äquivalenter Implementierungen für die Ausführungsformen gewählt werden können, ohne im Wesentlichen vom Grundgedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Im Allgemeinen sollen alle Variationen, Modifikationen und Abwandlungen der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele ebenfalls von der Erfindung als abgedeckt gelten.

**[0030]** Die im Folgenden gezeigten Ausführungsbeispiele für Luftfahrzeuge bieten Vorteile hinsichtlich Masse und aerodynamischer Effizienz gegenüber konventionellen Flugzeugbauweisen, bei denen ein Bereich, in dem sich Nutzlast befindet, in einem Tragflügel eingebettet ist. Allen Ausführungsformen ist gemein, dass die Tragflügel unter einem Pfeilwinkel gegenüber der Flugzeuglängsachse angeordnet sind und die Nutzlastrumpfsektionen diesem Pfeilwinkel im Inneren der Tragflügel folgen. Mit anderen Worten, zwei gepfeilte Tragflügel des Luftfahrzeugs sind symmetrisch zur Längsachse des Luftfahrzeugs unter einem Pfeilwinkel angeordnet, in denen Nutzlastrumpfsektionen untergebracht sind, deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen der jeweiligen längsachsennahen Vorderkantenpfeilung der gepfeilten Tragflügel folgt. Durch diese Tragflügelgeometrie ist nur ein geringer Anteil der Gesamtoberfläche des Luft-

fahrzeugs in Kontakt mit der externen Luftströmung. Darüber hinaus ist die Nutzlastsektionslänge jedoch sehr hoch.

**[0031]** Durch die Integration der gepfeilten Nutzlastrumpfsektionen in die gepfeilten Tragflügel kann das Flugzeug mit zwei Rümpfen ausgestaltet werden. Zwei Rümpfe bieten gegenüber einem einzigen Rumpf den Vorteil, dass sich der Schwerpunkt in Längsrichtung bei gleich bleibender Nutzlastkapazität aufgrund von Nutzlastbewegungen im Rumpf nicht so stark verschiebt. Die Rümpfe sind gegenüber der Längsachse gedreht, so dass Schwerpunktwanderungen in Längsrichtung vermindert werden. Die Nutzlast wird zudem spannenweitig besser verteilt. Die verminderte Schwerpunktwanderung entlang der Längsachse ermöglicht es, das Flugzeug effizient auszutrimmen, da durch die Trimmung zusätzlich erzeugte Luftwiderstand gering bleibt.

**[0032]** Die gepfeilten Tragflügel mit den Nutzlastrumpfsektionen bieten Einsparpotential in der umspülten Oberfläche. Zudem wird der Auftrieb dort generiert, wo sich die Nutzlast befindet, so dass Biegemomente verringert werden. Die Gesamtstruktur des Luftfahrzeugs ist dadurch weniger belastet, so dass eine leichtere Bauweise gewählt werden kann. Die Nutzlastrumpfsektionen können in einer Richtung nahezu kreisförmig geschnitten werden, was ebenfalls zu einer leichteren Struktur beiträgt; gleichzeitig ist der Schnitt der Nutzlastrumpfsektionen in Strömungsrichtung jedoch flacher, was die Aerodynamik verbessern hilft.

**[0033]** Durch die erhöhte Flügelfläche kann unter Umständen auf zusätzliche Hochauftriebshilfen verzichtet werden, was ebenfalls zu einer Verringerung des Gewichts des Luftfahrzeugs beiträgt.

**[0034]** Die Pfeilung eines Tragflügels eines Luftfahrzeugs im Sinne dieser Anmeldung beschreibt die Winkelabweichung der Erstreckungsrichtung des Tragflügels von der Senkrechten zur Längsachse des Luftfahrzeugs. Dabei indiziert ein positiver Pfeilwinkel  $\Phi$  einen in Heckrichtung von der Längsachse schräg abgewinkelten Tragflügel, und ein negativer Pfeilwinkel  $\Phi$  einen in Bugrichtung von der Längsachse schräg abgewinkelten Tragflügel. Bei variabler Profiltiefe des Tragflügels kann die Vorderkante des Tragflügels unter einem anderen Pfeilwinkel  $\Phi$  als die Hinterkante des Tragflügels an der Längsachse des Luftfahrzeugs anstehen. Die Vorderkantenpfeilung beschreibt dabei die Erstreckungsrichtung der Vorderkante des Tragflügels in Bezug auf die Senkrechte zur Längsachse des Luftfahrzeugs, die Hinterkantenpfeilung beschreibt dabei die Erstreckungsrichtung der Hinterkante des Tragflügels in Bezug auf die Senkrechte zur Längsachse des Luftfahrzeugs. Bei mit zunehmender Spannweite abnehmender Profiltiefe eines Tragflügels ist im Allgemeinen der Be-

trag des Pfeilwinkels  $\Phi$  der Vorderkantenpfeilung geringer als der Betrag des Pfeilwinkels  $\Phi$  der Hinterkantenpfeilung.

**[0035]** Eine Nutzlastrumpfsektion im Sinne der vorliegenden Anmeldung umfasst jedes von einer Rumpfschale umschlossene Volumen im Inneren eines Luftfahrzeugs, welches dazu eingesetzt werden kann, Nutzlast des Luftfahrzeugs aufzunehmen und zu transportieren. Nutzlast eines Luftfahrzeugs können dabei einerseits Fluggäste oder Passagiere sein, andererseits Cargo oder Frachtgut. Wirtschaftlich einzusetzende Luftfahrzeuge weisen einen derartigen Nutzlastbereich im Inneren des Luftfahrzeugs auf.

**[0036]** Fig. 1 zeigt eine schematische Illustration einer Draufsicht auf einen Längsschnitt durch ein Luftfahrzeug **10**. Fig. 2 zeigt eine entsprechende perspektivische Ansicht des Luftfahrzeugs **10** und Fig. 3 eine Frontansicht des Luftfahrzeugs **10** in Fig. 1. Das Luftfahrzeug **10** umfasst einen ersten gepfeilten Tragflügel **2a**, welcher gegenüber der Senkrechten zur Längsachse L des Luftfahrzeugs **10** unter einem Pfeilwinkel angeordnet ist. Symmetrisch zum ersten Tragflügel **2a** – im Bezug auf die Längsachse L gesehen – ist ein zweiter gepfeilter Tragflügel **2b** angeordnet. In beiden Tragflügeln **2a** und **2b** sind jeweils Nutzlastrumpfsektionen **1a** bzw. **1b** angeordnet. Die Nutzlastrumpfsektionen **1a** bzw. **1b** sind in einem vorderkantenseitigen bzw. vorderkantennahen Abschnitt der Tragflügel **2a** und **2b** integriert. Dabei sind die Nutzlastrumpfsektionen **1a** und **1b** im Wesentlichen röhrenförmig bzw. zylinderförmig, so dass deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung  $W_a$  bzw.  $W_b$  der Tragflügel **2a** und **2b** verläuft. Der Pfeilwinkel  $\Phi$  ist dabei  $90^\circ - \alpha$ . Im Beispiel der Fig. 1 ist der Pfeilwinkel positiv, das heißt, die Vorderkantenpfeilung der Tragflügel **2a** und **2b** verläuft von der Tragflügelwurzel an der Sektionskreuzung **7** am Bug bzw. der Bugspitze **8** hin zum Heck. Dadurch ergibt sich eine V-förmige Gesamtform für das Luftfahrzeug **10**.

**[0037]** An den Hinterkanten der Tragflügel **2a** bzw. **2b** können neben aerodynamischen Steuerungsklappen auch Treibstofftanks im Inneren der Tragflügelkästen angeordnet werden. Durch die Verteilung des Treibstoffs im Inneren der Tragflügel **2a** bzw. **2b** entlang der jeweiligen Hinterkanten führt der Treibstoffverbrauch während des Fluges vorteilhafterweise zu keiner signifikanten Schwerpunktverschiebung des gesamten Luftfahrzeugs **10**.

**[0038]** Im Inneren der Nutzlastrumpfsektionen **1a** und **1b** können beispielsweise Frachtgutbereiche **4a** und **4b** im heckseitigen Teil und Passagierkabinen **5a** und **5b** im bugseitigen Teil der Nutzlastrumpfsektionen **1a** und **1b** untergebracht werden. Diese Aufteilung ist jedoch nur beispielhaft zu verstehen und je

nach Flugzeugtyp, Einsatzzweck und Gesamtgröße können auch andere Aufteilungen gewählt werden. Beispielsweise kann für Frachtflugzeuge der gesamte Innenraum der Nutzlastrumpfsektionen **1a** und **1b** als Frachtgutbereich **4a** bzw. **4b** ausgestaltet werden. Die Frachtgutbereiche **4a** und **4b** können alternativ oder zusätzlich dazu auch hinter den Passagierkabinen **5a** und **5b** und parallel zu diesen verlaufend angeordnet werden.

**[0039]** Durch die Verteilung der Passagiere und des Frachtguts entlang der Spannweite der Tragflügel **2a** bzw. **2b** ist eine gleichmäßige Gewichtsverteilung des Luftfahrzeugs **10** gewährleistet. Damit sind auch die Auftriebslasten auf die Luftfahrzeugstruktur gleichmäßiger, was zu einer leichteren Bauweise und damit einem geringeren Gesamtgewicht führt.

**[0040]** An den spannweitenseitigen Enden der Tragflügel **2a** bzw. **2b** können jeweils Tragflügelspitzen **3a** und **3b** angebracht werden. Diese Tragflügelspitzen können unter einem anderen, insbesondere geringeren, Pfeilwinkel als die ersten und zweiten Tragflügel **2a** bzw. **2b** angestellt werden. Dadurch wird die Spannweite des Luftfahrzeugs **10** vergrößert. Durch die einhergehende Verschiebung des Neutralpunkts des Flugzeugs in Richtung des Hecks entsteht ein ausreichend großer Hebel zwischen Schwerpunkt und Neutralpunkt, der es erlaubt, die Fahrwerke **9a** und **9b** des Luftfahrzeugs **10** relativ weit nach hinten, das heißt in Heckrichtung zu versetzen, um einen großen Rotationswinkel beim Startvorgang des Luftfahrzeugs **10** zuzulassen. Die Änderung des Pfeilwinkels für die Tragflügelspitzen gegenüber den Haupttragflügeln verringert durch die Erhöhung der Spannweite den Luftwiderstand und setzt den Neutralpunkt weiter in Richtung Heck.

**[0041]** Die Turbinen oder Triebwerke **6a** und **6b** können relativ nah an der Längsachse L an der Oberseite der Tragflügel **2a** bzw. **2b** angeordnet werden, so dass gegebenenfalls kein vertikales Seitenleitwerk benötigt wird. Weiterhin treten bei einseitigem Triebwerksausfall geringere Momente um die Längsachse auf. Die Steuerungsklappen an den Tragflügelspitzen **3a** und **3b** sowie gegebenenfalls Winglets tragen ausreichend zur ohnehin natürlich vorhandenen Fluglagenstabilität des Nurflügeldesigns des Luftfahrzeugs **10** bei. Dadurch sinkt wiederum die von der Luftströmung umströmte Oberfläche des Luftfahrzeugs **10**. Ein weiterer Vorteil der Platzierung der Turbinen **6a** und **6b** an der Oberseite der Tragflügel **2a** und **2b** besteht darin, dass die Lärmabstrahlung in Richtung Boden im Flug verringert wird.

**[0042]** Fig. 4 zeigt mögliche Ausführungsvarianten (a), (b) und (c) für die Form der Nutzlastrumpfsektionen (in Fig. 4 allgemein mit dem Bezugszeichen **1** bezeichnet) des Luftfahrzeugs **10** in Fig. 1 bis Fig. 3 entlang der Flügelerstreckungsrichtung, die in Fig. 1

mit A-A' gekennzeichnet ist. Die Nutzlastrumpfsektionen **1** können jeweils vorderseitig der Mittelflügelholme **21** angeordnet sein. Gezeigt ist weiterhin der hinterkantenseitige Hinterflügelholm **22** des Tragflügels (in **Fig. 4** allgemein mit dem Bezugszeichen **2** bezeichnet). Die gezeigten Varianten sind als beispielhaft zu verstehen – von den gezeigten Formen kann im Rahmen der Erfindung auch abgewichen werden.

**[0043]** In den Varianten (a) und (b) sind die Nutzlastrumpfsektionen **1** zumindest bereichsweise jeweils durch zwei Rumpfsektionshalbschalen **23** und **24** mit kreisbogenförmigem Querschnitt gebildet. Die Rumpfsektionshalbschalen **23** und **24** kreuzen sich in Kreuzungspunkten nahe dem Nasenradius der Vorderkante des Tragflügels **1** einerseits, und nahe dem Mittelflügelholm **21** andererseits. Durch die Halbschalengeometrie können die Drucklasten an der Hülle der Nutzlastrumpfsektionen **1** sehr gut verteilt werden. Gleichzeitig kann die Dicke des Tragflügels **1** gering gehalten werden, um den Luftwiderstand gering zu halten. Weiterhin können auch mehr als zwei Rumpfsektionsteilschalen **23** und **24** gewählt werden, die zu der Nutzlastrumpfsektionsschale zusammengesetzt werden.

**[0044]** In der Variante (c) weist die Nutzlastrumpfsektion **1** zumindest bereichsweise einen elliptischen Querschnitt auf. Idealerweise kann der Querschnitt kreisförmig gewählt werden, so dass der innere Druck im Inneren der Nutzlastrumpfsektion **1** die Gesamtstruktur lediglich mit Spannung und nicht mit Biegemomenten beaufschlagt.

**[0045]** Ein tief liegender Kabinenboden kann dabei helfen, die notwendige Kabinenhöhe zu senken. Eventuell verloren gehender Frachtgutstauraum unterhalb des Kabinenbodens kann dann heckseitig in die Frachtgutbereiche **4a** und **4b** oder hinter die Rumpfröhren verlagert werden. Dadurch wird das weniger von Rollbewegungen betroffene Volumen in der Nähe der Längsachse L hauptsächlich für Passagiere verwendet, während das stationäre Frachtgut im weiter von der Längsachse L entfernt liegenden Teil der Nutzlastrumpfsektionen **1** bzw. **1a** und **1b** gelagert werden kann.

**[0046]** **Fig. 5** zeigt weitere Ausführungsvarianten (a), (b) und (c) für die Profilform der Tragflügel **2**. Wie in den Varianten (a) und (b) der **Fig. 5** gezeigt, kann der Tragflügel **2** eine positive Profilwölbung aufweisen. Dabei kann die Skelettlinie an der Hinterkante des Tragflügels **2** abwärts geschwungen sein, beispielsweise in einem GA(W)-1-Tragflächenprofil. Alternativ dazu kann – wie in Variante (c) gezeigt – eine symmetrische Profilform gewählt werden, in der die Unter- und Oberseite des Tragflügels an der Hinterkante zu einer Dreiecksform zusammenlaufen. Die Skelettlinie könnte hinten auch nach oben geschwungen sein, in einem sogenannten S-Schlag-Profil. Die

Profilierung könnte dabei je nach Flugzeuggröße gewählt werden.

**[0047]** Die letztlich zu wählende Profilierung ist jedoch nicht auf die in den Ausführungsvarianten (a), (b) und (c) gezeigten Beispiele festgelegt – es können auch andere ähnliche Profilformen gewählt werden. Wie in Ausführungsbeispiel (a) dargestellt, ist das Verhältnis von Höhe zu Breite in einem konventionellen und aerodynamisch günstigen Tragflügel sehr gering. Ausführungsbeispiel (b) zeigt im Wesentlichen eine aus der Zeichenebene um etwa 60° herausgedrehte Projektion von Ausführungsbeispiel (a) auf die Zeichenebene. In diesem Beispiel liegt das Verhältnis zwischen Höhe und Breite sehr nahe bei eins, so dass die Druckstabilität der Nutzlastrumpfsektion stark verbessert ist. Beide Ausführungsbeispiele (a) und (b) können als Schnitte durch die in **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigten Tragflügel **2** angesehen werden – Ausführungsbeispiel (b) entlang der Schnittlinie A-A' in **Fig. 1** und Ausführungsbeispiel (a) entlang der Schnittlinie B-B' in **Fig. 1**.

**[0048]** **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen mögliche Ausführungsformen für Luftfahrzeuge **30** und **40**, bei denen der Pfeilwinkel des ersten und zweiten Tragflügels **2a**, **2b** jeweils negativ sein kann. Im Beispiel des Luftfahrzeugs **30** in **Fig. 6** ist zudem eine dritte Nutzlastrumpfsektion **1c** vorgesehen, deren Erstreckungsrichtung entlang der Längsachse L des Luftfahrzeugs **30** verläuft, das heißt in konventioneller Rumpfsektionsausrichtung. Das Luftfahrzeug **30** in **Fig. 6** kann auch in umgekehrter Flugrichtung implementiert werden, das heißt mit positiven Pfeilwinkeln der ersten und zweiten Tragflügel **2a**, **2b**.

**[0049]** Den Varianten in **Fig. 6** und **Fig. 7** ist zudem jeweils gemein, dass die Frachtgutbereiche **4a** und **4b** hinter den Passagierkabinen **5a** und **5b** und parallel zu diesen verlaufend angeordnet sind, wie im Zusammenhang mit **Fig. 1** angedeutet. Die Optionen der Anordnung der Frachtgutbereiche sind für alle in den **Fig. 1** bis **Fig. 9** gezeigten Ausführungsformen gleichermaßen möglich, auch wenn in den jeweiligen Figuren nur beispielhaft einzelne der Optionen in Kombinationen mit verschiedenen Tragflügelgeometrien gezeigt sind.

**[0050]** In **Fig. 8** ist die Variante eines Luftfahrzeugs **50** mit unter positivem Pfeilwinkel gepfeilten Tragflügeln **2a** und **2b** sowie einer dritten Nutzlastrumpfsektion **1c** dargestellt, deren Erstreckungsrichtung entlang der Längsachse L des Luftfahrzeugs **50** verläuft.

**[0051]** **Fig. 9** wiederum zeigt eine schematische Illustration eines Längsschnitts durch ein Luftfahrzeug **60** in W-Form. Das Luftfahrzeug **60** weist dabei einen Mittelflügelbereich auf, der zwischen den Bugspitzen **81** und **82** bzw. zwischen den Längsachsen L1 und L2 gelegen ist. In diesem ebenfalls ge-

gepfeilten Mittelflügelbereich sind zwei weitere Nutzlastrumpfsektionen **1d** und **1e** vorgesehen, welche in dem gepfeilten Mittelflügelbereich des Luftfahrzeugs **60** integriert sind, und deren Erstreckungsrichtung entlang der Vorderkantenpfeilung des Mittelflügelbereichs des Luftfahrzeugs **60** verlaufen. Die beiden Nutzlastrumpfsektionen **1d** und **1e** im Mittelflügelbereich sind dabei im Bezug auf die Längsachse L des Luftfahrzeugs **60** durch die Heckspitze **83** symmetrisch zueinander angeordnet.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Nutzlastrumpfsektion
<b>1a</b>	Nutzlastrumpfsektion
<b>1b</b>	Nutzlastrumpfsektion
<b>2</b>	Tragflügel
<b>2a</b>	Tragflügel
<b>2b</b>	Tragflügel
<b>3a</b>	Tragflügelspitze
<b>3b</b>	Tragflügelspitze
<b>4a</b>	Frachtgutsektion
<b>4b</b>	Frachtgutsektion
<b>5a</b>	Passagierkabine
<b>5b</b>	Passagierkabine
<b>6a</b>	Turbine
<b>6b</b>	Turbine
<b>7</b>	Sektionskreuzung
<b>8</b>	Bugspitze
<b>81</b>	Bugspitze
<b>82</b>	Bugspitze
<b>83</b>	Heckspitze
<b>9</b>	Fahrwerk
<b>9a</b>	Fahrwerk
<b>9b</b>	Fahrwerk
<b>10</b>	Luftfahrzeug
<b>21</b>	Mittelflügelholm
<b>22</b>	Hinterflügelholm
<b>23</b>	Rumpfsektionshalbschale
<b>24</b>	Rumpfsektionshalbschale
<b>25</b>	Rumpfsektionsschale
<b>30</b>	Luftfahrzeug
<b>40</b>	Luftfahrzeug
<b>50</b>	Luftfahrzeug
<b>60</b>	Luftfahrzeug
<b><math>\alpha</math></b>	Anstellwinkel
<b><math>\Phi</math></b>	Pfeilwinkel
<b>L</b>	Längsachse
<b>Wa</b>	Tragflügelpfeilung
<b>Wb</b>	Tragflügelpfeilung
<b>W1a</b>	Tragflügelpfeilung
<b>W1b</b>	Mittelflügelpfeilung
<b>W2a</b>	Mittelflügelpfeilung
<b>W2b</b>	Tragflügelpfeilung

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 60112844 T2 [0004]
- US 20110121130 A1 [0004]
- US 1998487 A [0004]
- US 2241641 A [0004]
- WO 03039951 [0004]
- DE 29806346 U1 [0004]
- RU 2360840 C2 [0004]
- US 6098922 A [0004]



### Patentansprüche

1. Luftfahrzeug (**10; 30; 40; 50; 60**), insbesondere Flugzeug, mit:

einem ersten gepfeilten Tragflügel (**2a**), welcher gegenüber der Senkrechten zur Längsachse (L) des Luftfahrzeugs (**10**) unter einem Pfeilwinkel angeordnet ist;

einem zweiten gepfeilten Tragflügel (**2b**), welcher im Bezug auf die Längsachse (L) des Luftfahrzeugs (**10; 30; 40; 50; 60**) symmetrisch zum ersten Tragflügel (**2a**) angeordnet ist;

einer ersten Nutzlastrumpfsektion (**1a**), welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des ersten Tragflügels (**2a**) integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung (Wa; W1a) des ersten Tragflügels (**2a**) verläuft; und

einer zweiten Nutzlastrumpfsektion (**1b**), welche in einem vorderkantennahen Abschnitt des zweiten Tragflügels (**2b**) integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Vorderkantenpfeilung (Wb; W2b) des zweiten Tragflügels (**2b**) verläuft.

2. Luftfahrzeug (**10; 50; 60**) nach Anspruch 1, wobei der Pfeilwinkel des ersten und zweiten Tragflügels (**2a, 2b**) jeweils positiv ist.

3. Luftfahrzeug (**30; 40**) nach Anspruch 1, wobei der Pfeilwinkel des ersten und zweiten Tragflügels (**2a, 2b**) jeweils negativ ist.

4. Luftfahrzeug (**30; 50**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiterhin mit:

einer dritten Nutzlastrumpfsektion (**1c**), deren Erstreckungsrichtung entlang der Längsachse (L) des Luftfahrzeugs (**30; 50**) verläuft.

5. Luftfahrzeug (**60**) nach einem der Ansprüche 1 und 2, weiterhin mit:

einer dritten Nutzlastrumpfsektion (**1d**), welche in einem gepfeilten Mittelflügelbereich des Luftfahrzeugs (**60**) integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung entlang der Vorderkantenpfeilung des Mittelflügelbereichs des Luftfahrzeugs (**60**) verläuft; und

einer vierten Nutzlastrumpfsektion (**1e**), welche in einem gepfeilten Mittelflügelbereich des Luftfahrzeugs (**60**) integriert ist, und deren Erstreckungsrichtung entlang der Vorderkantenpfeilung des Mittelflügelbereichs des Luftfahrzeugs (**60**) verläuft,

wobei die dritte Nutzlastrumpfsektion (**1d**) und die vierte Nutzlastrumpfsektion (**1e**) im Bezug auf die Längsachse (L) des Luftfahrzeugs (**60**) symmetrisch zueinander angeordnet sind.

6. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Skelettlinie an der Hinterkante der ersten und zweiten Tragflügel (**2a; 2b**) abwärts geschwungen ist.

7. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiterhin mit:

unter einem geringeren Pfeilwinkel als die ersten und zweiten Tragflügel (**2a; 2b**) angestellten Tragflügelspitzen (**3a; 3b**), welche jeweils spannweitenseitig an den ersten und zweiten Tragflügeln (**2a; 2b**) angeordnet sind.

8. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) zumindest bereichsweise jeweils durch zwei oder mehrere Rumpfsektionsteilschalen (**23, 24**) mit kreisbogenförmigem Querschnitt gebildet werden.

9. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) zumindest bereichsweise jeweils einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

10. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach Anspruch 9, wobei die ersten und zweiten Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) zumindest bereichsweise jeweils einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen.

11. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) jeweils Passagierkabinen aufweisen (**5a; 5b**).

12. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach Anspruch 11, wobei die Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) bedruckte Passagierkabinen sind, die einen ersten Querschnitt aufweisen, welcher ein größeres Verhältnis von Höhe zu Breite aufweist als ein zweiter Querschnitt in Strömungsrichtung.

13. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach Anspruch 12, wobei der zweite Querschnitt der Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) in Strömungsrichtung flacher ist als der erste Querschnitt.

14. Luftfahrzeug (**10; 20; 30; 40; 50; 60**) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) zumindest bereichsweise senkrechte Zugstreben zur Entlastung von Biegemomenten in der äußeren Begrenzung der Nutzlastrumpfsektionen (**1a; 1b**) aufweisen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

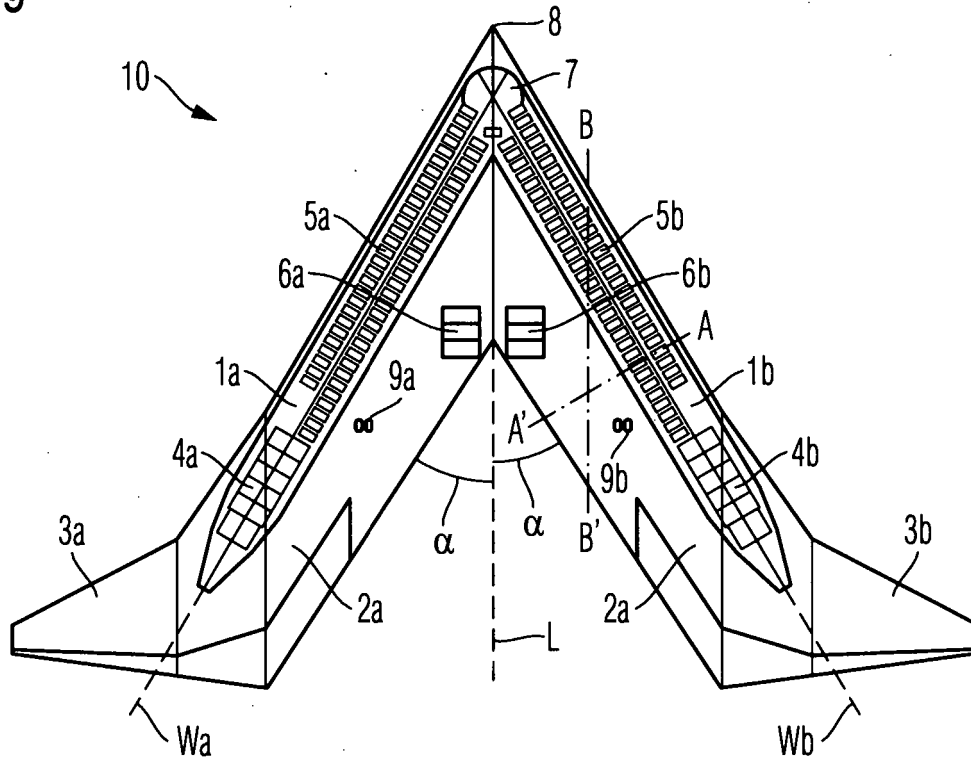


Fig. 2

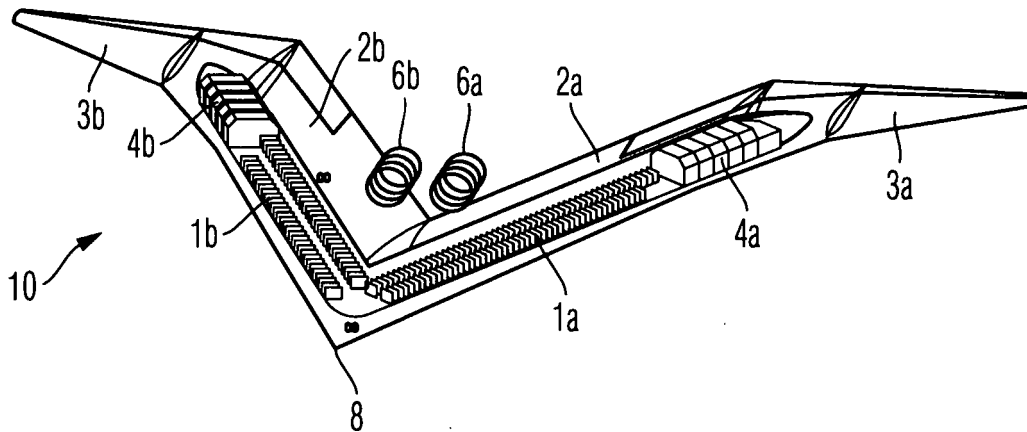


Fig. 3

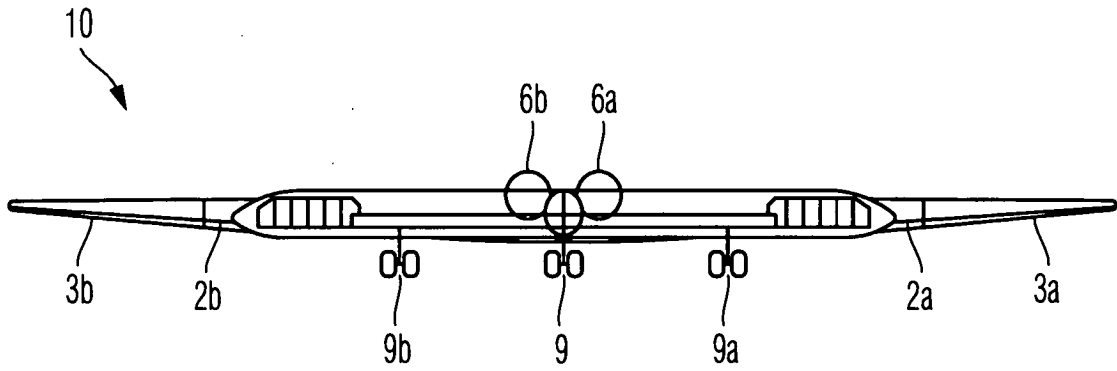


Fig. 4

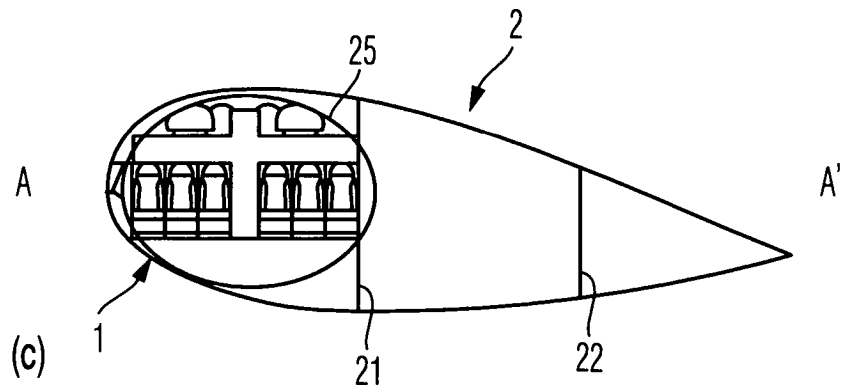
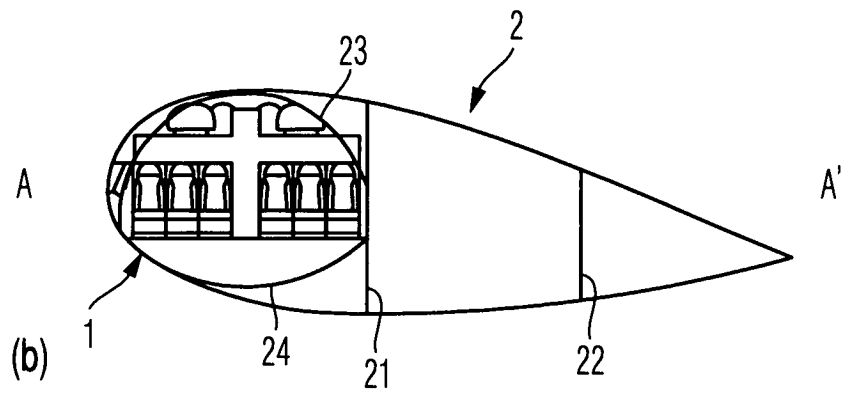
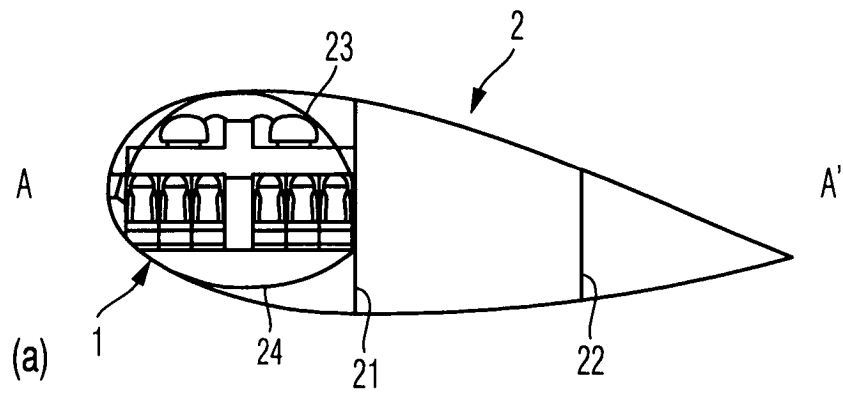


Fig. 5

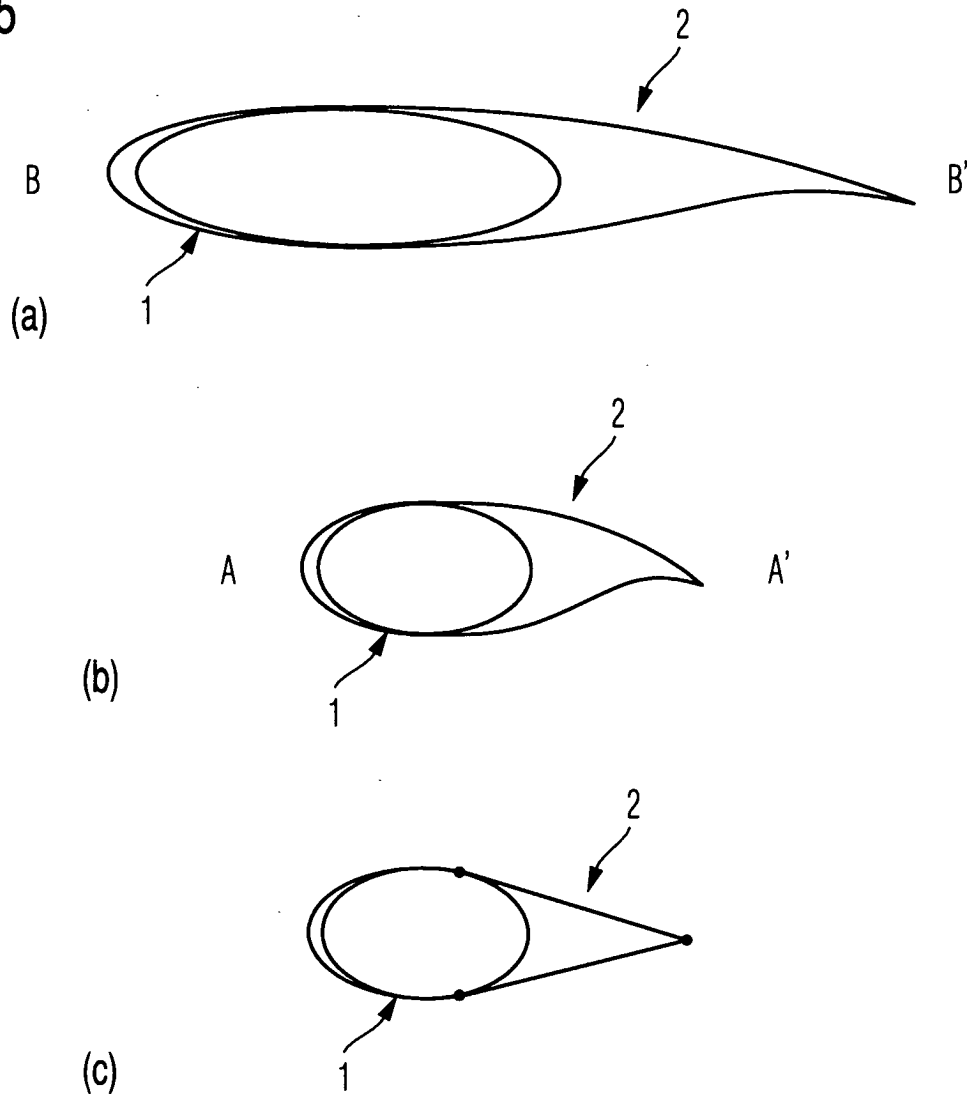


Fig. 6

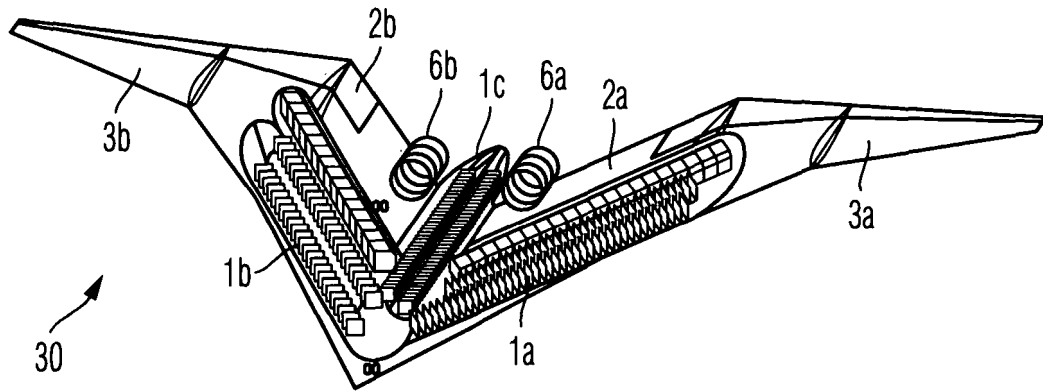


Fig. 7

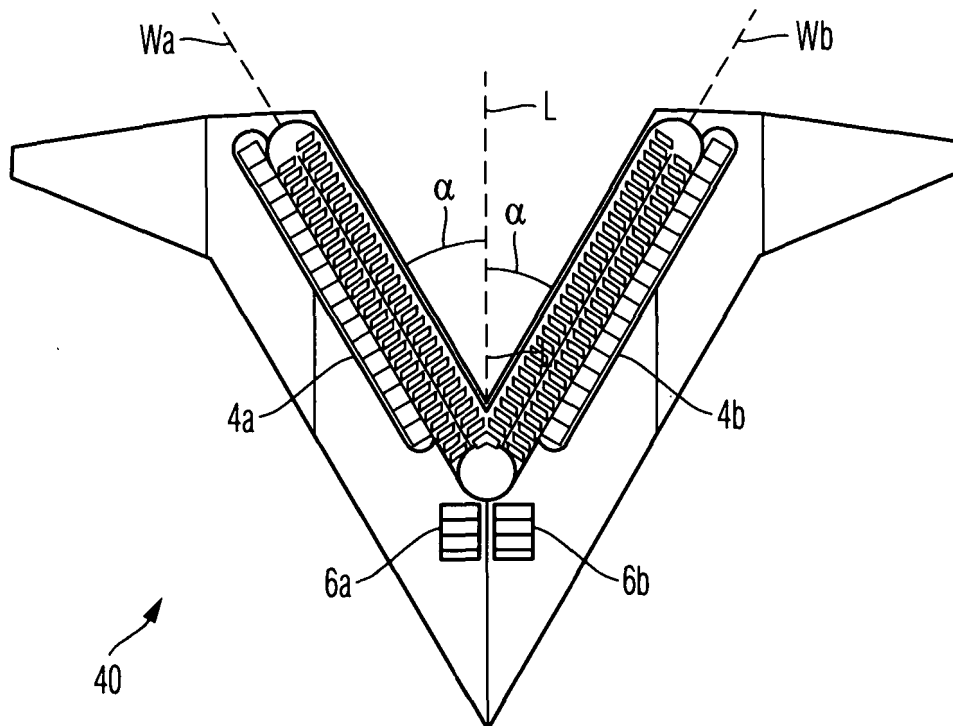


Fig. 8

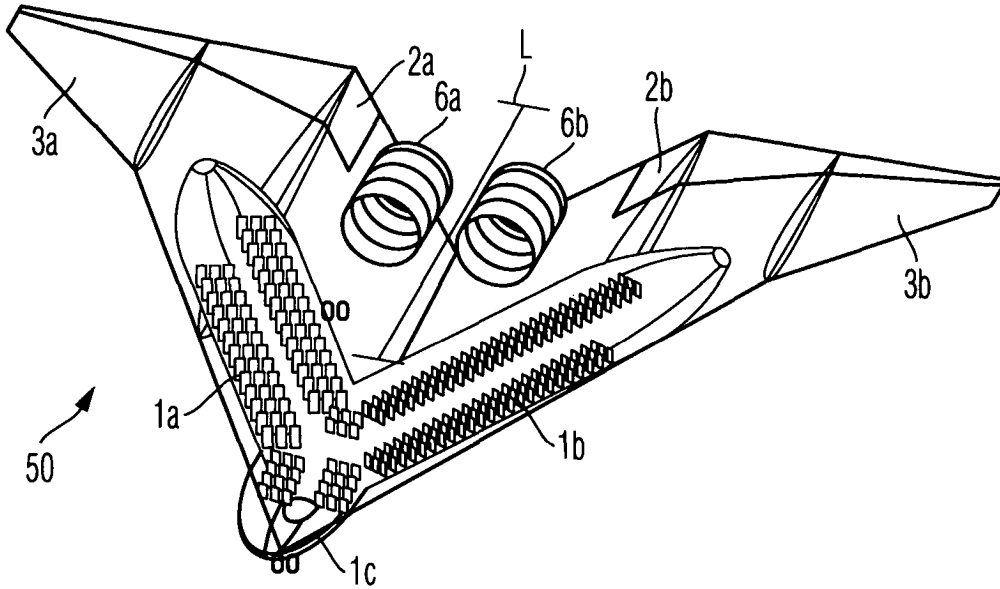


Fig. 9

