



(10) **DE 10 2020 002 267 A1** 2021.10.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 002 267.7**

(22) Anmeldetag: **11.04.2020**

(43) Offenlegungstag: **14.10.2021**

(51) Int Cl.: **B64C 39/02 (2006.01)**

B64C 39/00 (2006.01)

B64D 3/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Koppenwallner, Georg Emanuel, 37085 Göttingen,
DE; Rengshausen-Fischbach, Bodo, 37586
Dassel, DE**

(72) Erfinder:
**Koppenwallner, Georg Emanuel, 37085 Göttingen,
DE; Rengshausen-Fischbach, Bodo, 37586
Dassel, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2011 000 651	A1
DE	10 2016 014 309	A1
DE	10 2016 120 671	A1
DE	10 2017 212 716	A1

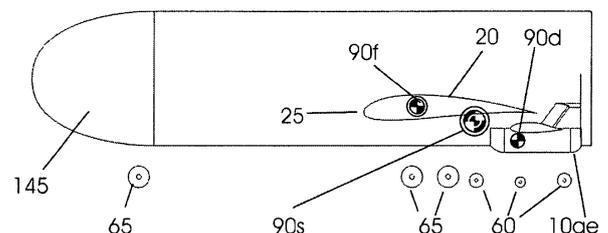
DE	10 2018 116 164	A1
US	9 630 712	B1
US	2007 / 0 145 182	A1
US	2014 / 0 158 812	A1
US	2016 / 0 288 918	A1
US	2017 / 0 158 354	A1
US	2017 / 0 297 445	A1
US	2018 / 0 162 528	A1
US	2019 / 0 152 605	A1
WO	2018/ 026 754	A1
CN	107 651 196	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Carrierdrohne oder Schleppdrohne**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Startverfahren für Luftfahrzeuge im Schlepp unbemannter Luftfahrzeuge, der Carrierdrohne oder Schleppdrohne, die sowohl aerodynamisch als auch Schubvektor gesteuert sein können.



Beschreibung

2 Stand der Technik

[0001] Das große Problem des Elektrofluges ist der geringe Energieinhalt von derzeitigen Batterien. Die Energiedichte von robusten Lithium-Eisen-Phosphat-Akkumulatoren liegt bei ca. 100 Wh/kg. Derzeit liegt das Maximum der Energiedichte bei den empfindlicheren Lithium-Eisen-Polymer-Akkumulatoren bei ca. 200 Wh/kg. Sehr viel Energie wird in der Startphase verbraucht. Die dazu notwendigen Akkumulatoren belasten das Flugzeug während des Reisefluges. Die Frage ist: Wie kann man das Gewicht der Akkus im Reiseflug möglichst gering halten? Stand der Technik sind die sogenannten Hybridantriebe, die für den energieintensiven Start eine relativ kleine Batterie haben, die während des Reisefluges durch einen mit einem Verbrennungsmotor verbundenen Generator aufgeladen wird. Auch Brennstoffzellen werden als Alternativen zur elektrischen Versorgung mittlerweile eingesetzt.

[0002] Segelflugzeuge ohne eigenen Antrieb werden zumeist mit Startwinden oder durch Flugzeugschlepp gestartet. Übertragen auf das Startproblem des Elektrofluges bedeutet dies, dass man Elektroflugzeuge mit externen Hilfsmitteln starten sollte, die später den Reiseflug nicht belasten. Vorstellbar ist es ein Elektroflugzeug mittels Windenstart oder Flugzeugschlepp zu starten. Nachteilig ist dabei, die aufwändige Infrastruktur für Windenstart oder die Tatsache, dass man beim Flugzeugschlepp ja auch das ganze Schleppflugzeug samt Piloten in die Höhe befördern muss. Schleppzüge von Modellflugzeugen gehören auch zum Stand der Technik.

[0003] Die Verbindung zweier Luftfahrzeuge miteinander gehört auch zum Stand der Technik, z.B. der Transport des Spaceshuttles auf einem Jumbojet oder das deutsche Mistel-Projekt während des zweiten Weltkrieges. Auch das Ausklinken von Flugkörpern von einem Flugzeug gehört zum Stand der Technik.

[0004] Bei den Drohnen kann man von den bestehenden Konzepten ausgehen, die entweder wie die Multikopter durch Schubvariation (Schubvektorsteuerung) oder wie ein Flugzeug (zumeist in Drachenkonfiguration) durch aerodynamische Ruder gesteuert werden. Die Landung kann dabei sowohl senkrecht als auch im horizontalen Sinkflug erfolgen. Da Flächenflugzeuge deutlich energieeffizienter als Multikopter sind, sollten bei Drohnen Eigenschaften der Flächenflugzeuge (etwa Drachenkonfiguration) berücksichtigt werden. Multikopterartige Drohnen mit Flächenflugeigenschaften werden in DE 10 2017 212 716, DE 10 2011 000 651 und in DE 10 2016 120 671 beschrieben.

[0005] Von der Aero-2019 ist das Verfahren „thermik2go“ bekannt. Mittels Scheren werden auf die Tragflächen Antriebseinheiten samt Akkumulator aufgeschoben, www.thermik2go.de.

3 Beschreibung:

[0006] Die Erfindung schlägt deswegen vor Segelflugzeuge, insbesondere ältere im Zeitalter der Eigenstarter scheinbar überflüssig gewordene Segelflugzeugtypen z.B. Bergfalke III, Ka-8 etc., aber auch größere Luftfahrzeuge, etwa elektrische Verkehrsflugzeuge, im Schlepp einer oder mehrerer Drohnen zu starten. Synonym könnte man diese Art von Drohne als Schleppdrohne, Startcarrier, Carrierdrohne, Starthilfedrohne oder Startdrohne bezeichnen. Diese Schleppdrohnen werden für den Start mit dem Flugzeug verbunden, werden nach Erreichen der Flughöhe ausgeklinkt und fliegen - wie ein normales Schleppflugzeug - zum Ausgangspunkt oder einen anderen Zielpunkt.

[0007] Die Idee der Schleppdrohne beschränkt sich natürlich nicht nur auf Elektroantrieb mit Akkumulatoren. Denkbar sind auch Schleppdrohnen mit Wärmekraftmaschinen, z.B. Kolbenmotoren oder Turbinen, Druckspeicherantriebe, z.B. Heißdampf oder Pressluft, oder andere Formen chemischer Energieumsetzung wie z.B. Raketenmotoren.

[0008] Der Stand der Technik für eine Schleppverbindung ist das Schleppseil. Die Verbindung zwischen Schleppdrohne und Flugzeug kann dabei starr, lose (nur durch Zug), dämpfend, längenvariabel oder elastisch ausgeführt sein. Es könnte z.B. auch wie beim Auto eine Schleppstange verwendet werden, die u.a. starr, elastisch, längenvariabel oder dämpfend ausgeführt sein kann.

[0009] Geschleppt wird in der Regel in Richtung der Flugzeuglängsachse. Ein Flugzeug in Richtung der Hochachse zu schleppen entspricht dem vertikalen Anheben der gesamten Masse des Schleppverbandes und ist sicherlich energetisch ähnlich verschwenderisch wie der Warentransport mit Multikopter-Paketdrohnen.

[0010] Beim normalen F-Schlepp spricht man vom Schleppzug. Verallgemeinert sollte man den erweiterten Begriff Schleppsystem für die Verbindung von Flugzeug-Schleppdrohne verwenden.

[0011] Ein prinzipieller Vorteil der Schleppdrohne als externes nicht manntragendes Bauteil sind die geringeren Sicherheitsanforderungen und damit die Herstellungs- und Betriebskosten, da dieses Bauteil ja jederzeit vom eigentlichen Luftfahrzeug gelöst werden kann. Der Brandherd einer entzündeten Batterie kann dann sozusagen abgeworfen werden.

[0012] Geringere Anforderungen an die Ausfallsicherheit und der Wegfall des Schlepppiloten bedeuten einerseits ein geringeres Gewicht für Schleppdrohnen im Vergleich zu herkömmliche Schleppflugzeugen, es bedeutet aber auch, dass das geschleppte Flugzeug eine geringere Flugmasse bzw. eine erhöhte Nutzlast oder Reichweite haben kann.

[0013] Da die Schleppdrohne aus vielen gleichen Einheiten, sozusagen als Modulsystem, zusammengesetzt werden kann, erreicht dieses Modulsystem durch die Vielzahl von Einheiten eine Redundanz, die die geringere Zuverlässigkeit der Einzeleinheiten durchaus ausgleichen kann.

[0014] Die Variabilität der Drohne in einer Art Baukastensystem bedeutet einfache Herstellbarkeit und damit wiederum kostengünstige Fertigung und im Betrieb einfache Austauschbarkeit von defekten Einheiten, was wiederum geringe Betriebskosten mit sich bringt.

[0015] Die Drohne als elektrischer Antrieb kann insbesondere auf Flugplätzen und Segelfluggeländen ohne Stromanschluss durchaus in Verbindung mit Photovoltaikanlagen oder Windkraftanlagen zur Stromerzeugung eine autarke, umweltfreundliche und auf Dauer kostengünstige und nachhaltige Alternative zur derzeitigen auf Wärmekraftmaschinen beruhenden Luftfahrt bedeuten.

[0016] Als klassische Ausführungsform der Schleppdrohne ist es vorstellbar eine große Schleppdrohne am Rumpf etwa am Übergang Flügel-Rumpf zu befestigen. Dabei kann man sich an der klassischen Vierpunkt-Flügel-Rumpf-Verbindung orientieren. Die Drohne kann ja, wenn sie einen Tragflügel hat, als Zusatzflügel angesehen werden. Das Schleppsystem ist dann ein Mehrdecker.

Denkbar ist es aber auch an den Flächen lösbare Schleppdrohnen vorzusehen. Diese Antriebe könnten wie Handschuhe von Vorne auf das Profil geschoben werden, sich auf Ober- oder Unterseite der Tragfläche oder sich an der Hinterkante der Tragfläche befinden. Die Halterung für die Drohnen kann auch als Schere auf die Tragfläche geschoben werden, so dass keine Veränderung an der Struktur erfolgt. Die Schleppdrohne wird dann mit dieser aufgeschobenen Halterung verbunden.

[0017] Problematisch bei der Befestigung an den Tragflächen kann das Flügelbiegemoment an der Flügelwurzel sein, das bei zusätzlichen Auftriebskörpern und Vergrößerung des Auftriebs zu groß werden kann. Diesbezüglich sollte die maximale Schleppgeschwindigkeit angepasst sein. Andererseits könnte man an den Tragflächen von Schleppdrohnen Wölbklappen vorsehen, um die Größe des Auftriebes steuern zu können. Im Extremfalls wird die Schleppdrohne so ausgelegt bzw. gesteuert, dass nur Schub und

mit der Auftriebskraft der Drohne gerade die Zusatzgewichtskraft durch die Schleppdrohne an der Fläche kompensiert wird. Die Drohne erzeugt dann also nur den Auftrieb für sich selbst.

[0018] Weitergedacht können neue Flugzeuge natürlich dann auf das erhöhte Flügelbiegemoment durch auftriebserhöhende Drohnen an den Tragflächen ausgelegt werden, wodurch der Einsatz der Schleppdrohnen sowohl Schubkraft als Auftriebskraft steigern kann.

[0019] Die Schleppdrohne kann eine konventionelle Multikopterdrohne sein, die auf die Rumpfspitze, auf die Flügel oder Leitwerke mit einer formschlüssigen und vom Flugzeug lösbaren Befestigungskontur geschoben wird. Nach dem Ausklinken dreht sich diese Art der Drohne um 90° und fliegt als „klassische“ Multikopterdrohne durch den Auftrieb der Rotorstrahlen. Um den Widerstand beim Schleppflug gering zu halten sollten der Zentralkörper der Drohne und die Träger der Rotoren profiliert ausgeführt sein. Verwendet man eine Multikopterdrohne mit Tragflächen-Zentralkörper, dann kann diese Drohnen auch im Horizontalflug - also energiesparender als die klassische Drohne - zum Ausgangsflugplatz zurückkehren, was die Reichweite des Gesamtsystemes erhöht. Dabei sind auch Doppeldecker-oder sogar Mehrdeckerkonfigurationen denkbar.

[0020] Die Landung dieser Drohnen kann dann vertikal aber prinzipiell auch horizontal erfolgen.

[0021] Statt der Drachenkonfiguration kann auch eine Schleppdrohne in Form eines Nurflüglers, eines Entenflüglers oder einer Tandemkonfiguration mit oder ohne Pfeilung sinnvoll sein, insbesondere dann, wenn kein Platz für einen langen Rumpf als Leitwerksträger für die entsprechende Schlepp-Anwendung vorhanden ist.

[0022] Man kann die Schleppdrohne auch mit einem Gleitschirm ausrüsten, der nach dem Ausklinken bzw. vor der Landung geöffnet wird, so dass die Drohne für die Landung über eine geringere Flächenbelastung verfügt.

[0023] Verwendet man aerodynamisch gesteuerte Drohnen, so können diese am Rumpf oder an den Tragflächen, etwa auf der Flügel-oberseite oder -unterseite vorgesehen sein. Das Segelflugzeug oder auch ein Verkehrsflugzeug wird dann von kleineren mit diesem verbundenen Flugzeuge, also Schleppdrohnen, geschleppt. Für den Modellflug bedeutet dies, dass ein Segelflugzeug von z.B. ein oder zwei Schleppdrohnen, in gewisser Weise ja spezielle Modellflugzeuge, geschleppt wird. Da es in Deutschland rechtliche Gewichtsgrenzen für Modellflugzeuge und Drohnen gibt, z.B. 25 kg, 150kg, kann es sinnvoll sein die Schleppdrohnen in mehrere leichtere Einhei-

ten aufzuteilen. Vom Start bis zum Ausklinken werden diese Flugzeuge über das geschleppte Flugzeug gesteuert. Modellflugpiloten können dann diese Flugzeuge nach dem Ausklinken des geschleppten Flugzeuges weiter bis zur Landung steuern, was durchaus eine neue Verbindung zwischen diesen Luftsportarten hervorbringen kann.

[0024] Denkbar ist aber auch, dass der gesamte Vorgang des Schlepps mit Schleppdrohnen, also der Drohnenschlepp, so vor sich geht, dass der Pilot vom Start bis zum Abtrennen der Schleppdrohnen diese steuert, z.B. den Schub. Nach dem Ausklinken fliegen die Schleppdrohnen, bzw. fliegt die Schleppdrohne dann autonom zum Ausgangspunkt oder einem anderen Zielpunkt. Ja denkbar ist auch, dass die Schleppdrohne autonom zu einem anderen Flugplatz fliegt, um dort ein Flugzeug zu schleppen.

[0025] Als Betätigung für die Ausklinkvorrichtung könnte bei Segelflugzeugen auf die Klinkvorrichtung im Cockpit zurückgegriffen werden. Denkbar sind als Kupplung zwischen Flugzeug und Schleppdrohne elektromechanische, mechanische, elektromagnetische oder pneumatische Ausklinkvorrichtungen.

[0026] Durch die Verbindung von Flugzeug und Schleppdrohne werden der Schwerpunkt und der Luftangriffspunkt des Schleppsystems verändert. Beim Betrieb ist dann darauf zu achten, dass das System eigenstabil bleibt, bzw. durch geeignete Reguliereinrichtungen stabil gehalten wird. Man kann zwischen 3 Schwerpunkten und Luftangriffspunkten unterscheiden; a) des Flugzeuges, b) der Schleppdrohnen c) des Schleppsystems.

Steuerung des Systems:

[0027] Je nach Art des Schleppsystems sind verschiedene Arten der Steuerung und Regelung denkbar; a) Steuerung im Schlepp nur mit den Steuerelementen des geschleppten Flugzeuges, b) Steuerung im Schlepp mit Steuerelementen von Schleppdrohne und Flugzeug, c) Steuerung nur über die die Steuerelemente der Schleppdrohne (z.B. Vertikalschlepp eines Flächenflugzeuges). Als Steuerlemente dienen dabei die aerodynamischen Ruder aber auch die Schubvektorsteuerung.

[0028] Auch die Dimensionierung der Schleppdrohnen kann sehr unterschiedlich sein. Schleppdrohnen für Verkehrsflugzeuge müssen entsprechend größer als solche für kleine Flugzeuge ausfallen. Vom Zweck der Schleppdrohne kann man zwischen reinen Startdrohnen, also die ein Flugzeug in Nähe eines Flugplatzes möglichst hoch schleppen können, und Reisedrohnen unterscheiden, die neben dem Start auch für eine bestimmte Strecke des Reisefluges als Antrieb benutzt werden, um die Reichweite des Gesamtsystemes zu erhöhen.

[0029] Beim Startverfahren kann man zwischen Schleppdrohnen unterscheiden, die vor dem Start mit ihrem Gewicht das Flugzeug und dessen Fahrwerk belasten oder solchen, die auf einem eigenen Fahrwerk stehen und damit keine zusätzliche Gewichtskraft auf das zu schleppende Flugzeug übertragen.

[0030] Der Ausklinkvorgang kann sich am Ausklinkvorgang beim Segelflug oder am Ausklinken von Flugkörpern orientieren.

[0031] Die ausgeklinkten Schleppdrohnen sollten in speziellen Flugkorridoren bzw. auf speziellen Flugflächen, insbesondere wenn über FL100 befindlich, zu ihrem Ausgangsflugplatz oder Zielflugplatz zurückkehren.

Im Falle von Schleppdrohnen, die Verkehrsflugzeuge von kontrollierten Plätzen geschleppt haben, kann die Steuerung bzw. die Lenkung auch über die Flugsicherung direkt vorgenommen werden. Alternativ wäre eine spezielle Schleppzentrale an Verkehrsflugplätzen, die für das Rollen der Schleppdrohnen zum startenden Flugzeug, für das Einklinken, für den Start, den Schlepp, das Ausklinken, den Rückflug, die Landung und das Rollen zum Abstellplatz für Schleppdrohnen zuständig ist.

[0032] Weiterhin denkbar ist auch, dass die Schleppdrohne wieder vor der Landung mit dem Flugzeug verbunden wird. Diese Verwendung der Schleppdrohne für Start und Landung hat den großen Vorteil, dass das Flugzeug nur für den Reiseflug ausgelegt werden muss. Kritisch ist natürlich der Fall, dass das Flugzeug zur Landung keine Landedrohne vorfindet. In diesem Fall müsste dieses Flugzeug mit höherer Geschwindigkeit als in Verbindung mit einer Landedrohne aufsetzen. Die auftriebserhöhenden Möglichkeiten des Flugzeuges, und auch Vorrichtung für Notbremsungen, z.B. Bremsfallschirm, müssten für diesen Notfall natürlich ausgelegt werden.

[0033] Die Schleppdrohne ersetzt dann sozusagen das für Start- und Landung notwendige Hochauftriebssystem ganz oder teilweise.

[0034] Sowohl bei den Schleppdrohnen, als auch bei den geschleppten Flugzeugen, kann die Verwendung von einfahrbaren Antrieben sinnvoll sein; u.a. a) weil Hochgeschwindigkeitsantriebe sich nicht für den Start eignen, b) weil ein eingefahrener Antrieb beim Ausklink - bzw. Einklinkvorgang nicht beschädigt werden kann, c) weil eingefahrene Antriebe keinen Widerstand machen.

[0035] Die Antriebe der Schleppdrohnen können sich an Auslegern oder Pylonen befinden, um den Antrieb auf die Gegebenheiten des zu schleppenden Flugzeuges abzustimmen bzw. des Schleppsystems abzustimmen, z.B. Schwerpunkt- und Luftan-

griffpunkt. Denkbar sind natürlich auch Antriebe von Schleppdrohnen, die sich als Impeller in oder nahe an den Tragflächen befinden.

[0036] Die Energieversorgung der Schleppdrohnen kann sich im Zentralkörper, den Tragflächen, den Leitwerksträgern bzw. dem Rumpf. Dabei können verschiedene Formen der Energieversorgung des Schleppsystemes realisiert werden. Im einfachsten Fall haben Schleppdrohne und geschleppter Flugzeug zwei unabhängige und getrennte Energieversorgungen. Um die Reichweite des Flugzeuges möglichst groß zu halten kann während des Schleppvorganges ein Teil oder die ganze Antriebsenergie aus den Energiereserven der Schleppdrohne für die Antriebe des Flugzeuges geliefert werden. Dann sind sozusagen die Energieversorgungen von Schleppdrohne und Flugzeug miteinander verbunden. Neben einer Schleppverbindung benötigt das Schleppsystem dann auch noch eine lösbare Verbindung für den Energiestrom, z.B. vergleichbar zu den Verbindungen zwischen Akkus und Ladegeräten bei Akkuschaubern. Wenn die Schleppdrohne im Start das Flugzeug energetisch mitversorgt, wird ihr Gewicht und damit ihre Größe zunehmen. Für diese Lösung sind Drohnen mit Tragflächen sicher effizienter.

[0037] Die Klinkvorrichtung kann aus Sicherheitsgründen sowohl die Drohne vom geschleppten Flugzeug lösen als auch das geschleppte Flugzeug von der Drohne lösen. Die Verbindung ist sozusagen ein Zwischenbauteil, in das sich beide Fluggeräte einklinken. In der Regel wird dieses Zwischenbauteil an der Schleppdrohne verbleiben.

[0038] Denkbar ist natürlich auch nur eine einfache lösbare Verbindung zwischen Schleppdrohne und Flugzeug. Sicherheitshalber kann die Verbindung durch eine „zerstörbare“ Verbindung getrennt werden, z.B. eine Kappvorrichtung wie beim Windenstart des Segelflugs oder durch Sprengpatronen.

[0039] Für Segelflugzeuge kann man sich auch eine Schleppdrohne vorstellen, die auf die Flugzeugnase aufgesetzt wird und deren Verbindung mit dem Flugzeug am einfachsten durch Formschluss auf der Flugzeugnase und mittels der Bugkupplung erfolgt. Zusatzkupplungen wären natürlich denkbar. Eine derartige Drohne würde das Gesamtsystem kopflastiger machen, so dass diese Drohne über Auftriebseinrichtungen verfügen muss die eigene Gewichtskraft so balanciert zu tragen, dass das geschleppte Flugzeug im Schlepp weder zu kopflastig noch zu schwanzlastig wird. Diese Drohne kann eine Doppeldecker- oder Ringflügel-multikopterdrohne sein, die sowohl horizontal als auch vertikal landen kann.

[0040] Die Verbindung von Energieversorgung und Schleppkraftübertragung kann in zwei getrennten Einheiten oder in einer Einheit erfolgen.

4 Zeichnungen

[0041] Fig. 1 zeigt die drei Achsen eines Flugzeuges **5** in Drachenkonfiguration, die Längsachse **1**, die Querachse **2** und die Hochachse **3**. Bei diesem Flugzeug verlaufen die Tragflächen in etwa in Richtung der Querachse **2**. Die Flügelachse **7** verläuft etwa in Richtung der Querachse **2**. Die X-Achse wird der Querachse **2**, die Y-Achse wird der Längsachse **1** und die Z-Achse der Hochachse **3** zugeordnet.

[0042] Dieses Flugzeug **5** ist über die Bugkupplung **8** mit einem Schleppseil **9** mit dem Seilsausleger **6** der Schleppdrohne **10ae** verbunden. Dieser Ausleger symbolisiert auch die Längsachse **1** der Schleppdrohne. Dieser aus Segelflugzeug **5** und Schleppdrohne **10ae** bestehende Schleppzug orientiert sich noch stark am klassischen F-Schlepp. Die Schleppdrohne **10ae** besteht aus einem Tragflügel **120**, der auf dem Fahrwerk **60** rollt. Angetrieben wird die Schleppdrohne mit an Auslegern **50** befestigten Motoren **30**, die die Propeller **40** antreiben. Mit **40** wird im folgenden auch der Propellerkreis gekennzeichnet.

[0043] Die Steuerung der Schleppdrohne erfolgt über Leitwerksträger **70**, die von jedem Motorausleger **50** über die Flügelhinterkante **80** hinausragen.

[0044] Zusätzlich könnten an der Flügelhinterkante **80** noch als Querruder, Höhenruder oder Wölbklappe wirkende Ruderflächen angebracht werden. Die Steuerung um die Hochachse **3** der Schleppdrohne kann auch mittels Schubvektorsteuerung erfolgen.

[0045] In Fig. 2 wird eine Schleppdrohne 10mk gezeigt, die mit ihrem Mittelkörper **15** auf die Flügel Nase **25** des Tragflügels **20** aufgeschoben wird. Am Rumpf oder Mittelkörper **15** der Schleppdrohne 10mk sind oben und unten Ausleger **50** befestigt, die die Antriebsmotoren **30** tragen, die wiederum die Propeller **40** antreiben.

[0046] Der Schwerpunkt der (Schlepp)-Drohne ist mit 90d, der des Flugzeuges mit 90f und der des Systemes von Drohne mit Flugzeug mit 90s gekennzeichnet. Das Anbringen einer Masse vor dem Schwerpunkt bezüglich der Y-Achse **1** macht das Gesamtsystem kopflastiger. Der Schwerpunkt des Gesamtsystems 90s liegt links vom Schwerpunkt des Flugzeuges 90f.

[0047] Fig. 3 zeigt die Schleppdrohne 10mk von Fig. 2 in perspektivischer Ansicht. Man erkennt 2 Reihen von Antrieben auf der Oberseite **100o** und Unterseite **100u** des Mittelkörpers **15** der Schleppdrohne 10mk. Mit **40** wird sowohl der Propeller als

auch der zugehörige Propellerkreis gekennzeichnet. Ausgehend von einem Antriebsmodul bestehend aus Ausleger **50**, Motor **30** und Propeller **40** mit einem kurzen Mittelkörper **15** kann man den hier dargestellten zehnmotorigen Antrieb modular aufbauen.

[0048] Fig. 4 zeigt die Schleppdrohne 10mk der **Fig. 2** und **Fig. 3** im Vertikalflug. Unter den an den Auslegern **50** befindlichen Motoren **30** befinden sich starre oder ausfahrbare Landestützen **110**, so dass die Propeller **40** bei der vertikal erfolgenden Landung nicht beschädigt werden. Der Mittelkörper **15** der Drohne ist so ausgelegt, dass dieser mit der von den Landestützen **110** vorgegebenen Unterkante **210** fluchtet bzw. nicht darüber hinaus ragt.

[0049] Fig. 5 zeigt eine Drohne **10ae** mit einem auf eine Tragfläche aufschiebbarem Mittelkörper **15** mit nur einer oberen Antriebsreihe **100o**. Von den Auslegern **50** die die Motoren **30** halten gehen zusätzlich Leitwerke **70** nach hinten ab, so dass diese Schleppdrohne aerodynamisch gesteuert werden kann. Der Mittelkörper **15** wirkt dann als nicht unbedingt sehr gutes Tragflügelprofil. Gelandet werden kann auf festen oder einfahrbaren Kufen oder Fahrwerk, die in der Zeichnung nicht dargestellt sind.

[0050] Fig. 6. zeigt die Schleppdrohne **10ae** von **Fig. 5** in seitlicher Ansicht. Fahrwerk oder Kufen für die Landung sind nicht dargestellt.

[0051] Fig. 7 zeigt eine Schleppdrohne vergleichbar zu **Fig. 5** in seitlicher Ansicht. Hierbei ist der Mittelkörper eine profilierte Tragfläche **120**. Der Leitwerksträger **70** könnte noch länger ausfallen, um den Hebelarm der Leitwerke **75** zu erhöhen. Zusätzlich kann die Hinterkante **80** des Tragflügels **120** mit Ruderflächen **130** versehen werden für Höhenruder oder Querruder-Steuerung. Die Befestigungselemente für die Verbindung mit Tragfläche oder Rumpf des zu schleppenden Flugzeuges sind nicht dargestellt.

[0052] Fig. 8 zeigt eine Schleppdrohne **10ae** vergleichbar zu der von **Fig. 7** in perspektivischer Aufsicht. Die Leitwerksträger **70** sind in dieser Version deutlich über die Hinterkante **80** des Tragflügels **120** verlängert.

[0053] Fig. 9 zeigt eine Schleppdrohne **10ae** vergleichbar zu der von **Fig. 7**, die auf den Rumpf **140** eines Verkehrsflugzeuges mit der Tragfläche **20** und der Flugrichtung **150** eingeklinkt ist. Die Verbindung zwischen Schleppdrohne und Flugzeug erfolgt über ein Übergangselement **160**, an dem das Fahrwerk **60** und die Klinkvorrichtung **170** angebracht ist.

[0054] Fig. 10 zeigt die Situation von **Fig. 9** von vorne. Die Klinkvorrichtung **170** besteht aus Bolzen, die in Richtung der X-Achse, also der Querachse **2**, verschoben werden können, zum Einklinken nach Au-

ßen und zum Ausklinken nach Innen. Das Fahrwerk **60** ist etwas vom Rumpf **140** versetzt. Das Übergangselement **160**,r ist zweigeteilt und fungiert sowohl als Fahrwerksträger als auch als Aufnahme für die Klinkvorrichtung **170**. Zusätzlich könnte hier noch eine lösbare elektrische Verbindung für die Energieversorgung des Flugzeuges aus den Drohnenakkus vorgesehen sein. Diese ist nicht dargestellt.

[0055] Fig. 11 zeigt eine Schleppdrohne 10mkae, die eine Mischform aus Multikopter und Flächenflugzeug ist. Dabei sind zwei Tragflügelprofile **120o**, u durch einen Mittelkörper **15** verbunden und form-schlüssig auf eine Tragfläche **20** so aufgeschoben, dass der Schwerpunkt der Drohne **90d** und der Schwerpunkt des Flugzeuges **90f** sehr nahe zusammen liegen, bzw. übereinander liegen. Der Mittelkörper **15** muss sich nicht wie bei der Drohne in **Fig. 2** und **Fig. 3** über die ganze Spannweite der Tragflächen **120o,u** erstrecken, sondern kann sehr schlank ausgeführt werden, z.b. vergleichbar zum Verbindungskörper **160** von **Fig. 9** und **Fig. 10**. Die Motoren **30** sind an Auslegern **50** an den Tragflächen **120o**, u befestigt und treiben die Propeller **40** an. Diese Drohne könnte im Prinzip auch im Horizontalflug nur mit Schubvektorsteuerung gelenkt werden. Zusätzlich können aber an den Hinterkanten der Tragflügel Steuerflächen **130** vorgesehen werden.

[0056] Fig. 12 zeigt die Schleppdrohne 10mkae ausgeklinkt. Die für die Vertikallandung notwendigen Landestützen **110** sind ausgefahren.

[0057] Fig. 13 zeigt die Schleppdrohne 10mkae im Vertikalflug. Die von den Tragflächen **120o,u** nach außen weisenden Streben **50** ermöglichen große Propellerkreise **40** hier durch die gestrichelten Doppelpfeile dargestellt.

[0058] Fig. 14 zeigt eine Schleppdrohne **10ae**, die unter den Rumpf **140** eines Flugzeuges mit der Tragfläche **20** befestigt ist und durch die Antriebsreihen **100** angetrieben wird. Die Antriebe und das Leitwerk des Flugzeuges sind nicht dargestellt. Diese können z.B. am Heck oder an den Tragflächen **20** befestigt sein oder eingefahren sein. Die Fahrwerke des Flugzeuges **65** und der Drohne **60** sind ausgefahren. Die Fahrwerksstreben sind nicht dargestellt.

[0059] Fig. 15 zeigt die Schleppdrohne **10ae** von **Fig. 14**. Der Mittelteil der Schleppdrohne **160** verbindet die beiden Tragflächen **120** und ist von der Form auf das zu schleppende Flugzeug bzw. die Kontur, an der angekoppelt wird, angepasst.

[0060] Fig. 16 zeigt das Schleppsystem von **Fig. 14** von Vorne mit ausgefahrenen Fahrwerken des Flugzeuges **65** und der Schleppdrohne **60**. Die Antriebsreihen **100** befinden sich etwa mittig vor den Tragflächen **20** des Flugzeuges **145**.

[0061] Fig. 17 -Fig. 19 zeigen verschiedenen Positionen der Schleppdrohne **10ae** aus Fig. 14 unter einem Flugzeug **145**.

[0062] Fig. 17 zeigt das Schleppsystem von Fig. 14 von der Seite. Der Schwerpunkt **90d** der Schleppdrohne **10ae** liegt vor dem Schwerpunkt **90f** des Flugzeuges **145** in Mitteldeckerausführung. Das Gesamtsystem wird kopflastiger, der Schwerpunkt des Schleppsystems **90s** wandert vor den Schwerpunkt des Flugzeuges **90f**. Ein Platz für die nicht dargestellten Triebwerke des Flugzeuges **145** wäre auf der Tragfläche **20**.

[0063] Fig. 18 zeigt ein Schleppsystem bestehend aus Schleppdrohne **10ae** und Flugzeug **145** von der Seite. Der Schwerpunkt **90d** der Schleppdrohne **10ae** liegt hinter dem Schwerpunkt **90f** des Flugzeuges **145** in Mitteldeckerausführung. Das Gesamtsystem wird schwanzlastiger, der Schwerpunkt des Schleppsystems **90s** wandert hinter den Schwerpunkt des Flugzeuges **90f**. Ein Platz für die nicht dargestellten Triebwerke des Flugzeuges **145** wäre auf der Tragfläche **20** aber auch an der Flügel Nase **25**. Auch die klassischen Triebwerksaufhängungen an Pylonen unter den Tragflächen mit der Ansaugöffnung weit vor der Nase wären hier denkbar.

[0064] Fig. 19 zeigt ein Schleppsystem bestehend aus Schleppdrohne **10ae** und Flugzeug **145** in Hochdeckerausführung von der Seite. Der Schwerpunkt **90d** der Schleppdrohne **10ae** liegt etwa unterhalb des Schwerpunkt **90f** des Flugzeuges **145** aber in etwa an gleicher Y-Position der Längsachse **1**. Der Schwerpunkt des Gesamtsystems **90s** liegt bezüglich der Hochachse **3** tiefer als der Schwerpunkt **90f** des Flugzeuges. Ein Platz für die nicht dargestellten Triebwerke des Flugzeuges **145** wäre auf der Tragfläche **20** oder an oder unter der Profilnase **25**.

[0065] Fig. 20 zeigt eine Schleppdrohne **10mkae** für ein Segelflugzeug **145** (dargestellt ohne Hinterteil und Leitwerk), die an der Flugzeugnase **190** eingeklinkt wird im seitlichen Schnitt. Die Abkürzung der Schleppdrohne **10mkae** soll ausdrücken „multi-kopterartig und aerodynamisch“ steuerbar. Das Segelflugzeug **145** hat ein Mittelfahrwerk **65**. Diese Schleppdrohne **10mkae** trägt am Boden ihr Gewicht über das eigene Fahrwerk **60** und in der Luft über den Ringflügel **180** (hier im Schnitt), an dem auch aerodynamische Ruder befestigt sein können um den Auftrieb zu steuern. Diese sind hier nicht dargestellt. Die Schleppdrohne **10mkae** ist über den Mittelkörper **15** formschlüssig mit der Flugzeugnase **190** verbunden. Der Mittelkörper **15** ist in den Fig. 20-22 mittig aufgeschnitten, um den Formschluss zur Flugzeugnase **190** deutlich zu zeigen. Zwischen Mittelkörper **15** und Flugzeugnase **190** kann noch ein hier nicht dargestellter Adapterkörper vorgesehen sein, um die Schleppdrohne und den jeweiligen Flugzeugtyp form-

schlüssig verbinden zu können. Die Klinkvorrichtung ist nicht dargestellt. Vom Mittelkörper verläuft eine Verbindung **200** zu den Auslegern **50** der Antriebsmotore **30**, die die Propeller **40** antreiben. Der Ringflügel ist über die Verlängerung **55** der Ausleger **50** befestigt. Prinzipiell kann die Schleppdrohne **10mkae** sowohl horizontal als auch vertikal landen. Für die vertikale Landung sollten noch vertikale Landestützen vorgesehen werden. Diese sind nicht dargestellt, bzw. eingefahren. Die Fahrwerksstreben für die Fahrwerke der Drohne **60** und des Segelflugzeuges **65** wurden der Übersichtlichkeit in Fig. 20 - Fig. 22 weggelassen.

[0066] Fig. 21 zeigt die Schleppdrohne **10mkae** und das Flugzeug **145** von Fig. 20 in perspektivischer Ansicht schräg von der Seite. Der Mittelkörper **15** und der Ringflügel **180** sind aufgeschnitten.

[0067] Fig. 22 zeigt die Schleppdrohne **10mkae** mit vollständigem Ringflügel **180** aber immer noch halb aufgeschnittenen Mittelkörper **15** in schräger Vorderansicht.

5 Schlussbemerkung:

[0068] Die hier aufgeführten Anwendungsfälle zeigen, dass man die Idee der Schleppdrohne auf viele Flugzeugformen anwenden kann. Zwar kann man diese Idee der Schleppdrohne auch auf Flugzeuge mit Wärmekraftmaschinen anwenden bzw. mittels Wärmekraftmaschinen umsetzen. Der große Vorteil verteilter Antriebe und damit die freiere Gestaltungsmöglichkeit und Steuerbarkeit durch Schubvektoren kommt erst beim Einsatz von Elektromotoren voll zum Tragen. Auch die Anwendung von Hydraulikmotoren, um verteilte Antriebe bei Schleppdrohnen zu realisieren, leidet am schlechteren Wirkungsgrad der hydraulischen Energieübertragung über Turbomaschinen anstelle von Stromleitungen. Die Schleppdrohne ist also eine Folge und Notwendigkeit für den Elektroflug - zumindest solange die Energiedichte der Batterien noch so gering ist.

[0069] Der Schwerpunkt bzw. der Luftangriffspunkt des Schleppsystemes kann durch eigene Tragflügel der Drohne reguliert werden, so dass die Drohne praktisch keine Gewichtskraft aber nur Schubkraft auf das Flugzeug überträgt. Der Schwerpunkt kann durch eine Befestigung der Schleppdrohne im Bereich des Schwerpunktes in den für das Flugzeug zulässigen Grenzen gehalten werden.

[0070] Am Boden kann man den Fall unterscheiden, dass die Schleppdrohne ein eigenes Fahrwerk hat oder aber ohne eigenes Fahrwerk im Stand und beim Rollen das Fahrwerk des Flugzeuges mit belastet.

[0071] Für die Verbindung Drohne Flugzeug kann man für jeden Flugzeugtyp unterschiedliche Adap-

ter für die formschlüssige Verbindung etwa an der Rumpfspitze oder Flügel Nase oder auf der Oberseite oder Unterseite des Rumpfes vorsehen, so dass mit einer Drohne viele verschiedene Flugzeugtypen geschleppt werden können.	100; 100o,u	Reihe von Antrieben; oben, unten	
	110	Landestützen	
	120	Tragfläche Drohne	
	130	Ruderfläche	
Bezugszeichenliste	140	Rumpf Verkehrsflugzeug	
Abkürzungen			
ae	aerodynamisch	145	Flugzeug, Segelflugzeug
F-Schlepp	Flugzeugschlepp	150	Flugrichtung
mk	multikopter	160, 160l,r	Übergangselement
mkae	multikopter aerodynamisch gemischt		Drohne-Flugzeug, links,rechts
SD	Schleppdrohne	170	Klinkvorrichtung
1	Längsachse - Y-Achse	180	Ringflügel
2	Querachse - X-Achse	190	Flugzeugnase
3	Hochachse - Z-Achse	200	Verbindung vom Mittelkörper zu den Antrieben
5	Flugzeug		
6	Seilausleger	210	Unterkante
7	Flügelachse		
8	Bugkupplung		
9	Schleppseil		
10ae,mk,mkae	Carrierdrohne aerodynamisch, multikopterartig und Kombination		
15	Rumpf oder Mittelkörper der Drohne		
20	Flügelprofil, Tragfläche Flugzeug		
25	Flügel Nase		
30	Motor		
40	Propeller bzw. Propellerkreis		
50	Ausleger		
55	Verlängerung Ausleger zum Ringfl		
60	Fahrwerk-Drohne		
65	Fahrwerk-Flugzeug		
70	Leitwerksträger mit Leitwerk		
75	Leitwerk		
80	Flügelhinterkante		
90d,g,f	Schwerpunkt Drohne, Gesamtsystem, Flugzeug		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102017212716 [0004]
- DE 102011000651 [0004]
- DE 102016120671 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren für den Betrieb eines Luftfahrzeuges 145 insbesondere in den Flugphasen Start, Flug oder die Landung **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luftfahrzeug 145 durch mindestens eine mit dem Flugzeug am Boden oder in der Luft eingeklinkte und auch ausklinkbare Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae in dieser Flugphase durch mindestens eine der folgenden Möglichkeiten, a) Schublieferung, b) Energielieferung, c) Auftriebslieferung oder d) Steuerwirkung unterstützt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae aerodynamische Steuerung mittels Ruderflächen 130 oder Schubvektorsteuerung aufweist.

3. Verfahren gemäß Ansprüche 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung zwischen Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae und Flugzeug 145, 5 mittels Formschluss in Verbindung mit einer mechanischen, pneumatischen oder elektrischen Klinkvorrichtung erfolgt.

4. Verfahren gemäß Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae ihr Eigengewicht am Boden durch eigenes Fahrwerk 60 trägt.

5. Verfahren gemäß Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae in der Luft ihr Eigengewicht mittels eigener Tragflächen 120 trägt.

6. Verfahren gemäß Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae zusätzlichen Auftrieb für das Flugzeug liefert, also mehr als ihr eigenes Gewicht trägt.

7. Verfahren gemäß Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae nahe des Schwerpunktes 90f des geschleppten Flugzeuges befestigt ist.

8. Schleppdrohne gemäß Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae modular aufgebaut ist.

9. Schleppdrohne gemäß Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne 10ae, 10mk, 10mkae über das geschleppte Flugzeug gesteuert wird.

10. Schleppdrohne gemäß Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleppdrohne mittels Adaptern an verschiedene Flugzeugtypen angepasst werden kann.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Fig. 2

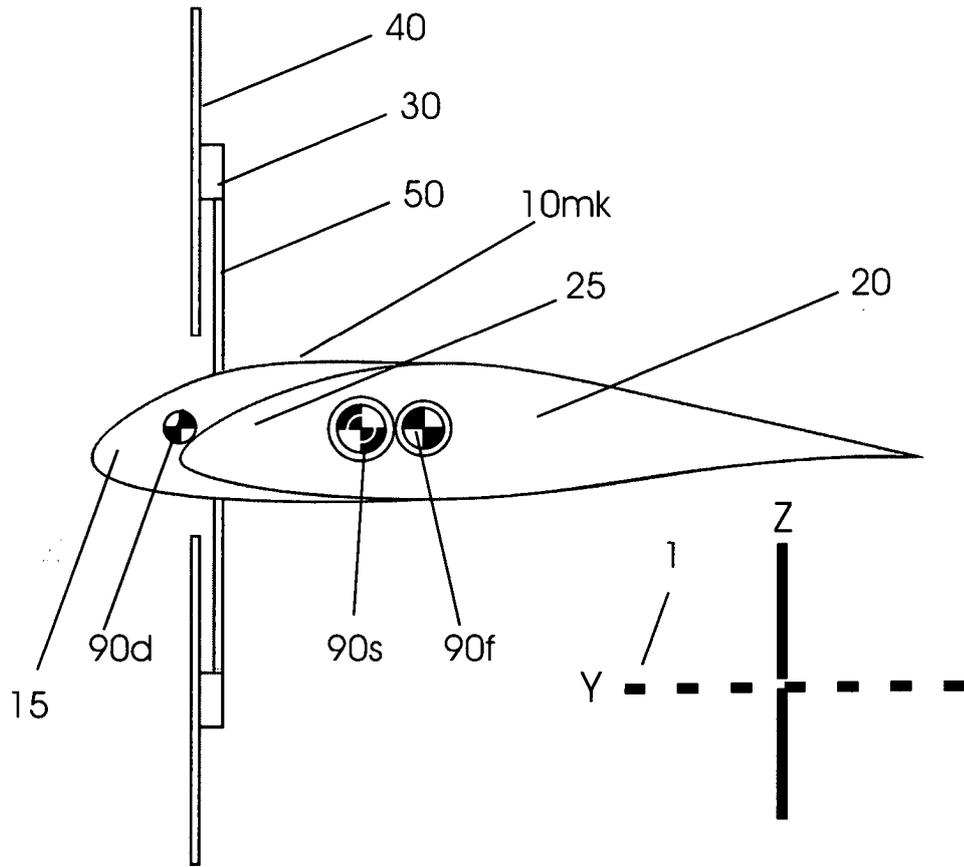


Fig. 3

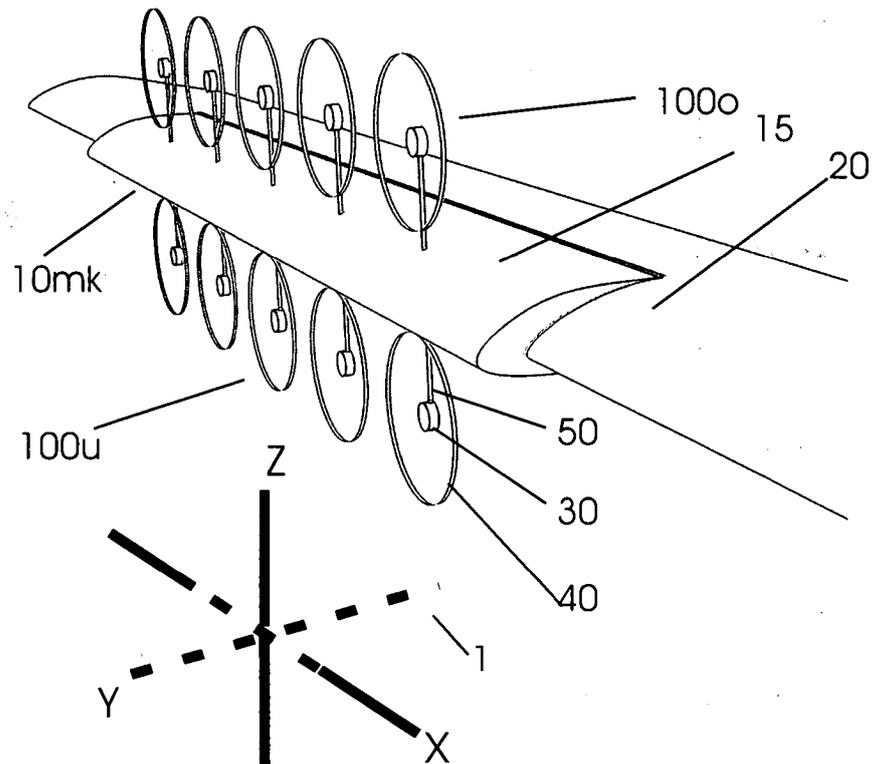


Fig. 4

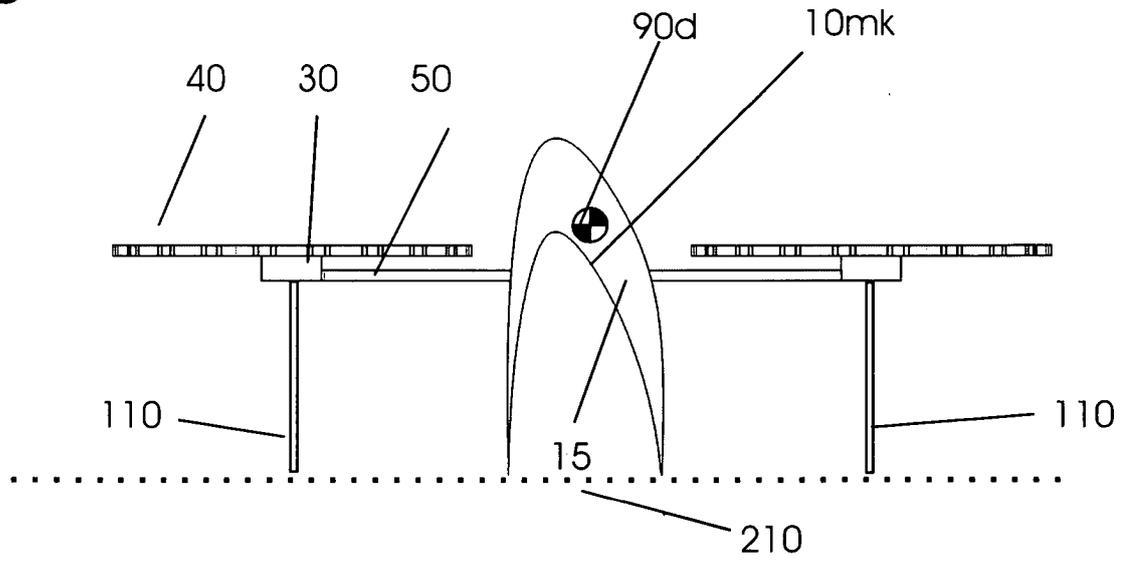


Fig. 5

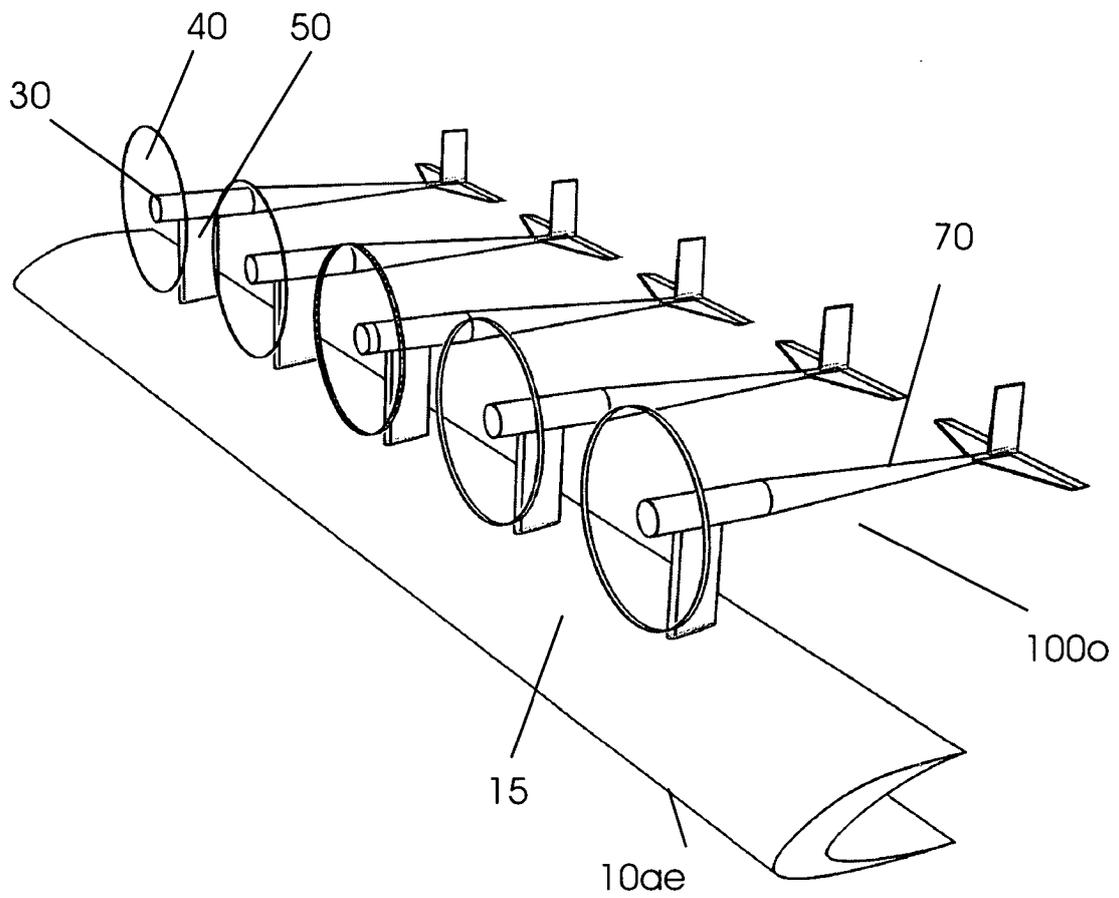


Fig. 9

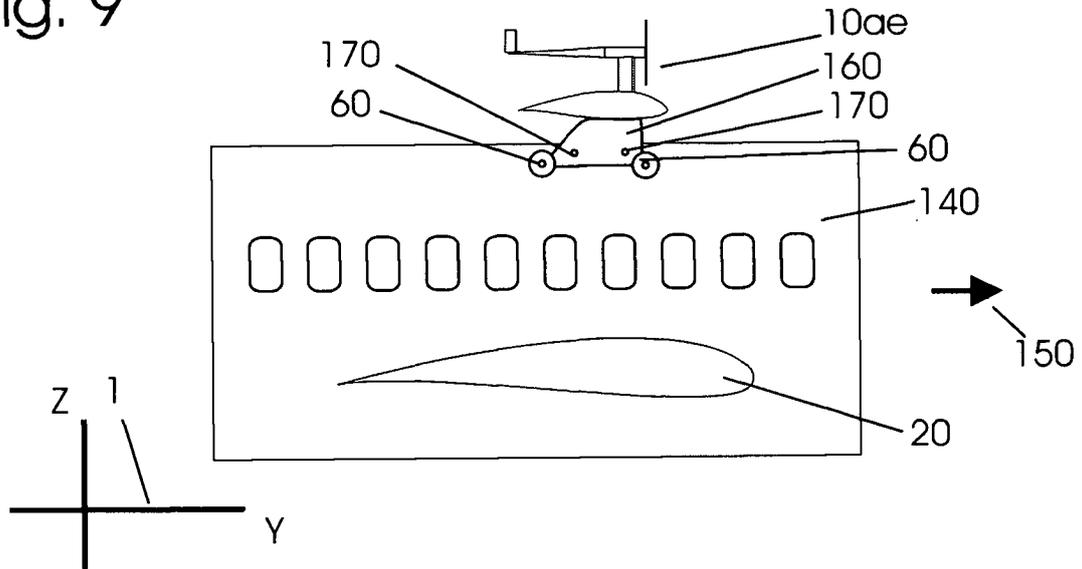


Fig. 10

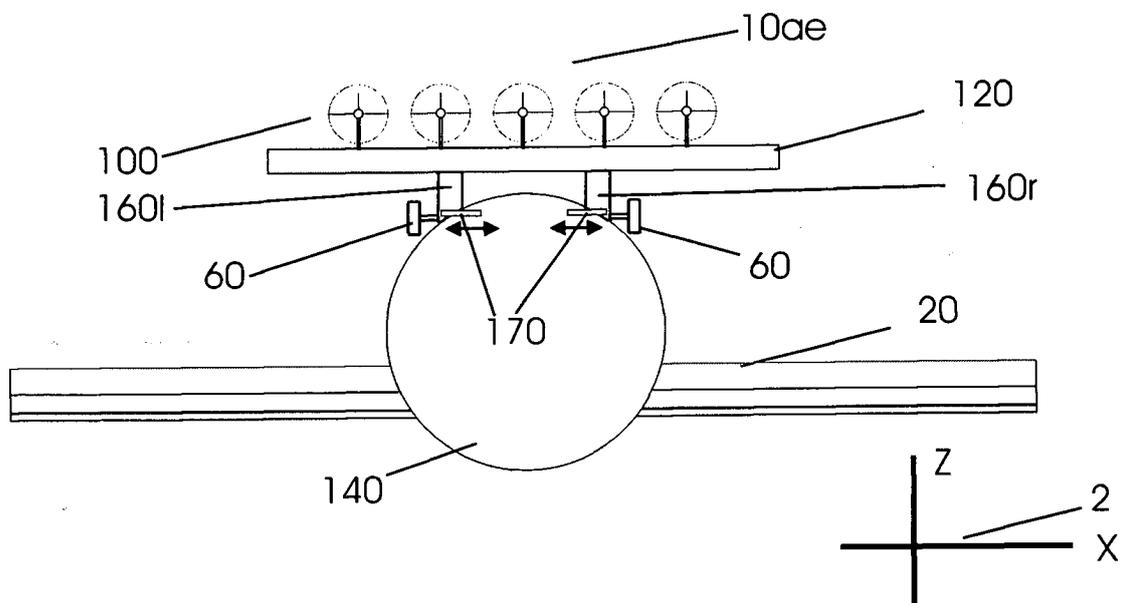


Fig. 8

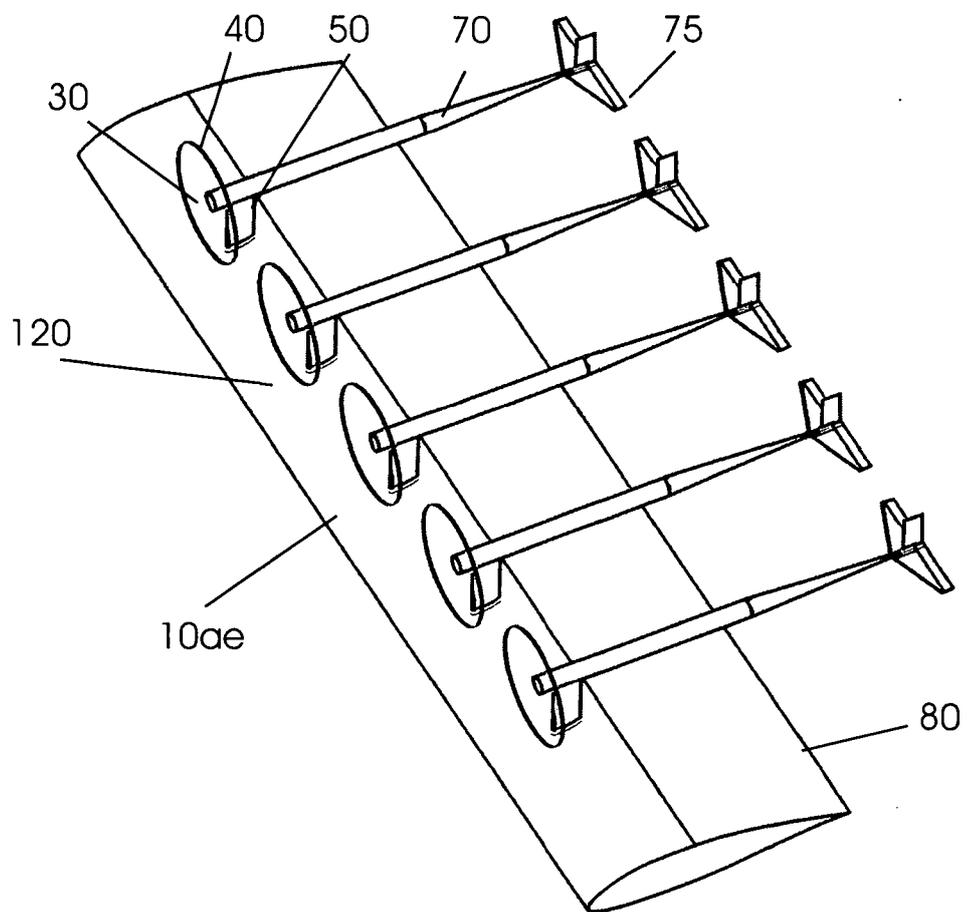


Fig. 11

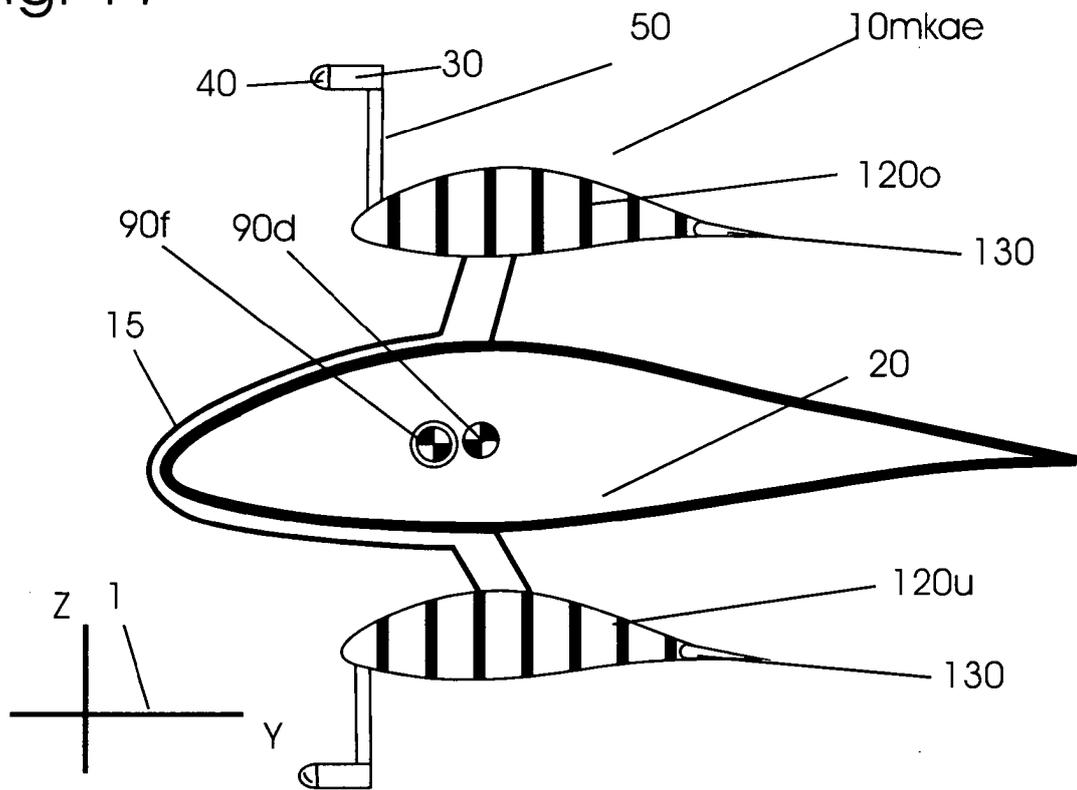


Fig. 12

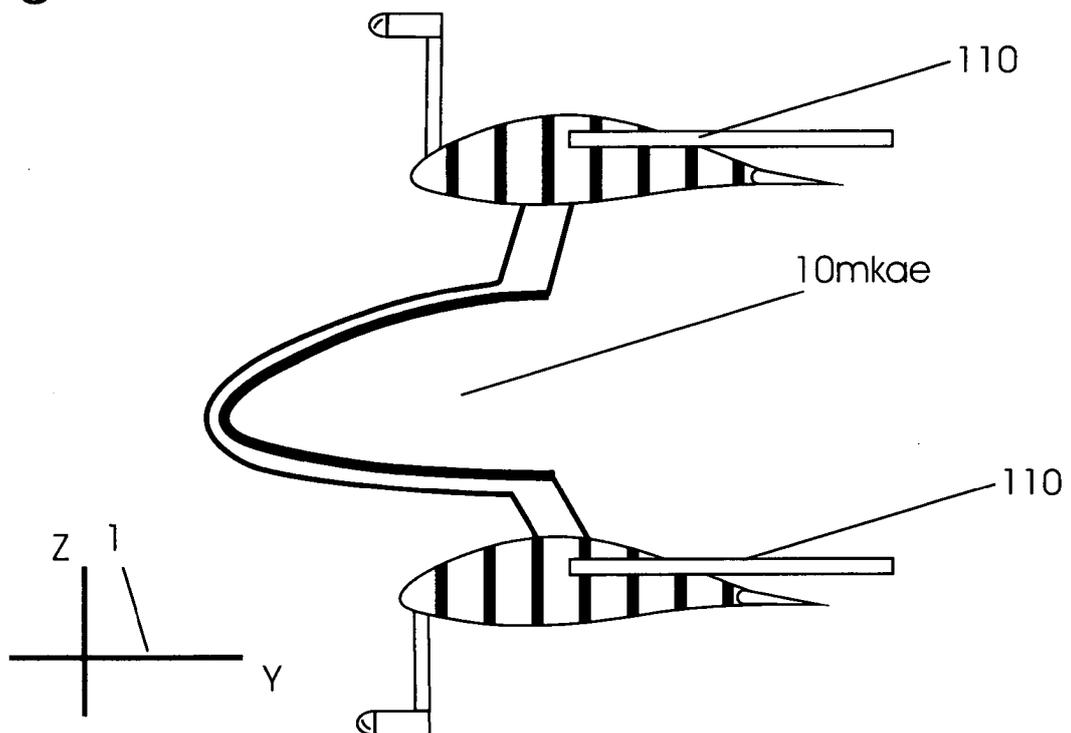


Fig. 13

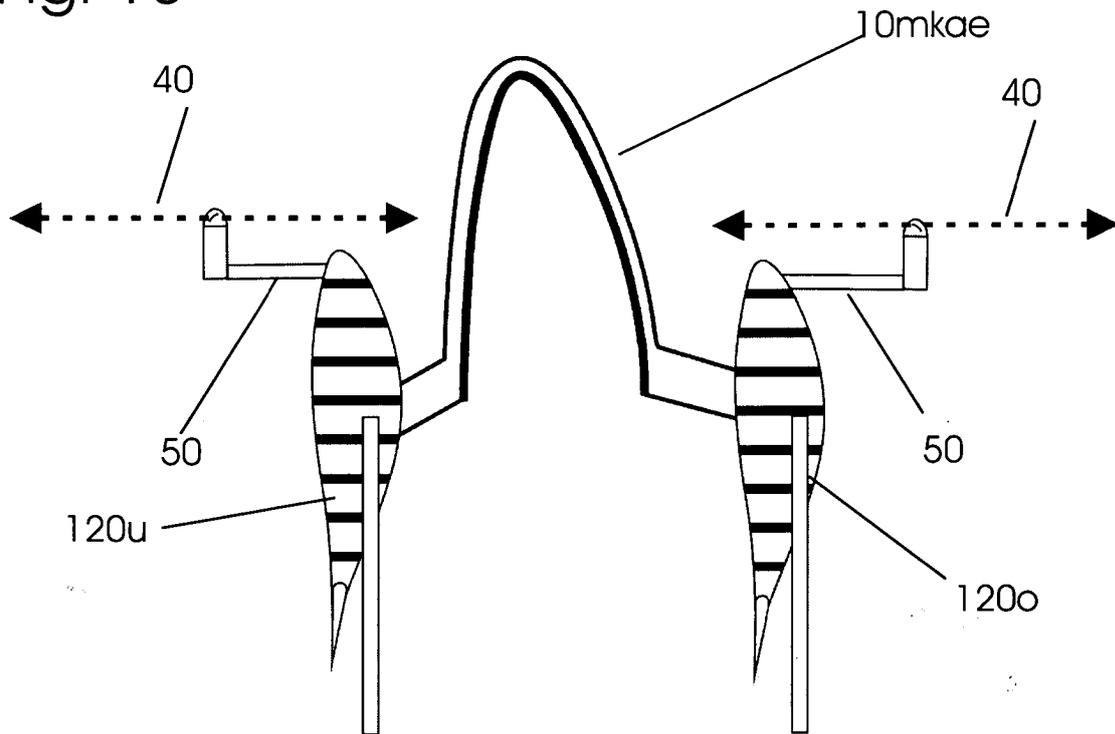


Fig. 14

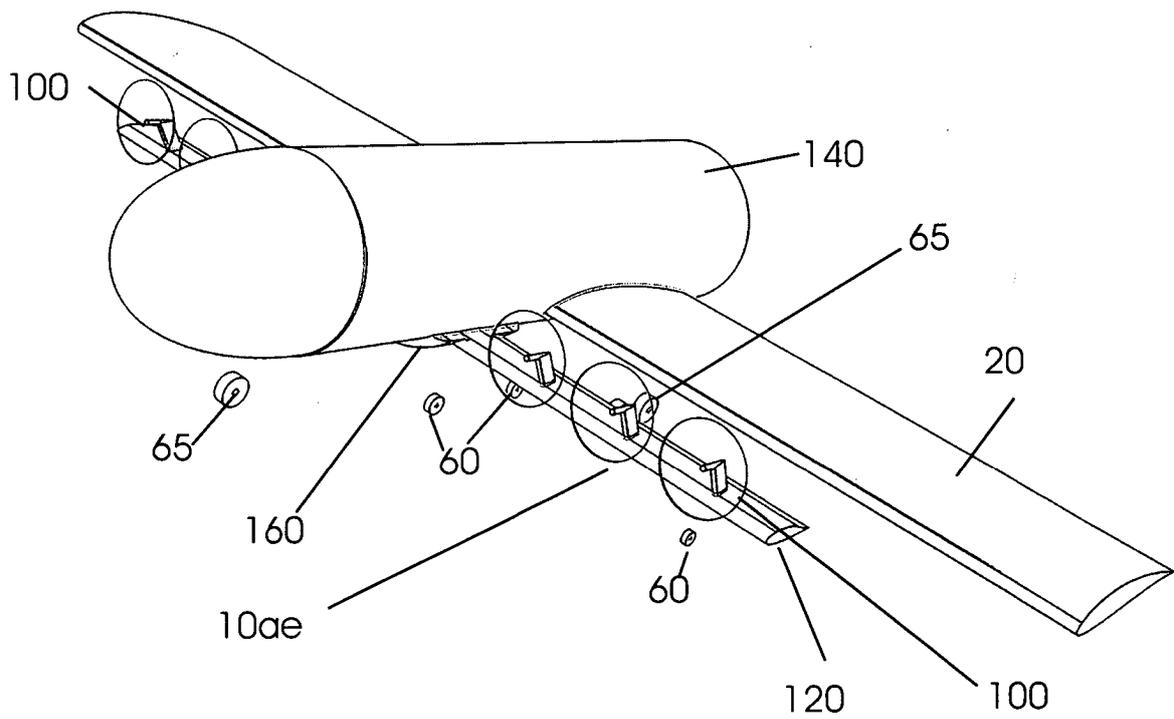


Fig. 15

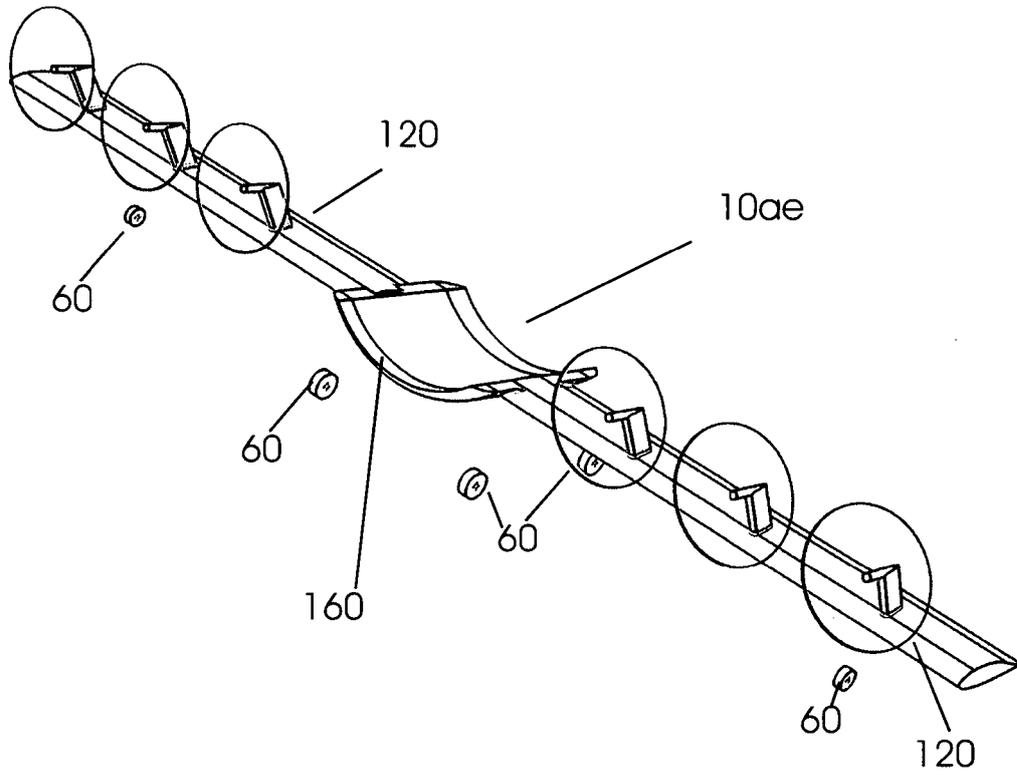


Fig. 16

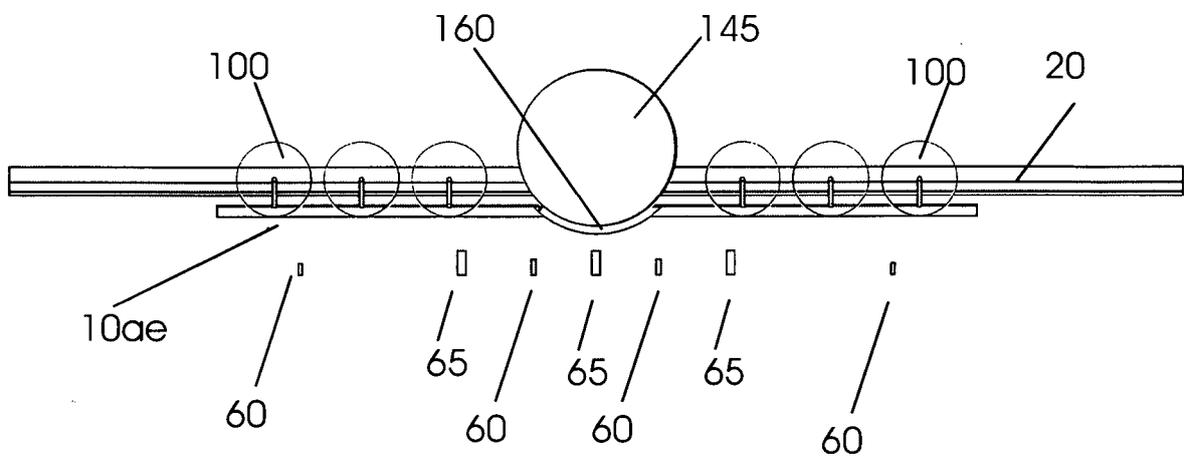


Fig. 17

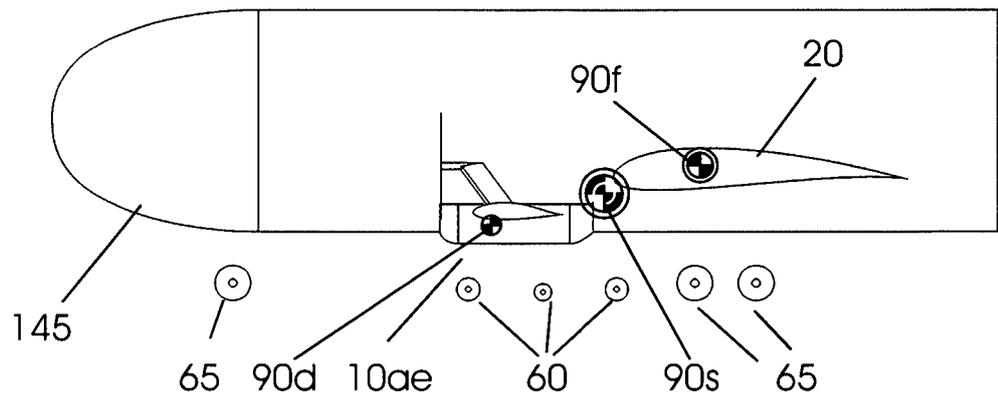


Fig. 18

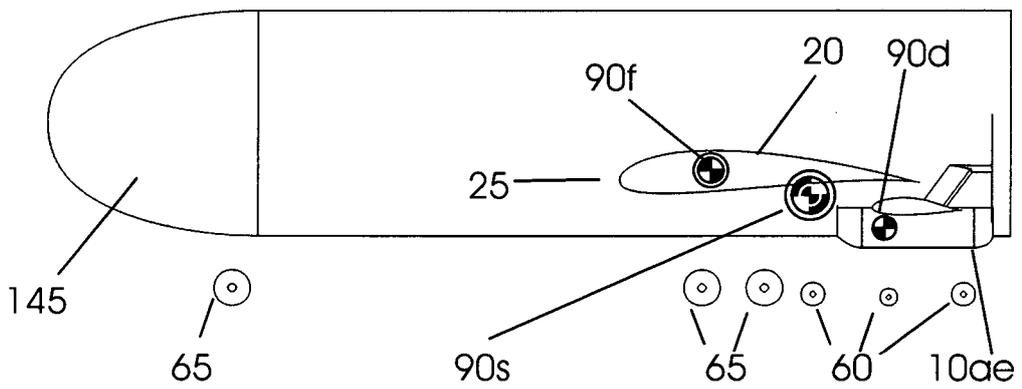


Fig. 19

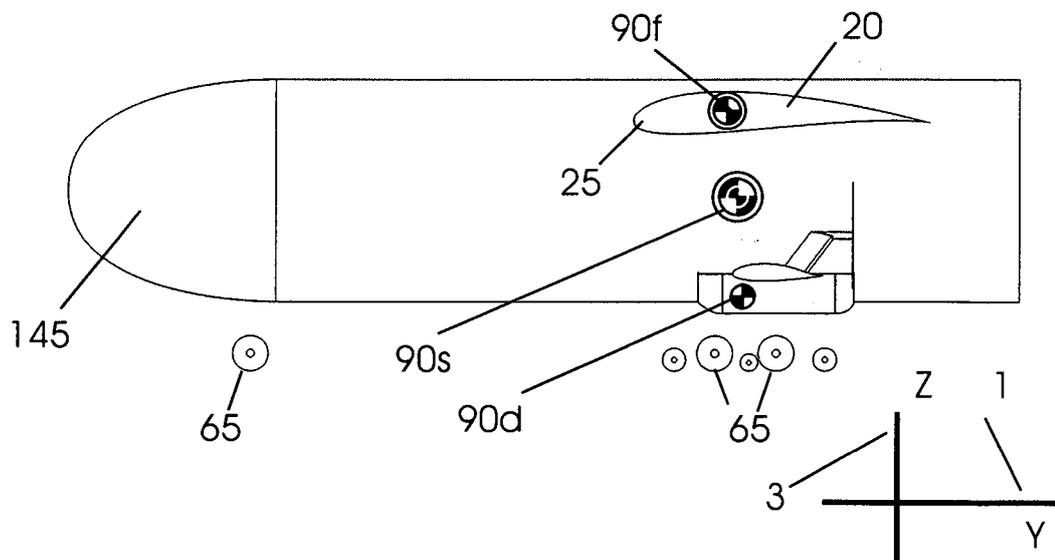


Fig. 20

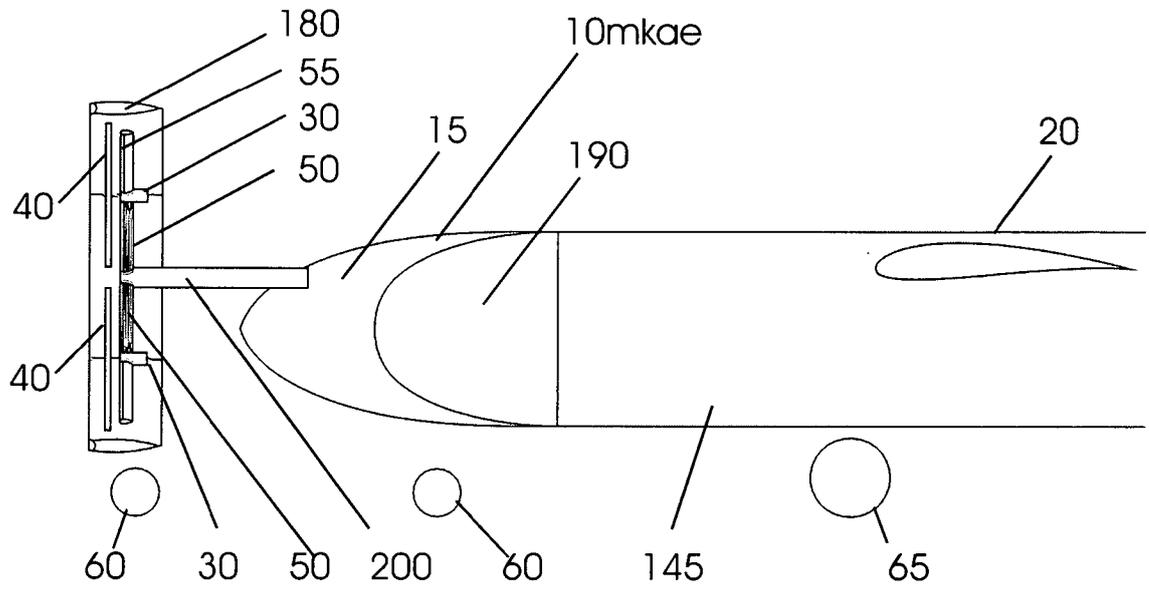


Fig. 21

