

(19)



(11)

EP 2 876 405 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.05.2015 Patentblatt 2015/22

(51) Int Cl.:
F42B 10/66 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14003885.2**

(22) Anmeldetag: **19.11.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **MBDA Deutschland GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **Netter, Ludwig**
D-85301 Schweitenkirchen (DE)
• **Wasner, Harald**
D-83052 Bruckmühl (DE)
• **Gallhauser, Thomas**
D-85276 Pfaffenhofen (DE)

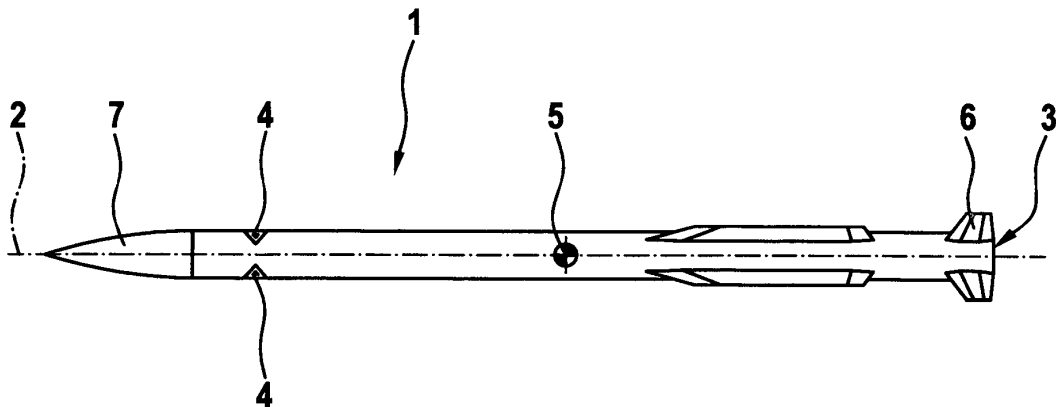
(30) Priorität: **20.11.2013 DE 102013019342**
24.03.2014 DE 102014004251

(54) **Lenkflugkörper und Verfahren zum Lenken eines Lenkflugkörpers**

(57) Die Erfindung betrifft einen Lenkflugkörper (1), aufweisend eine Längsachse (2) und umfassend zumindest einen ersten Antrieb (3), mit dem ein erster Schub (100) entlang der Längsachse (2) erzeugbar ist, und einen zweiten Antrieb (4), mit dem ein zweiter Schub (200)

senkrecht zu der Längsachse (2) erzeugbar ist, wobei der Lenkflugkörper (1) eingerichtet ist, den zweiten Antrieb (4) aktiviertem ersten Antrieb (3) derart anzusteuern, dass bei der Lenkflugkörper (1) lenkbar ist.

Fig. 1



EP 2 876 405 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Lenkflugkörper. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Lenken eines Lenkflugkörpers. Der Lenkflugkörper ist insbesondere ein Integral-Flugkörper.

[0002] In der Regel wird ein Integral-Flugkörper in der unteren Abfangschicht, das bedeutet unterhalb von vorzugsweise 30 Kilometern Flughöhe, zur Bekämpfung von Zielen benutzt, in der die Luftdichte groß genug ist, um den Flugkörper aerodynamisch zu steuern und die geforderte Querbewegung mit aerodynamischen Auftrieb zu gewährleisten.

[0003] In der oberen Abfangschicht werden zweistufige oder auch mehrstufige Flugkörper verwendet, die eine Antriebsstufe und eine Wirkstufe, auch Kill Vehicle genannt, umfassen. Hierbei wird nach dem Abwurf der Antriebsstufe das Kill Vehicle mit Querschubdüsen (DACS = Divert Attitude Control System) in ein vorgegebenes Ziel gelenkt. Ein DACS setzt sich zusammen aus vier Düsen im Schwerpunkt des Flugkörpers, die die geforderte Querbewegung aufbringen, und aus mindestens vier Düsen am Heck oder auch an der Spitze des Kill Vehicles, die die Lage des Kill Vehicles kontrollieren.

[0004] Ein Integral-Flugkörper, der vorzugsweise in der unteren Abfangschicht eingesetzt wird, benutzt in der Regel die aerodynamischen Steuerflächen, um den Flugkörper relativ zur Anströmung anzustellen und zu trimmen. Durch diese Anstellung des Flugkörpers wird ein Auftrieb erzeugt, so dass der Flugkörper gelenkt werden kann. Ein anderer Lenkflugkörper gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der FR 2 684 723 A1 bekannt.

[0005] Bei größeren Abfanghöhen nimmt mit abnehmender Luftdichte die aerodynamische Wirksamkeit immer weiter ab, und der Flugkörper kann die geforderte Querbewegung nicht mehr aufbringen und trifft nicht mehr. Unter günstigen Bedingungen sind Treffer mit Querschubtrimmung und aerodynamischem Auftrieb bis zu 30 km Höhe möglich, was somit auch den Einsatzbereich für einen Integral-Flugkörper in der Höhe begrenzt.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Lenkflugkörper bereitzustellen, der bei einfacher und kostengünstiger Herstellung einen großen Einsatzbereich aufweist.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1. Somit erfolgt die Lösung durch einen Lenkflugkörper, aufweisend eine Längsachse und umfassend zumindest einen ersten Antrieb und einen zweiten Antrieb. Mit dem ersten Antrieb ist ein erster Schub entlang der Längsachse erzeugbar, während mit dem zweiten Antrieb ein zweiter Schub senkrecht zu der Längsachse erzeugbar ist. Der Lenkflugkörper ist eingerichtet, den zweiten Antrieb derart anzusteuern, dass bei aktiviertem ersten Antrieb der Lenkflugkörper lenkbar ist. Bevorzugt ist der Lenkflugkörper ein Integral-Flugkörper oder ein einstufiger Flugkörper. Der erste Antrieb ist bevorzugt ein Triebwerk, insbesondere ein Doppelimpulstriebwerk. Der zweite Antrieb wiederum ist vorteilhafterweise eine Querschubeinheit, die eine Vielzahl von Querschubdüsen aufweist.

[0008] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Lenkflugkörpers, wobei der Lenkflugkörper eine Längsachse aufweist und einen ersten Antrieb sowie einen zweiten Antrieb umfasst. Durch den ersten Antrieb ist ein erster Schub entlang der Längsachse und durch den zweiten Antrieb ein zweiter Schub senkrecht zu der Längsachse erzeugbar. Das Verfahren umfasst erfindungsgemäß die folgenden Schritte: Zunächst wird der erste Antrieb aktiviert. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der erste Antrieb ein Triebwerk ist, das mehrmals aktivierbar ist. Besonders bevorzugt ist der erste Antrieb ein Doppelimpulstriebwerk. Der erfindungsgemäße Schritt des Aktivierens des ersten Antriebs ist insbesondere ein letztmaliges Aktivieren des Triebwerks oder des Doppelimpulstriebwerks. Anschließend wird der Lenkflugkörper durch zumindest partielles Aktivieren des zweiten Antriebs ausgerichtet. Das Ausrichten folgt bevorzugt einer vorgegebenen Lenkvorschrift, die eine Richtung vorgibt, in die der Lenkflugkörper zu fliegen hat. Durch das Ausrichten wird insbesondere eine Wirkrichtung des ersten Antriebs verändert, so dass der Lenkflugkörper eine Richtungsänderung vollführt.

[0009] Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

[0010] Bevorzugt ist der Lenkflugkörper ausschließlich durch den ersten Antrieb und den zweiten Antrieb lenkbar. Somit ist bevorzugt vorgesehen, dass der Lenkflugkörper lediglich mit dem ersten Schub und dem zweiten Schub lenkbar ist. Dabei ist der zweite Schub insbesondere für eine Rotation des Lenkflugkörpers um den Schwerpunkt des Lenkflugkörpers verwendbar. Der erste Schub wiederum ist insbesondere für eine translatorische Beschleunigung des Schwerpunktes des Lenkflugkörpers verwendbar.

[0011] Vorteilhafterweise weist der zweite Antrieb einen vordefinierten Abstand zu einem Schwerpunkt des Lenkflugkörpers auf. Außerdem ist bevorzugt vorgesehen, dass der zweite Antrieb eine Wirkrichtung innehat, die einen vordefinierten Winkel zu der Längsachse des Lenkflugkörpers einnimmt, wobei der vordefinierte Winkel insbesondere 90° oder im Wesentlichen 90° beträgt. Dies erlaubt, mit dem zweiten Antrieb eine Rotation des Lenkflugkörpers um den Schwerpunkt auszuführen. Somit ist der Lenkflugkörper ausrichtbar. Für eine optimale Lenkbarkeit des Lenkflugkörpers ist der vordefinierte Abstand möglichst groß, insbesondere so groß wie möglich, zu wählen.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der zweite Antrieb Schubdüsen, die insbesondere kartesisch angeordnet sind. Vorzugsweise umfasst der zweite Antrieb vier Schubdüsen, die kranzförmig um die Längsachse orientiert sind. Besonders bevorzugt sind die Querschubdüsen regelmäßig um den Umfang des Lenkflugkörpers angeordnet.

[0013] Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass eine minimale Betriebsdauer des zweiten Antriebs zumindest einer maximalen Betriebsdauer des ersten Antriebs entspricht. Somit ist sichergestellt, dass der zweite Antrieb während einer gesamten Betriebsdauer des ersten Antriebs aktivierbar ist. Da der zweite Antrieb bevorzugt zum Ausrichten und damit Lenken des Lenkflugkörpers verwendet wird, ist somit sichergestellt, dass der Lenkflugkörper während der Betriebsdauer des ersten Antriebs lenkbar ist. Die Betriebsdauer des ersten Antriebs ist insbesondere eine Betriebsdauer zwischen einem letztmaligen Aktivieren und einem letztmaligen Deaktivieren des ersten Antriebs.

[0014] Der erste Antrieb ist insbesondere ein Doppelimpulstriebwerk. Die minimale Betriebsdauer des zweiten Antriebs entspricht daher zumindest einer maximalen Betriebsdauer eines zweiten Impulses des Doppelimpulstriebwerks.

[0015] Schließlich ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass durch Ansteuerung des zweiten Antriebs die Längsachse derart zu einem Geschwindigkeitsvektor des Lenkflugkörpers ausrichtbar ist, dass der erste Schub des ersten Antriebs eine vordefinierte Querbeschleunigung senkrecht zu dem Geschwindigkeitsvektor erzeugt. Da durch das Ausrichten des Lenkflugkörpers eine Richtung des ersten Schubs von der Richtung einer aktuellen Geschwindigkeit des Lenkflugkörpers abweicht, ist der erste Schub in eine Längsschubkomponente und in eine Querschubkomponente zerlegbar.

[0016] Für das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere vorgesehen, dass die folgenden Schritte zusätzlich zu den bereits genannten Schritten ausgeführt werden. Zunächst wird eine Querbeschleunigung senkrecht zu einem Geschwindigkeitsvektor des Lenkflugkörpers festgelegt. Dabei ist vorgesehen, dass der Lenkflugkörper die festgelegte Querbeschleunigung einnehmen soll. Die Querbeschleunigung wird bevorzugt von einem übergeordneten Navigationssystem festgelegt, wobei das Navigationssystem den Lenkflugkörper insbesondere zu einem zu bekämpfenden Ziel lenkt. Anschließend wird die Längsachse des Lenkflugkörpers relativ zu dem Geschwindigkeitsvektor des Lenkflugkörpers ausgerichtet, indem der zweite Antrieb zumindest partiell aktiviert wird. Als Ergebnis der Ausrichtung erzeugt der erste Antrieb den ersten Schub derart, dass die festgelegte Querbeschleunigung erreicht wird. Ob der erste Schub die festgelegte Querbeschleunigung erzeugt, ist insbesondere durch Zerlegung eines den ersten Schub darstellenden Vektors in eine Längsschubbeschleunigung und in eine Querschubbeschleunigung feststellbar. Außerdem ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass das Verfahren mit folgenden zusätzlichen Schritten ausgeführt wird: Zunächst wird ein Anstellwinkel zwischen Längsachse und Geschwindigkeitsvektor bestimmt, der notwendig ist, damit der erste Schub des ersten Antriebs die festgelegte Querbeschleunigung erzeugt. Dies ist insbesondere durch trigonometrische Berechnung möglich, da der erste Schub des ersten Antriebs und die Querbeschleunigung bekannt sind. Anschließend wird der zweite Antrieb zumindest partiell aktiviert, so dass der Lenkflugkörper den bestimmten Anstellwinkel einnimmt. Dies erfolgt insbesondere durch eine passende Regelung des zweiten Antriebs.

[0017] Der Lenkflugkörper ist insbesondere zusätzlich derart ausgestaltet, dass dieser eine aerodynamische Steuereinheit aufweist. Daher ist es dem Lenkflugkörper insbesondere möglich, zwischen aerodynamischer Lenkung und Lenkung durch Zusammenspiel von erstem Antrieb und zweitem Antrieb zu wechseln.

[0018] Bei der Bekämpfung von TBMs (Tactical Ballistic Missiles) versucht man das Ziel mit einem Direkttreffer zu zerstören, um die notwendige Zerstörungsenergie aufzubringen. Ein Direkttreffer gegen schnelle und/oder manövrierende TBMs setzt eine hohe Agilität des Flugkörpers voraus. Diese wird erreicht durch die Verwendung einer Querschubeinheit vor dem Schwerpunkt (ACS = Attitude Control System) - für das neue Lenkkonzept vorzugsweise 4 kartesisch angeordnete Querschubdüsen. Durch die hohe Dynamik der Querschubdüsen und die Vermeidung des Allpassverhaltens (Einbau der Düsen vor dem Schwerpunkt) kann die Zeitkonstante des Flugkörpers soweit verbessert werden, dass ein Direkttreffer möglich ist. Die notwendige Querbeschleunigung, um den Flugkörper zum Direkttreffer zu führen, wird jedoch auch beim Einsatz der Querschubdüsen (ACS) größtenteils durch den aerodynamischen Auftrieb des Flugkörpers erzielt (im Gegensatz zu einem Kill Vehicle mit einem DACS).

[0019] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beigefügten Zeichnungen detailliert beschrieben. In den Zeichnungen ist:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Lenkflugkörpers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 eine schematische Darstellung des Lenkflugkörpers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung während eines ersten Lenkvorgangs,

Figur 3 eine schematische Darstellung des Lenkflugkörpers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung während eines zweiten Lenkvorgangs, und

Figur 4 eine schematische Darstellung wirkenden Kräfte bei Ausführen des zweiten Lenkvorgangs.

[0020] Figur 1 zeigt schematisch einen Lenkflugkörper 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Lenkflugkörper 1 weist eine Längsachse 2 auf, um die sich der Lenkflugkörper zylinderförmig erstreckt. Durch einen ersten Antrieb 3 und einen zweiten Antrieb 4 ist der Lenkflugkörper 1 antreibbar und/oder lenkbar.

[0021] Der erste Antrieb 3 ist bevorzugt ein Triebwerk, insbesondere ein Raketentriebwerk. Auch ist vorgesehen, dass der erste Antrieb 3 ein Doppelimpulstriebwerk ist, das mehrmals aktivierbar und deaktivierbar ist. Der zweite Antrieb 4 umfasst eine Vielzahl von Querschubdüsen, die kranzförmig um die Längsachse 2 angeordnet sind. Dabei weisen die Querschubdüsen des zweiten Antriebs 4 einen vordefinierten Abstand zu dem Schwerpunkt 5 des Lenkflugkörpers 1 auf. Eine Wirkrichtung der Querschubdüsen ist jeweils senkrecht zu der Längsachse 2 orientiert, wobei die Wirkrichtung insbesondere von der Längsachse 2 weg weist. Dadurch ist mit dem zweiten Antrieb 4 eine Rotationsbewegung des Lenkflugkörpers 1 um den Schwerpunkt 5 erzeugbar.

[0022] Insbesondere ist der erste Antrieb 3 an einem Ende des Lenkflugkörpers 1 angebracht. An einem gegenüberliegenden Ende ist bevorzugt eine Wirkeinheit 7 des Lenkflugkörpers 1 vorgesehen. Der Schwerpunkt 5 liegt insbesondere zwischen dem zweiten Antrieb 4 und dem ersten Antrieb 3.

[0023] Zur aerodynamischen Steuerung weist der Lenkflugkörper 1 aerodynamische Steuereinheiten 6 auf, die ebenfalls bevorzugt kranzförmig um die Längsachse 2 orientiert sind. Die aerodynamischen Steuereinheiten 6 sind vorteilhafterweise Steuerflächen, die an dem Ende des Lenkflugkörpers 1 angebracht sind, an dem auch der erste Antrieb 3 vorgesehen ist.

[0024] Insgesamt ist der Lenkflugkörper 1 daher auf unterschiedliche Arten steuerbar. Dabei ist vorgesehen, dass ein Steuerkonzept ab Erreichen einer vordefinierten Flughöhe geändert wird. So ist insbesondere vorgesehen, den Lenkflugkörper 1 unterhalb der vordefinierten Flughöhe aerodynamisch zu steuern, wie dies in Figur 2 gezeigt ist. Oberhalb der vordefinierten Flughöhe wird der Lenkflugkörper 1 insbesondere durch ein Zusammenspiel von erstem Antrieb 3 und zweitem Antrieb 4 gesteuert. Dies ist in den Figuren 3 und 4 gezeigt.

[0025] Figur 2 zeigt den Lenkflugkörper 1 aus Figur 1 während eines Fluges mit aerodynamischer Lenkung. Durch die aerodynamischen Steuereinheiten 6 ist der Lenkflugkörper 1 derart steuerbar, dass die Längsachse 2 um einen Anstellwinkel 10 aus der horizontalen Ebene verdrehbar ist. Auf diese Weise wird eine Auftriebskraft 20 erzeugt, die eine Lenkung des Lenkflugkörpers 1 erlaubt. Der Auftriebskraft 20 wirkt eine Gewichtskraft 30 des Lenkflugkörpers 1 entgegen. Weiterhin wirkt eine Vortriebskraft 40 auf den Schwerpunkt 5 des Lenkflugkörpers 1 ein, der eine Widerstandskraft 50 entgegenwirkt. Solange der erste Antrieb 3 abgeschaltet ist, sind alle genannten Kräfte nahezu gleich groß, so dass sich der Lenkflugkörper 1 in einem nahezu stationären Flug befindet. Der stationäre Flug wird dabei lediglich durch den Luftwiderstand abgebremst. Jedoch ist der Lenkflugkörper auch ohne aktiven ersten Antrieb 3 lenkbar.

[0026] Figur 3 zeigt den Lenkflugkörper 1 aus Figur 1 während eines Fluges mit Lenkung durch Aktivierung des ersten Antriebs 3 und des zweiten Antriebs 4. Eine solche Lenkung erfolgt insbesondere dann, wenn die aerodynamische Wirkung der aerodynamischen Steuereinheiten 6 für eine Lenkung des Lenkflugkörpers 1 nicht mehr ausreicht. Zur Lenkung wird der Anstellwinkel 10 durch Aktivieren des zweiten Antriebs 4 erzeugt. Dies geschieht dadurch, dass der durch den zweiten Antrieb 4 erzeugte zweite Schub 200 eine Rotationsbewegung des Lenkflugkörpers 1 um den Schwerpunkt 5 bewirkt. Die Rotation bedingt daher eine Verdrehung der Längsachse 2 des Lenkflugkörpers 1 gegenüber einem aktuellen Geschwindigkeitsvektor 300 des Lenkflugkörpers 1 um den Anstellwinkel 10.

[0027] Gleichzeitig ist vorgesehen, dass der erste Antrieb 3 einen ersten Schub 100 erzeugt. Da der erste Schub 100 durch das beschriebene Ausrichten des Lenkflugkörpers 1 mittels des zweiten Antriebs 4 nun von der Richtung des Geschwindigkeitsvektors 300 abweicht, wird eine auf den Schwerpunkt 5 wirkende Querschleunigung 400 erzeugt, die den Lenkflugkörper 1 lenkt. Die Querschleunigung 400 wird insbesondere derart erzeugt, dass diese gleich groß wie eine Soll-Querschleunigung ist. Die Soll-Querschleunigung ist eine Querschleunigung, die der Lenkflugkörper 1 einnehmen soll und wird insbesondere von einem Navigationssystem vorgegeben, das den Lenkflugkörper 1 zu einem Ziel lenkt. Ein beispielhafter Lenkvorgang ist in Figur 4 gezeigt.

[0028] Figur 4 zeigt schematisch das Zustandekommen der Lenkung aus Figur 3. Durch das Aufbringen des Anstellwinkels 10 wird ein Vektor des ersten Schubs 100 um den Anstellwinkel 10 relativ zu dem Geschwindigkeitsvektor 300 gedreht. Daher lässt sich der erste Schub 100 in die Querschleunigung 400 und in eine Längsbeschleunigung 500 zerlegen. Die Längsbeschleunigung 500 erfolgt in Richtung des Geschwindigkeitsvektors 300, dient also dazu, die Fluggeschwindigkeit des Lenkflugkörpers 1 zu erhöhen. Die Querschleunigung 400 hingegen erfolgt senkrecht zu dem Geschwindigkeitsvektor 300 und dient daher zur Richtungsänderung des Lenkflugkörpers 1. Somit ist der Lenkflugkörper 1 auch ohne aerodynamische Steuereinheiten 6 vollständig lenkbar.

[0029] Nachfolgend wird ein zweites Ausführungsbeispiel erklärt. Das zweite Ausführungsbeispiel umfasst bevorzugt sämtliche zuvor beschriebenen Eigenschaften des ersten Ausführungsbeispiels, wobei der Lenkflugkörper 1 ein Integral-Flugkörper ist und durch ein Triebwerk als erster Antrieb 3 und eine Querschubeinheit als zweiter Antrieb 4 angetrieben wird. Durch die Verwendung eines neuen Lenkkonzepts kombiniert mit Auslegungsanpassungen für das Triebwerk, d. h. den ersten Antrieb 3, und die Querschubeinheit, d. h. den zweiten Antrieb 4, kann die Abfanghöhe erheblich gesteigert werden. Die technischen Voraussetzungen, die der Lenkflugkörper 1 für das neue Lenkkonzept erfüllen muss, sind:

- Der Lenkflugkörper 1 muss im Endgame, d. h. im Endanflug auf das Ziel, bis zum Treffer angetrieben fliegen. Der Antrieb erfolgt insbesondere durch das Triebwerk, d. h. durch den ersten Antrieb 3.
- Die Querschubeinheit, d. h. der zweite Antrieb 4, muss eine Betriebsdauer haben, die der Antriebsdauer des Trieb-

werks im Endgame entspricht.

[0030] Bekannte Integral-Flugkörper der unteren Abfangschicht besitzen in der Regel ein Doppelimpulstriebwerk, dessen zweiter Impuls variabel gezündet werden kann. Ein derartiges Doppelimpulstriebwerk ist auch in dem Lenkflugkörper 1 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel als erster Antrieb 3 vorhanden. Simulationstechnische Untersuchungen haben ergeben, dass der zweite Impuls mindestens fünf Sekunden lang sein soll, und auch die Querschubeinheit eine entsprechende Betriebsdauer haben soll. Mit diesen Voraussetzungen kann der Integral-Flugkörper auch in großer Höhe, in denen die aerodynamische Wirksamkeit verschwindend gering ist, noch gelenkt und gesteuert werden.

[0031] Für den als Integral-Flugkörper ausgebildeten Lenkflugkörper 1 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass dieser mittels der aerodynamischen Steuereinheiten 6 lenkbar ist. Dabei wird bevorzugt eine aerodynamische Wirksamkeit der aerodynamischen Steuereinheiten 6 wiederholend überprüft. Die Überprüfung ist beispielsweise eine Abschätzung der Luftdichte anhand einer erfassten Flughöhe des Integral-Flugkörpers.

[0032] Wird im Endgame die aerodynamische Wirksamkeit zu klein, so wird die Regelung, insbesondere die der Lenkung des Integral-Flugkörpers, dahin gehend geändert, dass mit den Querschubdüsen nur noch die Lage des Flugkörpers geregelt wird. Dadurch, dass der Flugkörper angetrieben fliegt, kann er gegenüber dem Geschwindigkeitsvektor so ausgerichtet werden, dass die Schubkomponente senkrecht zu dem Geschwindigkeitsvektor der geforderten Querbewegung entspricht.

[0033] Für dieses neue Lenkkonzept muss das eigentliche Lenkgesetz nicht geändert werden, solange es eine Soll-Querbewegung, d.h. insbesondere eine vom Integral-Flugkörper einzunehmende Querbewegung, liefert. Aus der geforderten Soll-Querbewegung a_{soll} , der Masse des Integral-Flugkörpers und des Schubs des Triebwerks wird im Geschwindigkeitskoordinatensystem der notwendige Anstellwinkel beispielsweise wie folgt bestimmt:

$$\text{Anstellwinkel} = \arcsin \frac{a_{soll} \times \text{Masse}}{\text{Schub}}$$

[0034] Mit einer Lageregelung mit entsprechender Dynamik wird der Schubbedarf der Querschubeinheit, d.h. insbesondere der Querschubdüsen, bestimmt. Durch die erzeugte Kraft der Querschubdüsen wird der Flugkörper so ausgerichtet, dass die Querkomponente des Schubes der geforderten Querbewegung entspricht.

Bezugszeichenliste

[0035]

- | | |
|-----|--|
| 1 | Lenkflugkörper |
| 2 | Längsachse des Lenkflugkörpers |
| 3 | erster Antrieb |
| 4 | zweiter Antrieb |
| 5 | Schwerpunkt des Lenkflugkörpers |
| 6 | aerodynamische Steuereinheit |
| 7 | Wirkeinheit |
| 10 | Anstellwinkel |
| 20 | Auftriebskraft |
| 30 | Gewichtskraft |
| 40 | Vortriebskraft |
| 50 | Widerstandskraft |
| 100 | erster Schub des ersten Antriebs |
| 200 | zweiter Schub des zweiten Antriebs |
| 300 | Geschwindigkeitsvektor des Lenkflugkörpers |
| 400 | Querbewegung |
| 500 | Längsbewegung |

Patentansprüche

1. Lenkflugkörper (1), aufweisend eine Längsachse (2) und umfassend zumindest einen ersten Antrieb (3), mit dem ein erster Schub (100) entlang der Längsachse (2) erzeugbar ist, und einen zweiten Antrieb (4), mit dem ein zweiter Schub (200) senkrecht zu der Längsachse (2) erzeugbar ist, wobei der Lenkflugkörper (1) eingerichtet ist, den zweiten Antrieb (4) bei aktiviertem ersten Antrieb (3) derart anzusteuern, dass der Lenkflugkörper (1) lenkbar ist **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwerpunkt (5) des Lenkflugkörpers (1) zwischen dem ersten Antrieb (3) und dem zweiten Antrieb (4) liegt und dass durch Ansteuerung des zweiten Antriebs (4) die Längsachse (2) derart zu einem Geschwindigkeitsvektor (300) des Lenkflugkörpers (1) ausrichtbar ist, dass der erste Schub (100) des ersten Antriebs (3) eine vordefinierte Querbeschleunigung (400) senkrecht zu dem Geschwindigkeitsvektor (300) erzeugt.
2. Lenkflugkörper (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lenkflugkörper (1) allein durch den ersten Antrieb (3) und den zweiten Antrieb (4) lenkbar ist.
3. Lenkflugkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Antrieb (3) einen vordefinierten Abstand zu dem Schwerpunkt (5) des Lenkflugkörpers aufweist.
4. Lenkflugkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Antrieb (4) Schubdüsen umfasst, die bevorzugt kartesisch angeordnet sind.
5. Lenkflugkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine minimale Betriebsdauer des zweiten Antriebs (4) zumindest einer maximalen Betriebsdauer des ersten Antriebs (3) entspricht, insbesondere entspricht die Betriebsdauer des zweiten Antriebs (4) der des ersten Antriebs (3).
6. Lenkflugkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Antrieb (3) ein Doppelimpulstriebwerk ist, wobei eine minimale Betriebsdauer des zweiten Antriebs (4) zumindest einer maximalen Betriebsdauer eines zweiten Impulses des Doppelimpulstriebwerks entspricht, insbesondere entspricht die Betriebsdauer des zweiten Antriebs (4) der Betriebsdauer des zweiten Impulses des Doppelimpulstriebwerks.
7. Lenkflugkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Ansteuerung des zweiten Antriebs (4) die Längsachse (2) derart zu einem Geschwindigkeitsvektor (300) des Lenkflugkörpers ausrichtbar ist, dass der erste Schub (100) des ersten Antriebs (3) eine vordefinierte Querbeschleunigung (400) senkrecht zu dem Geschwindigkeitsvektor (300) erzeugt.
8. Verfahren zum Steuern eines Lenkflugkörpers (1), wobei der Lenkflugkörper eine Längsachse (2) aufweist und einen ersten Antrieb (3) umfasst, durch den ein erster Schub (100) entlang der Längsachse (2) erzeugbar ist und einen zweiten Antrieb (4) umfasst, durch den ein zweiter Schub (200) senkrecht zu der Längsachse (2) erzeugbar ist, wobei der Schwerpunkt (5) des Lenkflugkörpers (1) zwischen dem ersten Antrieb (3) und dem zweiten Antrieb (4) liegt, umfassend die Schritte:
 - Aktivieren des ersten Antriebs (3), und
 - Ausrichten des Lenkflugkörpers (1) durch zumindest partielles Aktivieren des zweiten Antriebs (4), insbesondere parallel zum Betrieb des ersten Antriebs (3)**gekennzeichnet durch** die zusätzlichen Schritte:
 - Festlegen einer Querbeschleunigung (400) senkrecht zu einem Geschwindigkeitsvektor (300) des Lenkflugkörpers (1), die der Lenkflugkörper (1) einnehmen soll, und
 - Ausrichten der Längsachse (2) des Lenkflugkörpers (1) relativ zu dem Geschwindigkeitsvektor (300) des Lenkflugkörpers (1) **durch** zumindest partielles Aktivieren des zweiten Antriebs (4), insbesondere parallel zum Betrieb des ersten Antriebs (3), so dass der erste Schub (100) des ersten Antriebs die festgelegte Querbeschleunigung (400) erzeugt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, umfassend die zusätzlichen Schritte:
 - Bestimmen eines Anstellwinkels (10) zwischen Längsachse (2) und Geschwindigkeitsvektor (300), der notwendig ist, damit der erste Schub (100) des ersten Antriebs (3) die festgelegte Querbeschleunigung (400)

EP 2 876 405 A1

erzeugt, und

- zumindest partielles Aktivieren des zweiten Antriebs (4), insbesondere parallel zum Betrieb des ersten Antriebs (3), derart, dass der Lenkflugkörper (1) den bestimmten Anstellwinkel (10) einnimmt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

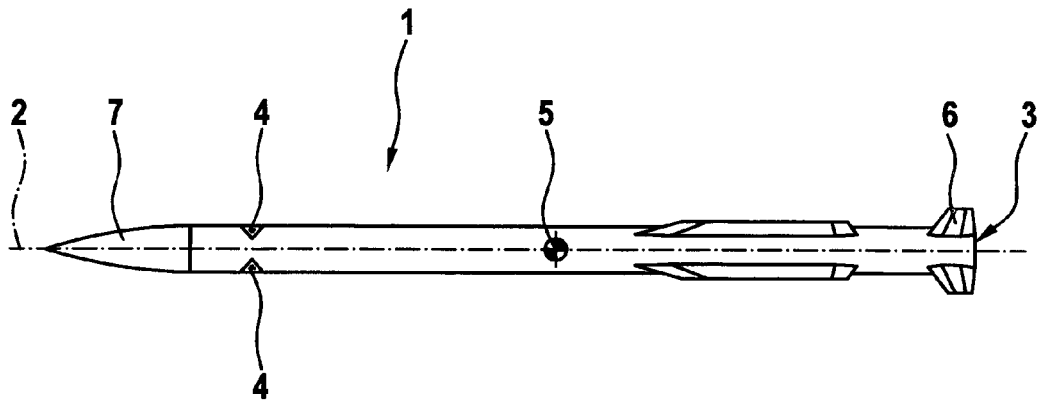


Fig. 2

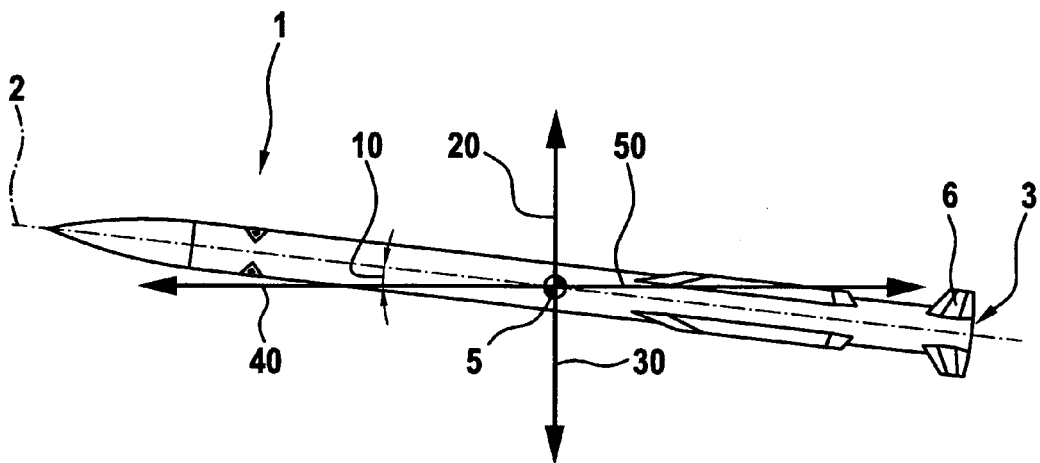


Fig. 3

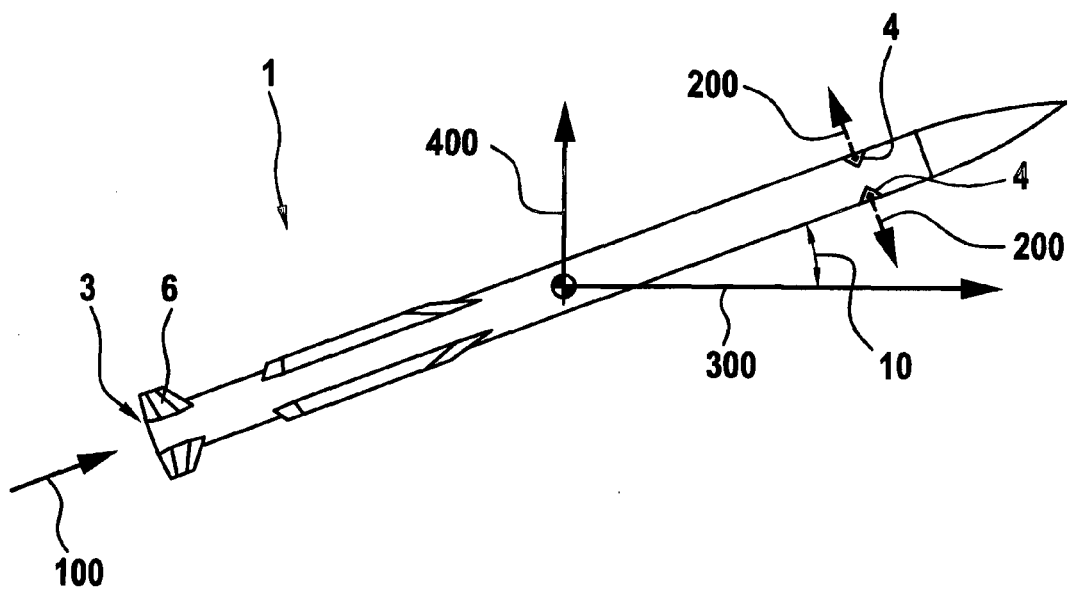
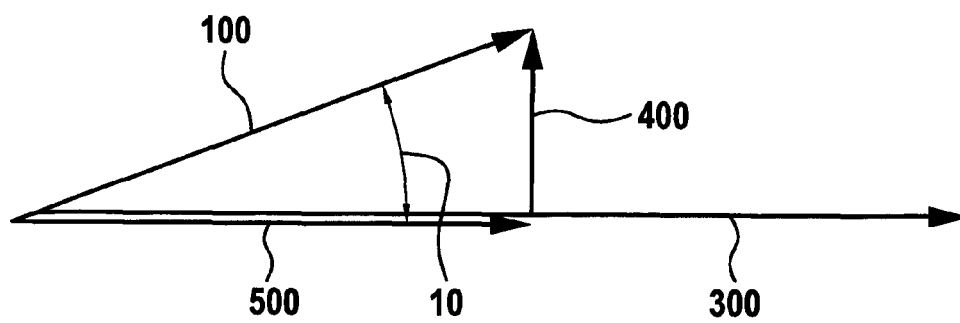


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 14 00 3885

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 822 755 A (EDWARDS LAWRENCE K ET AL) 11. Februar 1958 (1958-02-11) * Spalte 1, Zeile 56 - Spalte 2, Zeile 72; Abbildungen 1-3 *	1-5,7-9	INV. F42B10/66
X	US 3 749 334 A (MCCORKLE W) 31. Juli 1973 (1973-07-31) * Spalte 3, Zeile 37 - Zeile 45 * * Spalte 4, Zeile 42 - Zeile 57; Abbildungen 1,2 *	1-4,7-9	
X	EP 0 747 655 A2 (HUGHES MISSILE SYSTEMS [US]) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) * Seite 3, Zeile 37 - Zeile 45; Abbildung 1d *	1,3-5,7-9	
X	DE 199 49 640 A1 (LOCKHEED CORP [US]) 25. Mai 2000 (2000-05-25) * Spalte 1, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 9 * * Spalte 8, Zeile 35 - Spalte 12, Zeile 17; Abbildungen 1-3,11-14 *	1-4,7-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F42B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. März 2015	Prüfer Giesen, Maarten
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 00 3885

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 11-03-2015.
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2822755 A	11-02-1958	KEINE	
US 3749334 A	31-07-1973	KEINE	
EP 0747655 A2	11-12-1996	AU 682992 B2	23-10-1997
		AU 5227496 A	19-12-1996
		CA 2176626 A1	06-12-1996
		EP 0747655 A2	11-12-1996
		IL 118449 A	13-08-2000
		JP H0933197 A	07-02-1997
		JP 2000131000 A	12-05-2000
		US 5590850 A	07-01-1997
DE 19949640 A1	25-05-2000	DE 19949640 A1	25-05-2000
		FR 2785381 A1	05-05-2000
		GB 2343425 A	10-05-2000
		US 6308911 B1	30-10-2001

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- FR 2684723 A1 [0004]