



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 710 831 A1

(51) Int. Cl.: B64C 27/82 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00318/15

(71) Anmelder:
Marengo Swisshelicopter AG, Dorfstrasse 57
8330 Pfäffikon (CH)

(22) Anmeldedatum: 09.03.2015

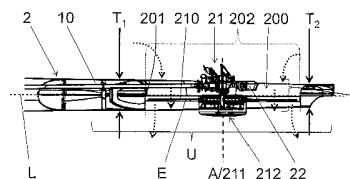
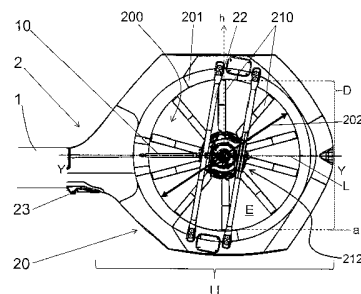
(72) Erfinder:
Martin Stucki, 8330 Pfäffikon (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2016

(74) Vertreter:
Schneider Feldmann AG Patent- und Markenanwälte,
Beethovenstrasse 49, Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

(54) Heckrotorvorrichtung eines Helikopters.

(57) Eine Heckrotorvorrichtung (2), befestigbar an einem Heckausleger eines Drehflüglers, insbesondere eines Helikopters, umfassend eine Ummantelung, die einen Luftströmungskanal (200) mit einer Kanaltiefe (T) in Richtung einer Kanalachse (A) senkrecht zur Hochachse (h) und Längsachse (L) verlaufend und einen Kanalinnendurchmesser (202) bildet, sodass in dem Luftströmungskanal (200) ein Heckrotor (21) mit einer Mehrzahl von Rotorblättern (210) drehbar lagerbar ist, wobei die Ummantelung derart ausgestaltet ist, dass ihre Kanaltiefe (T) in negativer Längsachsenrichtung (L) nach hinten verjüngt ausgestaltet ist, soll geschaffen werden, dass im Betrieb die Vorwärtsflugeigenschaften verbessert und die Leistungsaufnahme des Hauptrotors reduziert ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die variable Kanaltiefe (T) immer kleiner als ein Viertel des Kanalinnendurchmessers (202) gewählt ist und das Verhältnis der variablen Kanaltiefe (T) der Ummantelung in Richtung Längsachse (L) zum Kanalinnendurchmesser (202) der Ummantelung zwischen (T1/202) 25% und (T2/202) 10% liegt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Heckrotorvorrichtung, befestigbar an einem Heckausleger eines Drehflüglers, insbesondere eines Helikopters, umfassend eine Ummantelung, die einen Luftströmungskanal mit einer Kanaltiefe in Richtung einer Kanalachse senkrecht zur Längsachse verlaufend und einen Kanalinnendurchmesser bildet, sodass in dem Luftströmungskanal ein Heckrotor mit einer Mehrzahl von Rotorblättern drehbar lagerbar ist, wobei die Ummantelung derart ausgestaltet ist, dass ihre Kanaltiefe im Längenverlauf der Ummantelung in die vom Heckausleger abgewandte Richtung verjüngt ausgestaltet ist.

Stand der Technik

[0002] Kommerziell erhältlich sind Hubschrauber, welche neben einem Hauptrotor eine Heckrotorvorrichtung, an einem Heckausleger angeordnet aufweisen, wobei die Heckrotorvorrichtung freiliegend oder von einer Ummantelung umgeben ausgestaltet sein kann und zur Erzeugung lateralen Schubs eingesetzt wird, um dem durch den Hauptrotor hervorgerufenen Drehmoment entgegenzuwirken.

[0003] Im Folgenden geht es um die ummantelte Variante der Heckrotorvorrichtung, welche in unterschiedlichen Ausführungsformen bereits länger bekannt ist. Die Ummantelung der Heckrotorvorrichtung ist heute bei kleinen und mittleren Hubschrauber-Gewichtsklassen weit verbreitet, da nicht nur der Lärm sowie Vibrationen reduziert und eine verbesserte Anströmung eines Heckrotors als Teil der Heckrotorvorrichtung gewährleistet werden kann, sondern weil insbesondere Personen, sowie der Heckrotor selbst, durch die Ummantelung besser geschützt sind.

[0004] Des Weiteren weisen Heckrotorvorrichtung mit Ummantelung für gewöhnlich ein besseres Schub-Leistungsverhältnis auf. Dies ist auf die Reduktion der Heckrotorleistung zurückzuführen, da Blattspitzenverluste minimiert werden können und die Strahlkontraktion durch die Diffusorwirkung stromab vom Heckrotor unterbunden wird. Andererseits resultiert das bessere Verhältnis aus einem zusätzlichen Schubeitrag, welcher durch die beschleunigte Strömung am Kanaleinlass generiert wird. Es wird entsprechend mehr Schub durch einen Heckrotor mit Ummantelung erreicht, als bei Verwendung eines freien Heckrotors, bei gleicher Leistungsaufnahme.

[0005] Aus der EP 0 508 025 geht eine Heckrotorvorrichtung hervor, welche für Schwebeflugoperationen und Giermanöver bei unterschiedlichen Fluggeschwindigkeiten optimiert ist. An einem Heckausleger ist eine Heckrotorvorrichtung mit Ummantelung, einen Heckrotor umgebend angeordnet. Die Ummantelung bildet einen Luftströmungskanal, in welchem der Heckrotor gelagert ist. Eine Kanaltiefe T der Ummantelung in Richtung der Drehachse des Heckrotors ist derart gestaltet, dass die Wände der Ummantelung den Heckrotor vollumfänglich in Richtung der Drehachse des Heckrotors umgeben. Die Kanaltiefe T weist einen konstanten Wert auf und ist grösser ausgebildet, als die Tiefe des Heckrotors, sodass die Rotorblätter vollständig innerhalb des Luftströmungskanals liegen. Gemäss der EP 0 508 025 wird eine Kanaltiefe zwischen 50 cm und 60 cm gewählt. Ein Antriebsstrang ist durch den Heckausleger bis zum Heckrotor geführt, womit der Heckrotor antreibbar ist. Wie in Fig. 1 aus der EP 0 508 025 erkennbar, ist der Heckrotordurchmesser D deutlich grösser, zwischen 120 cm und 135 cm, als die Kanaltiefe T gewählt. Wie aus dem Stand der Technik bekannt, wird üblicherweise ein Verhältnis (D/T) von Heckrotordurchmesser D zur Kanaltiefe T grösser 30% gewählt, wodurch ein gutes Schub-Leistungsverhältnis erreichbar ist.

[0006] Dieses Verhältnis beruht darauf, dass der Heckrotordurchmesser D von Grund auf nicht sehr gross gewählt wird, um den Hebelarm der im Heckbereich befindlichen Masse möglichst klein zu halten, sodass der Hubschrauberschwerpunkt im zulässigen Bereich eingegrenzt werden kann. Damit bei den kleinen Heckrotordurchmessern D der nötige Schub und die gute Effizienz erreicht werden kann, wird die Kanaltiefe T meist noch weiter erhöht und teils werden noch zusätzliche Statoren eingebaut, welche aus dem Drall der Strömung weiteren Schub gewinnen.

[0007] Diese Verbesserungsmaßnahmen führen allerdings dahin, dass aufgrund der weiter vergrösserten Kanaltiefe T und damit verbunden einer grösseren Fläche der Kanalwände bzw. gesamten Ummantelungsfläche ein vergrösserter Formwiderstand des Hubschraubers im Vorwärtsflug generiert wird. Auch die Ausgestaltung von Statoren erhöht den resultierenden Lärmpegel eines ummantelten Heckrotors, sodass der Einsatz von Statoren zwar zielführend ist, um die Effizienz zu erhöhen, aber auf Kosten des Flugkomforts geht.

[0008] Um die Schubeffizienz zu erhöhen und dabei den Lärmpegel weiter zu erniedrigen wurde in der US 4 506 849 eine Ummantelung in Form eines in Längsrichtung des Helikopters schmal ausgestalteten geschlossenen Ringes vorgestellt. Dieser Ring ist stromab, in Richtung der Kanalachse, welche senkrecht zur Längs- und Hochachse des Helikopters ausgerichtet ist, von den Rotorblättern bzw. deren Rotorblattebene angeordnet, sodass der Ring keine Ummantelung darstellt, da sich die Rotorblattebene nicht im Ring sondern stromauf davon befindet. Eigentlich kann nicht von einer Kanalbildung gesprochen werden. Diese eher exotische Lösung widerspricht dem bisherigen Vorgehen Ummantelungen mit möglichst grossen Kanaltiefen zu verwenden, und den Heckrotor von Kanalwänden umgeben in einem Kanalinnendurchmesser anzuordnen. Das Verhältnis (D/T) von Heckrotordurchmesser D zur Kanaltiefe T bei Verwendung eines derart schmalen Ringes liegt gemäss US 4 506 849 etwa bei 12.5%. Durch Verwendung eines solchen Ringes als Ummantelung konnte die Strahlkontraktion verhindert und so eine erhöhte Effizienz verzeichnet werden. Allerdings konnten Vorteile nicht bei

allen denkbaren Flugbedingungen erzielt werden, weshalb sich diese Art der Ummantelung wohl nicht kommerziell durchgesetzt hat.

[0009] Mitte der 1970er Jahre ist durch Clark, D. R., «Aerodynamic Design Rationale for the Fan-in-Fin on the S-67 Helicopter», American Helicopter Society 31st Annual National Forum, Washington, D.C., May 13–15, 1975, eine andere Gestaltung einer äusserst kompakten Heckrotorvorrichtung eines Helikopters offenbart worden. Ein Heckrotor mit einem extrem kleinen Heckrotordurchmesser ist dort gezeigt, welcher von einer Ummantelung umgeben ist, welche radial unsymmetrisch ausgeführt ist, wobei die Breite der Ummantelung in negativer Längsachsenrichtung L nach hinten, von der Heckauslegerseite zum Ende der Ummantelung in Richtung der Längsachse L verjüngt ist. Die maximale Kanaltiefe lag bei den Versuchen in der Grössenordnung der Hälfte des Heckrotordurchmessers.

[0010] Damit ein geeigneter Luftwiderstand erreicht wird, wurden Einlauf- und Auslassradius, sowie die Aussengeometrie der Ummantelung optimiert. Aufgrund der sich verjüngenden und der sich stromab befindlichen, von aussen betrachtet, konkav gekrümmten Ummantelung konnte Gewicht eingespart werden, was als vorteilhaft erkannt worden ist. Die eher dösenartige Heckrotorvorrichtung konnte in der Praxis aber nicht bei allen Flugmanövern überzeugen, weshalb die eingeschlagene Entwicklungsrichtung nicht weiterverfolgt wurde. Das mögliche Potential der Formgebung der Ummantelung ist offensichtlich nicht erkannt worden und in den darauf folgenden Jahren wurde nach weiteren Gestaltungsformen für Ummantelungen bzw. von Heckrotorvorrichtungen gesucht. Diese Gestaltungen wiesen vor allem Ummantelungen mit möglichst grossen Kanaltiefen und symmetrisch geformten Mantelgehäusen auf. Diese Formgebungen gingen damit in eine andere Richtung, wobei die Ergebnisse aber auch nicht die angestrebten Vorteile erreichen konnten.

Darstellung der Erfindung

[0011] Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt eine Heckrotorvorrichtung eines Helikopters zu schaffen, bei dessen Betrieb die Vorwärtsflugeigenschaften verbessert sind und die Leistungsaufnahme des Hauptrotors reduziert ist.

[0012] Insgesamt kann bei Benutzung der Heckrotorvorrichtung aufgrund der Ummantelung der Gesamtenergieverbrauch des Helikopters reduziert werden, wobei die bekannten positiven Eigenschaften der Ummantelung, wie Schutz der Rotorblätter vor Kollisionen mit Fremdkörpern, Verbesserung des Schub-Leistungsverhältnisses und vor allem Geräuschunterdrückung bestehen bleiben.

[0013] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Heckrotor mit vergleichsweise extrem grossem Heckrotordurchmesser, welcher mindestens fünfmal grösser als die Kanaltiefe ist und damit ein entsprechend grossem Kanalinnendurchmesser verwendet. Die Verjüngung der Ummantelung bzw. der Kanaltiefe in negativer Längsachsenrichtung, ausgehend von der Hubschraubernase in Richtung des Hecks im Verlaufe der Ummantelung in vom Hauptrotor abgewandter Richtung, ist dabei in einem definierten Verhältnis von Kanaltiefe zum Kanalinnendurchmesser bzw. dem Heckrotordurchmesser gewählt.

[0014] Zur optimalen Steigerung der Windfahnen- und Gierstabilität wird die Formgebung der Ummantelung mit einem Heckrotor, dessen Heckrotordurchmesser mindestens 1000 Millimeter beträgt, kombiniert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachstehend im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen beschrieben.

- Fig. 1 zeigt eine teilweise geschnitten dargestellte Ansicht einer Heckrotorvorrichtung gemäss Stand der Technik.
- Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines Helikopters mit erfindungsgemässer Heckrotorvorrichtung, während
- Fig. 3 eine Perspektivansicht eines Heckauslegers mit daran befestigter Heckrotorvorrichtung zeigt.
- Fig. 4a zeigt eine Detailseitenansicht des Heckrotors mit Ummantelung von der Einlaufseite, während
- Fig. 4b eine Schnittansicht der Heckrotorvorrichtung, geschnitten entlang der Linie Y–Y aus Fig. 4a zeigt.
- Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittansicht der Heckrotorvorrichtung.

Beschreibung

[0016] Als Beispiel wird hier ein Helikopter 0 gezeigt, welcher eine Kabine K aufweist, von welcher ein Heckausleger 1 in Richtung Heck des Helikopters 0 ragt. Der Hauptrotor H wird von einem nicht näher dargestellten und erläuterten Antrieb angetrieben, wobei dieser Antrieb auch eine Heckrotorvorrichtung 2, welche an den Heckausleger 1 in Richtung der Längsachse L anschliesst, antreibt. Die Längsachse L bildet die Längsachse L des Helikopters 0 und der Heckrotorvorrichtung 2. Die Heckrotorvorrichtung 2 umfasst einen Heckrotor 21, welcher von einer Ummantelung 20 in einem geringen radialen Abstand beabstandet umhüllt ist. Da die Art des Antriebs des Hauptrotors H und des Heckrotors 21 in dieser Anmeldung keine entscheidende Rolle spielt und austauschbar ist, wird nicht näher darauf eingegangen.

[0017] Der Heckrotor 21 ist ausserhalb des Rotorkreises des Hauptrotors H angeordnet und erzeugt im Betrieb einen zur Längsachse L sowie Hochachse h senkrecht wirkenden Schub in Kanalachsenrichtung A, welchen man auch als horizontalen Schub bezeichnen kann, womit das Drehmoment aufgrund des Hauptrotors H ausgeglichen wird. Durch die den Heckrotor 21 umgebende Ummantelung 20 wird eine Heckrotorvorrichtung 2 in Form eines Mantelpropellers erreicht, wobei die Ummantelung 20 ein im Wesentlichen zylindrisch geformtes Mantelgehäuse 20 ist.

[0018] Wie in Fig. 3 in der perspektivischen Detailansicht der Heckrotorvorrichtung 2 erkennbar, ist ein Höhenleitwerk 23 der Ummantelung 20 in Längsrichtung L dem Heckausleger 1 zugewandt vorgelagert. Auf die Darstellung eines vertikalen Stabilisators wurde hier aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Abbildungen verzichtet.

[0019] Die Ummantelung 20 weist eine Mantelinnenwand 201 auf, welche einen Luftströmungskanal 200 mit einer Kanalachse A umgeben. Der Luftströmungskanal 200 ist senkrecht zur Hochachse h und zur Längsachse L verlaufend ausgestaltet. Die Richtung der durch den Luftströmungskanal 200 hindurchtretenden Luft im Betrieb ist mit dem gestrichelten Pfeil angedeutet. Innerhalb des Luftströmungskanals 200 gelagert und damit von der Ummantelung 20 in Richtung der Kanalachse A umgeben, ist der Heckrotor 21 angeordnet.

[0020] Der Heckrotor 21 weist eine Mehrzahl von Rotorblättern 210 auf und wird von zwei Tragstreben 22 ortsfest im Luftströmungskanal 200 beabstandet von den Mantelinnenwänden 201 gehalten. Die Rotorblätter 210 sind leicht in sich verwunden und können während des Betriebs unterschiedlich mittels einer Blattverstellung angestellt werden. Der Heckrotor 21 weist eine Drehachse 211 auf, welche parallel zur Kanalachse A, hier sogar identisch zur Kanalachse A angeordnet ist. Der Heckrotor 21 weist ein Drehlager 212 auf, an welchem ein Kutschenrad befestigt ist. An diesem Kutschenrad sind die Rotorblätter 210 mit dem Kutschenrad rotierbar montiert. Auf ein Heckrotorgetriebe und eine Steuervorrichtung zur Blattverstellung wird hier nicht näher eingegangen, der Fachmann kennt Lösungen dafür. Durch das Heckrotorgetriebe und die Steuervorrichtung zur Blattverstellung, werden die Rotorblätter 210 gesteuert rotiert und verstellt. Der Antrieb des Drehlagers 212 und damit der Rotorblätter 210 um die Drehachse 211 geschieht durch einen Antriebsstrang 10, welcher durch den Heckausleger 1 vom Antrieb zur Heckrotorvorrichtung 2 in negativer Längsachsenrichtung L geführt ist.

[0021] Die Ummantelung 20 bzw. die Mantelinnenwand 201 sind etwa torusförmig bzw. ringtorusförmig ausgebildet, wobei die Ummantelung 20 eine Länge U in Richtung Längsachse L aufweist und am Heckausleger 1 befestigt bzw. angeformt ist. Die Mantelinnenwand 201 ist teilweise gekrümmt ausgebildet.

[0022] In der Seitenansicht ist im Wesentlichen ein Ring mit einer Öffnung zu erkennen, in welcher der Heckrotor 21 angeordnet ist. Diese Öffnung stellt den Luftströmungskanal 200 dar, welcher einen Luftdurchgang in einer Richtung senkrecht zur Hochachse h und zur Längsachse L und damit in Richtung Kanalachse A erlaubt. Die Seitenansicht gemäss Fig. 4a zeigt eine Ansicht der Einlassseite der Ummantelung 20. Im Betrieb des Heckrotors 21 wird Luft durch diese Einlassseite durch den Luftströmungskanal 200 eingesaugt. Die Krümmung der Mantelinnenwand 201 auf der Einlassseite ist in der Seitenansicht gezeigt. Die Luft wird im Betrieb um diese gekrümmte Mantelinnenwand 201 durch den Heckrotor 21 angesaugt und durch den Luftströmungskanal 200 transportiert.

[0023] Der Kanalinnendurchmesser 202 ist um einen Abstand a grösser ausgestaltet, als der Heckrotordurchmesser D. Der Abstand a oder auch Blattspalt a sollte kleiner 0.5% des Heckrotordurchmessers D betragen, damit der Druckverlust im Luftströmungskanal 200 minimiert wird bzw. Verwirbelungen der Luft minimiert werden.

[0024] Hier sind zehn Rotorblätter 210 am Heckrotor 21 bzw. Kutschenrad angeordnet. Durch die zwei Tragstreben 22 wird der Heckrotor 21 gehalten, sodass die Rotorblätter 210 in einer festen Rotorblattebene E gehalten sind. Die Fläche der einzelnen Rotorblätter 210 bedeckt entsprechend einen Teil der Gesamtkanalfläche des Luftströmungskanals 200 in der Rotorblattebene E. Versuche haben gezeigt, dass eine Flächendichte, als Verhältnis zwischen der von den Rotorblättern 210 bedeckten Fläche zur Gesamtkanalfläche des Luftströmungskanals 200 zwischen 25% und 35% betragen sollte, um einen ausreichenden Heckrotorschub zu generieren.

[0025] In der Schnittansicht gemäss Fig. 4b ist die Kanaltiefe mit T gekennzeichnet, wobei die Luftströmung in der Fig. 4b von oben nach unten von der Einlassseite bis zu einer Auslassseite verläuft. Der Luftstrom durch den Luftströmungskanal 200 im Betrieb der Heckrotorvorrichtung 2 ist durch diverse gestrichelte Pfeile angedeutet.

[0026] Die Kanaltiefe T verläuft in einer Richtung zur Kanalachse A bzw. der Drehachse 211 und damit senkrecht zur Hochachse h und Längsachse L. Die Kanaltiefe T wird durch die Länge der Mantelinnenwand 201 in Richtung Kanalachse A bestimmt und variiert hier im Verlauf der Länge U der Ummantelung in Richtung der Längsachse L, genauer in negativer Längsachsenrichtung L von der Kabine K weggerichtet. Von einer grösseren ersten Kanaltiefe T1 verjüngt sich die Kanaltiefe T bis zu einer zweiten kleineren Kanaltiefe T2 in Richtung der vom Heckausleger 1 abgewandten Seite der Ummantelung 20.

[0027] Wie die Variation verschiedener Parameter gezeigt hat, ist erstaunlicherweise ein positiver Effekt auf die Flugeigenschaften dann erreichbar, wenn eine Ummantelung mit einem möglichst grossen Kanalinnendurchmesser 202 und entsprechend grossem Heckrotordurchmesser D gewählt wird und die Verjüngung dabei in einem bestimmten Verhältnis der Kanaltiefen T1, T2 zum Kanalinnendurchmesser 202 ausgeführt ist.

[0028] Der Kanalinnendurchmesser 202 bzw. der darauf abgestimmte Heckrotordurchmesser D des Heckrotors 21 sind derart gewählt, dass ein Verhältnis zwischen der variablen Kanaltiefe T der Ummantelung 20 in negativer Längsachsen-

richtung L zum Kanalinnendurchmesser 202 der Ummantelung 20 zwischen 20.5% und 14% liegt. Entsprechend muss der Kanalinnendurchmesser 202 etwa mindestens fünfmal so gross gewählt sein, wie die grössere Kanaltiefe T1.

[0029] Obwohl bei Verjüngung des Mantelgehäuses 20 die Effizienz der Lateralschuberzeugung nicht so gross ist, wie bei Ummantelungen 20 mit konstanter möglichst grosser Kanaltiefe T, haben Versuche gezeigt, dass eine derartige Verjüngung vorteilhaft ist. Die kleinere Kanaltiefe T2 sollte aus Stabilitätsgründen aber nicht weiter reduziert werden, sodass das Verhältnis grösser gleich 14% ist.

[0030] Die optimalen Ergebnisse, einen ausreichenden Schub in lateraler Richtung zu generieren, wurde eine Heckrotorvorrichtung 2 mit einer Ummantelung 20 mit einem Kanalinnendurchmesser 202 von 1208 mm ausgestattet, wobei der Heckrotordurchmesser D gleich 1200 mm gewählt wurde. Wie Versuche gezeigt haben, sollte der Heckrotordurchmesser D und damit der Kanalinnendurchmesser 202 mindestens 1000 mm gross gewählt werden, damit eine ausreichend grosse Heckrotorfläche, zu einer guten Windfahnen- und Gierstabilität beitragen kann.

[0031] Die Kanaltiefe T variierte zwischen der ersten Kanaltiefe T1 von 245 mm und der zweiten Kanaltiefe T2 von 175mm, sodass die Kanaltiefe T, in negativer Längsachsenrichtung L ausgehend von der Seite des Heckauslegers 1, nach hinten und damit weg vom Heckausleger 1 verjüngt ist und sich ein Verhältnis von Kanaltiefe T zum Kanalinnendurchmesser 202 von 14.48% bis 20.28% ergibt. Es wurde T2 immer grösser als T1/2 gewählt. Das Verhältnis der variablen Kanaltiefe T der Ummantelung 20 in Richtung Längsachse L zum Kanalinnendurchmesser 202 der Ummantelung 20 wurde zwischen 25% und 10% gewählt und führte zu guten Ergebnissen.

[0032] Die Vorteile der beschriebenen Ausgestaltung der Heckrotorvorrichtung 2 sind einerseits, dass eine gute Windfahnen- und Gierstabilität generiert werden kann, durch einen grossen Heckrotordurchmesser D und andererseits, dass der Hauptrotor H während des Vorwärtsfluges weniger Leistung beziehen muss, weil der Formwiderstand der Heckrotorvorrichtung 2 im Vergleich zu bekannten tieferen Luftströmungskanälen bzw. kompakteren Heckrotorvorrichtungen geringer ist.

[0033] Wird zusätzlich ein Verhältnis des Heckrotordurchmessers D zum Durchmesser des Hauptrotors H zwischen 10 und 12% gewählt, kann eine optimierte Schuberzeugung durch den Heckrotor 21 erreicht werden. Als besonders bevorzugt wurde ein Verhältnis D/Durchmesser des Hauptrotors H von 10.84% gewählt.

[0034] In Fig. 5 ist nochmals eine schematische Schnittansicht durch die Ummantelung 20 und den innenliegenden Heckrotor 21 gezeigt. Die Mantelinnenwand 201 umgibt den Luftströmungskanal 200 vollständig, wobei die Mantelinnenwand 201 in ihrem Verlauf unterschiedliche Abschnitte und Krümmungen aufweist. Im Bereich eines Einlasses 203, 203' oben in Fig. 5, hat die Mantelinnenwand 201 eine schwächere Krümmung, als am gegenüberliegenden Auslass 205. Auch die Krümmung am Einlass 203 in Höhe der grösseren Kanaltiefe T1 ist anders ausgestaltet als die Krümmung am Einlass 203' in Höhe der kleineren Kanaltiefe T2.

[0035] Im Bereich vor dem Auslass 205 in Richtung Kanalachse A stromab von der Rotorblattebene E, schliesst sich an die zylindrische Kanalform der Mantelinnenwand 201 ein Diffuserabschnitt 204, 204' an. Dieser ist leicht zur Kanalachse A abgewinkelt und gibt der austretenden Luftströmung eine gewünschte Richtung. Kurz vor Austritt passiert die Luftströmung dann den nahezu ungewölbten eher scharfkantigen Auslass 205, 205'. Während die Längen der Diffuserabschnitte 204, 204' auf der Seite der grösseren Kanaltiefe T1 und der kleineren Kanaltiefe T2 unterschiedlich ausgeführt sind, sind beide Auslässe 205, 205' gleich scharfkantig ausgebildet.

Bezugszeichenliste

[0036]

- 0 Helikopter
 - K Kabine
 - H Hauptrotor
 - L Längsachse
 - h Hochachse
- 1 Heckausleger
 - 10 Antriebsstrang
- 2 Heckrotorvorrichtung
 - 20 Ummantelung/Mantelgehäuse
 - 200 Luftströmungskanal
 - 201 Mantelinnenwand

202 Kanalinnendurchmesser
(in Höhe Längsachse/senkrecht zur Drehachse)

T Kanaltiefe

T_1, T_2 Verjüngung der Kanaltiefe in Längsrichtung

U Länge Ummantelung

A Kanalachse

203 Einlass

204 Diffuserabschnitt

205 Auslass

21 Heckrotor (Drehvorrichtung/ Rotorblattaufhängung)

210 Rotorblatt

E Rotorblattebene

D Heckrotordurchmesser ($D < 202$)

211 Drehachse (koaxial in Kanal gehalten)

212 Drehlager

a Abstand/Blattspalt

22 Tragstreben

23 Höhenleitwerk

Patentansprüche

1. Heckrotorvorrichtung (2), befestigbar an einem Heckausleger (1) eines Drehflüglers, insbesondere eines Helikopters (0), umfassend eine Ummantelung (20), die einen Luftströmungskanal (200) mit einer Kanaltiefe (T) in Richtung einer Kanalachse (A) senkrecht zur Längsachse (L) verlaufend und einen Kanalinnendurchmesser (202) bildet, sodass in dem Luftströmungskanal (200) ein Heckrotor (21) mit einer Mehrzahl von Rotorblättern (210) drehbar lagerbar ist, wobei die Ummantelung (20) derart ausgestaltet ist, dass ihre Kanaltiefe (T) im Längenverlauf der Ummantelung (20) in die vom Heckausleger (1) abgewandte Richtung verjüngt ausgestaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die variable Kanaltiefe (T) immer kleiner als ein Viertel des Kanalinnendurchmessers (202) gewählt ist und das Verhältnis der variablen Kanaltiefe (T) der Ummantelung in Richtung Längsachse (L) zum Kanalinnendurchmesser (202) der Ummantelung (20) zwischen $(T1/202)$ 25% und $(T2/202)$ 10% liegt.
2. Heckrotorvorrichtung (2) nach Anspruch 1, wobei der Kanalinnendurchmesser (202) der Ummantelung (20) grösser als 1000 Millimeter, insbesondere grösser 1200 Millimeter gewählt ist.
3. Heckrotorvorrichtung (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Kanaltiefe (T1) kleiner 250 Millimeter und die zweite Kanaltiefe (T2) grösser 135 Millimeter gewählt ist.
4. Heckrotorvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Kanaltiefe (T2) grösser als die Hälfte der ersten Kanaltiefe ($T1/2$) gewählt ist.
5. Heckrotorvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flächendichte, als Verhältnis zwischen der von den Rotorblättern (210) bedeckten Fläche zur Gesamtkanalfläche des Luftströmungskanals (200) zwischen 25% und 35% liegt.
6. Heckrotorvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Blattspalt (a) zwischen Rotorblattspitzen und Mantelinnenwand (201) kleiner 0.5% des Heckrotordurchmessers (D) beträgt.
7. Heckrotorvorrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verhältnis des Heckrotordurchmessers (D) zum Durchmesser des Hauptrotors (H) zwischen 10% und 12% gewählt wird.

FIG. 1

prior art

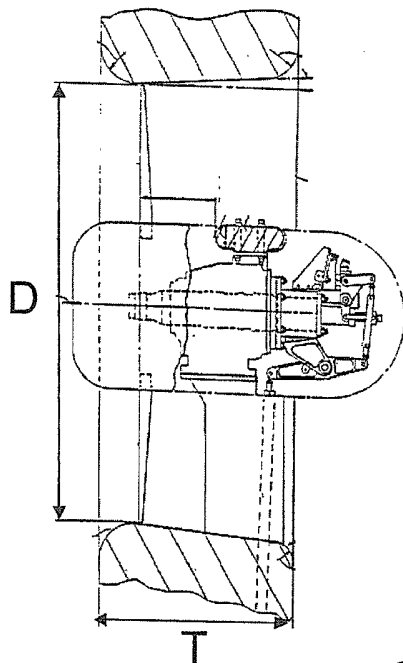


FIG. 2

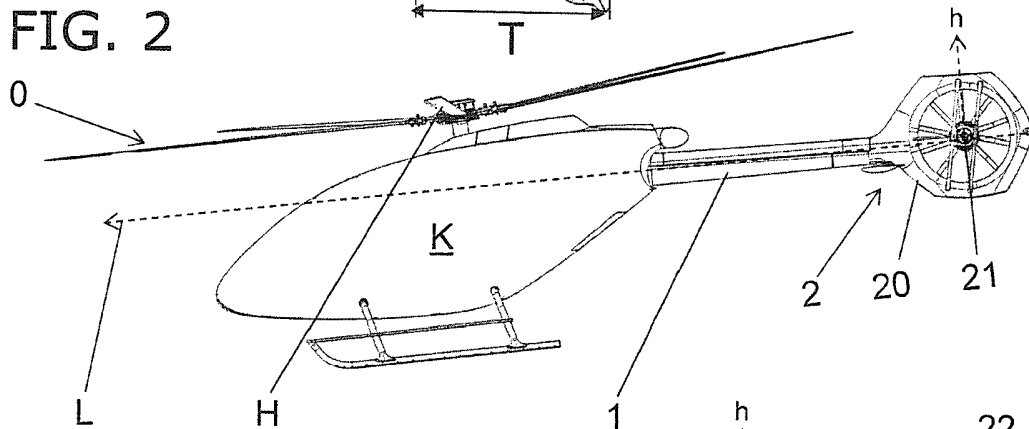


FIG. 3

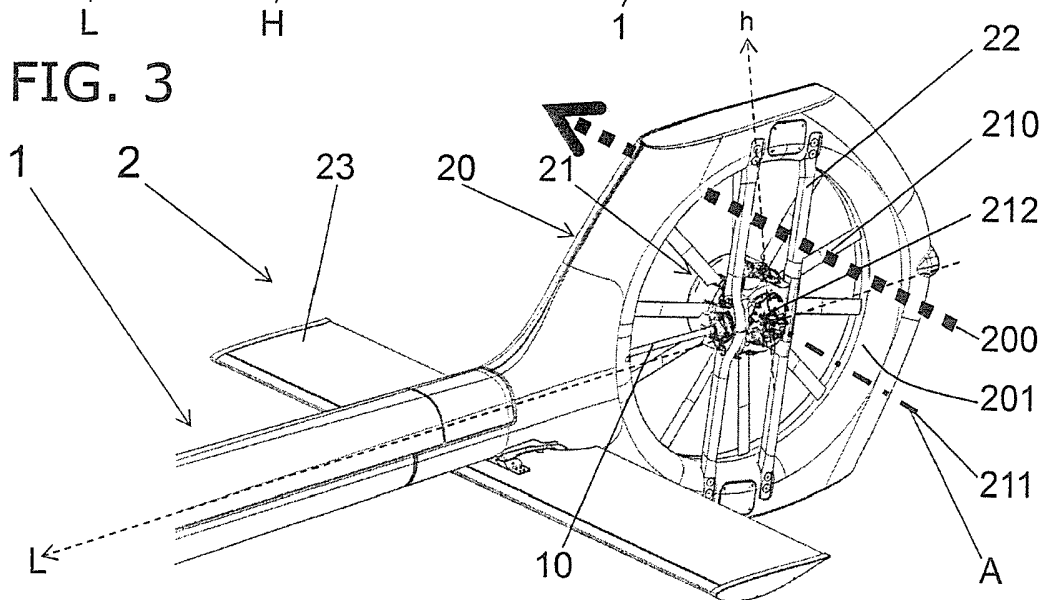
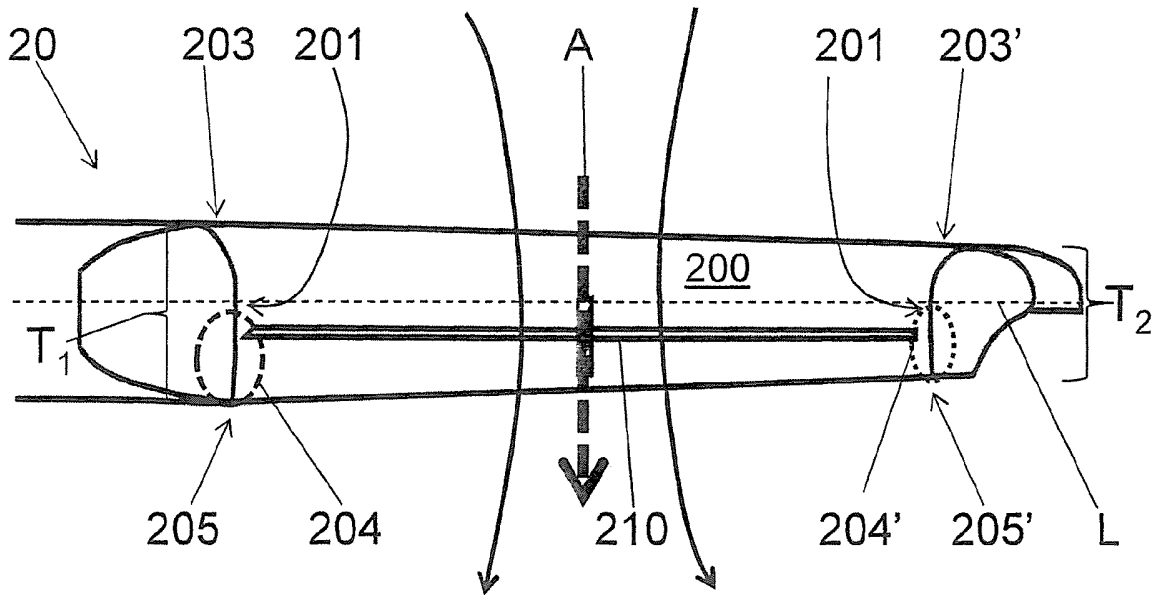


FIG. 5



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		MMS-006-P-CH	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
3182015		09-03-2015	
Anmeldeort		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
Marengo Swisshelicopter AG			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugewiesen hat	
20-05-2015		SN64167	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS <small>(treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)</small>			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
B64C27/82			
II. RESEARCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchiertes Mindestprüfobjekt			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC	B64C		
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfobjekt gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RESEARCHIERBAR ERWIESEN <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 3182015

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B64C27/52 ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK</p>		
<p>B. RECHERSCHIERTE SACHGEGENHEIT Recherchiertes Mindestgrißstoff (Klassifikationsystem und Klassifikationsgruppe) B64C</p>		
<p>Rechenhilfe, aber nicht zum Mindestgrißstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchkriterien) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGEGEBENE VERÖFFENTLICHUNGEN</p>		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit zutreffend unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr.-Anspruch Nr.
A	US 3 594 097 A (MOUILLE RENE ET AL) 20. Juli 1971 (1971-07-20) * Spalte 1, Zeile 70 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildungen *	1-7
A	US 2009/121075 A1 (MARZE HENRI-JAMES [FR]) 14. Mai 2009 (2009-05-14) * Absatz [0071] - Absatz [0137]; Abbildungen *	1-7
A,D	EP 0 500 025 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 14. Oktober 1992 (1992-10-14) in der Anmeldung erwähnt * Spalte 8, Zeile 40 - Spalte 24, Zeile 50; Abbildungen *	1-7
<p><input type="checkbox"/> Welche Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Teil C zu entnehmen</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> Keine Angabe Patentfamilie</p>
<p>* Besondere Kategorie von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik darstellt, aber mehr als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"B" älteres Dokument, das technisch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"C" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchiertegebiet genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (siehe Anhang D)</p> <p>"D" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Ausstellung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"E" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		<p>"1" Besondere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Abmeldung nicht verbunden, sondern nur zum Vergleich des des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipies oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"2" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann aber aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"3" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für einen Fachmann absehbar ist</p> <p>"4" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
<p>Datum des tatsächlichen Abschusses der Recherche internationaler Art 24. Juni 2015</p>		<p>Abmeldedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art 01 JUL 2015</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.O. Box 1 Patent Plaza 2 NL - 5283 HH Rijswijk Tel. (+31-70 340 2040) Fax (+31-70) 340 2010</p>		<p>Bevollmächtigter Beauftragter Rusanu, Irina</p>

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 3182015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3594097	A	20-07-1971	DE 1930548 A1 05-11-1970
			FR 1593008 A 25-05-1970
			GB 1259995 A 12-01-1972
			US 3594097 A 20-07-1971
US 2009121875	A1	14-05-2009	CA 2643613 A1 08-05-2009
			EP 2058226 A1 13-05-2009
			FR 2923456 A1 15-05-2009
			JP 4810563 B2 09-11-2011
			JP 2009113802 A 28-05-2009
			US 2009121075 A1 14-05-2009
EP 0508025	A1	14-10-1992	AU 637564 B2 27-05-1993
			AU 8096691 A 15-10-1992
			CA 2056209 A1 12-10-1992
			DE 69104974 D1 08-12-1994
			DE 69104974 T2 23-03-1995
			EP 0508025 A1 14-10-1992
			ES 2063477 T3 01-01-1995
			IL 100318 A 27-11-1995
			JP H06344993 A 28-12-1994
			US 5108044 A 28-04-1992

Formblatt PCT/ISA/311 (Antrag Patentfamilie) (Januar 2004)