

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7598948号
(P7598948)

(45)発行日 令和6年12月12日(2024.12.12)

(24)登録日 令和6年12月4日(2024.12.4)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 4 C	27/26 (2006.01)	B 6 4 C	27/26
B 6 4 D	27/24 (2024.01)	B 6 4 D	27/24
B 6 4 C	11/00 (2006.01)	B 6 4 C	11/00

請求項の数 23 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-571211(P2022-571211)	(73)特許権者	522452916 アーチャー アヴィエーション インコーポレイテッド ARCHER AVIATION, INC. アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サンノゼ, ウェストタスマンドライブ 190 190 W. Tasman Drive, San Jose, California 95134, U.S.A.
(86)(22)出願日	令和3年5月18日(2021.5.18)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公表番号	特表2023-526963(P2023-526963A)	(72)発明者	パウワー, ジェフリー シー. アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州 最終頁に続く
(43)公表日	令和5年6月26日(2023.6.26)		
(86)国際出願番号	PCT/US2021/032874		
(87)国際公開番号	WO2021/236576		
(87)国際公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)		
審査請求日	令和6年2月21日(2024.2.21)		
(31)優先権主張番号	16/878,380		
(32)優先日	令和2年5月19日(2020.5.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
早期審査対象出願			

(54)【発明の名称】 垂直離着陸航空機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

垂直離着陸航空機(100)であって、
胴体(102)と、
前記胴体に接続された少なくとも1つの翼(104)と、
前記航空機の垂直離着陸のための揚力を提供するための、前記少なくとも1つの翼に接続された複数のロータ(112)と、
前記少なくとも1つの翼に接続されており、前記航空機の垂直離着陸のための揚力を提供するためのリフト構成と前記航空機に前方推力を提供するための推進構成との間でチルト可能な複数のプロップロータ(114)と、
前記少なくとも1つの翼に取り付けられた複数のブーム(122)であって、各ブームは、1つのロータ及び1つのプロップロータを前記少なくとも1つの翼に取り付ける、複数のブーム(122)と、を備え、
前記複数のロータは、前記少なくとも1つの翼の後方にあり、前記複数のプロップロータは、前記少なくとも1つの翼の前方にあり、
各ロータは、対応するブーム上の固定位置に取り付けられ、
前記航空機のすべてのロータ及びプロップロータは、前記少なくとも1つの翼に取り付けられた前記複数のブームに取り付けられる、ことを特徴とする、垂直離着陸航空機。

【請求項2】

請求項1に記載の航空機であって、第1のプロップロータ(114a)は、前記第1の

プロップロータに隣接する第2のプロップロータ(114b)の前方にある、及び/又は第1のプロップロータ(114a)は、前記第1のプロップロータに隣接する第2のプロップロータ(114b)よりも前記航空機における高い位置に取り付けられる、航空機。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の航空機であって、各ロータは、2つのブレード(120)のみを有する、航空機。

【請求項4】

請求項3に記載の航空機であって、各ロータは、前方飛行中に前記2つのブレードを所定の位置に固定するように構成される、航空機。

【請求項5】

請求項4に記載の航空機であって、各ロータは、前方飛行中に最小抗力位置で巡航するために、前記2つのブレードのうちの第1のブレードが前記2つのブレードのうちの第2のブレードの真っすぐ前方にあるように前記2つのブレードを固定するように構成される、航空機。

【請求項6】

請求項3乃至5の何れか1項に記載の航空機であって、各プロップロータは、2つよりも多くのブレード(116)を有する、航空機。

【請求項7】

請求項1乃至6の何れか1項に記載の航空機であって、前記複数のロータのうちの第1のロータ(112a)は、前記複数のロータのうちの第2のロータ(112b)に対して、前記第1のロータの回転軸が前記第2のロータの回転軸と非平行であるように傾斜する、航空機。

【請求項8】

請求項7に記載の航空機であって、任意のロータの傾斜角(136a)は、個別のバースト・ディスクが乗客又はパイロットと交差できないようなものである、及び/又は任意のロータの傾斜角(136a)は、個別のバースト・ディスクが任意の飛行クリティカル・コンポーネントと交差できないようなものである、航空機。

【請求項9】

請求項7に記載の航空機であって、前記第1のロータの前記回転軸と前記航空機の垂直軸との間のロータ傾斜角は、0度と30度との間である、航空機。

【請求項10】

請求項9に記載の航空機であって、前記ロータ傾斜角は、約12度である、航空機。

【請求項11】

請求項1乃至10の何れか1項に記載の航空機であって、前記複数のプロップロータのうちの第1のプロップロータは、前記複数のプロップロータのうちの第2のプロップロータに対して、前記第1のプロップロータの回転軸が前記第2のプロップロータの回転軸と非平行であるように傾斜する、航空機。

【請求項12】

請求項11に記載の航空機であって、任意のプロップロータの傾斜角(136a)は、個別のバースト・ディスクが乗客又はパイロットと交差できないようなものである、及び/又は

任意のプロップロータの傾斜角(136a)は、個別のバースト・ディスクが任意の飛行クリティカル・コンポーネントと交差できないようなものである、航空機。

【請求項13】

請求項11に記載の航空機であって、前記第1のプロップロータの前記回転軸と前記航空機の垂直軸との間のプロップロータ傾斜角は、0度と30度との間である、航空機。

【請求項14】

請求項13に記載の航空機であって、前記プロップロータ傾斜角は、約12度である、航空機。

【請求項15】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 1 4 の何れか 1 項に記載の航空機であって、離陸、着陸及び／又はホバリング中にヨーイング・モーメントを生成するために少なくとも 1 つのプロップロータ (1 1 4) のチルトを能動的に変更するように構成された制御システムをさらに備える、航空機。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記プロップロータのブレード (1 1 6) の迎え角は、飛行中にまとめて調整可能である、航空機。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 の何れか 1 項に記載の航空機であって、推進力が完全に前記プロップロータによって提供される、航空機。

10

【請求項 1 8】

請求項 1 乃至 1 7 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記プロップロータのチルトの範囲は、90 度よりも大きい、航空機。

【請求項 1 9】

請求項 1 乃至 1 8 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記複数のプロップロータは、最も外側のプロップロータを含み、前記最も外側のプロップロータのチルトの角度は、約 100 度である、航空機。

【請求項 2 0】

請求項 1 乃至 1 9 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記少なくとも 1 つの翼は、巡航中に必要とされる揚力を提供する、及び／又は

20

前記少なくとも 1 つの翼は、前記胴体の上側に取り付けられた高翼である、及び／又は
前記少なくとも 1 つの翼は、操縦翼面を有する、航空機。

【請求項 2 1】

請求項 1 乃至 2 0 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記航空機は電動である、及び／又は前記航空機は有人である、航空機。

【請求項 2 2】

請求項 1 乃至 2 1 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記複数のプロップロータのうちの少なくとも 2 つのプロップロータは、前記航空機の第 1 の側にあり、前記少なくとも 2 つのプロップロータは、これらのブレード回転面が同一平面上にあるように整列されている、航空機。

30

【請求項 2 3】

請求項 1 乃至 2 2 の何れか 1 項に記載の航空機であって、前記複数のブームは、前記少なくとも 1 つの翼の下に取り付けられる、航空機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照) 本出願は 2020 年 5 月 19 日に提出された米国特許出願第 16 / 878 , 380 号の優先権及び利益を主張し、その全体が参照により本書に組み込まれる。

【0002】

この開示は一般に、垂直離着陸航空機に関し、より詳細には、固定翼垂直離着陸航空機に関する。

40

【背景技術】

【0003】

垂直離着陸 (VTOL) 航空機は、垂直に離着陸しホバリングでき、旅行者を彼らの目的地まで直接運ぶ能力を提供する航空機である。ヘリコプタは、それらのロータを通じて完全に揚力を生成する VTOL 航空機である。いくつかの VTOL 航空機は、翼と、前方飛行中に必要とされる揚力を翼が提供することを可能にする推進システムとを有する。いくつかの有翼 VTOL 航空機は、離陸中及び着陸中に使用するための垂直推力と、巡航中に使用するための前方推力とのために別個の推進システムを使用する。他の有翼 VTOL

50

航空機は、垂直推力位置と前方推力位置との間でチルトするチルト可能な推進システムを使用する。

【発明の概要】

【0004】

様々な実施形態によれば、垂直離着陸航空機は、固定翼と、垂直離着陸中に揚力を提供するための複数のロータと、垂直離着陸中に揚力を提供するためのリフト構成から、航空機が固定翼によって支持されるために必要とされる前方対気速度を提供するための推進構成へチルトできる複数のプロップロータを含む。推進システムの一部が揚力専用であり、推進システムの一部がリフト中及び前方飛行中の両方に使用されるようにV T O L航空機を構成することによって、航空機は、別個のリフト・システム及び推進システムを有するV T O L航空機、並びにリフト及び前方飛行の両方のためにすべての推進力を使用するV T O L航空機よりも軽くなることができ、低い抗力を有することができる。

10

【0005】

垂直離着陸航空機は、胴体と、前記胴体に接続された少なくとも1つの翼と、前記航空機の垂直離着陸のための揚力を提供するための、前記少なくとも1つの翼に接続された複数のロータと、前記少なくとも1つの翼に接続されており、前記航空機の垂直離着陸のための揚力を提供するためのリフト構成と前記航空機に前方推力を提供するための推進構成との間でチルト可能な複数のプロップロータと、を含む。

【0006】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記複数のロータは、前記少なくとも1つの翼の後方であってもよく、前記複数のプロップロータは、前記少なくとも1つの翼の前方であってもよい。これらの実施形態の何れかにおいて、複数のブームは、前記少なくとも1つの翼に取り付けられてもよく、各ブームは、1つのロータ及び1つのプロップロータを前記少なくとも1つの翼に取り付ける。

20

【0007】

これらの実施形態の何れかにおいて、第1のプロップロータは、前記第1のプロップロータに隣接する第2のプロップロータの前方であってもよい。

【0008】

これらの実施形態の何れかにおいて、第1のプロップロータは、前記第1のプロップロータに隣接する第2のプロップロータよりも前記航空機における高い位置に取り付けられてもよい。

30

【0009】

これらの実施形態の何れかにおいて、各ロータは、2つのブレードのみを有してもよい。これらの実施形態の何れかにおいて、各ロータは、前方飛行中に前記2つのブレードを所定の位置に固定するように構成されてもよい。これらの実施形態の何れかにおいて、各プロップロータは、2つよりも多くのブレードを有してもよい。

【0010】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記複数のロータのうちの第1のロータは、前記複数のロータのうちの第2のロータに対して、前記第1のロータの回転軸が前記第2のロータの回転軸と非平行であるように傾斜してもよい。これらの実施形態の何れかにおいて、任意のロータ又はプロップロータの傾斜角は、個別のバースト・ディスクが任意の乗客又はパイロットと交差できないようなものである。これらの実施形態の何れかにおいて、任意のロータ又はプロップロータの傾斜角は、個別のバースト・ディスクが任意の飛行クリティカル・コンポーネントと交差できないようなものである。

40

【0011】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記複数のプロップロータのうちの第1のプロップロータは、前記複数のプロップロータのうちの第2のプロップロータに対して、前記第1のプロップロータの回転軸が前記第2のプロップロータの回転軸と非平行であるように傾斜してもよい。

【0012】

50

これらの実施形態の何れかにおいて、前記航空機は、ホバリング中にヨーイング・モーメントを生成するために少なくとも1つのプロップロータのチルトを能動的に変更するように構成された制御システムをさらに含む。

【0013】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記プロップロータのブレードの迎え角は、飛行中にまとめて調整可能であってもよい。

【0014】

これらの実施形態の何れかにおいて、推進力が完全に前記プロップロータによって提供されてもよい。

【0015】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記プロップロータのチルトの範囲は、90度よりも大きくてもよい。

【0016】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記少なくとも1つの翼は、巡航中に必要とされる揚力を提供してもよい。

【0017】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記少なくとも1つの翼は、前記胴体の上側に取り付けられた高翼であってもよい。

【0018】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記少なくとも1つの翼は、操縦翼面を有する。

【0019】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記ロータ及びプロップロータのすべては、前記少なくとも1つの翼に取り付けられる。

【0020】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記航空機は電動である。

【0021】

これらの実施形態の何れかにおいて、前記航空機は有人である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

本発明は、添付の図面を参照して、単なる例として以下に説明される。

【0023】

【図1】様々な実施形態による前方飛行構成におけるVTOL航空機を示す。

【0024】

【図2】様々な実施形態による離着陸構成におけるVTOL航空機を示す。

【0025】

【図3】様々な実施形態によるリフト構成及び前方飛行構成におけるロータ位置及びプロップロータ位置を図示するVTOL航空機の斜視図である。

【0026】

【図4】図3のVTOL航空機の上面図である。

【0027】

【図5】図3のVTOL航空機の正面図である。

【0028】

【図6】図3のVTOL航空機の側面図である。

【0029】

【図7】様々な実施形態による立っている人に対する航空機のサイズを図示するVTOL航空機の正面図である。

【図8】様々な実施形態による立っている人に対する航空機のサイズを図示するVTOL航空機の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

10

20

30

40

50

様々な実施形態によれば、本書に記載されるV T O L航空機は、少なくとも1つの固定翼と、離陸中、着陸中及びホバリング中に揚力を提供するために固定された複数のロータと、揚力を提供するためのリフト構成から、少なくとも1つの固定翼が航空機に揚力を提供するために必要な前方推力を提供するための推進構成にチルト可能な複数のプロップロータを含む。推進システムの一部が揚力専用であり、推進システムの一部がリフト中及び前方飛行中の両方に使用されるようにV T O L航空機を構成することによって、航空機は、別個のリフト・システム及び推進システムを有するV T O L航空機、並びにリフト及び前方飛行の両方のためにすべての推進力を使用するV T O L航空機よりも軽くなることができ、低い抗力を有することができる。垂直推進力及び前方推進力のための別個の推進システムを有する有翼V T O L航空機は、垂直離着陸中及びホバリング中に、前方推進システムを本質的に無駄にする。対照的に、本書に記載された原理による航空機は、垂直離着陸中に前方推進システムを利用し、これは全体として比較的軽い推進システムをもたらし、これができる。ロータのすべてをチルトさせる有翼V T O L航空機は、ロータを配置する場所を制限し（ロータは重心の前方及び後方に配置されなければならないが、これらの配置は他のロータ及び翼によって制限される）、これは多くの場合、比較的少なく、したがって大きなロータをもたらし。対照的に、本書に記載される原理による推進システムは、比較的小さく、軽量で、低い抗力のロータを有することができる。よって、本書に記載される様々な実施形態による航空機は、専用のリフト推進システムとチルト可能な推進システムとの間の理想的なバランスを有する。

10

【0031】

20

様々な実施形態によれば、プロップロータは前縁の前方で翼に取り付けられ、ロータは後縁の後方で翼に取り付けられる。プロップロータ及びロータは、ブームを介して翼に取り付けられうる。いくつかの実施形態において、各ブームは、その前端でプロップロータを支持し、後端でロータを支持する。

【0032】

様々な実施形態によれば、プロップロータは、1つのプロップロータの破損したブレードが隣接するプロップロータのブレードに当たることを防止するために、前後方向に互い違いに配置される。いくつかの実施形態によれば、ロータ及び/又はプロップロータは、それらのブレードが互いに交差しないように、及びヨー制御権限を強化するように、配置及び傾斜(cant)される。いくつかの実施形態において、飛行中のブレード破壊に起因する潜在的な損傷を最小限にするために、ロータ及び/又はプロップロータは、それらのブレードの回転面が乗客及び/又はクリティカル・システム・コンポーネントと交差しないように配置及び傾斜される。

30

【0033】

いくつかの実施形態によれば、翼は、乗客の出入りを容易にするために胴体の高くに配置される。航空機は、ロータ及びプロップロータを支持するブームの底が平均的なサイズの人の頭部の上になるように構成されることができ、これもまた、出入りの容易さに寄与する。

【0034】

本開示及び実施形態の以下の説明では、実例として、実施されうる特定の実施形態が示されている添付の図面を参照する。本開示の範囲から逸脱することなく、他の実施形態及び例が実施され、変更が行われうるということが理解されよう。

40

【0035】

さらに、以下の説明で使用される単数形「a」、「an」及び「the」は文脈が明らかにそうでないことを示さない限り、複数形も含むことが意図されることも理解されよう。「及び/又は」という用語は、本書で使用される場合、関連する列挙された項目のうちの1つ以上の任意の及びすべての可能な組合せを指し、包含することも理解されよう。本書で使用される際に、「含む」、「含んでいる」、「備える」及び/又は「備えている」という用語は、記載された特徴、整数、ステップ、動作、要素、コンポーネント及び/又はユニットの存在を指定するが、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、コ

50

ンポーネント、ユニット及び/又はそれらのグループの存在又は追加を排除しないことも理解されよう。

【0036】

本書で使用する際に、「プロップロータ」という用語は、プロペラのピッチを変化させることによって、垂直リフト及び前方推進のための推力を提供できる可変ピッチ・プロペラを指す。

【0037】

図1及び図2は、様々な実施形態による巡航構成及び垂直離着陸構成のVTOL航空機100をそれぞれ示す。航空機100は、胴体102と、胴体102に取り付けられた翼104と、胴体102の後部に取り付けられた1つ以上の後部安定器106とを含む。複数のロータ112が翼104に取り付けられ、垂直離着陸のための揚力を提供するように構成される。複数のプロップロータ114が翼104に取り付けられ、図2に示されるように、垂直離着陸及びホバリングに必要な揚力の一部を提供するリフト構成と、図1に示されるように、水平飛行のために航空機100に前方推力を提供する推進構成との間でチルト可能である。本書で使用される際に、プロップロータリフト構成は、プロップロータ推力が航空機に主に揚力を提供している任意のプロップロータの方向を指し、プロップロータ推進構成は、プロップロータ推力が航空機に主に前方推力を提供している任意のプロップロータの方向を指す。

10

【0038】

様々な実施形態によれば、ロータ112は揚力のみを提供するように構成され、すべての推進力はプロップロータによって提供される。したがって、ロータ112は固定位置にあってもよい。離着陸中に、プロップロータ114は、追加の揚力を提供するために、それらの推力が下方に向けられるリフト構成になるようにチルトされる。

20

【0039】

前方飛行のために、プロップロータ114は、それらのリフト構成からそれらの推進構成にチルトする。言い換えると、プロップロータ114のピッチは、垂直離着陸中及びホバリング中に揚力を提供するようにプロップロータ推力が下方に向けられるピッチから、航空機100に前方推力を提供するように後方に向けられるピッチに変化する。プロップロータは、航空機100の前方方向に垂直な軸118の周りをチルトする。航空機100が完全に前方飛行である場合に、揚力は翼104によって完全に提供されてもよく、ロータ112は停止されてもよい。ロータ112のブレード120は、航空機の巡航のために低抗力位置にロックされてもよい。いくつかの実施形態において、ロータ112はそれぞれ、図1に示されるように、一方のブレードが他方のブレードの真っすぐ前方にある最小抗力位置で巡航するようにロックされた2つのブレード120を有する。いくつかの実施形態において、ロータ112は2つよりも多くのブレードを有する。いくつかの実施形態において、プロップロータ114はロータ112よりも多くのブレード116を含む。例えば、図1及び図2に示されるように、ロータ112はそれぞれ2つのブレードを含んでもよく、プロップロータ114は、それぞれ5つのブレードを含んでもよい。様々な実施形態によれば、プロップロータ114は、2つから5つのブレードを有することができる。

30

【0040】

様々な実施形態によれば、航空機は、胴体102の各側に1つの翼104（又は航空機全体にわたって延在する単一の翼）のみを含み、ロータ112の少なくとも一部は翼104の後方に位置し、プロップロータ114の少なくとも一部分は翼104の前方に位置する。いくつかの実施形態において、ロータ112のすべてが翼104の後方に位置し、プロップロータのすべてが翼104の前方に位置する。いくつかの実施形態によれば、すべてのロータ112及びプロップロータ114が翼に取り付けられ、すなわち、胴体に取り付けられたロータ又はプロップロータはない。様々な実施形態によれば、ロータ112はすべて翼104の後方に配置され、プロップロータ114はすべて翼104の前方に配置される。いくつかの実施形態によれば、すべてのロータ112及びプロップロータ114は、翼端109の内側に配置される。

40

50

【0041】

様々な実施形態によれば、ロータ112及びプロップロータ114は、ブーム122によって翼104に取り付けられる。ブーム122は、翼104の下に取り付けられても、翼の頂部に取り付けられてもよく、及び/又は翼プロファイルに一体化されてもよい。様々な実施形態によれば、1つのロータ112及び1つのプロップロータ114が各ブーム122に取り付けられる。ロータ112はブーム122の後端に取り付けられてもよく、プロップロータ114はブーム122の前端に取り付けられてもよい。いくつかの実施形態において、ロータ112はブーム122上の固定位置に取り付けられる。いくつかの実施形態において、プロップロータ114はヒンジ124を介してブーム122の前端に取り付けられる。プロップロータ114は、その推進構成にある場合にプロップロータ114がブーム122の本体に整列するようにブーム122に取り付けられ、前方飛行のための抗力を最小限にするブーム122のフロント・エンドの連続的な延長を形成できる。

10

【0042】

様々な実施形態によれば、航空機100は航空機100の各側に1つの翼のみ、又は航空機にわたって延在する単一の翼を含んでもよい。いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つの翼104は、胴体102の上側に取り付けられた高翼である。いくつかの実施形態によれば、翼は、フラップ及び/又はエルロンのような操縦翼面を含む。いくつかの実施形態によれば、翼は、前方飛行中の抗力を低減するために、湾曲した翼端109を有することができる。

20

【0043】

いくつかの実施形態によれば、後部安定器106は、1つ以上の舵、1つ以上のエレベータ及び/又は1つ以上の複合舵 - エレベータのような操縦翼面を含む。翼は、任意の適切な設計を有してもよい。いくつかの実施形態において、翼は、例えば図1の実施形態に示されるように、テーパ付きの前縁123を有する。いくつかの実施形態において、翼は図3の実施形態に示されるように、テーパ付きの後縁125を有する。図3の実施形態において、翼は、翼104の中央区間に実質的に直線状の前縁127を有する。

30

【0044】

航空機100は、乗客の出入りのための少なくとも1つのドア110を含んでもよい。図示される実施形態において、ドア110は、翼104の下及び前方に位置する。

【0045】

様々な実施形態によれば、ロータ112及びプロップロータ114は、(一般にロータ・バーストと呼ばれる)ブレード破損に起因して生じうる損傷を最小限にするように配置及び構成される。図3~6は、いくつかの実施形態による、使用中のロータ及びプロップロータのブレードの相対的な位置及び方向を示す。全回転にわたるブレード位置は、ディスクによって示されている。プロップロータはそれぞれ、2つのディスクを有し、1つはリフト構成用であり、1つは推進構成用である。航空機の左右のロータ及びプロップロータの構成は鏡像であり、したがって、航空機の片側のみのロータ及びプロップロータの構成が以下で議論される。

40

【0046】

図4の上面図に示されるように、プロップロータ114は、その推進構成におけるプロップロータの回転面が非同一直線上にあるように、前後方向に互い違いに配置されてもよい。図示された実施形態において、最も内側のプロップロータ114aは他のプロップロータの前方にある。いくつかの実施形態において、最も内側のプロップロータ114aは、乗客室の前方、又は乗客室内の乗客の最も前方の位置にあり、破損したブレードが乗客室に入って乗客を傷つけることができないことを保証する。いくつかの実施形態において、航空機の同じ側にある少なくとも2つのプロップロータは、それらのブレード回転面が同一直線上にあるように整列される。

【0047】

いくつかの実施形態によれば、ロータ112は、互い違いの前後位置にある。いくつかの実施形態において、最も内側のロータ112aは、他のロータの後方に配置される。い

50

くつかの実施形態において、ロータ 1 1 2 の少なくとも一部は、前後方向に整列される。

【 0 0 4 8 】

いくつかの実施形態によれば、ロータ 1 1 2 及び / 又はプロップロータ 1 1 4 のうちの少なくとも 1 つは、少なくとも 1 つの他のロータ 1 1 2 及び / 又はプロップロータ 1 1 4 に対して傾斜する。本書で使用される際に、傾斜とは、航空機のロール自由度と同様に、前後方向に平行な線の周りのロータ / プロップロータの回転軸の相対的な方向を指す。ロータ及び / 又はプロップロータの傾斜は、航空機のクリティカルな部分（人が配置される胴体のエリア、クリティカルな飛行制御システム、バッテリー、隣接するロータ / プロップロータなど）又は他のロータ・ディスクと交差しないように、ロータ / プロップロータのディスク（ブレード、及びブレードが取り付けられるロータ部分）の回転面を配向することによって、ロータ・バーストによる損傷を最小限にするのに役立つことができ、飛行中の強化されたヨー制御を提供してもよい。いくつかの実施形態において、任意のロータ又はプロップロータの傾斜角は、個別のバースト・ディスクが乗客又はパイロットと交差しないようなものである。いくつかの実施形態において、任意のロータ又はプロップロータの傾斜角は、個別のバースト・ディスクが任意の飛行クリティカル・コンポーネントと交差しないようなものである。（本書で使用される際に、クリティカル・コンポーネントは、破損が航空機の継続的な制御された飛行及び着陸を妨げる破損状態に寄与する又はそれを引き起こしうる任意のコンポーネントである。）図 5 の正面図は、いくつかの実施形態によるロータ及びプロップロータの傾斜を最もよく示す。そのリフト構成における最も内側のプロップロータ 1 1 4 a の回転軸 1 3 0 a は、プロップロータ 1 1 4 a の傾斜角度を示すために提供されている。プロップロータ 1 1 4 の傾斜は例えば、非水平であるディスク 1 3 2 a によって示されるように、それらのブレードの回転面が水平に対して斜めとなることをもたらす。垂直 1 3 8 から測定された図示された傾斜角度 1 3 6 a は約 1 2 度であり、いずれの方向に 0 ~ 3 0 度の範囲でありうる。図示の実施形態において、最も外側のプロップロータ 1 1 4 c は最も内側のプロップロータ 1 1 4 a と同じ量だけ同じ方向に傾斜しており、中間のプロップロータ 1 1 4 b は最も内側のプロップロータ 1 1 4 a 及び最も外側のプロップロータ 1 1 4 c と同じ量であるが反対方向に傾斜しており、その結果、プロップロータ 1 1 4 a の回転軸 1 3 0 a はプロップロータ 1 1 4 c の回転軸 1 3 0 c の回転軸と平行であるが、プロップロータ 1 1 4 b の回転軸 1 3 0 b とは平行ではない。しかし、これはプロップロータの相対傾斜の一例に過ぎず、航空機の所望の性能特性に従って、プロップロータ傾斜（傾斜しないことを含む）の任意の適切な組み合わせが使用されてもよいことが当業者に理解されよう。

【 0 0 4 9 】

ロータ 1 1 2 はまた、任意の適切な方法及び組合せで傾斜してもよい。いくつかの実施形態において、ロータ 1 1 2 は、対応するプロップロータに従って傾斜している。例えば、最も内側のロータのブレード・ディスク 1 3 4 a を最も内側のプロップロータのブレード・ディスク 1 3 2 a と比較することによって見てとれるように、最も内側のロータ 1 1 2 a は、最も内側のプロップロータ 1 1 4 a と同じ量だけ同じ方向に傾斜している。同様に、ロータ 1 1 2 b 及び 1 1 2 c は、それぞれ、対応するプロップロータ 1 1 4 b 及び 1 1 4 c と同様に傾斜している。以下でさらに説明されるように最も内側のロータ 1 1 2 a が後方チルトを有するように配向されているため、図 5 では最も内側のロータのブレード・ディスク 1 3 4 a が直線として描かれていないことに留意されたい。所望の性能特性を達成するために、互いに対する及びプロップロータに対するロータの傾斜及び / 又は非傾斜の任意の適切な組み合わせを使用されうる。

【 0 0 5 0 】

図 6 の側面図は、図示された実施形態による最も外側のロータ 1 1 2 c の比較的小さい後方チルトを示す。ロータ 1 1 2 c の回転軸 1 4 0 c は、垂直 1 4 2 から角度 1 4 4 c だけ後方にチルトされており、角度 1 4 4 c はいずれかの方向に 0 ~ 1 5 度の範囲でありうる。ロータ 1 1 2 c のわずかな後方チルトは、航空機の安定性及びヨー制御を助けることができる。図 6 はまた、いくつかの実施形態による少なくとも最も外側のプロップロータ

10

20

30

40

50

114cのチルトの範囲を示す。最も外側のプロップロータ114cは、その推進構成におけるプロップロータ114cの水平回転軸146cによって示される直進位置から、そのリフト構成におけるプロップロータ114cの回転軸150cによって示されるような垂直148をちょうど過ぎた（例えば、10度未満の過ぎた）位置までチルトでき、その結果、プロップロータ114cは、約100度のチルト範囲151cを有する。様々な実施形態によれば、プロップロータ114のそれぞれは、90度を越える範囲を有する。

【0051】

図7及び図8は、いくつかの実施形態による地上の人に対する翼、ロータ及びプロップロータの位置を示す。航空機100は、航空機100がその着陸ギア154によって地面に支持されている場合に、最も内側のプロップロータ114aの底152aが胴体に隣接して地面に立っている（例えば、航空機に入る準備をしている）人の頭部の上に位置するように構成されてもよい。胴体102の上部の高い位置に翼を配置することにより、人が航空機に出入りするための最大の頭部の余裕を確保できる。図7及び図8はまた、いくつかの実施形態による航空機の相対的サイズを図示するために、胴体の客室に座っている人を示す。

10

【0052】

いくつかの実施形態によれば、ロータ112及びプロップロータ114はすべて電動である。ロータ112及びプロップロータ114に給電するためのバッテリーは、胴体及び/又は翼を含む、航空機の任意の適切な位置に配置されうる。ロータ及びプロップロータの個数及び電力は、所望の性能パラメータ（例えば、目標ペイロード、対気速度及び高度）に従って選択されうる。いくつかの実施形態によれば、ロータ及びプロップロータのうちの1つ以上のものの最大出力定格は、500キロワット以下、好ましくは200キロワット以下、より好ましくは150キロワット以下である。いくつかの実施形態によれば、ロータ及びプロップロータのうちの1つ以上のものの最大出力定格は、少なくとも10キロワット、好ましくは少なくとも20キロワット、より好ましくは少なくとも50キロワットである。プロップロータの個数は、たったの2個（航空機の各側に1つ）から最大24個（航空機の各側に12個）までの範囲でありうる。好ましくは、プロップロータの個数は4～8個の範囲である。ロータの個数は、2～24個の範囲であってもよく、好ましくは4～8個の範囲である。航空機は、等しい個数のロータ及びプロップロータを有してもよく、より多くの個数のプロップロータを有してもよく、又はより多くの個数のロータを有してもよい。

20

30

【0053】

上述の原理による航空機は、最大10人、好ましくは最大6人、より好ましくは最大4人を運ぶように構成されうる。いくつかの実施形態によれば、航空機は、操縦されるように構成され、操縦制御部を含む。いくつかの実施形態において、航空機は、任意のオンボード・パイロットなしで自律的に動作するように構成される。

【0054】

いくつかの実施形態によれば、航空機は、地上3,000フィートまでの高度において、時速150マイルまでの巡航速度で、最大6人（例えば、パイロット及び最大5人の乗客）を最大75マイルまで運ぶように構成される。いくつかの実施形態において、航空機は、1人のパイロット及び4人の乗客のような5人のために構成される。様々な実施形態によれば、単一のバッテリー充電での最大範囲は、25マイル、50マイル、75マイル、100マイル、又は200マイルである。

40

【0055】

様々な実施形態によれば、ロータ112及び/又はプロップロータ114は、航空機によって生成される雑音の量を低減するために、比較的低い先端速度を有するように構成される。いくつかの実施形態において、ロータ・ブレードの先端速度はホバリングで約0.4マッハである。様々な実施形態によれば、ロータ及び/又はプロップロータのブレードの直径は、1～5メートルの範囲、好ましくは1.5～2メートルの範囲である。

【0056】

50

様々な実施形態によれば、翼幅は、10～20メートルの範囲、好ましくは15～16メートルの範囲である。様々な実施形態によれば、航空機の長さは、3～20メートルの範囲、好ましくは5～15メートルの範囲、より好ましくは6～10メートルの範囲である。

【0057】

様々な実施形態によれば、航空機は、離着陸中に、プロップロータをリフト構成に配置し、ロータ及びプロップロータによって提供される複合揚力を介して、必要な揚力を航空機に提供することによって動作する。様々な実施形態によれば、垂直離着陸中及び/又はホバリング中に、プロップロータは、すべてのプロップロータにわたって同じであってもよいし異なるプロップロータに対して異なってもよい所定のリフト構成に維持されうる。様々な実施形態によれば、プロップロータの少なくともいくつかのもののチルトは、必要な安定性及び/又は操縦を提供するために、離着陸中及び/又はホバリング中に能動的に調整されてもよい。いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つのプロップロータのチルトは、ヨーイング・モーメントを生成するために、離陸中、着陸中及び/又はホバリング中に飛行コントローラによって能動的に制御される。

10

【0058】

様々な実施形態によれば、各ロータ及び/又は各プロップロータは、様々な動作自由度に従って、飛行コントローラによって個々に制御されうる。様々な実施形態によれば、ロータの自由度は、ロータの回転速度のみである。いくつかの実施形態において、ロータのブレードの迎え角はまとめて調整されてもよく、追加の自由度を提供する。様々な実施形態によれば、プロップロータの少なくとも一部のものの自由度は、プロップロータの回転速度、ブレードの集合的な迎え角、及びプロップロータのチルトの角度を含む。様々な実施形態によれば、これらの自由度のいずれも、適切な安定性及び操縦を提供するために、離着陸中に飛行コントローラによって(自律的に、又はパイロット命令に応答して)能動的に制御されうる。

20

【0059】

航空機が前方飛行を開始するのに十分な高度を達成すると、プロップロータはそれらの推進構成に向けて前方にチルトし始め、その結果、それらの推力は揚力及び推力の組み合わせを提供し、プロップロータがそれらの推進構成に向けてさらにチルトされるにつれて揚力の割合が減少する。ロータは、ロータ・ベースの揚力を提供し続けるために、プロップロータが前方にチルトされる期間の少なくとも一部の間、アクティブのままでありうる。翼が航空機の高度を維持するのに十分な揚力を提供するほど前方対気速度が十分に高くなった後の任意の時点で、ロータが停止されうる。上述のように、ロータ・ブレードは、低抗力位置にロックされうる。

30

【0060】

巡航中、ロータは停止状態のままである。翼及び/又は後部安定器の操縦翼面は、従来の方法で航空機の操縦及び安定性のために使用されうる。いくつかの実施形態によれば、プロップロータの少なくともいくつかのもののチルトは、追加の安定性及び/又は操縦性制御を提供するように能動的に制御されうる。いくつかの実施形態において、プロップロータの少なくともいくつかのもののチルトは、離着陸中及び/又はホバリング中に能動的に制御される。いくつかの実施形態において、プロップロータのチルトは、巡航中に固定される(すなわち、変動しない)。いくつかの実施形態によれば、最も外側のプロップロータのチルトは、必要に応じてヨーイング・モーメントを提供するために、垂直離着陸中及び/又はホバリング中に能動的かつ独立して制御されうる。

40

【0061】

前述の説明は、説明の目的で、特定の実施形態を参照して説明されている。しかし、上記の例示的な議論は、網羅的であること、又は本発明を開示された正確な形態に限定することを意図するものではない。上記の教示を考慮して、多くの改良及び変形が可能である。実施形態は、技術の原理及びそれらの実用的な用途を最も良く説明するために選択され、説明された。それによって、当業者は企図される特定の使用に適しているように、様々

50

な改良を伴う技術及び様々な実施形態を最良に利用することが可能になる。

【 0 0 6 2 】

本開示及び実施例は添付の図面を参照して十分に記載されているが、様々な変更及び改良が当業者に明らかになることに留意されたい。そのような変更及び改良は、特許請求の範囲によって規定される本開示及び実施例の範囲内に含まれるものと理解されるべきである。最後に、本出願において言及される特許及び刊行物の全開示は、参照により本書に組み込まれる。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

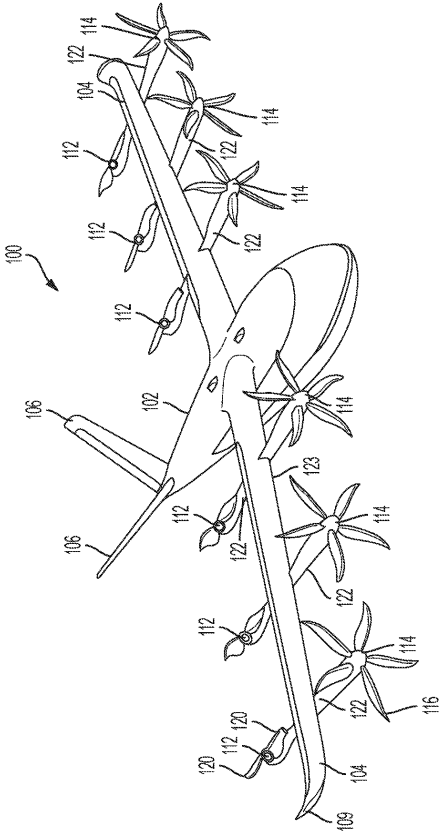


FIG. 1

【図 2】

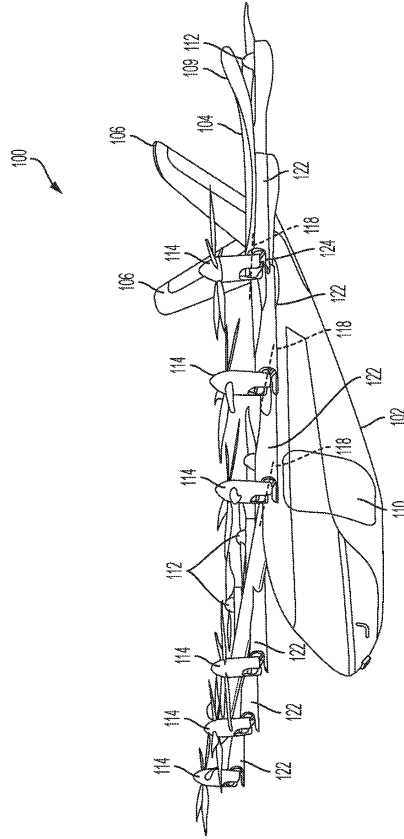


FIG. 2

【図 3】

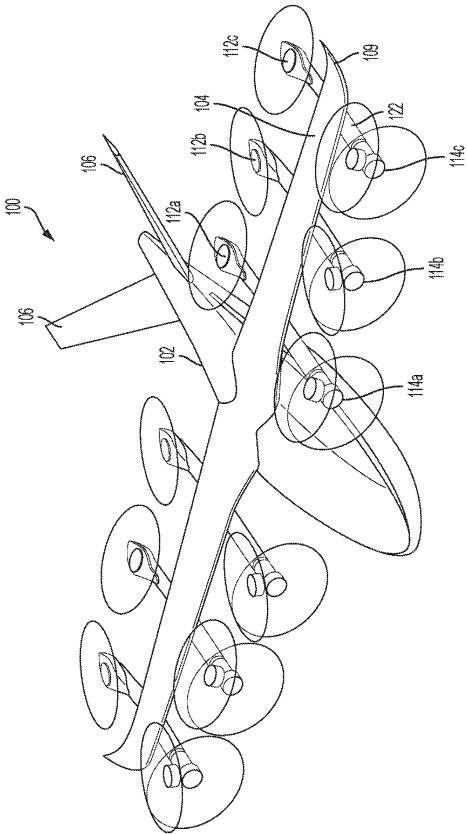


FIG. 3

【図 4】

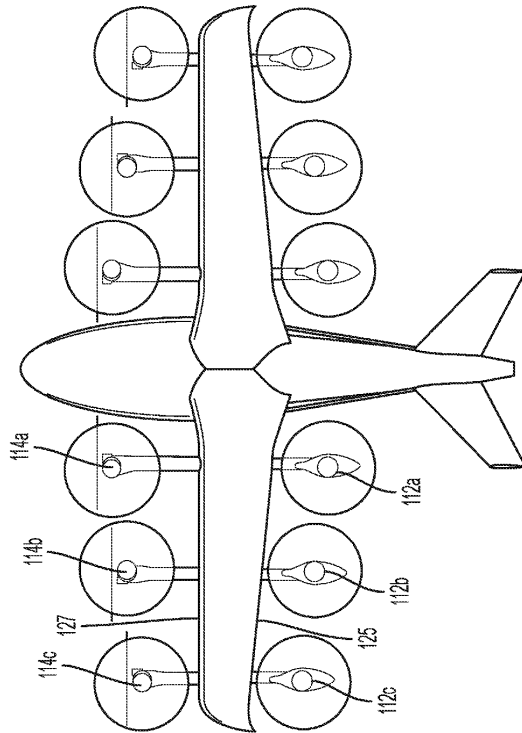


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

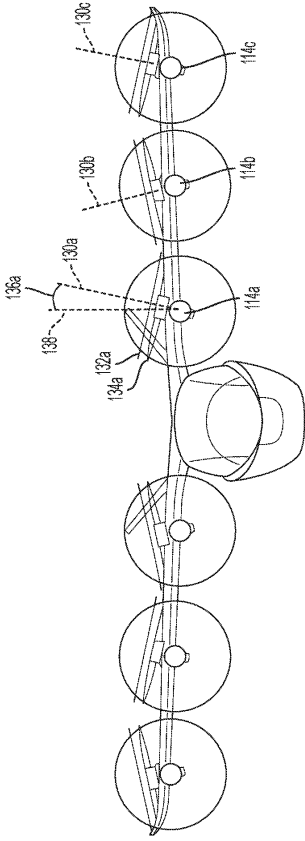


FIG. 5

【 図 6 】

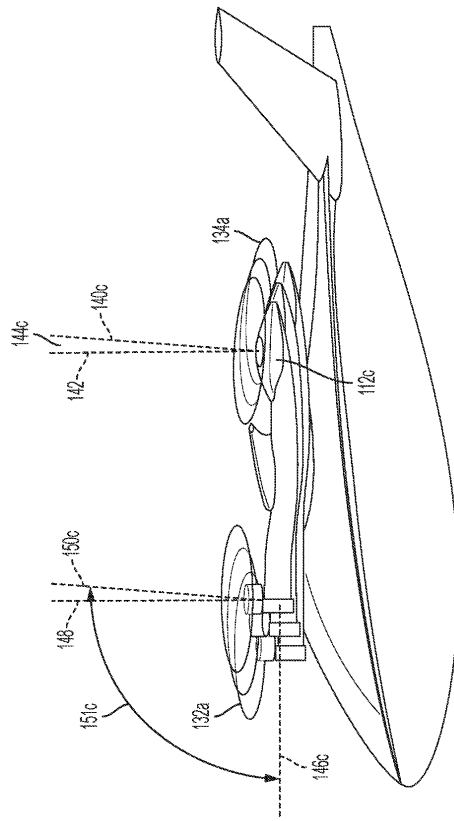


FIG. 6

【 図 7 】

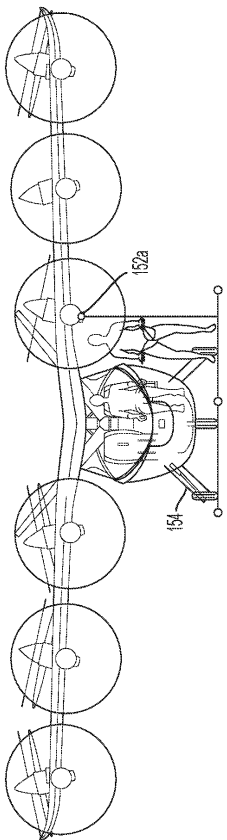


FIG. 7

【 図 8 】

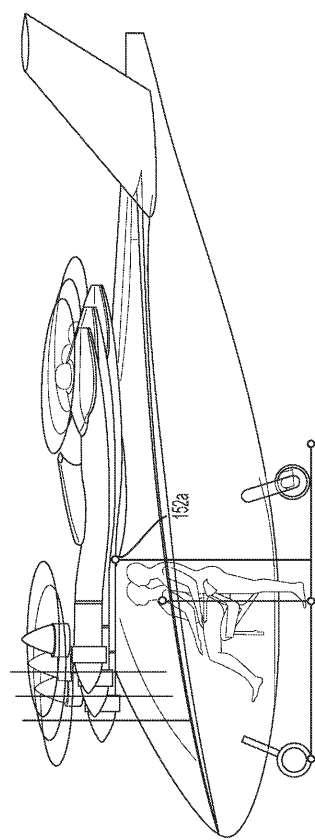


FIG. 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- ニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ムニツ, トーマス ピー.
アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- (72)発明者 アドコック, ブレット
アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ゴールドSTEIN, アダム
アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ヒューズ, カルダール リッチモンド
アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ヘイズン, ザカリー ロバート ティム
アメリカ合衆国 95134 カリフォルニア州, サン ノゼ, ウエスト タスマン ドライブ 190, アーチャー アヴィエイション インコーポレイテッド内
- 審査官 塚本 英隆
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2018/0162525 (US, A1)
米国特許第03089666 (US, A)
米国特許出願公開第2015/0266571 (US, A1)
米国特許第10364036 (US, B2)
米国特許第03515500 (US, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B64C 27/26
B64D 27/24
B64C 11/00