(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6971262号
(P6971262)
(45)発行日　令和3年11月24日(2021.11.24)　(24)登録日　令和3年11月4日(2021.11.4)

(51)Int.Cl.　F I
B64C 11/32 (2006.01)　B64C 11/32
B64C 11/04 (2006.01)　B64C 11/04
B64C 11/06 (2006.01)　B64C 11/06
B64C 11/30 (2006.01)　B64C 11/30
B64C 27/59 (2006.01)　B64C 27/59

請求項の数 25　(全 17 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2018-561031 (P2018-561031)
(86)(22)出願日　平成29年5月18日 (2017.5.18)
(65)公表番号　特表2019-516619 (P2019-516619A)
(43)公表日　令和1年6月20日 (2019.6.20)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/033394
(87)国際公開番号　WO2017/201324
(87)国際公開日　平成29年11月23日 (2017.11.23)
審査請求日　令和2年5月14日 (2020.5.14)
(31)優先権主張番号　62/392,019
(32)優先日　平成28年5月18日 (2016.5.18)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(73)特許権者　518406677
ザッカリー，キリアコス
アメリカ合衆国，デラウェア州　１９９４５，ファンクフォード，ジュダ　レーン　３５８３１
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉　良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫　敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口　昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤　和彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】可変ピッチプロペラ装置及びそれを使用する可変推力航空機

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ａ）駆動シャフト長さ軸周りを回転する駆動シャフトと、
ｂ）複数のプロペラであって、各プロペラが、(i)前記駆動シャフトに結合された結合端部と、(ii)延長端部と、(iii)前記結合端部から前記延長端部までの長さと、(iv)プロペラ長さ軸と、(v)第１側と、(vi)第２側と、を有し、前記プロペラ長さ軸が、前記駆動シャフト長さ軸に対して垂直に前記プロペラの前記長さに沿って延びる、複数のプロペラと、
ｃ）オフセット距離を変更するために作動される、前記駆動シャフトの周囲に延在する円形可撓性レースであって、(i)前記駆動シャフト長さ軸の一方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第１オフセット距離の第１レース部分と、(ii)前記駆動シャフト長さ軸の他方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第２オフセット距離の第２レース部分と、(iii)前記第１レース部分と前記第２レース部分との間の移行部と、(iv)前記第１レース部分を平坦に保持する第１ハウジング部分と、(v)前記第２レース部分を平坦に保持する第２ハウジング部分と、を含む、円形可撓性レースと、
ｄ）前記オフセット距離を変更するために前記円形可撓性レースを移動させるべく前記円形可撓性レースと結合されたレースデフレクタであって、前記オフセット距離が、前記円形可撓性レースから前記プロペラの１つの前記プロペラ長さ軸まで前記駆動シャフト長さ軸と平行に延びる距離である、レースデフレクタと、
ｅ）前記円形可撓性レースと前記プロペラとの間のレースリンケージであって、(i)レ

ース端部と、(ii)プロペラ端部と、を含み、前記レース端部が、前記円形可撓性レースに結合され、前記プロペラが回転する際に前記円形可撓性レースに沿って移動し、前記プロペラ端部が前記プロペラに結合され、前記オフセット距離が前記円形可撓性レース周りで変化すると前記プロペラを前記プロペラ長さ軸周りで回転させる、レースリンケージと、を含む、可変ピッチプロペラ装置。

【請求項２】

前記第１及び第２オフセット距離が同じである、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項３】

前記レースリンケージの前記レース端部が、前記円形可撓性レースに沿って転動するホイールを含む、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項４】

前記円形可撓性レースが、内縁部と、周縁部と、上面と、底面と、を有するリング形状であり、前記上面が前記複数のプロペラの近位にある、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項５】

前記レースリンケージの前記レース端部が、前記円形可撓性レースの前記上面上に構成される第１ホイールと、前記円形可撓性レースの前記底面上の第２ホイールと、を有する、請求項４に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項６】

前記円形可撓性レースの前記周縁部周りに構成される少なくとも３つのレースデフレクタを含む、請求項４に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項７】

前記プロペラ端部が、プロペラカプラに取り付けられ、前記プロペラカプラを動かし、次いで前記プロペラカプラが前記プロペラを前記プロペラ長さ軸周りで回転させる、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項８】

前記円形可撓性レースの前記第１レース部分から前記第２レース部分へ移動すると、前記プロペラが、前記プロペラ長さ軸周りで少なくとも９０度回転させられる、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項９】

前記円形可撓性レースの前記第１レース部分から前記第２レース部分へ移動すると、前記プロペラが、前記プロペラ長さ軸周りで少なくとも１８０度回転させられる、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項１０】

前記円形可撓性レースの前記周縁周りに構成された複数のレースデフレクタを含む、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項１１】

前記円形可撓性レースの前記周縁周りに構成された少なくとも２つのレースデフレクタを含む、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項１２】

前記レースデフレクタが、レースアクチュータに結合されたアクチュエータ端部から、前記円形可撓性レースに結合されたレース端部まで延在するレースリンケージ部材を含む、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項１３】

前記レースアクチュエータがサーボモータである、請求項１２に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【請求項１４】

ａ）航空機胴体であって、前記航空機胴体の前部から後部までの長さ軸を有し、前記航空機胴体の前記前部が前記航空機の前方位置にあり、前記航空機胴体の前記後部が前記航

空機の後方位置にある、航空機胴体と、
ｂ）前記航空機胴体の両側から延びる１対の翼であって、各翼が、(i)上面と、(ii)底面と、(iii)前記航空機胴体との接続端部から延長端部まで長さ軸に沿って延びる長さと、を含む１対の翼と、
ｃ）前記１対の翼のそれぞれに結合された可変ピッチプロペラ装置であって、
(i)駆動シャフト長さ軸周りを回転する駆動シャフトと、
(ii)複数のプロペラであって、各プロペラが、前記駆動シャフトに結合された結合端部と、延長端部と、前記結合端部から前記延長端部までの長さと、プロペラ長さ軸と、第１側と、第２側と、を有し、前記プロペラ長さ軸が、前記駆動シャフト長さ軸に対して垂直に前記プロペラの前記長さに沿って延びる、複数のプロペラと、
(iii)オフセット距離を変更するために作動される、前記駆動シャフトの周囲に延在する円形可撓性レースであって、前記駆動シャフト長さ軸の一方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第１オフセット距離の第１レース部分と、前記駆動シャフト長さ軸の他方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第２オフセット距離の第２レース部分と、前記第１レース部分と前記第２レース部分との間の移行部と、前記第１レース部分を平坦に保持する第１ハウジング部分と、前記第２レース部分を平坦に保持する第２ハウジング部分と、を含む、円形可撓性レースと、
(iv)前記オフセット距離を変更するために前記円形可撓性レースを移動させるべく前記円形可撓性レースと結合されたレースデフレクタであって、前記オフセット距離が、前記円形可撓性レースから前記プロペラの１つの前記プロペラ長さ軸まで前記駆動シャフト長さ軸と平行に延びる距離である、レースデフレクタと、
(v)前記円形可撓性レースと前記プロペラとの間のレースリンケージであって、レース端部と、プロペラ端部と、を含み、前記レース端部が、前記円形可撓性レースに結合され、前記プロペラが回転する際に前記円形可撓性レースに沿って移動し、前記プロペラ端部が前記プロペラに結合され、前記オフセット距離が前記円形可撓性レース周りで変化すると前記プロペラを前記プロペラ長さ軸周りで回転させる、レースリンケージと、を含む、可変ピッチプロペラ装置と、
を含む、可変推力航空機。
【請求項１５】
前記可変ピッチプロペラ装置の前記駆動シャフトが前記翼から前方に延びる、請求項１４に記載の可変推力航空機。
【請求項１６】
前記第１オフセット距離が、前記円形可撓性レースの一部の周りで前記航空機の下向きの推力と上向きの揚力とを生成するために前記複数のプロペラを回転させ、前記第２オフセット距離が、前記複数のプロペラを前記第１オフセット距離のときの回転位置から少なくとも９０度回転させる、請求項１５に記載の可変推力航空機。
【請求項１７】
前記可変ピッチプロペラ装置の前記駆動シャフトが前記翼から上方に延びる、請求項１４に記載の可変推力航空機。
【請求項１８】
前記第１オフセット距離が、前記円形可撓性レースの一部の周りで前記航空機の下向きの推力と上向きの揚力とを生成するために前記複数のプロペラを回転させ、前記第２オフセット距離が、前記複数のプロペラを前記第１オフセット距離のときの回転位置から少なくとも９０度回転させる、請求項１７に記載の可変推力航空機。
【請求項１９】
前記１対の翼のそれぞれに結合された１対の可変ピッチプロペラ装置を含む、請求項１４に記載の可変推力航空機。
【請求項２０】
前記１対の翼のそれぞれにおいて、第１可変ピッチプロペラ装置の前記駆動シャフトが前記翼から前方に延び、第２可変ピッチプロペラ装置が前記翼から後方に延びる、請求項

１９に記載の可変推力航空機。
【請求項２１】
ａ）航空機胴体を含み、前記航空機胴体が、
ｂ）前記航空機胴体に結合された可変ピッチプロペラ装置であって、
(i)駆動シャフト長さ軸周りで回転する駆動シャフトと、
(ii)複数のプロペラであって、各プロペラが、前記駆動シャフトに結合された結合端部と、延長端部と、前記結合端部から前記延長端部までの長さと、プロペラ長さ軸と、第１側と、第２側と、を含み、前記プロペラ長さ軸が、前記駆動シャフト長さ軸に対して垂直に前記プロペラの前記長さに沿って延びる、複数のプロペラと、
(iii)オフセット距離を変更するために作動される、前記駆動シャフトの周囲に延在する円形可撓性レースであって、前記駆動シャフト長さ軸の一方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第１オフセット距離の第１レース部分と、前記駆動シャフト長さ軸の他方の側に配置された、前記プロペラ長さ軸に対して第２オフセット距離の第２レース部分と、前記第１レース部分と前記第２レース部分との間の移行部と、前記第１レース部分を平坦に保持する第１ハウジング部分と、前記第２レース部分を平坦に保持する第２ハウジング部分と、を含む、円形可撓性レースと、
(iv)前記オフセット距離を変更するために前記円形可撓性レースを移動させるべく前記円形可撓性レースと結合されたレースデフレクタであって、前記オフセット距離が、前記円形可撓性レースから前記プロペラの１つの前記プロペラ長さ軸まで前記駆動シャフト長さ軸と平行に延びる距離である、レースデフレクタと、
(v)前記円形レースと前記プロペラとの間のレースリンケージであって、レース端部と、プロペラ端部と、を含み、前記レース端部が前記円形可撓性レースに結合され、前記プロペラが回転する際に前記円形可撓性レースに沿って移動し、前記プロペラ端部が前記プロペラに結合され、前記オフセット距離が前記円形可撓性レース周りで変化すると前記プロペラを前記プロペラ長さ軸周りで回転させる、レースリンケージと、
を含む、可変ピッチプロペラ装置を有する、
可変推力航空機。
【請求項２２】
前記航空機胴体が複数の可変ピッチプロペラ装置間の中心に配置される、請求項２１に記載の可変推力航空機。
【請求項２３】
前記複数の可変ピッチプロペラ装置がプロペラ延長部によって前記航空機胴体に結合される、請求項２２に記載の可変推力航空機。
【請求項２４】
４基の可変ピッチプロペラ装置を含み、前記複数の可変ピッチプロペラ装置のそれぞれの前記駆動シャフト長さ軸が、前記航空機胴体の頂部及び底部に対して水平に延びる、請求項２３に記載の可変推力航空機。
【請求項２５】
前記複数の可変ピッチプロペラ装置が４コーナー構成で構成される、請求項２４に記載の可変推力航空機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
[0001] 本出願は、２０１６年５月１８日に出願された米国仮特許出願第６２／３９２，０１９号に基づく利益を主張する。前出の仮出願の内容全体は参照によって本明細書に組み込まれる。
【０００２】
[0002] 本発明は、可変ピッチプロペラ装置及び上記可変ピッチプロペラ装置を組み込んだ可変推力航空機に関する。
【背景技術】

【０００３】
[0003] 固定翼航空機は、離陸のための滑走路を必要とし、それにより離陸及び着陸が可能な場所を制限する。回転翼航空機は、非効率性及び燃料消費のために、固定翼航空機よりも短い航続距離を有する。それらの最高速度は、「フラップバック（flapback）」と「気流の逆転」を含むいくつかの要因によって時速約２５０マイルに制限されている。
【発明の概要】
【０００４】
[0004] 本発明は、可変ピッチプロペラ装置、及び可変推力方向能力を有する前記可変ピッチプロペラ装置を組み込んだ航空機に関する。可変ピッチプロペラを使用する例示的な可変推力航空機は、航空機が、滑走路、最高速度及び航続距離に関連する欠点なしに固定翼航空機の機能を回転翼航空機の機能と組み合わせることを可能にする。例示的な可変ピッチプロペラ装置は、調節可能なプロペラピッチ角を有する１つ又は複数のプロペラを有する。例示的なプロペラは、揚力を提供するために離陸中に初期ピッチ角で作動され、次いで、より前向きの推進を提供するために離陸後にピッチ角を変えることができる。例示的な可変ピッチプロペラは、単一の回転の周りでピッチ角を変えることができ、この際、プロペラは、回転の一部にわたって第１ピッチ角を有し、第２回転部分にわたって第２ピッチ角を有する。これにより、可変ピッチプロペラは、１回転において、航空機の下向きの推力又は揚力と、前向きの推進との両方を提供可能であり得る。例示的な実施形態では、可変推力航空機は、プロペラのピッチ角を変更することによって異なる方向に推力を提供する１つ又は複数の可変ピッチプロペラ装置を含む。例示的な可変推力航空機は、同時に異なるピッチ角で動作又は回転することができる２つ以上の可変ピッチプロペラ装置を含み、それによって２つの異なる推力を同時に提供する。
【０００５】
[0005] 例示的な可変ピッチプロペラ装置は、駆動シャフトの長さ軸又は回転軸を中心に回転する駆動シャフトと、駆動シャフトによって回転される１つ又は複数のプロペラと、を含む。例示的なプロペラは、上記駆動シャフトに結合された結合端部と、上記結合端部の反対側の延長端部と、結合端部から延長端部までの長さと、駆動シャフトの回転軸に実質的に垂直に延びる長さ軸と、第１側と、第２側と、を有する。プロペラは、駆動シャフト直接取り付けられてもよいが、多くの場合、プロペラと駆動シャフトとの間に延びる駆動シャフトカプラに取り付けられる。プロペラは、可撓性レース（race）から延在し、駆動シャフトカプラとなど、プロペラと結合されたレースリンケージによって、長さ軸を中心に回転される。可撓性レースは、レースとプロペラとの間のオフセット距離を変更するために、又はプロペラを回転させるためにレースリンケージを作動させるために作動させることができる。レースリンケージは、レースリンケージの動きを回転運動に変換するカムと結合することができる。
【０００６】
[0006] 可撓性レースはリングであってもよく、又は、ホイール又は１対のホイールなどのレースカプラがレースの周りを転動することを可能にする駆動シャフトの周りに延びる円形の内側リングを有してもよい。例示的な実施形態では、レースカプラは、レースの上面で転動するホイールと、レースの底面に沿って転動するホイールのペアである。可撓性レースは、レースリンケージを動かしてプロペラを長さ軸の周りで回転させる異なるオフセット距離を有する第１レース部分及び第２レース部分を作り出すためにレースデフレクタによって撓ませる又は変形させることができる。レースは、レース移行部分を越えて第１部分から第２部分に屈曲することができる。レースは、オフセット距離に関してレースが１回転の周りで正弦波形状を有する連続的な可変を含む任意の数のオフセット形状を有するように屈曲されてもよい。レースアセンブリは、ハウジング内に可撓性レースを含むことができ、このハウジングは同様に可撓性であってもよく、又はレースの屈曲がプロペラを回転させることを可能にするように硬質でセグメント化されていてもよい。ハウジングは、第１ハウジング部分と第２ハウジング部分との間に隙間を有して分離されてもよい。レースデフレクタは、レース又はレースハウジングと結合し、レースにオフセット距離

を変更させることができる。

【０００７】

[0007] 例示的な実施形態では、オフセット距離は、レースの回転の周囲で実質的に均一であるように変更される。オフセット距離は、第１オフセット距離から第２オフセット距離へ変更されてもよく、この際、レース又はレースアセンブリ全体が駆動シャフトの長さ軸又は回転軸に沿って上下に移動される。第１及び第２オフセット距離が同じである、請求項１に記載の可変ピッチプロペラ装置。

【０００８】

[0008] 例示的なレースデフレクタは、可撓性レースを動かすために作動する延在部を含む。デフレクタは、可撓性レースの変位を正確に制御するために、サーボモータなどのモータに結合されてもよい。例示的な実施形態では、レースデフレクタは、レースハウジングを上下に動かすためにレースハウジングと結合するロッドである。

【０００９】

[0009] 例示的な可変ピッチプロペラ装置は、１つ、２つ、３つ、４つ又はそれ以上、あるいは６つ又はそれ以上のプロペラを含むことができる。プロペラは、結合端部から延長端部までの長さを有し、形状が平面であってもよく、又は、丸みを付けられた前縁、起伏のある表面及び実質的に平坦な反対面を有する翼形形状であってもよい。プロペラの上面及び底面は、起伏をつけることができる。例えば、プロペラは、上面が起伏をつけられ、底面が平坦である翼形形状を有することができる。

【００１０】

[0010] 例示的な可変推力航空機は、本明細書に記載の可変ピッチプロペラ装置を含む。例示的な可変推力航空機は、１対の翼と、翼のそれぞれに結合された可変ピッチプロペラ装置などの少な、
くとも１つの可変ピッチプロペラ装置とを含む。例示的な実施形態では、各翼は、前方を指向することができ、駆動モータの長さ軸が翼から前方に延びる可変ピッチプロペラ装置であって、約２０度以内など航空機の長さ軸と実質的に平行であることができる可変ピッチプロペラ装置を含む。別の実施形態では、可変推力航空機は、各翼に２つの可変ピッチプロペラ装置を含む。各翼は、前向きの可変ピッチプロペラ装置と、後ろ向きの可変ピッチプロペラ装置とを有することができる。さらに別の実施形態では、可変推力航空機は、上向きの向きを有する可変ピッチプロペラ装置を含み、ここで駆動シャフトの長さ軸は翼から上方に、又は翼の平面又は翼の長さ軸に実質的に垂直に延びている。例示的な実施形態では、可変推力航空機は、翼の延長端部の近位など、各翼上に上方に向けられた可変ピッチプロペラ装置を含む。

【００１１】

[0011] 可変ピッチプロペラ装置は、垂直離着陸のために上向きの揚力を提供するように操作されてもよく、その後、前向きの推進モードに切り替えられてもよく、この際、プロペラは上向きの揚力から前向きの推進力へ又は両方の組み合わせへ切り替わるように回転される。可変ピッチプロペラ装置の１つは、第１タイプの力又は推力を生成するように操作されてもよく、第２可変ピッチプロペラ装置は、揚力及び前向きの推進力など、第２タイプの力又は推力を生成するために使用されてもよい。さらに、本明細書に記載するように、プロペラのピッチ角は、単一の回転の周りで変更することができ、それによって、単一のプロペラが１回転である程度の揚力及び前向きの推進力を提供することが可能になる。

【００１２】

[0012] 可変ピッチプロペラ装置のピッチ角は、９０度以上、又はさらには１８０度以上変更することができる。ピッチ角は、例えば、正の９０度から負の９０度に変化することができる。

【００１３】

[0013] 本発明の要約は、本発明のいくつかの実施形態の一般的な紹介として提供され、限定することを意図するものではない。本発明の変形及び代替の構成を含む追加の例示的

な実施形態を本明細書に提供する。
【００１４】
[0014] 添付の図面は、本発明のより深い理解を提供するために含まれ、本明細書に組み込まれ、その一部を構成し、本発明の実施形態を説明し、その記載と共に本発明の原理を説明する役割を果たす。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】図１は、可撓性レースから延在しプロペラと結合されたレースリンケージによって長さ軸の周りで回転される１対のプロペラを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の斜視図を示す。第１プロペラは下に回転されている。
【図２】図２は、下向きの推力を生成するために正のプロペラピッチ角を有する第１プロペラの端面図を示す。
【図３】図３は、ほとんど抵抗を生成せず全く推力を生成しない実質的にプロペラピッチ角を有さない第２プロペラの端面図を示す。
【図４】図４は、可撓性レースから延在しプロペラと結合されたレースリンケージによって長さ軸の周りで回転される１対のプロペラを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の斜視図を示す。第１プロペラは下に回転されている。
【図５】図５は、下向きの推力を生成するために正のプロペラピッチ角を有する第１プロペラの端面図を示す。
【図６】図６は、後ろ向きの推力を生成するために負のプロペラピッチ角を有する第２プロペラの端面図を示す。
【図７】図７は、可撓性レースから延在しプロペラと結合されたレースリンケージによって長さ軸の周りで回転される１対のプロペラを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の斜視図を示す。両方のプロペラはわずかに下に回転されている。
【図８】図８は、ほとんど後ろ向きの推力を生成しない非常に低い正のプロペラピッチ角を有する第１プロペラの端面図を示す。
【図９】図９は、ほとんど後ろ向きの推力を生成しない非常に低い正のプロペラピッチ角を有する第２プロペラの端面図を示す。
【図１０】図１０は、可撓性レースと、第１オフセット距離から第２オフセット距離へ移行するときにレースに沿って転動する１対のレースカプラホイールとを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の一部の斜視上面図を示す。
【図１１】図１１は、可撓性レースアセンブリを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の一部の斜視上面図を示す。
【図１２】図１２は、第１オフセット距離から第２オフセット距離への移行部を備えた可撓性レースと、プロペラを長さ軸の周りで回転させるためにレースリンケージ及びプロペラと結合された１対のレースカプラホイールとを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の一部の正面図を示す。
【図１３】図１３は、例示的なレースアセンブリの上面斜視図を示す。
【図１４】図１４は、例示的なレースアセンブリの側面図を示す。
【図１５】図１５は、例示的なレースアセンブリの底面斜視図を示す。
【図１６】図１６は、例示的なレースアセンブリの底面図を示す。
【図１７】図１７は、翼から前向き方向に向けられた又は翼から前方に延在する駆動シャフトを有する２つの可変ピッチプロペラ装置を有する例示的な可変推力航空機の斜視図を示す。
【図１８】図１８は、各翼上に翼から前向き方向に及び翼から後ろ向き方向に２つの可変ピッチプロペラ装置を有する例示的な可変推力航空機の斜視図を示す。
【図１９】図１９は、翼から上向き方向に向けられた又は翼から上方又は垂直に延在する駆動シャフトを有する２つの可変ピッチプロペラ装置を有する例示的な可変推力航空機の斜視図を示す。
【図２０】図２０は、ヒンジ式レースと、第１オフセット距離から第２オフセット距離へ

移行するときにレースに沿って転動する１対のレースカプラホイールとを有する例示的な可変ピッチプロペラ装置の一部の斜視上面図を示す。
【図２１】図２１は、４つの例示的な可変ピッチプロペラ装置を有する例示的な航空機の斜視図を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
[0036] 対応する参照符号は、図面のいくつかの図を通して対応する部分を示す。図面は、本発明の実施形態のいくつかの説明を表し、本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。さらに、図面は必ずしも一定の縮尺ではなく、一部の特徴は特定の構成要素の詳細を示すために誇張されている場合がある。したがって、本明細書で開示される特定の構造的及び機能的詳細は、限定として解釈されるべきではなく、単に本発明を多様に使用するために当業者に教示するための代表的な基礎として解釈されるべきである。
【００１７】
[0037] 本明細書で使用される場合、「含む（comprises）」、「含む（comprising）」、「含む（includes）」、「含む（including）」、「有する（has）」、「有する（having）」又はそれらのいずれかの他の変形は、非排他的な包含を網羅することを意図する。例えば、要素のリストを含むプロセス、方法、物品、又は装置は、必ずしもそれらの要素のみに限定されるものではなく、明示的に列挙されていないか又はそのようなプロセス、方法、物品又は装置に固有の他の要素を含むことができる。また、「a」又は「an」の使用は、本明細書に記載される複数の要素及び複数の構成要素を記載するために用いられる。これは、単に便宜上そのようにするだけであり、本発明の範囲の一般的な意味を与えるためである。この記載は、１つ又は少なくとも１つを含むように読まれるべきであり、単数形は、それが他の意味であることが明らかでない限り、複数形も含む。
【００１８】
[0038] 本発明の特定の例示的な実施形態を本明細書に記載し、添付の図面に示す。記載された実施形態は、本発明を説明するためのものに過ぎず、本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。本発明の他の実施形態、及び記載された実施形態の特定の修正、組み合わせ及び改良は、当業者には明らかであり、そのような代替実施形態、組み合わせ、修正、改良のすべては本発明の範囲内にある。
【００１９】
定義
[0039] 本明細書では、可撓性レースは、レースの周縁の周りで第１オフセット距離から第２オフセット距離まで移動することができ、第１オフセット距離の第１レース部分から第２オフセット距離の第２レース部分までの移行部を有するレースとして定義される。可撓性レースは、レースの少なくとも一部にわたって又はレースの全回転にわたってプロペラのピッチ角を保持するように構成される。
【００２０】
[0040] 本明細書で定義される際、長さ軸と実質的に整列されているとは、長さ軸と平行の約２０度以内にあると定義される。例えば、可変ピッチプロペラは、可変ピッチプロペラの駆動シャフト長さ軸が航空機の長さ軸と平行の約２０度以内にあるとき、航空機の長さ軸と実質的に整列されている。
【００２１】
[0041] 図１に示されるように、例示的な可変ピッチプロペラ装置１２は、可撓性レース５０から延びかつプロペラに結合されたレースリンケージ８０によって長さ軸２５の周りで回転される１対のプロペラ２０、２０’を有する。プロペラは、結合端部２２から延長端部２４までの長さ２３を有する。プロペラは、その長さに沿って延び、駆動シャフト４０の長さ軸４５に対してほぼ垂直な長さ軸２５を有する。プロペラは、第１側２６及び反対の第２側２８を有する。第１プロペラ２０は、約９０度の正のピッチ角を有するようにプロペラの長さ軸の周りを回転し、この際、前縁２７は後縁２９に対して上昇する。図２に示すように、プロペラ２０は実質的に垂直であり、ここでプロペラの面は垂直である、

又は駆動シャフトの長さ軸と整列している。第２プロペラ２０’は実質的にピッチ角を有しておらず、前縁２７’と後縁２９’は回転方向と一致している。リンケージ８０は、直接プロペラに、又はプロペラを駆動シャフト４０に結合するプロペラカプラ２１になど、プロペラに結合される。リンケージは、レース５０と結合され、レースの周りを転動する。レース５０は平面ではないので、リンケージは、レースに沿って転動するとき、レースの位置の変化によって移動される。レースは、第１オフセット距離５６を有する第１レース部分５２と、第１オフセット距離とは異なる第２オフセット距離５８を有する第２レース部分５４とを有する。オフセット距離は、プロペラの回転面に対して垂直に、又は駆動シャフトの長さ軸に沿って測定された、レースからプロペラの長さ軸までの距離である。オフセット距離が変化すると、レースリンケージが上下に移動され、したがってプロペラをプロペラの長さ軸の周りで回転させる。リンケージは、そこでレースと結合されるレースエンドからプロペラエンドまでの長さがある。リンケージは、プロペラ端部に枢転を可能にするピン接続部を有することができる。可撓性レース５０は、レース及びデフレクタアクチュエータ７５に結合されたレースデフレクタ７０によって移動される。図１に示すように、レースデフレクタは、デフレクタアクチュエータからレースハウジング６０まで延びてレースを移動させるロッドである。レースは、内側開口部、内縁部及び周縁部を有するリング形状であってもよい。レースデフレクタは、レースの内縁部の近位にあるレースリンケージ接触部と干渉することなくレースを動かすことができる。レースデフレクタは、第２オフセット距離５８より小さい第１オフセット距離５６を作り出している。

【００２２】

[0042] 可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸と実質的に一致して向けられているとき、図２に示すピッチ角は、航空機の下向きの推力又は揚力を生成し、図３に示すピッチ角は、段階１の向きにおいて推力をほとんど又は全く生成しない。段階１の向きは、離陸に向けて整えるように飛行機を持ち上げる。図１に示すように、駆動シャフト４０は、電気モータなどの駆動モータ４４によって駆動される。図２において、第１プロペラ２０は、駆動シャフト長さ軸に垂直なスラスト方向３２を有する推力を生成する約９０度の正のピッチ角３０を有する。可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸と実質的に一致して向けられるとき、図２に示すピッチ角は、航空機の下向き推力又は揚力を生成する。この下向き推力は、航空機が垂直に離陸及び着陸することを可能にする。動きの方向は太い水平の矢印で示される。図３に示すように、第２プロペラはピッチ角を有しておらず、したがって、回転するときに推力も抗力もほとんど生成しない。再び、可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸に実質的に一致して向けられるとき、図３に示すピッチ角は、下向き方向にも上向き方向にも推力をほとんど又は全く生成しない。段階１では、可変ピッチプロペラは、航空機の長さ方向と一致して向けられるとき、主に揚力を生成する。

【００２３】

[0043] 図４に示されるように、例示的な可変ピッチプロペラ装置１２は、１対のプロペラ２０、２０’を有し、１対のプロペラ２０、２０’は、可撓性レース５０から延び、プロペラに結合されたレースリンケージ８０によって、それぞれ長さ軸２５、２５’の周りで回転される。第１プロペラ２０は、図５に示すように、正のピッチ角３０を有するように回転され、プロペラ２０’は、図６に示すように、負のピッチ角３０’を有するように回転される。可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸と実質的に一致して向けられるとき、図５に示すピッチ角は、航空機の下向きの推力又は揚力を生成し、図６に示されるピッチ角は段階２の向きにおいて後向きの推力を生成する。段階２の向きは、飛行機をホバリング状態から前方飛行に移行させる。プロペラの動きの方向は、太い水平の矢印で示されている。前縁２７及び後縁２９は一斉に下方に移動し、図５に示すように揚力を生成する。図６は、可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸と実質的に一致して向けられるときに航空機を前方に推進させる後向きの推力を生成するために負のプロペラピッチ角を有する第２プロペラの端面図を示す。動きの方向は太い水平の矢印で示される。プロペラ２０の前縁２７は、プロペラの後縁２９よりも低く、これは太い上向きの矢印によって示されるように、負のプロペラピッチ角及び後向きの推力３２を生成する。

【００２４】
[0044] 図７に示されるように、例示的な可変ピッチプロペラ装置１２は１対のプロペラ２０、２０’を有し、１対のプロペラ２０、２０’は、可撓性レース５０から延び、プロペラに結合されたレースリンケージ８０によって、それぞれ長さ軸２５、２５’の周りで回転される。レースリンケージは、駆動シャフト４０をプロペラに結合する駆動シャフトカプラ４２に結合されている。可変ピッチプロペラが航空機の長さ軸と実質的に一致して向けられているとき、図８及び図９の両方に示されるピッチ角は、段階３の向きにおいて航空機を空中に推進させる後向きの推力を生成する。段階３の方向は航空機を空気中に推進させ、翼は翼の翼形の上を空気が移動する際に揚力を提供する。図８は、後方推力３２を提供するために負のプロペラピッチ角３０を有する第１プロペラ２０の端面図を示している。動きの方向は太い水平の矢印で示されている。プロペラ２０の前縁２７は、プロペラの後縁２９よりも高く、これは正のプロペラピッチ角３０及び後向きの推力を生成する。図９は、後向きの推力３２を生成するために負のプロペラピッチ角３０を有する第２プロペラ２０の端面図を示す。動きの方向は太い水平の矢印で示されている。プロペラ２０の前縁２７は、プロペラの後縁２９よりも低く、これは太い上向きの矢印によって示されるように負のプロペラピッチ角及び推力を生成する。

【００２５】
[0045] ここで図１０～図１２及び図２０を参照すると、例示的な可変ピッチプロペラ装置１２は、第１レース部５２からレース移行部５５を超えて第２レース部５４へ移行する可撓性レース５０を有するレースアセンブリ５１を有する。レースカプラ９０、１対のカプラホイール９２、９４は、第１オフセット距離５６から第２オフセット距離５８に移行するときにレースに沿って転動する。図１０に示すように、第１オフセット距離は第２オフセット距離よりも短い。レースカプラホイール９２、９４は、内側レースエッジ５９を超えて延在し、ここで第１カプラホイール９２はレースの上面５７上にあり、第２カプラホイール９４はレースの底面６７上にある。２つのカプラホイールは、それらがレースの周りを及び駆動シャフトの長さ軸４５又は駆動シャフトの回転軸の周りを転動するときにレースを挟む。レースリンケージ８０、８０’はそれぞれプロペラ２０、２０’と結合し、プロペラ２０、２０’をそれらの長さ軸２５、２５’の周りで回転させる。レースリンケージは、プロペラを長さ軸の周りで回転させるためにプロペラカプラ４２と結合するカム８８を有する。レースカプラ及びレースリンケージがレースの周りを移動するにつれ、オフセット距離が変化すると、レースリンケージはカムを強制的に動かし、これはプロペラカプラ４２、４２’を、かくしてプロペラ２０、２０’を、それぞれの長さ軸２５、２５’の周りで回転させる。可撓性レース５０は、第１ハウジング部分６２と第２ハウジング部分６４とを含むハウジング６０を有する。図１０に示すように、レースリンケージ８０のレース端部は、レースカプラが取り付けられたレースカプラリンケージ８６に結合され、ベアリング８７は、ホイール９２がレースに沿って第１部分５２から第２部分５４へ転動するときにレースカプラリンケージが枢転又は回転することを可能にする。ハウジングは、レースデフレクタ７０と結合するために、デフレクタカプラ６６を有する。レースデフレクタが駆動シャフトの長さ軸に沿って上下に移動するとき、レースデフレクタはレースハウジングを移動させ、これにより、レースリンケージのオフセット距離を変更する。図２０に示すように、可撓性レースは、レース移行部５５の両側に１対のヒンジ６９、６９’を含む状態でヒンジ式にされる。ヒンジは、レースが第１レース部５２と第２レース部５４との間で撓むことを可能にする。

【００２６】
[0046] ここで、図１３～１６を参照すると、例示的なレースアセンブリ５１は、第１レース部５２からレース移行部５５を超えて第２レース部５４へと移行するように撓むリング状の金属バンドなどの可撓性レース５０を含む。レースハウジング６０は第１ハウジング部分６２と第２ハウジング部分とを有し、それらは硬質であってもよく、それによって可撓性レースの取り付け半径にわたって可撓性レースをオフセット距離に保持する。レースアセンブリは、任意の数のレースハウジング部分を有することができる。この例示的な

実施形態に示すように、レースアセンブリは２つのレースハウジング部分を有し、それにより、レースの周りの１回転における第１オフセット距離から第２オフセット距離への単一の移行を可能にする。レースハウジング６０は、レースデフレクタ（図示せず）と結合するためのデフレクタカプラ６６を有する。

【００２７】

[0047] 図１７を参照すると、例示的な可変推力航空機１００は、２つの可変ピッチプロペラ１２、１２’を有し、それらは、翼、右翼１２０及び左翼１３０から前方方向に向けられる、すなわち、翼から前方に延在する、又は可変推力航空機の長さ軸１０５とほぼ平行な駆動シャフト４５、４５’を有する。航空機本体１０１は、長さ軸１０５に沿って前部１０２から後部１０４までの長さを有する。プロペラピッチ角は、プロペラが回転するにつれて変化する。プロペラ２０、２０’は、下向きの太い矢印によって示されるように、それらが回転するときに下向きの推力３２，３２’を生成している。プロペラは、下向きに回転するときに比較的大きな正のピッチ角を有し、後向きの推力を生成し航空機を前方に推進するその回転のように小さいピッチ角を有する。可変ピッチプロペラにより、航空機は前方及び上方に推進されることができ、それによって航空機が短い滑走路での離陸を有することを可能にする。例示的な離陸方法では、離陸及び前進飛行を行うためには、段階２及び段階３がこの順序で必要とされる。

【００２８】

[0048] 図１８に示すように、例示的な可変推力航空機１００は、各翼に２つの可変ピッチプロペラ１２を有する。右翼１２０及び左翼１３０のそれぞれは、翼から前方方向に可変ピッチプロペラ装置１２、１２’を、及び翼から後方方向に可変ピッチプロペラ装置１２’’、１２’’’を有する。可変ピッチプロペラ装置のそれぞれは、航空機の長さ軸１０５と実質的に整列した駆動シャフト長さ軸を有する。この例示的な可変推力航空機は、下向きの推力と上向きの揚力とを生成する２つの前方可変ピッチプロペラ装置１２、１２’、すなわち翼の前方の可変ピッチプロペラによって、及び、航空機の下向きの推力及び上向きの揚力を生成する２つの後方可変ピッチプロペラ１２’’、１２’’’によって動作し得る。このタイプの配置は垂直離着陸に理想的であり得る。ホバリングは、可変ピッチプロペラ装置への動力入力を介して制御することができる。同時に、後向きの推力は、速度が翼が引き継ぐのに十分になるまで航空機を前方飛行に推進することができる。可変ピッチプロペラ装置の全ての部分は、標準的な固定翼タイプの前方飛行に対して後向きの推力を生成することができる。記載されている段階は、順番に１、２、３である。

【００２９】

[0049] 図１９に示すように、例示的な可変推力航空機１００は、それぞれ翼１２０、１３０から上方方向に向けられた、すなわち翼から上向きに又は垂直に延びる駆動シャフト軸４５を有する、２つの可変ピッチプロペラ１２、１２’を有する。可変ピッチプロペラは、翼の延長端部１２４に構成されている。翼は長さ１２３と、接続端部１２２から延長端部１２４まで延在する長さ軸１２５とを有する。可変ピッチプロペラは、太い矢印によって示されるように、下向きの推力３２、３２’’’、及び／又は後ろ向きの推力３２’’’、３２’’’’を提供するように構成される。可変ピッチプロペラは、延長端部に対し、翼の長さに沿って構成されてもよい。この航空機は、垂直に離着陸し、前方飛行に移行するために段階３、２及び１をその順番に利用する。

【００３０】

[0050] 図２０に示されるように、例示的な可変ピッチプロペラ装置１２は、レース移行部５５の両側に１対のヒンジ６９、６９’を含むヒンジ式レースを有する。ヒンジは、レースが移行部を越えて第１レース部５２から第２レース部５４へ曲がることを可能にする。１対のレースカプラホイール９２及び９４はレース５０を挟み、第１オフセット距離から第２オフセット距離へ、又は第１レース部５２及び第２レース部５４へ移行するときにレースに沿って転動する。プロペラ２０、２０’は、それらが回転するときに長さ軸２５、２５’の周りで回転される。

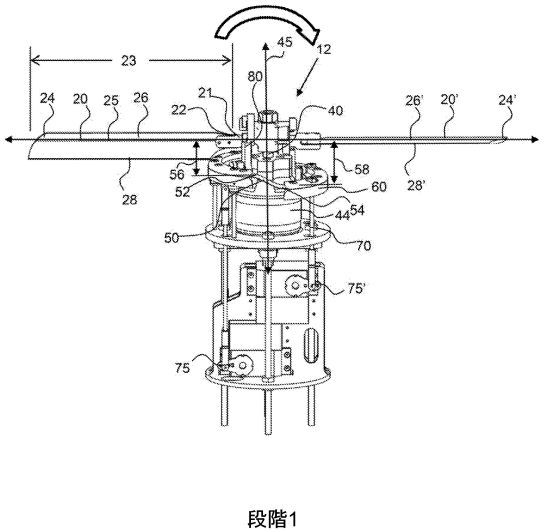
【００３１】

[0051] 図２１に示されるように、例示的な航空機１００は、プロペラ延長部１０９の延長端部に４つの例示的な可変ピッチプロペラ装置１２～１２’’’を有する。可変ピッチプロペラ装置の駆動シャフトの長さ軸４５～４５’’’は互いに同一平面内にあり、可変ピッチプロペラ装置１２及び１２’’’の長さ軸４５、４５’’’は互いに実質的に整列しており、可変ピッチプロペラ装置１２’及び１２’’の長さ軸４５’、４５’’は互いに実質的に整列している。駆動シャフトの長さ軸は、航空機本体１０１の頂部１０６及び底部１０７に対して実質的に水平な面内に延びている。４つの可変ピッチプロペラ装置は、４コーナー構成で構成され、可変ピッチプロペラ装置は長方形又は正方形の４つの角のそれぞれに配置される。この航空機は、離着陸に段階１を利用し、前方飛行に段階２を利用する。

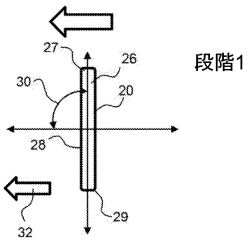
【００３２】

[0052] 本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく本発明に様々な修正、組み合わせ及び変更が可能であることは当業者には明らかであろう。本明細書に記載の特定の実施形態、特徴及び要素は、任意の適切な方法で修正及び／又は組み合わせることができる。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲及びその等価物の範囲内に入るという条件で、本発明の修正、組み合わせ及び変更を包含することが意図される。

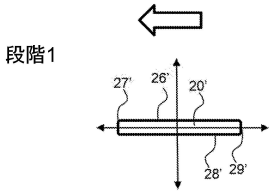
【図１】



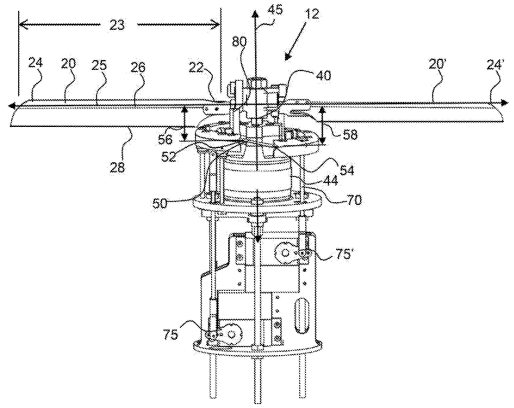
【図２】



【図３】

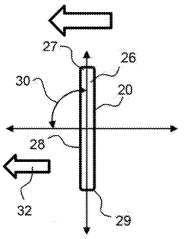


【図４】

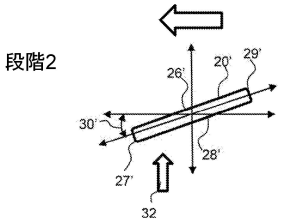


段階2

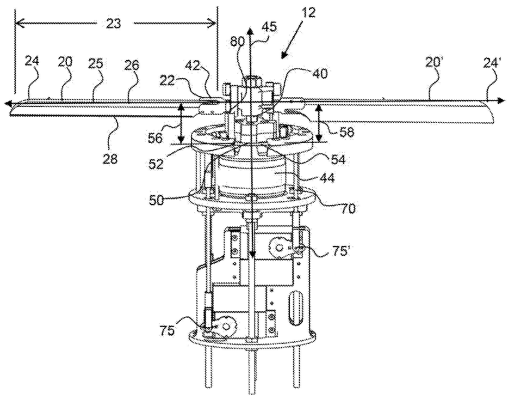
【図５】



【図６】

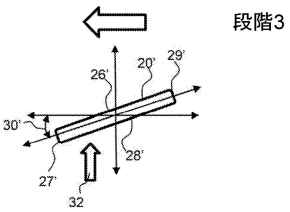


【図７】

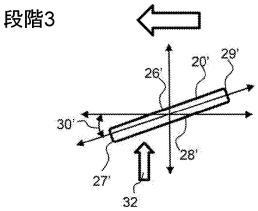


段階3

【図８】



【図９】



【図１０】

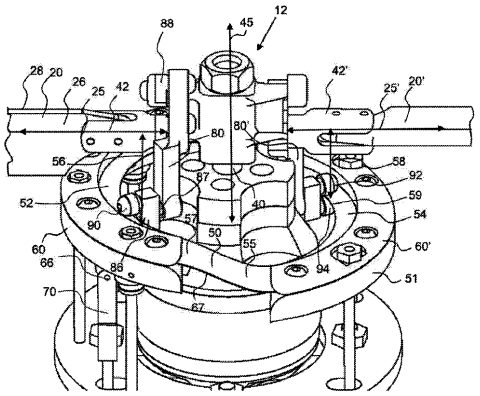


FIG. 10

【図１１】

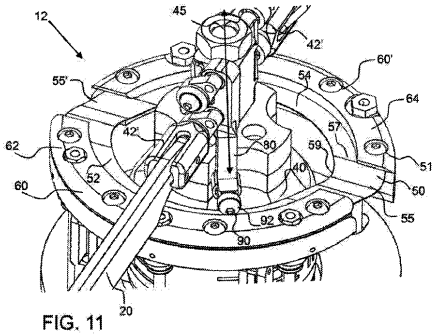


FIG. 11

【図１２】

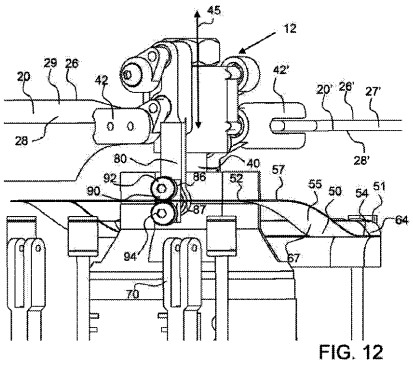


FIG. 12

【図１３】

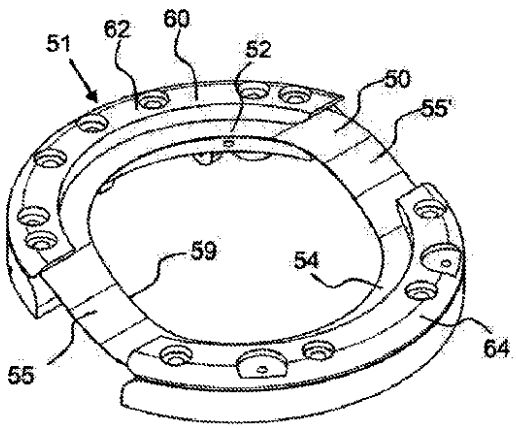


FIG. 13

【図１４】

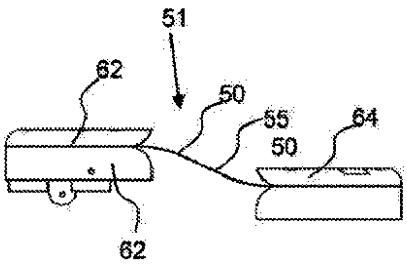


FIG. 14

【図１５】

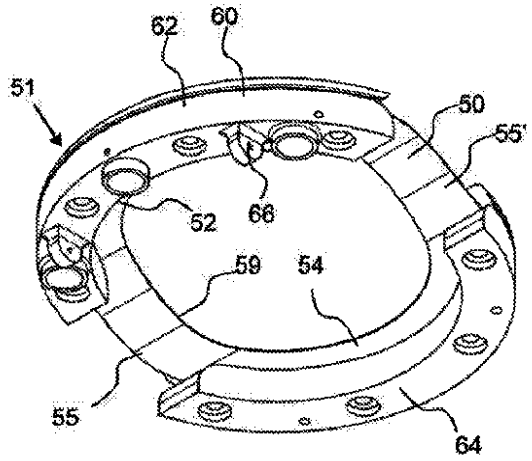


FIG. 15

【図１６】

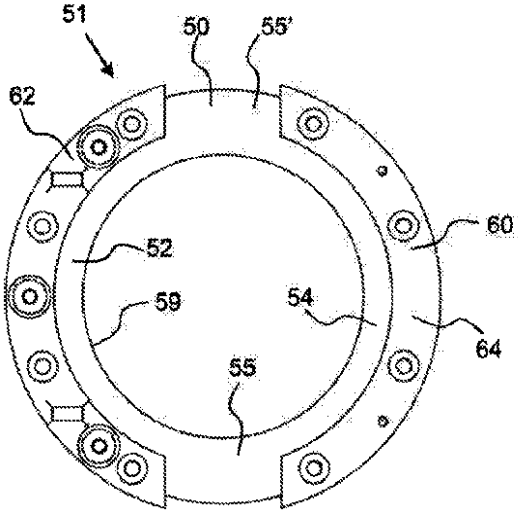


FIG. 16

【図１７】

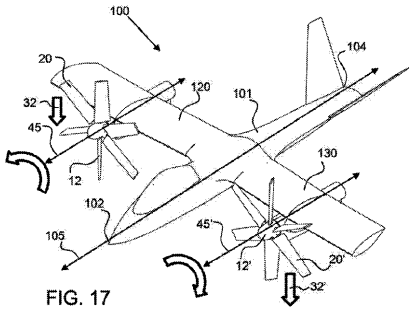


FIG. 17

【図１８】

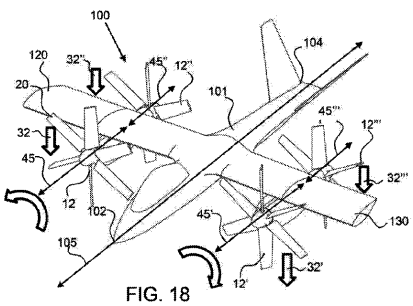


FIG. 18

【図１９】

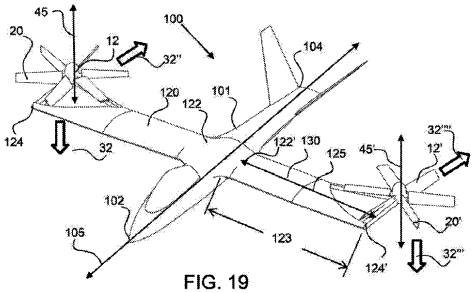


FIG. 19

【図２０】

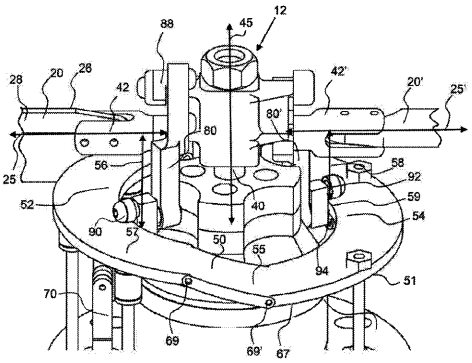


FIG. 20

【図２１】

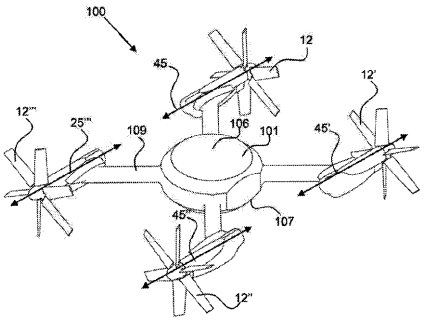


FIG. 21

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
Ｂ６４Ｃ 27/605 (2006.01) Ｂ６４Ｃ 27/605

(72)発明者 ザッカリー，キリアコス
アメリカ合衆国，デラウェア州 １９９４５，ファンクフォード，ジュダ レーン ３５８３１

審査官 長谷井 雅昭

(56)参考文献 米国特許第０２４１０５４５（ＵＳ，Ａ）
特開２００１－０７１９９８（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１３／０１３６５９６（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１４／０３５３４１９（ＵＳ，Ａ１）
特許第５８９０５６９（ＪＰ，Ｂ２）
特開昭６１－０６０３９７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０１３８４７７（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０４５８８３５５（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６４Ｃ １１／３２
Ｂ６４Ｃ １１／０６
Ｂ６４Ｃ ２７／６０５
Ｂ６４Ｃ １１／０４
Ｂ６４Ｃ １１／３０
Ｂ６４Ｃ ２７／５９