

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7276253号
(P7276253)

(45)発行日 令和5年5月18日(2023.5.18)

(24)登録日 令和5年5月10日(2023.5.10)

(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 C 29/00 (2006.01)	B 6 4 C 29/00	A
B 6 4 D 27/24 (2006.01)	B 6 4 D 27/24	
B 6 4 C 13/00 (2006.01)	B 6 4 C 13/00	B

請求項の数 7 (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-99899(P2020-99899)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	令和2年6月9日(2020.6.9)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2021-37935(P2021-37935A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和3年3月11日(2021.3.11)	(74)代理人	110000028
審査請求日	令和4年7月6日(2022.7.6)		弁理士法人明成国際特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2019-155209(P2019-155209)	(72)発明者	杉田 俊
(32)優先日	令和1年8月28日(2019.8.28)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		会社デンソー内
		(72)発明者	岩川 輝
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	橋本 真梨子
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	竹村 優一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動垂直離着陸機および電動垂直離着陸機の制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転翼(30)を回転駆動させる駆動用モータ(12)と前記駆動用モータを駆動させる駆動部(11)とを有する複数の電駆動システム(10、10a~d)を備える電動垂直離着陸機(100、100a~d)であって、

離陸動作と、飛行動作と、着陸動作のうちの少なくとも1つを含む前記電動垂直離着陸機の動作中に、

前記駆動用モータの劣化状態の指標となるモータ情報と、前記駆動部の劣化状態の指標となる駆動部情報と、のうちの少なくとも一方を含む駆動情報を、前記複数の電駆動システムのそれぞれに対して検出する駆動情報検出部(55)と、

検出された前記駆動情報に基づいて、前記複数の電駆動システムのそれぞれに対する保守要否を検出する保守要否検出部(57)と、

前記駆動情報の履歴に関する駆動履歴情報を記憶させる記憶制御部(56)と、

前記駆動履歴情報を記憶する記憶装置(17a、17b、18b、62)と、

を備え、

前記保守要否検出部は、記憶された前記駆動履歴情報を用いて判定された前記保守要否を検出する、

電動垂直離着陸機。

【請求項2】

請求項1に記載の電動垂直離着陸機において、

前記駆動履歴情報は、累積負荷値を含む、
電動垂直離着陸機。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電動垂直離着陸機において、
前記累積負荷値は、累積駆動時間と、累積回転数と、累積駆動電流と、のうちでいずれか
を含む、
電動垂直離着陸機。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の電動垂直離着陸機において、
前記駆動履歴情報は、少なくとも 2 種類の前記駆動情報が統合された統合値として構成
されている、
電動垂直離着陸機。

10

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の電動垂直離着陸機において、
前記電動垂直離着陸機とは異なる外部装置（500）が備える外部通信部（520）と
通信可能な機体通信部（64、19c）をさらに備え、
前記機体通信部は、検出された前記駆動情報を前記外部通信部へと送信し、送信された
前記駆動情報を用いて前記外部装置において判定された前記保守要否を受信し、
前記保守要否検出部は、受信された前記保守要否を検出する、
電動垂直離着陸機。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の電動垂直離着陸機において、
前記保守要否は、異常点検の要否を含む、
電動垂直離着陸機。

【請求項 7】

回転翼を回転駆動させる駆動用モータと前記駆動用モータを駆動させる駆動部とを有す
る複数の電駆動システムを備える電動垂直離着陸機の制御装置（50）であって、
離陸動作と、飛行動作と、着陸動作のうちの少なくとも 1 つを含む前記電動垂直離着陸
機の動作中に、

前記駆動用モータの劣化状態の指標となるモータ情報と、前記駆動部の劣化状態の指標
となる駆動部情報と、のうちの少なくとも一方を含む駆動情報を、前記複数の電駆動シ
ステムのそれぞれに対して検出する駆動情報検出部と、

30

検出された前記駆動情報に基づいて、前記複数の電駆動システムのそれぞれに対する保
守要否を検出する保守要否検出部と、

前記駆動情報の履歴に関する駆動履歴情報を記憶させる記憶制御部と、

前記駆動履歴情報を記憶する記憶装置と、

を備え、

前記保守要否検出部は、記憶された前記駆動履歴情報を用いて判定された前記保守要否
を検出する、

を備える、電動垂直離着陸機の制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電動垂直離着陸機の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ガスタービンエンジンを有する飛行機とは異なる種類の航空機として、電動垂直
離着陸機（eVTOL：electric Vertical Take-Off and Landing aircraft）と呼ばれ
る有人または無人の航空機の開発が活発化している。電動垂直離着陸機は、モータを有す
る電駆動システム（EDS：Electric Drive System）を複数備え、複数のモータによっ

50

て複数の回転翼が回転駆動されることで、機体の揚力や推力を得ている。電駆動システムは、安全性を確保するために、必要に応じて交換や点検がなされることが望ましい。特許文献1には、飛行機のエンジンの排気温度が所定値を超えた場合に、かかるエンジンを交換すべき点が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-159891号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

電動垂直離着陸機は、飛行機が備えるエンジンおよびプロペラの数と比較して、より多くのモータおよび回転翼が搭載されることがある。また、電動垂直離着陸機には、主に機体の揚力を得るためのリフト用の回転翼や、主に機体の推力を得るためのクルーズ用の回転翼等、互いに異なる役割を持つ複数の回転翼が組み合わせて搭載されることがある。本願発明者らは、このような電動垂直離着陸機において、複数の電駆動システムのそれぞれに対して保守を実施すべき時期が互いに異なり得ることを見出した。このため、複数の電駆動システムのそれぞれに対する保守時期を適切に判断できる技術が望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

本開示の一形態によれば、電動垂直離着陸機(100、100a~d)が提供される。この電動垂直離着陸機は、回転翼(30)を回転駆動させる駆動用モータ(12)と前記駆動用モータを駆動させる駆動部(11)とを有する複数の電駆動システム(10、10a~d)を備える電動垂直離着陸機であって、離陸動作と、飛行動作と、着陸動作のうちの少なくとも1つを含む前記電動垂直離着陸機の動作中に、前記駆動用モータの劣化状態の指標となるモータ情報と、前記駆動部の劣化状態の指標となる駆動部情報と、のうちの少なくとも一方を含む駆動情報を、前記複数の電駆動システムのそれぞれに対して検出する駆動情報検出部(55)と、検出された前記駆動情報に基づいて、前記複数の電駆動システムのそれぞれに対する保守要否を検出する保守要否検出部(57)と、前記駆動情報の履歴に関する駆動履歴情報を記憶させる記憶制御部(56)と、前記駆動履歴情報を記憶する記憶装置(17a、17b、18b、62)と、を備え、前記保守要否検出部は、記憶された前記駆動履歴情報を用いて判定された前記保守要否を検出する。

30

【0007】

この形態の電動垂直離着陸機によれば、駆動用モータの劣化状態の指標となるモータ情報と駆動部の劣化状態の指標となる駆動部情報とのうちの少なくとも一方を含む駆動情報を、複数の電駆動システムのそれぞれに対して検出する駆動情報検出部と、検出された駆動情報に基づいて複数の電駆動システムのそれぞれに対する保守要否を検出する保守要否検出部とを備えるので、保守を実施すべき時期が互いに異なり得る複数の電駆動システムのそれぞれに対する保守時期を適切に判断できる。

40

【0008】

本開示は、種々の形態で実現することも可能である。例えば、電動垂直離着陸機の制御装置、電動垂直離着陸機の制御方法等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】電動垂直離着陸機の外観構成を模式的に示す上面図である。

【図2】電動垂直離着陸機の外観構成を模式的に示す側面図である。

【図3】電動垂直離着陸機の概略構成を示すブロック図である。

【図4】保守要否検出処理の手順を示すフローチャートである。

50

【図 5】駆動履歴情報の更新処理の手順を示すフローチャートである。

【図 6】第 2 実施形態における保守要否検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 7】第 3 実施形態における保守要否検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 8】第 4 実施形態における保守要否検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 9】異常点検要否の検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 10】第 5 実施形態における保守要否検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 11】第 5 実施形態において設定されている閾値を説明するための説明図である。

【図 12】第 6 実施形態の電動垂直離着陸機の概略構成を示すブロック図である。

【図 13】第 7 実施形態の電動垂直離着陸機の概略構成を示すブロック図である。

【図 14】第 8 実施形態の電動垂直離着陸機の概略構成を示すブロック図である。

10

【図 15】第 9 実施形態の電動垂直離着陸機の概略構成を示すブロック図である。

【図 16】第 10 実施形態において、ベアリングのメンテナンス要否の検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図 17】第 10 実施形態において設定されている閾値を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

A．第 1 実施形態：

A - 1．装置構成：

図 1 および図 2 に示す電動垂直離着陸機 100（以下、「eVTOL（electric Vertical Take-Off and Landing aircraft）100」とも呼ぶ）は、電気により駆動され、鉛直方向に離着陸可能な有人航空機として構成されている。eVTOL 100 は、機体 20 と、複数の回転翼 30 と、各回転翼 30 をそれぞれ回転駆動させるための複数の電駆動システム 10（以下、「EDS（Electric Drive System）10」とも呼ぶ）とを備えている。本実施形態の eVTOL 100 は、回転翼 30 と EDS 10 とをそれぞれ 9 つずつ備えている。

20

【0011】

機体 20 は、eVTOL 100 において 9 つの回転翼 30 および EDS 10 を除いた部分に相当する。機体 20 は、機体本体部 21 と、支柱部 22 と、6 つの第 1 支持部 23 と、6 つの第 2 支持部 24 と、主翼 25 と、尾翼 28 とを備える。

【0012】

30

機体本体部 21 は、eVTOL 100 の胴体部分を構成する。機体本体部 21 は、機体軸 AX を対称軸として左右対称の構成を有する。本実施形態において、「機体軸 AX」とは、機体重心位置 CM を通り、eVTOL 100 の前後方向に沿った軸を意味している。また、「機体重心位置 CM」とは、乗員が搭乗していない空虚重量時における eVTOL 100 の重心位置を意味している。機体本体部 21 の内部には、図示しない乗員室が形成されている。

【0013】

支柱部 22 は、鉛直方向に延びる略柱状の外観形状を有し、機体本体部 21 の上部に固定されている。本実施形態において、支柱部 22 は、鉛直方向に見て eVTOL 100 の機体重心位置 CM と重なる位置に配置されている。支柱部 22 の上端部には、6 つの第 1 支持部 23 の一方の端部がそれぞれ固定されている。6 つの第 1 支持部 23 は、それぞれ略棒状の外観形状を有し、鉛直方向に垂直な面に沿って延びるように、互いに等角度間隔で放射状に配置されている。各第 1 支持部 23 の他方の端部、すなわち支柱部 22 から遠ざかる位置にある端部には、それぞれ回転翼 30 と EDS 10 とが配置されている。6 つの第 2 支持部 24 は、それぞれ略棒状の外観形状を有し、互いに隣り合う第 1 支持部 23 他方の端部（支柱部 22 と接続されていない側の端部）同士を接続している。

40

【0014】

主翼 25 は、右翼 26 と左翼 27 とにより構成されている。右翼 26 は、機体本体部 21 から右方向に延びて形成されている。左翼 27 は、機体本体部 21 から左方向に延びて形成されている。尾翼 28 は、機体本体部 21 の後端部に形成されている。右翼 26 と左

50

翼 27 と尾翼 28 とには、それぞれ回転翼 30 と EDS10 とが 1 つずつ配置されている。

【0015】

9 つの回転翼 30 のうちの 6 つは、各第 2 支持部 24 の端部に配置され、主に機体 20 の揚力を得るためのリフト用回転翼 31 として構成されている。9 つの回転翼 30 のうちの 3 つは、右翼 26 と左翼 27 と尾翼 28 とにそれぞれ配置され、主に機体 20 の推力を得るためのクルーズ用回転翼 32 として構成されている。各回転翼 30 は、それぞれの回転軸を中心として、互いに独立して回転駆動される。各回転翼 30 は、互いに等角度間隔で配置された 3 つのブレード 33 をそれぞれ有する。

【0016】

9 つの EDS10 は、各回転翼 30 をそれぞれ回転駆動させるための駆動装置として構成されている。9 つの EDS10 のうちの 6 つは、それぞれリフト用回転翼 31 を回転駆動させる。9 つの EDS10 のうちの 3 つは、それぞれクルーズ用回転翼 32 を回転駆動させる。

10

【0017】

図 3 に示すように、各 EDS10 は、駆動部 11 と、駆動用モータ 12 と、ギアボックス 13 と、回転数センサ 14 と、電流センサ 15 と、電圧センサ 16 とを有する。また、eVTOL100 は、さらに、バッテリー 40 と、コンバータ 42 と、分配器 44 と、制御装置 50 と、記憶装置 62 と、機体通信部 64 と、報知部 66 とを備えている。なお、図 3 では、図示の便宜上、eVTOL100 が備える 9 つの回転翼 30 および EDS10 のうち、2 つの回転翼 30 および EDS10 を代表して示している。

20

【0018】

駆動部 11 は、図示しないインバータ回路と、かかるインバータ回路を制御する図示しないコントローラとを含む電子機器として構成されている。インバータ回路は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) や MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 等のパワー素子により構成され、コントローラから供給される制御信号に応じたデューティ比により駆動用モータ 12 に駆動電圧を供給する。コントローラは、制御装置 50 と電氣的に接続されており、制御装置 50 からの指令に応じてインバータ回路に制御信号を供給する。

【0019】

駆動用モータ 12 は、本実施形態ではブラシ付きモータにより構成され、駆動部 11 のインバータ回路から供給される電圧および電流に応じた回転運動を出力する。なお、ブラシ付きモータに代えて、誘導モータやリラクタンスモータ等の任意のモータにより構成されていてもよい。

30

【0020】

ギアボックス 13 は、駆動用モータ 12 と回転翼 30 とを物理的に接続している。ギアボックス 13 は、図示しない複数のギアを有し、駆動用モータ 12 の回転を減速して回転翼 30 へと伝達する。なお、ギアボックス 13 が省略されて駆動用モータ 12 に回転翼 30 の回転軸が直接的に接続されていてもよい。

【0021】

回転数センサ 14 は、駆動用モータ 12 に設けられており、駆動用モータ 12 の回転数を測定する。電流センサ 15 と電圧センサ 16 とは、それぞれ駆動部 11 と駆動用モータ 12 との間に設けられており、駆動電流と駆動電圧とをそれぞれ測定する。各センサ 14 ~ 16 による測定結果は、駆動部 11 を介して、後述する制御装置 50 の駆動情報検出部 55 へと出力される。

40

【0022】

バッテリー 40 は、リチウムイオン電池により構成され、eVTOL100 における電力供給源として機能する。バッテリー 40 は、主に、各 EDS10 がそれぞれ有する駆動部 11 へと電力を供給して各駆動用モータ 12 を駆動させる。なお、リチウムイオン電池に代えて、ニッケル水素電池等の任意の二次電池により構成されていてもよく、バッテリー 40 に代えて、またはバッテリー 40 に加えて、燃料電池や発電機等の任意の電力供給源が搭載

50

されていてもよい。

【0023】

コンバータ42は、バッテリー40と接続されており、バッテリー40の電圧を降圧してeV T O L 1 0 0が備える図示しない補機類や制御装置50へと供給する。分配器44は、バッテリー40の電圧を各E D S 1 0が備える駆動部11へと分配する。

【0024】

制御装置50は、記憶部51とC P U (Central Processing Unit)とを備えるマイクロコンピュータであり、E C U (Electronic Control Unit)として構成されている。記憶部51は、R O M (Read Only Memory)とR A M (Random Access Memory)とを有する。C P Uは、記憶部51に予め記憶されている制御プログラムを実行することにより、e V T O L 1 0 0の全体動作を制御する制御部52として機能するとともに、駆動情報検出部55、記憶制御部56、および保守要否検出部57として機能する。

10

【0025】

e V T O L 1 0 0の全体動作としては、例えば、垂直離着陸動作や飛行動作等が該当する。垂直離着陸動作および飛行動作は、設定された航空経路情報に基づいて実行されてもよく、乗員の操縦により実行されてもよく、後述する外部装置500が備える外部制御部510からの指令に基づいて実行されてもよい。制御部52は、e V T O L 1 0 0の動作において、各E D S 1 0が有する駆動用モータ12の回転数および回転方向等を制御する。

【0026】

駆動情報検出部55は、各E D S 1 0のそれぞれに対する駆動情報を検出する。駆動情報には、駆動用モータ12の劣化状態の指標となるモータ情報と、駆動部11の劣化状態の指標となる駆動部情報とのうちの少なくとも一方が含まれている。モータ情報には、例えば、各E D S 1 0がそれぞれ有する回転数センサ14により測定された情報(駆動用モータ12の回転数)や、駆動用モータ12の駆動時間等が該当し、駆動用モータ12のハードウェアの劣化状態の指標となる。駆動部情報には、例えば、各E D S 1 0がそれぞれ有する電流センサ15および電圧センサ16により測定された情報(駆動電流値、駆動電圧値)等の直接的な情報や、駆動電流値や駆動電圧値から算出される駆動用モータ12の回転数の指令値等の間接的な情報や、駆動部11の駆動時間等が該当し、インバータ回路およびコントローラの劣化状態の指標となる。なお、駆動情報は、これらの情報に限らず、図示しないトルクセンサ、温度センサ、振動センサ等により測定された情報が含まれて

20

30

【0027】

記憶制御部56は、後述するように、各E D S 1 0のそれぞれにおける駆動情報の履歴に関する駆動履歴情報の更新処理を実行する。本実施形態の記憶制御部56は、e V T O L 1 0 0が備える記憶装置62に、更新された駆動履歴情報を記憶させる。駆動履歴情報は、E D S 1 0の劣化の度合いと相関がある情報であり、例えば、E D S 1 0の累積駆動時間、駆動用モータ12の累積回転数、駆動用モータ12の累積駆動電流等の累積負荷値等が該当する。E D S 1 0の累積駆動時間は、例えば、所定以上の駆動電流値が計測された時間であってもよい。

40

【0028】

保守要否検出部57は、各E D S 1 0のそれぞれに対する保守要否を検出する処理(以下、「保守要否検出処理」と呼ぶ)を実行する。保守要否は、駆動情報検出部55により検出された駆動情報に基づいて検出される。本実施形態において、保守要否検出部57は、記憶装置62に記憶された各E D S 1 0の駆動履歴情報を用いて保守要否を判定して検出する。また、本実施形態において、E D S 1 0に対する保守には、E D S 1 0の構成部品の交換が含まれる。

【0029】

記憶装置62は、R O MとR A Mとを有するメモリとして構成され、記憶制御部56の指示に応じて駆動履歴情報を記憶する。

50

【 0 0 3 0 】

機体通信部 6 4 は、無線通信を行なう機能を有し、外部装置 5 0 0 が備える外部通信部 5 2 0 と e V T O L 1 0 0 との間で情報の送受信を行なうとともに、制御装置 5 0 と通信可能に構成されている。無線通信としては、例えば、民間用 V H F (Very High Frequency) 無線通信や、4 G (第 4 世代移動体通信システム) や 5 G (第 5 世代移動体通信システム) 等の電気通信事業者が提供する無線通信や、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格に従った無線 L A N 通信等が該当する。また、例えば、U S B (Universal Serial Bus) や、I E E E 8 0 2 . 3 規格に従った有線通信であってもよい。

【 0 0 3 1 】

報知部 6 6 は、制御装置 5 0 からの指示に従って報知を行う。本実施形態において、報知部 6 6 は、乗員室に搭載されて文字や画像等を表示する表示装置や、音声や警告音等を出力するスピーカ等により構成され、視覚情報や聴覚情報によって乗員に各種情報を報知する。

10

【 0 0 3 2 】

外部装置 5 0 0 は、e V T O L 1 0 0 とは異なる装置であり、例えば、各 E D S 1 0 の保守の記録等を行うサーバ装置等の管理および制御用のコンピュータとして構成されている。外部装置 5 0 0 は、例えば、航空管制室に配置されているサーバ装置であってもよく、また、各 E D S 1 0 の保守を行う保守作業員が e V T O L 1 0 0 の運用場所に持ち込んだパーソナルコンピュータ等であってもよい。外部装置 5 0 0 は、外部制御部 5 1 0 と、外部通信部 5 2 0 と、外部記憶装置 5 3 0 とを備える。外部通信部 5 2 0 は、無線通信を行なう機能を有し、e V T O L 1 0 0 が備える機体通信部 6 4 との間で情報の送受信を行なう。外部記憶装置 5 3 0 は、R O M と R A M とを有するメモリとして構成されている。

20

【 0 0 3 3 】

A - 2 . 保守要否検出処理 :

図 4 に示す保守要否検出処理は、e V T O L 1 0 0 の起動スイッチがオンされると、制御装置 5 0 において繰り返し実行される。保守要否検出処理は、e V T O L 1 0 0 が備える複数の E D S 1 0 のそれぞれに対して実行される。

【 0 0 3 4 】

駆動情報検出部 5 5 は、E D S 1 0 の駆動情報を検出する (ステップ S 1 1 0) 。記憶制御部 5 6 は、E D S 1 0 の駆動履歴情報の更新処理を実行する (ステップ S 1 2 0) 。

30

【 0 0 3 5 】

図 5 に示すように、本実施形態における駆動履歴情報の更新処理において、記憶制御部 5 6 は、駆動情報検出部 5 5 により検出された駆動情報を、駆動履歴情報用の値に変換する (ステップ S 1 2 2) 。本実施形態では、駆動履歴情報用の値として、回転数センサ 1 4 により測定された駆動用モータ 1 2 の回転数と、電流センサ 1 5 により測定された駆動電流値とが統合された値 (以下、「統合値」と呼ぶ) を用いる。かかる統合値は、例えば、駆動用モータ 1 2 の回転数と駆動電流値とを所定の演算式に代入することにより算出されてもよい。かかる演算式は、例えば、駆動用モータ 1 2 の回転数よりも駆動電流値の方が劣化の度合いをより反映させるように重み付けされる式であってもよい。また、駆動用モータ 1 2 の巻き線抵抗値をさらに検出可能な構成においては、巻き線抵抗値に基づいて巻き線の温度情報を推測し、駆動用モータ 1 2 の回転数と駆動電流値とに加えて、かかる温度情報を示す値を所定の演算式に代入することにより統合値が算出されてもよい。巻き線温度は、巻き線の絶縁皮膜等の寿命に影響を及ぼすため、駆動用モータ 1 2 の劣化状態の指標となるモータ情報に該当する。一般に、巻き線温度が高いほど駆動用モータ 1 2 が劣化するため、巻き線の温度情報が考慮されることにより、駆動用モータ 1 2 の劣化の度合いを精度良く推定できる。なお、駆動履歴情報用の値は、これらに限らず、任意の複数種類の駆動情報が統合された値であってもよく、E D S 1 0 の劣化速度に対応するように変換された変換値であってもよい。複数の駆動情報が統合された値を用いることにより、記憶装置 6 2 のメモリを節約できる。また、変換値を用いることにより、駆動情報と E D S 1 0 の劣化速度が線形関係でない場合等においても、E D S 1 0 の劣化の度合いをより

40

50

適切に示すことができる。また、駆動履歴情報用の値として、検出された駆動情報がそのまま用いられてもよい。換言すると、ステップ S 1 2 2 が省略されてもよい。

【 0 0 3 6 】

記憶制御部 5 6 は、記憶装置 6 2 に記憶されている駆動履歴情報の値に、今回の駆動履歴情報の値、すなわち今回算出された統合値を加算する（ステップ S 1 2 8）。ステップ S 1 2 8 が実行されることにより、記憶装置 6 2 に記憶されている駆動履歴情報が更新され、記憶される。本実施形態では、駆動用モータ 1 2 の累積回転数と累積駆動電流との情報が統合された駆動履歴情報としての累積負荷値が更新され、記憶される。なお、モータ情報と駆動部情報とが、統合されずに互いに異なる駆動履歴情報としてそれぞれ加算されて記憶されてもよい。以上により、各 E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報の更新処理は完了する。

10

【 0 0 3 7 】

図 4 に示すように、保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 1 2 0 において更新されて記憶された駆動履歴情報が、部品交換条件を満たすか否かを特定する（ステップ S 1 3 0）。部品交換条件は、E D S 1 0 の構成部品の交換が推奨される程度に E D S 1 0 が劣化していると推定され得る条件として、予め設定されて記憶装置 6 2 に記憶されている。本実施形態における部品交換条件は、「駆動履歴情報としての累積負荷値が予め定められた部品交換閾値以上である」との条件である。

【 0 0 3 8 】

駆動履歴情報が部品交換条件を満たすと特定された場合（ステップ S 1 3 0：YES）、保守要否検出部 5 7 は、E D S 1 0 に対して部品交換「要」を検出する（ステップ S 1 4 0）。制御部 5 2 は、かかる E D S 1 0 に対して部品交換が必要であるとして、部品交換要請の通知を行なう（ステップ S 1 5 0）。

20

【 0 0 3 9 】

部品交換要請の通知は、報知部 6 6 を介して e V T O L 1 0 0 の乗員に対して発信される通知であってもよい。より具体的には、例えば、乗員室に搭載された表示装置に複数の E D S 1 0 の搭載位置が示されている場合に、部品交換対象の E D S 1 0 が赤色のランプで示されてもよい。また、部品交換要請の通知は、機体通信部 6 4 を介して外部装置 5 0 0 に対して発信される通知であってもよい。部品交換要請の通知により、e V T O L 1 0 0 d の乗員や保守作業員等により、部品交換が必要であると検出された E D S 1 0 に対する部品交換が実施されることが期待される。ステップ S 1 5 0 の実行により、保守要否検出処理は完了する。

30

【 0 0 4 0 】

駆動履歴情報が部品交換条件を満たさないと特定された場合（ステップ S 1 3 0：NO）、保守要否検出部 5 7 は、E D S 1 0 に対する保守「不要」を検出する（ステップ S 1 9 0）。制御部 5 2 は、ステップ S 1 9 0 の実行後、ステップ S 1 5 0 と同様な方法により、かかる E D S 1 0 に対して部品交換が不要である旨の通知を行なってもよい。ステップ S 1 9 0 の実行により、保守要否検出処理は完了する。

【 0 0 4 1 】

以上説明した第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 によれば、記憶制御部 5 6 が複数の E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報の更新処理を実行するので、複数の E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報を個別に管理できる。また、保守要否検出部 5 7 が保守要否検出処理を実行して、記憶された駆動履歴情報を用いて複数の E D S 1 0 のそれぞれに対する部品交換要否を検出するので、複数の E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報を用いて、複数の E D S 1 0 のそれぞれに対する部品交換の時期を適切に判断できる。

40

【 0 0 4 2 】

本実施形態の e V T O L 1 0 0 には、主に機体の揚力を得るためのリフト用回転翼 3 1 や、主に機体の推力を得るためのクルーズ用回転翼 3 2 等、互いに異なる役割を持つ複数の回転翼 3 0 が組み合わせて搭載されている。このような e V T O L 1 0 0 において、各回転翼 3 0 を回転駆動する各 E D S 1 0 の劣化の度合いは、互いに異なり得る。例えば、

50

リフト用回転翼 3 1 を回転駆動する E D S 1 0 の累積負荷値と、クルーズ用回転翼 3 2 を回転駆動する E D S 1 0 の累積負荷値とは、互いに異なり得る。また、例えば、機体 2 0 の右側に位置するリフト用回転翼 3 1 を回転駆動する E D S 1 0 の累積負荷値と、機体 2 0 の左側に位置するリフト用回転翼 3 1 を回転駆動する E D S 1 0 の累積負荷値とは、飛行経路や風向きなどの要因により、互いに異なり得る。したがって、複数の E D S 1 0 のそれぞれに対して保守を実施すべき時期は、互いに異なり得る。

【 0 0 4 3 】

しかしながら、本実施形態の e V T O L 1 0 0 によれば、複数の E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報を用いて複数の E D S 1 0 のそれぞれに対する部品交換要否を検出するので、保守を実施すべき時期が互いに異なり得る複数の E D S 1 0 のそれぞれに対して部品交換を実施すべき時期を適切に判断できる。このため、例えば、全ての E D S 1 0 の保守を同時に実施する構成と比較して、部品交換の実施が推奨される程度に特定の E D S 1 0 が劣化している状態が看過されて、かかる E D S 1 0 に対する部品交換の実施が遅れることを抑制でき、また、特定の E D S 1 0 の劣化の度合いが小さいにも関わらず過度に早い段階で、かかる E D S 1 0 に対する部品交換が実施されることを抑制できる。

10

【 0 0 4 4 】

また、保守要否検出部 5 7 は、駆動履歴情報を用いて部品交換要否を検出するので、E D S 1 0 の累積負荷値等の劣化の度合いに応じて部品交換要否を検出できる。このため、各 E D S 1 0 に対する部品交換要否を精度良く検出できる。また、保守要否検出部 5 7 は、駆動履歴情報としての累積負荷値が予め定められた閾値以上である E D S 1 0 に対して部品交換が必要であると検出するので、部品交換要否を精度良く検出できる。

20

【 0 0 4 5 】

また、e V T O L 1 0 0 が記憶装置 6 2 を備え、複数の E D S 1 0 のそれぞれにおける駆動履歴情報を記憶制御部 5 6 が記憶装置 6 2 に記憶させるので、駆動履歴情報の更新処理の実行中における外部装置 5 0 0 との通信を省略でき、通信障害等に起因して駆動履歴情報の更新処理の中断等が発生することを抑制できる。

【 0 0 4 6 】

また、各 E D S 1 0 の駆動履歴情報が、少なくとも 2 種類の駆動情報が統合された統合値として構成されているので、記憶装置 6 2 のメモリを節約でき、また、各 E D S 1 0 の劣化の度合いをより適切に示すことができる。

30

【 0 0 4 7 】

また、記憶装置 6 2 と機体通信部 6 4 とがそれぞれ制御装置 5 0 に接続されているので、保守要否検出処理を実現するための構成が複雑化することを抑制でき、また、制御装置 5 0 とは異なる他の部材をさらに介して記憶装置 6 2 と機体通信部 6 4 とが搭載される構成と比較して、処理負荷の増加を抑制できる。

【 0 0 4 8 】

B . 第 2 実施形態 :

図 6 に示すように、第 2 実施形態の e V T O L 1 0 0 は、駆動履歴情報の更新処理を含む保守要否検出処理が、e V T O L 1 0 0 の制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 とによって共働して実行される点において、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と異なる。装置構成を含めた他の構成は第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。なお、図 6 における破線の矢印は、e V T O L 1 0 0 に搭載された制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 との間における情報の送受信を示している。

40

【 0 0 4 9 】

第 2 実施形態の e V T O L 1 0 0 が備える記憶制御部 5 6 は、各 E D S 1 0 の駆動履歴情報を、外部装置 5 0 0 の外部記憶装置 5 3 0 に記憶させる。このため、本実施形態では、e V T O L 1 0 0 の記憶装置 6 2 が省略されていてもよい。また、第 2 実施形態の保守要否検出処理では、E D S 1 0 に対する保守要否が、外部装置 5 0 0 の外部制御部 5 1 0 によって判定される。本実施形態において、外部装置 5 0 0 は、制御装置 5 0 よりも高性

50

能な演算装置を備えている。外部装置 500 では、電源がオンすると、図 6 に示す処理が繰り返し実行される。

【0050】

制御装置 50 の駆動情報検出部 55 は、各 EDS10 の駆動情報を検出する（ステップ S110）。記憶制御部 56 は、駆動情報検出部 55 により検出された駆動情報を、駆動履歴用の値に変換する（ステップ S122）。記憶制御部 56 は、機体通信部 64 に、駆動履歴用の値を外部装置 500 の外部通信部 520 へと送信させる（ステップ S124）。

【0051】

外部装置 500 の外部制御部 510 は、eVTOL100 から送信された駆動履歴用の値を受信したか否かを特定する（ステップ S126）。駆動履歴用の値を受信していないと特定された場合（ステップ S126：NO）、ステップ S126 を繰り返す。他方、駆動履歴用の値を受信したと特定された場合（ステップ S126：YES）、外部制御部 510 は、外部記憶装置 530 に記憶されている駆動履歴情報の値に、今回の駆動履歴情報の値を加算する（ステップ S128）。

10

【0052】

外部制御部 510 は、ステップ S128 において更新されて記憶された EDS10 の駆動履歴情報が、部品交換条件を満たすか否かを特定する（ステップ S130）。

【0053】

外部制御部 510 は、駆動履歴情報が部品交換条件を満たすと特定された場合（ステップ S130：YES）、かかる EDS10 に対して部品交換「要」と判定し、外部通信部 520 を介して判定結果を機体通信部 64 へと送信させる（ステップ S142）。

20

【0054】

外部制御部 510 は、駆動履歴情報が部品交換条件を満たさないと特定された場合（ステップ S130：NO）、かかる EDS10 に対して保守「不要」と判定し、外部通信部 520 を介して判定結果を機体通信部 64 へと送信させる（ステップ S192）。上述のステップ S142 およびステップ S192 の実行により、外部装置 500 による処理は完了する。

【0055】

制御装置 50 の保守要否検出部 57 は、外部装置 500 から送信された保守要否判定結果を機体通信部 64 が受信したか否かを特定する（ステップ S144）。保守要否判定結果を受信していないと特定された場合（ステップ S144：NO）、保守要否検出処理は完了する。ステップ S144 において、保守要否検出部 57 は、予め定められた期間内に保守要否判定結果を機体通信部 64 が受信したか否かを特定してもよい。すなわち、予め定められた期間内に保守要否判定結果を受信しない場合に、保守要否検出処理を完了してもよい。

30

【0056】

他方、保守要否判定結果を受信したと特定された場合（ステップ S144：YES）、保守要否検出部 57 は、保守要否を検出する（ステップ S146）。外部通信部 520 から部品交換「要」の判定結果が送信された場合（ステップ S142）、保守要否検出部 57 は、ステップ S146 において、かかる EDS10 に対して部品交換「要」を検出する（ステップ S146）。ステップ S146 の実行後、制御部 52 は、かかる EDS10 に対して部品交換が必要であるとして、部品交換要請の通知を行なう。外部通信部 520 から保守「不要」の判定結果が送信された場合（ステップ S192）、保守要否検出部 57 は、ステップ S146 において、かかる EDS10 に対して保守「不要」を検出する（ステップ S146）。保守「不要」が検出された場合、制御部 52 は、ステップ S146 の実行後、かかる EDS10 に対して部品交換が不要である旨の通知を行なってもよい。ステップ S146 の実行により、保守要否検出処理は完了する。

40

【0057】

以上説明した第 2 実施形態の eVTOL100 によれば、第 1 実施形態の eVTOL100 と同様な効果を奏する。加えて、記憶制御部 56 が、各 EDS10 の駆動履歴情報を

50

外部装置 500 の外部記憶装置 530 に記憶させるので、eVTO L 100 が備える記憶装置 62 のメモリを節約できる。また、保守要否検出部 57 が、外部装置 500 の外部制御部 510 によって判定された各 EDS 10 のそれぞれに対する保守要否を検出するので、制御装置 50 における演算負荷を低減できる。また、高性能な外部装置 500 の外部制御部 510 が保守要否を判定するので、保守要否の判定精度を向上できる。したがって、複数の EDS 10 のそれぞれに対する保守の時期をより適切に判断できる。

【0058】

C. 第3実施形態：

図7に示すように、第3実施形態のeVTO L 100は、保守要否検出処理において、ステップS130の実行後にステップS160～S180がさらに実行されることにより、定期点検要否がさらに検出される点において、第1実施形態のeVTO L 100と異なる。装置構成を含めた他の構成は第1実施形態のeVTO L 100と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。第3実施形態におけるEDS 10の保守には、EDS 10の構成部品の交換およびEDS 10の定期点検が含まれている。

【0059】

駆動履歴情報が部品交換条件を満たさないと特定された場合（ステップS130：NO）、保守要否検出部57は、EDS 10の駆動履歴情報が定期点検条件を満たすか否かを特定する（ステップS160）。定期点検条件は、EDS 10の定期点検の実施が推奨される程度にEDS 10が劣化していると推定され得る条件として、予め設定されて記憶装置62に記憶されている。本実施形態における定期点検条件は、「駆動履歴情報としての累積負荷値が予め定められた定期点検閾値以上である」との条件である。定期点検閾値は、部品交換閾値よりも小さい値に設定されている。すなわち、本実施形態の各EDS 10では、定期点検が実行された後、さらなる駆動を経た後に部品交換が実行されることとなる。

【0060】

駆動履歴情報が定期点検条件を満たすと特定された場合（ステップS160：YES）、保守要否検出部57は、かかるEDS 10に対する定期点検「要」を検出する（ステップS170）。制御部52は、かかるEDS 10に対して定期点検が必要であるとして、定期点検要請の通知を行なう（ステップS180）。ステップS180の実行により、保守要否検出処理は完了する。

【0061】

駆動履歴情報が定期点検条件を満たさないと特定された場合（ステップS160：NO）、保守要否検出部57は、かかるEDS 10に対する保守「不要」を検出する（ステップS190）。制御部52は、ステップS190の実行後、保守が不要である旨の通知を行なってもよい。ステップS190の実行により、保守要否検出処理は完了する。

【0062】

各種の保守要請の通知は、例えば、乗員室に搭載された表示装置に複数のEDS 10の搭載位置が示されている場合に、部品交換対象のEDS 10が赤色のランプで示され、定期点検対象のEDS 10がオレンジ色のランプで示され、保守が不要であるEDS 10が緑色のランプで示されてもよい。なお、保守要請の通知は、報知部66を介してeVTO L 100の乗員に対して発信される他の種類の通知であってもよく、機体通信部64を介して外部装置500に対して発信される通知であってもよい。

【0063】

以上説明した第3実施形態のeVTO L 100によれば、第1実施形態のeVTO L 100と同様な効果を奏する。加えて、各EDS 10に対し、部品交換と定期点検とが互いに区別されて保守要否が検出されるので、複数のEDS 10のそれぞれに対する部品交換時期と定期点検時期とを適切に判断できる。

【0064】

D. 第4実施形態：

図 8 に示すように、第 4 実施形態の e V T O L 1 0 0 は、保守要否検出処理において、ステップ S 1 1 0 とステップ S 1 2 0 との間にステップ S 5 0 0 がさらに実行されて、各 E D S 1 0 のそれぞれに対する異常点検の要否がさらに検出される点において、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と異なる。装置構成を含めた他の構成は第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

駆動情報検出部 5 5 は、E D S 1 0 の駆動情報を検出する（ステップ S 1 1 0）。保守要否検出部 5 7 は、異常点検要否の検出処理を実行する（ステップ S 5 0 0）。ステップ S 5 0 0 の実行後、記憶制御部 5 6 は、E D S 1 0 の駆動履歴情報の更新処理を実行する（ステップ S 1 2 0）。異常点検は、E D S 1 0 の駆動情報の値が正常範囲から外れている状態、すなわち、E D S 1 0 に異常が発生していると推定され得る状態において、かかる E D S 1 0 に対して実施されるべき点検に相当する。異常点検は、第 3 実施形態の保守要否検出処理において要否が検出された定期点検とは異なり、累積負荷値等の駆動履歴情報に代えて、駆動情報に基づいて保守要否が検出される。

10

【 0 0 6 6 】

図 9 に示す異常点検要否の検出処理において、保守要否検出部 5 7 は、保守要否検出処理のステップ S 1 1 0 において検出された E D S 1 0 の駆動情報を読み込む（ステップ S 5 1 0）。保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 5 1 0 において読み込まれた E D S 1 0 の駆動情報の値が、正常範囲内であるか否かを特定する（ステップ S 5 1 5）。本実施形態において、「正常範囲内である」とは、E D S 1 0 が正常に動作していることが推定されて、点検が不要であると判断すべき値であることを意味している。本実施形態において、駆動情報の値が正常範囲内であるか否かは、駆動情報の値が第 1 閾値以下であるか否かにより特定される。第 1 閾値は、予め設定されて記憶装置 6 2 に記憶されている。

20

【 0 0 6 7 】

駆動情報の値が正常範囲内であると特定された場合（ステップ S 5 1 5：Y E S）、保守要否検出部 5 7 は、かかる E D S 1 0 に対する異常点検カウンタをリセットする（ステップ S 5 2 0）。ステップ S 5 2 0 の実行により、異常点検要否の検出処理は完了する。

【 0 0 6 8 】

駆動情報の値が正常範囲内でないと特定された場合（ステップ S 5 1 5：N O）、保守要否検出部 5 7 は、かかる E D S 1 0 の駆動情報の値が、要点検状態内であるか否かを特定する（ステップ S 5 2 5）。本実施形態において、「要点検状態内である」とは、駆動状態の値が正常範囲から大きく外れている状態ではないものの、正常範囲から外れている状態であることを意味している。本実施形態において、駆動情報の値が要点検状態内であるか否かは、駆動情報の値が第 2 閾値以下であるか否かにより特定される。第 2 閾値は、第 1 閾値よりも駆動情報の値が正常範囲から外れていることを示す値であり、予め設定されて記憶装置 6 2 に記憶されている。

30

【 0 0 6 9 】

駆動情報の値が要点検状態内であると特定された場合（ステップ S 5 2 5：Y E S）、保守要否検出部 5 7 は、かかる E D S 1 0 に対する異常点検カウンタをカウントアップする（ステップ S 5 3 0）。保守要否検出部 5 7 は、かかる E D S 1 0 に対する異常点検カウンタの値が異常点検判定値を超えるか否かを判定する（ステップ S 5 3 5）。異常点検判定値は、例えば 2 以上の整数であり、予め設定されて記憶装置 6 2 に記憶されている。異常点検判定値は、E D S 1 0 の駆動情報の値が正常範囲からわずかに外れている状態が続いているために、かかる E D S 1 0 の異常点検の実施が推奨される状態であることを判定するための値として設定されている。

40

【 0 0 7 0 】

異常点検カウンタの値が異常点検判定値を超えないと判定された場合（ステップ S 5 3 5：N O）、異常点検要否の検出処理は完了する。他方、異常点検カウンタの値が異常点検判定値を超えると判定された場合（ステップ S 5 3 5：Y E S）、保守要否検出部 5 7

50

は、かかる E D S 1 0 に対して異常点検「要」を検出する（ステップ S 5 4 0）。制御部 5 2 は、かかる E D S 1 0 に対して異常点検が必要であるとして、異常点検要請の通知を行なう（ステップ S 5 4 5）。異常点検要請の通知は、報知部 6 6 を介して e V T O L 1 0 0 の乗員に対して発信される通知であってもよく、機体通信部 6 4 を介して外部装置 5 0 0 に対して発信される通知であってもよい。異常点検要請の通知により、e V T O L 1 0 0 の乗員や保守作業員等により、異常点検が必要であると検出された E D S 1 0 に対して点検が実施されることが期待される。ステップ S 5 4 5 の実行により、異常点検要否の検出処理は完了する。

【 0 0 7 1 】

駆動情報の値が要点検状態内でないと特定された場合（ステップ S 5 2 5 : N O）、保守要否検出部 5 7 は、かかる E D S 1 0 に対して異常点検「要」を検出する（ステップ S 5 4 0）。駆動情報の値が要点検状態内でない場合には、駆動状態の値が正常範囲から大きく外れるような異常が発生している可能性があるため、E D S 1 0 の点検が速やかに実施されることが望ましい。制御部 5 2 は、かかる E D S 1 0 に対して異常点検が必要であるとして、異常点検要請の通知を行なう（ステップ S 5 4 5）。ステップ S 5 4 5 の実行により、異常点検要否の検出処理は完了する。

【 0 0 7 2 】

以上説明した第 4 実施形態の e V T O L 1 0 0 によれば、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同様な効果を奏する。加えて、保守要否検出部 5 7 が、駆動情報に基づいて各 E D S 1 0 に対する異常点検の要否を検出するので、異常が発生していると推定され得る E D S 1 0 に対して異常点検を実施すべきことを適切に判断できる。

【 0 0 7 3 】

また、駆動情報を用いて異常点検の要否を検出するので、駆動情報の更新処理を経ずに異常点検要否の検出処理を実行できる。このため、異常点検の要否を迅速に検出できる。また、保守要否検出部 5 7 が、E D S 1 0 の駆動情報の値が要点検状態内であるか否かを特定するので、異常点検要否の検出処理の実行中における外部装置 5 0 0 との通信を省略できる、このため、異常点検の要否を迅速に検出でき、また、通信障害等に起因して異常点検要否の検出処理の中断等が発生することを抑制できる。

【 0 0 7 4 】

E . 第 5 実施形態：

図 1 0 に示すように、第 5 実施形態の e V T O L 1 0 0 は、保守要否検出処理において、ステップ S 1 2 0 とステップ S 1 3 0 との間にステップ S 6 1 0 ~ S 6 4 0 がさらに実行されることにより、e V T O L 1 0 0 の次の使用に対する強制停止が実行され得る点において、第 3 実施形態の e V T O L 1 0 0 と異なる。装置構成を含めた他の構成は第 3 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 1 2 0 において更新されて記憶された E D S 1 0 の駆動履歴情報が、強制停止条件を満たすか否かを特定する（ステップ S 6 1 0）。強制停止条件は、定期点検要請や部品交換要請の通知がなされたにも関わらず保守が実施されずに E D S 1 0 の使用が継続された場合に、e V T O L 1 0 0 の次の使用を強制停止するための条件として、予め設定されて記憶装置 6 2 に記憶されている。本実施形態における強制停止条件は、「使用期間が予め定められた期間を超え、駆動履歴情報としての累積負荷値が予め定められた強制停止閾値以上である」との条件である。

【 0 0 7 6 】

図 1 1 を用いて、E D S 1 0 の保守に関わる閾値について説明する。図 1 1 において、縦軸は駆動履歴情報を示しており、横軸は E D S 1 0 の使用期間を示している。E D S 1 0 の使用期間は、E D S 1 0 の駆動の有無に関わらず、E D S 1 0 が機体 2 0 に取り付けられてから現在までの経過時間を意味している。かかる使用期間は、例えば、各 E D S 1 0 の駆動部 1 1 内に、バッテリー 4 0 に接続されると自動でカウントアップを開始するタイ

10

20

30

40

50

マーが設けられ、かかるタイマーの情報が制御装置 50 に送信されることにより特定されてもよい。第 5 実施形態では、E D S 10 の保守に関わる閾値として、定期点検閾値、部品交換閾値、警告閾値、強制停止閾値が、この順序で次第に大きくなる値として予め設定されている。なお、定期点検閾値は、図 11 に示すように、第 1 定期点検閾値と第 2 定期点検閾値との 2 段階に設定されている態様であってもよい。かかる態様においては、1 回目の定期点検が実行された後、さらなる駆動を経た後に 2 回目の定期点検が実行され、さらなる駆動を経た後に部品交換が実行されることとなる。

【0077】

図 10 に示すように、E D S 10 の駆動履歴情報が強制停止条件を満たすと特定された場合（ステップ S 610：YES）、すなわち、使用期間または駆動履歴情報が強制停止閾値を超えたときと特定された場合、制御部 52 は、e V T O L 100 の次の使用を強制停止する（ステップ S 620）。ステップ S 620 では、例えば、e V T O L 100 の次の離陸動作を禁止する。ステップ S 620 の実行により、保守要否検出処理は完了する。

10

【0078】

E D S 10 の駆動履歴情報が強制停止条件を満たさないと特定された場合（ステップ S 610：NO）、保守要否検出部 57 は、E D S 10 の駆動履歴情報が警告条件を満たすか否かを特定する（ステップ S 630）。警告条件は、定期点検要請や部品交換要請の通知がなされたにも関わらず保守が実行されずに E D S 10 の使用が継続された場合に、e V T O L 100 の次の使用を強制停止することを予告するための条件として、予め設定されて記憶装置 62 に記憶されている。本実施形態における警告条件は、「使用期間が予め定められた期間を超え、または、駆動履歴情報としての累積負荷値が予め定められた警告閾値以上である」との条件である。

20

【0079】

図 10 に示すように、E D S 10 の駆動履歴情報が警告条件を満たすと特定された場合（ステップ S 630：YES）、すなわち、使用期間または駆動履歴情報が警告閾値を超えたときと特定された場合、制御部 52 は、e V T O L 100 の次の使用を強制停止する警告を行なう（ステップ S 640）。かかる警告は、ステップ S 150 等において実行される保守要請の通知と同様な方法により実行されてもよい。ステップ S 640 の実行により、保守要否検出処理は完了する。

【0080】

30

E D S 10 の駆動履歴情報が警告条件を満たさないと特定された場合（ステップ S 630：NO）。ステップ S 130 に進む。

【0081】

以上説明した第 5 実施形態の e V T O L 100 によれば、第 3 実施形態の e V T O L 100 と同様な効果を奏する。加えて、定期点検要請や部品交換要請の通知がなされたにも関わらず保守が実施されずに E D S 10 の使用が継続された場合に、e V T O L 100 の次の使用を強制停止するので、保守が必要である E D S 10 に対する保守が実施されないまま e V T O L 100 の使用が継続されることを抑制できる。このため、e V T O L 100 の安全性の低下を抑制できる。また、強制停止に至る前に警告条件が満たされると警告を行なうので、強制停止前に部品交換が行われることが期待される。

40

【0082】

F．第 6 実施形態：

図 12 に示すように、第 6 実施形態の e V T O L 100 a は、E D S 10 に代えて、記憶装置 17 a を有する E D S 10 a を備える点と、記憶装置 62 が省略されている点とにおいて、第 1 実施形態の e V T O L 100 と異なる。このような構成により、第 6 実施形態の e V T O L 100 a において実行される保守要否検出処理では、各 E D S 10 a の記憶装置 17 a に駆動履歴情報がそれぞれ記憶される。他の構成は第 1 実施形態の e V T O L 100 と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【0083】

50

各 E D S 1 0 a において、記憶装置 1 7 a は、R O M と R A M とを有するメモリとして構成され、駆動部 1 1 に接続されている。記憶装置 1 7 a は、記憶制御部 5 6 の指示に応じて、E D S 1 0 a の駆動履歴情報としての駆動部情報とモータ情報とをそれぞれ記憶する。換言すると、第 6 実施形態の記憶制御部 5 6 は、各 E D S 1 0 a の駆動履歴情報を、記憶装置 1 7 a にそれぞれ記憶させる。

【 0 0 8 4 】

以上説明した第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a によれば、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同様な効果を奏する。加えて、各 E D S 1 0 a に記憶装置 1 7 a がそれぞれ搭載されて、各 E D S 1 0 a の駆動履歴情報が記憶装置 1 7 a にそれぞれ記憶されるので、メモリ容量の小さい記憶装置 1 7 a を用いることができ、e V T O L 1 0 0 a の製造コストの増加を抑制できる。また、各 E D S 1 0 a に搭載された記憶装置 1 7 a に駆動履歴情報がそれぞれ記憶されるので、E D S 1 0 a のローテーションが実行される態様においても、複数の E D S 1 0 a の駆動履歴情報を容易に管理できる。より具体的には、各 E D S 1 0 a の駆動履歴情報とともに識別情報を制御装置 5 0 に送信することを省略でき、記憶装置 6 2 において各 E D S 1 0 a の識別情報を記憶することを省略できる。なお、E D S 1 0 a のローテーションとは、複数の E D S 1 0 a を入れ替えることを意味しており、例えば、複数の E D S 1 0 a の搭載位置を物理的に入れ替えることや、E D S 1 0 a と回転翼 3 0 との組み合わせを複数の E D S 1 0 a において電氣的に切り替えることを意味している。

【 0 0 8 5 】

G . 第 7 実施形態 :

図 1 3 に示すように、第 7 実施形態の e V T O L 1 0 0 b は、E D S 1 0 a に代えて、2 つの記憶装置 1 7 b 、 1 8 b を有する E D S 1 0 b を備える点において、第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a と異なる。他の構成は第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 6 】

各 E D S 1 0 b において、記憶装置 1 7 b は、駆動部 1 1 に接続されており、駆動履歴情報のうち駆動部 1 1 の劣化状態の指標となる駆動部情報を記憶する。また、各 E D S 1 0 b において、記憶装置 1 8 b は、駆動用モータ 1 2 に接続されており、駆動履歴情報のうち駆動用モータ 1 2 の劣化状態の指標となるモータ情報を記憶する。換言すると、第 7 実施形態の記憶制御部 5 6 は、各 E D S 1 0 b の駆動履歴情報のうち、駆動部情報を記憶装置 1 7 b にそれぞれ記憶させ、モータ情報を記憶装置 1 8 b にそれぞれ記憶させる。

【 0 0 8 7 】

記憶装置 1 8 b は、モータ情報を機械的に測定して記憶してもよい。例えば、駆動用モータ 1 2 の回転子の回転を、カウンタで積算して記憶してもよい。また、例えば、ブラシ付きモータの接点摩耗を利用して、接点が削れた長さから駆動用モータ 1 2 の累積回転数を推測して記憶してもよい。また、例えば、規定温度に達すると溶解する材料により形成されたインジケータを含むシールを駆動用モータ 1 2 に貼り付けること等により、駆動用モータ 1 2 の駆動時の温度を機械的に積算して記憶してもよい。なお、記憶装置 1 8 b は、例えば R O M と R A M とを有するメモリとして構成されて、モータ情報を電子的に記憶してもよい。

【 0 0 8 8 】

以上説明した第 7 実施形態の e V T O L 1 0 0 b によれば、第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a と同様な効果を奏する。加えて、各 E D S 1 0 b に、駆動部情報を記憶する記憶装置 1 7 b と、モータ情報を記憶する記憶装置 1 8 b とがそれぞれ搭載されているので、駆動部 1 1 の劣化の度合いと、駆動用モータ 1 2 の劣化の度合いとを別々に管理する構成を容易に実現できる。このため、各 E D S 1 0 b において、駆動部 1 1 の交換や駆動用モータ 1 2 の交換の時期をそれぞれより容易に判断できる。

【 0 0 8 9 】

H . 第 8 実施形態 :

図 1 4 に示すように、第 8 実施形態の e V T O L 1 0 0 c は、E D S 1 0 a に代えて、通信部 1 9 c をさらに有する E D S 1 0 c を備える点と、機体通信部 6 4 が省略されている点とにおいて、第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a と異なる。他の構成は第 6 実施形態の e V T O L 1 0 0 a と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

各 E D S 1 0 c において、通信部 1 9 c は、駆動部 1 1 に接続されている。通信部 1 9 c は、無線通信を行なう機能を有し、外部装置 5 0 0 が備える外部通信部 5 2 0 と e V T O L 1 0 0 c との間で情報の送受信を行なうとともに、制御装置 5 0 と通信可能に構成されている。

10

【 0 0 9 1 】

第 8 実施形態の保守要否検出処理は、第 2 実施形態と同様に、制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 とによって共働して実行される態様であってもよい。かかる態様において、通信部 1 9 c は、本開示における機体通信部に対応する。

【 0 0 9 2 】

以上説明した第 8 実施形態の e V T O L 1 0 0 c によれば、第 2、6 実施形態の e V T O L 1 0 0、1 0 0 a と同様な効果を奏する。

【 0 0 9 3 】

I . 第 9 実施形態 :

図 1 5 に示すように、第 9 実施形態の e V T O L 1 0 0 d は、E D S 1 0 b に代えて、第 8 実施形態と同様の通信部 1 9 c をさらに有する E D S 1 0 d を備える点と、機体通信部 6 4 が省略されている点とにおいて、第 7 実施形態の e V T O L 1 0 0 b と異なる。他の構成は第 7 実施形態の e V T O L 1 0 0 b と同じであるので、同一の構成には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

20

【 0 0 9 4 】

第 9 実施形態の保守要否検出処理は、第 2 実施形態と同様に、制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 とによって共働して実行される態様であってもよい。かかる態様において、通信部 1 9 c は、本開示における機体通信部に対応する。

【 0 0 9 5 】

以上説明した第 9 実施形態の e V T O L 1 0 0 d によれば、第 7 実施形態の e V T O L 1 0 0 b と同様な効果を奏する。

30

【 0 0 9 6 】

J . 第 1 0 実施形態 :

第 1 0 実施形態の e V T O L 1 0 0 は、図 1 6 に示すベアリングのメンテナンス要否検出処理が実行される点において、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と異なる。第 1 0 実施形態の e V T O L 1 0 0 において、装置構成を含めた他の構成および処理手順は、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同じであるので、同一の構成および処理手順には同一の符号を付し、それらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 9 7 】

図 1 ~ 図 3 では図示を省略しているが、ギアボックス 1 3 と回転翼 3 0 との間にはベアリングを備える軸受けが設けられている。図 1 6 に示すベアリングのメンテナンス要否検出処理とは、回転翼 3 0 の回転によって消耗するベアリングの定期交換の要否を検出するための処理である。ベアリングのメンテナンス要否検出処理は、e V T O L 1 0 0 の起動スイッチがオンにされると、制御装置 5 0 において実行される。ベアリングのメンテナンス要否検出処理は、e V T O L 1 0 0 が備える複数の E D S 1 0 のそれぞれに対して実行される。

40

【 0 0 9 8 】

駆動情報検出部 5 5 は、図示しないトルクセンサから e V T O L 1 0 0 の出力トルクを検出する (ステップ S 2 1 0) 。保守要否検出部 5 7 は、ベアリング寿命値が、ベアリング寿命時間に到達したか否かを判定する (ステップ S 2 2 0) 。ベアリング寿命値は、ベ

50

アリングの定期交換が必要となる寿命時間の値を意味する。ベアリング寿命値は、予め設定された初期状態の寿命時間の値から、e V T O L 1 0 0の使用時間だけ徐々に減算されていき、また後述のように、過負荷状況に応じて減算されていく。そして、ステップ S 2 2 0では、寿命時間が0（ゼロ）に達したか否かが判定され、0（ゼロ）に達した場合に、ベアリング寿命時間に達したと判定される。なお、ベアリングの新品搭載時において、初期状態のベアリングの寿命値は、予め設定された所定の寿命値であり、記憶装置 6 2 に予め記憶されている。

【 0 0 9 9 】

ベアリング寿命値が、ベアリング寿命時間に到達したと判定された場合（ステップ S 2 2 0 : Y e s）、制御部 5 2 は、かかる E D S 1 0 を対象とするメンテナンスが必要であるとして、メンテナンス要求の通知を行なう（ステップ S 2 9 0）。

10

【 0 1 0 0 】

メンテナンス要求の通知は、報知部 6 6 を介して e V T O L 1 0 0 の乗員に対して発信される通知であってもよい。より具体的には、例えば、乗員室に搭載された表示装置に複数の E D S 1 0 の搭載位置が示されている場合に、部品交換対象の E D S 1 0 が赤色のランプで示されてもよい。また、メンテナンス要求の通知は、機体通信部 6 4 を介して外部装置 5 0 0 に対して発信される通知であってもよい。このようにすることにより、e V T O L 1 0 0 の乗員や保守作業員等により、該当の E D S 1 0 に対してメンテナンスが実施されることが大いに期待される。ステップ S 2 9 0 の実行により、メンテナンス要否検出処理は完了する。

20

【 0 1 0 1 】

ベアリング寿命時間に到達していないと判定された場合（ステップ S 2 2 0 : N o）、保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 2 1 0 で検出された出力トルクが閾値 A よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S 2 3 0）。閾値 A とは、駆動用モータ 1 2 が過負荷状態として認められる閾値のトルク値として、予め実験等により求められて設定されている所定値である。

【 0 1 0 2 】

出力トルクが閾値 A よりも大きくないと判定された場合（ステップ S 2 3 0 : N o）、処理は、ステップ S 2 1 0 に戻る。これに対して、出力トルクが閾値 A よりも大きいと判定された場合（ステップ S 2 3 0 : Y e s）、保守要否検出部 5 7 は、トルク値が閾値 A よりも大きい状態が継続する時間（以下、「過負荷継続時間」と呼ぶ）を、記憶装置 6 2 に記憶する（ステップ S 2 4 0）。

30

【 0 1 0 3 】

保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 2 4 0 で記憶装置 6 2 に記憶した過負荷継続時間を、ベアリングの寿命計算に反映する（ステップ S 2 5 0）。具体的には、保守要否検出部 5 7 は、過負荷継続時間に対して、所定の係数（以下、「寿命減少係数」と呼ぶ）を乗じて得られた値を、現在の寿命時間から差し引く。寿命減少係数は、過負荷状態の継続時間により寿命がどの程度減少するかを予め実験等により求め、得られた実験結果に基づいて設定されている。本実施形態では、より正確な寿命予測を行うために、負荷のレベルに応じて複数の寿命減少係数が設定されている。出力トルクが閾値 A よりも大きく、かつ、後述する閾値 B 以下の範囲の過負荷状態に対しては、第 1 の寿命減少係数が設定されている。また、出力トルクが閾値 B よりも大きい過負荷状態に対しては、第 2 の寿命減少係数が設定されている。なお、第 2 の寿命減少係数は、第 1 の寿命減少係数よりも大きい。また、閾値 B は、閾値 A よりも大きな値である。

40

【 0 1 0 4 】

保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 2 1 0 で検出された出力トルクが閾値 B よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S 2 6 0）。閾値 B とは、駆動用モータ 1 2 が過負荷状態として認められ、かつ、ベアリングの故障の可能性が高い閾値のトルク値として、予め実験等により求められて設定されている所定値である。

【 0 1 0 5 】

50

出力トルクが閾値 B よりも大きくないと判定された場合（ステップ S 2 6 0 : N o ）、処理は、ステップ S 2 1 0 に戻る。これに対して、出力トルクが閾値 B よりも大きいと判定された場合（ステップ S 2 6 0 : Y e s ）、保守要否検出部 5 7 は、出力トルクが閾値 B を超える回数と、出力トルクが閾値 B を超える過負荷継続時間を記憶装置 6 2 に記憶する（ステップ S 2 7 0 ）。出力トルクが閾値 B を超える回数については、具体的には、記憶装置 6 2 に記憶されている「閾値 B を超える回数」に 1 が加えられる。なお、初期状態において、記憶装置 6 2 に記憶されている「閾値 B を超える回数」は 0（ゼロ）に設定されている。

【 0 1 0 6 】

保守要否検出部 5 7 は、ステップ S 2 7 0 で記憶装置 6 2 に記憶した、閾値 B を超える過負荷継続時間を、ベアリングの寿命計算に反映する（ステップ S 2 7 5 ）。上述したように、閾値 B を超える過負荷状態に対しては、第 2 の寿命減少係数が設定されている。

10

【 0 1 0 7 】

保守要否検出部 5 7 は、「閾値 B を超える回数」は、予め定められた閾値回数以上であるか否かを判定する（ステップ S 2 8 0 ）。「閾値 B を超える回数」が、閾値回数より少ないと判定された場合（ステップ S 2 8 0 : N o ）、処理はステップ S 2 1 0 へ戻る。保守要否検出部 5 7 は、「閾値 B を超える回数」は、閾値回数以上であると判定した場合（ステップ S 2 8 0 : Y e s ）、上述のステップ S 2 9 0 が実行され、かかる E D S 1 0 を対象とするメンテナンスが必要であるとして、メンテナンス要求の通知が行われる。

【 0 1 0 8 】

20

図 1 7 に示すように、駆動用モータ 1 2 に一時的に過剰なトルクがかかった場合には出力トルクが一時的に大きくなって過負荷状態となる。図 1 7 において、横軸は時間を示し、縦軸は出力トルクを示している。外的作用等によって、出力トルクが予め定められた閾値 A を超えると、過負荷状態となる。さらに、閾値 B よりも出力トルクが大きくなると、ベアリングの故障の可能性が高くなる。

【 0 1 0 9 】

過負荷状態となる時刻 t 1 から時刻 t 2 までの過負荷継続時間 t r 1 に対して、第 1 の寿命減少係数が乗じられ、得られた値が寿命時間から差し引かれる。同様にして、過負荷状態となる時刻 t 3 から時刻 t 6 までの過負荷継続時間 t r 2 のうち、時刻 t 3 から時刻 t 4 までの時間に対して、第 1 の寿命減少係数が乗じられ、得られた値が寿命時間から差し引かれる。

30

【 0 1 1 0 】

時刻 t 4 から時刻 t 5 までの過負荷継続時間に対しては、第 2 の寿命減少係数が乗じられ、得られた値が寿命時間から差し引かれる。時刻 t 5 から時刻 t 6 までの過負荷継続時間に対しては、第 1 の寿命減少係数が乗じられ、得られた値が寿命時間から差し引かれる。また、出力トルクが閾値 B を超える時刻 t 4 から時刻 t 5 までの過負荷状態に対しては、上述したように、「閾値 B を超える回数」が 1 回増加することとなる。

【 0 1 1 1 】

以上説明した第 1 0 実施形態の e V T O L 1 0 0 によれば、第 1 実施形態の e V T O L 1 0 0 と同様な効果を奏する。加えて、各 E D S 1 0 に対し、駆動用モータ 1 2 自体のメンテナンスは基本的に不要であっても、出力トルクの過負荷継続時間や、出力トルクが閾値 B を超える回数を用いて、ベアリングに対する定期交換の指針が得られる。これにより、寿命時間に達するまでベアリングを使い切ることができ、E D S 1 0 のランニングコストを抑えることができる。また、ベアリングの故障の疑いを適切に検知可能となる。

40

【 0 1 1 2 】

K . 他の実施形態 :

K - 1 . 他の実施形態 1 :

上記各実施形態において実行されていた保守要否検出処理は、あくまで一例であり、種々変更可能である。例えば、部品交換と定期点検とが互いに区別されずに各 E D S 1 0 、 1 0 a ~ d の保守要否が検出されてもよい。より具体的には、例えば、E D S 1 0 、 1 0

50

a ~ d が備える複数の構成部品における劣化の度合いとそれぞれ相関のある駆動履歴情報が用いられて保守要否が検出されてもよく、また、E D S 1 0、1 0 a ~ d がそれぞれ備える構成部品のうち、保守を実施すべき期間の間隔が最も短い構成部品の劣化の度合いと相関のある駆動履歴情報が用いられて保守要否が検出されてもよい。また、例えば、ステップ S 1 3 0 において、部品交換条件に代えて E D S 1 0、1 0 a ~ d 全体を交換する条件が用いられてもよい。また、複数種類の駆動情報に基づく駆動履歴情報を用いて保守要否が検出されてもよく、駆動履歴情報に加えて E D S 1 0 の使用期間に関する情報が組み合わされて保守要否が検出されてもよい。また、例えば、部品交換閾値や定期点検閾値等の閾値は、互いに異なる駆動履歴情報の指標により設定されていてもよい。また、例えば、部品交換閾値や定期点検閾値等の閾値として、モータ情報に対する閾値と駆動部情報に対する閾値とが、互いに同じ指標により設定されていてもよく、互いに異なる指標により設定されていてもよい。より具体的には、例えば、モータ情報に対する閾値が駆動用モータ 1 2 の累積負荷値としての累積回転数により設定され、駆動部情報に対する閾値が駆動部 1 1 の累積負荷値としての累積出力電力量により設定されていてもよく、モータ情報に対する閾値と駆動部情報に対する閾値とが、いずれも累積負荷値としての累積駆動時間により設定されていてもよい。また、例えば、部品交換閾値や定期点検閾値等に代えて、または、部品交換閾値や定期点検閾値等に加えて、所定の種類の駆動履歴情報に基づいて、部品交換条件や定期点検条件等が設定されている態様であってもよい。かかる態様においては、例えば、所定期間における駆動用モータ 1 2 の累積駆動電流の増加幅が所定以上であること等、所定期間における駆動情報の変動値が部品交換条件や定期点検条件等として設定されていてもよい。このような構成によっても、上記各実施形態と同様な効果を奏する。

10

20

【 0 1 1 3 】

K - 2 . 他の実施形態 2 :

上記第 2 実施形態の保守要否検出処理は、制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 とによって共働して実行され、外部記憶装置 5 3 0 に各 E D S 1 0 の駆動履歴情報が記憶され、外部制御部 5 1 0 が各 E D S 1 0 のそれぞれに対する保守要否を判定していたが、本開示はこれに限定されるものではない。例えば、各 E D S 1 0 の駆動履歴情報は、第 1、3 ~ 9 実施形態と同様に、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d が備える記憶装置 6 2、1 7 a、1 7 b、1 8 b に記憶されてもよい。また、例えば、外部制御部 5 1 0 が各 E D S 1 0 の保守要否の判定を実行することに代えて、保守要否検出部 5 7 が各 E D S 1 0 の保守要否の判定を実行して保守要否を検出してもよい。このように、保守要否検出処理のうちの少なくとも一部が、外部装置 5 0 0 により実行されてもよい。すなわち一般には、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d は、E D S 1 0、1 0 a ~ d の駆動情報の履歴に関する駆動履歴情報を記憶させる記憶制御部 5 6 を備えていてもよく、記憶された駆動履歴情報を用いて判定された保守要否を検出する保守要否検出部 5 7 を備えていてもよい。このような構成によっても、上記第 2 実施形態と同様な効果を奏する。

30

【 0 1 1 4 】

K - 3 . 他の実施形態 3 :

上記第 4 実施形態において実行されていた保守要否検出処理は、あくまで一例であり、種々変更可能である。例えば、異常点検要否の検出処理（ステップ S 5 0 0）の完了により、保守要否検出処理が完了してもよい。換言すると、保守要否検出部 5 7 は、各 E D S 1 0 の保守要否として、部品点検要否等に代えて異常点検要否のみを検出してもよい。すなわち一般には、保守要否検出部 5 7 は、検出された駆動情報に基づいて、複数の E D S 1 0 のそれぞれに対する保守要否を検出してもよい。このような構成においては、記憶制御部 5 6 や記憶装置 6 2 が省略されてもよい。また、例えば、異常点検要否の検出処理が、制御装置 5 0 と外部装置 5 0 0 とによって共働して実行されてもよい。より具体的には、機体通信部 6 4 と外部通信部 5 2 0 とを介して外部装置 5 0 0 へと駆動情報が送信されて、かかる駆動情報の値が正常範囲内であるか否か等の判定が、外部制御部 5 1 0 によって実行される態様であってもよい。かかる態様によれば、外部記憶装置 5 3 0 に記憶され

40

50

たデータを参照して異常点検の要否を検出できる。より具体的には、例えば、所定の駆動情報の挙動が事故につながるおそれがある等のデータを参照して異常点検の要否を検出できる。このように、e V T O L 1 0 0 が備える記憶装置 6 2 よりも容量が大きな外部記憶装置 5 3 0 に蓄積されたデータを参照して異常点検の要否を検出できるので、より高度な判定を実行でき、また、異常点検の要否をより精度良く検出できる。

【 0 1 1 5 】

K - 4 . 他の実施形態 4 :

上記各実施形態の制御装置 5 0 は、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ 1 0 0 d に搭載されていたが、外部装置 5 0 0 に搭載されて用いられる態様であってもよい。かかる態様においては、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d に搭載される制御装置（制御装置 5 0 とは別の制御装置）に接続された機体通信部 6 4 や通信部 1 9 c と、外部通信部 5 2 0 との間で制御信号の送受信が行なわれてもよい。すなわち一般には、制御装置 5 0 は、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d が備える機体通信部 6 4 と通信可能な外部通信部 5 2 0 をさらに備え、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d の外部に存在していてもよい。かかる構成によれば、外部装置 5 0 0 において複数の e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d に対する保守要否検出処理を制御できる。

【 0 1 1 6 】

K - 5 . 他の実施形態 5 :

上記各実施形態における e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d の構成は、あくまで一例であり、種々変更可能である。例えば、上記各実施形態において、駆動情報検出部 5 5、記憶制御部 5 6、および保守要否検出部 5 7 は、制御装置 5 0 が備える C P U によりそれぞれ実現されていたが、駆動情報検出部 5 5、記憶制御部 5 6、および保守要否検出部 5 7 のうちの少なくとも 1 つは、E D S 1 0、1 0 a ~ d に搭載されていてもよい。また、例えば、第 1、3 ~ 9 実施形態の e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d において、機体通信部 6 4 や通信部 1 9 c が省略されていてもよい。また、例えば、回転翼 3 0 と E D S 1 0 とは、9 つに限らず任意の複数であってもよく、任意の位置に搭載されていてもよい。また、例えば、リフト用回転翼 3 1 とクルーズ用回転翼 3 2 とに代えてティルトロータにより構成されていてもよい。また、例えば、e V T O L 1 0 0、1 0 0 a ~ d は、有人航空機に代えて無人航空機として構成されていてもよい。

【 0 1 1 7 】

K - 6 . 他の実施形態 6 :

上記第 1 0 実施形態において実行されていたベアリングのメンテナンス要否検出処理は、ベアリングを対象としていたが、本開示はこれに限られない。駆動用モータ 1 2 の駆動時間や出力トルクの大きさに応じて、消耗度合が変化する任意の種類の消耗品を対象として、メンテナンス要否を検出してもよい。例えば、E D S 1 0 の取付けボルトを対象として、メンテナンス要否を検出してもよい。これにより、上記第 1 0 実施形態と同様な効果を奏する。

【 0 1 1 8 】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した形態中の技術的特徴に対応する各実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【 0 1 1 9 】

本開示に記載の制御装置、外部装置及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されて

10

20

30

40

50

もよい。もしくは、本開示に記載の制御装置、外部装置及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

1 0、1 0 a ~ d ... E D S (電駆動システム)、1 1 ... 駆動部、1 2 ... 駆動用モータ、1 9 c ... 通信部 (機体通信部)、3 0 ... 回転翼、5 5 ... 駆動情報検出部、5 7 ... 保守要否検出部、1 0 0、1 0 0 a ~ d ... e V T O L (電動垂直離着陸機)

10

20

30

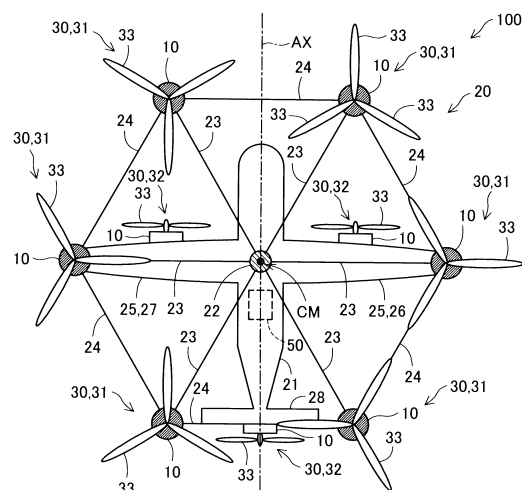
40

50

【図面】

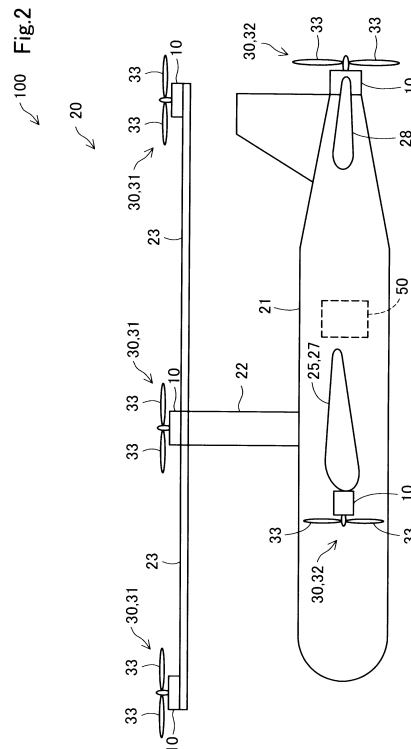
【 図 1 】

Fig.1



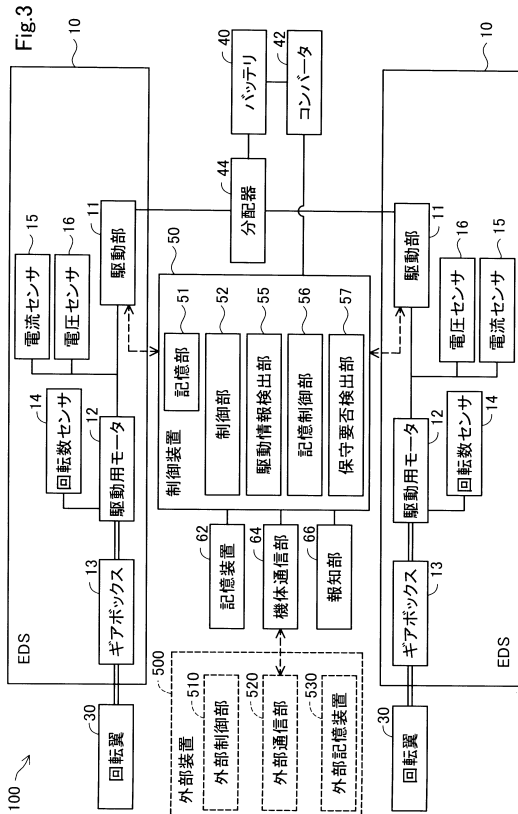
【圖 2】

Fig. 2



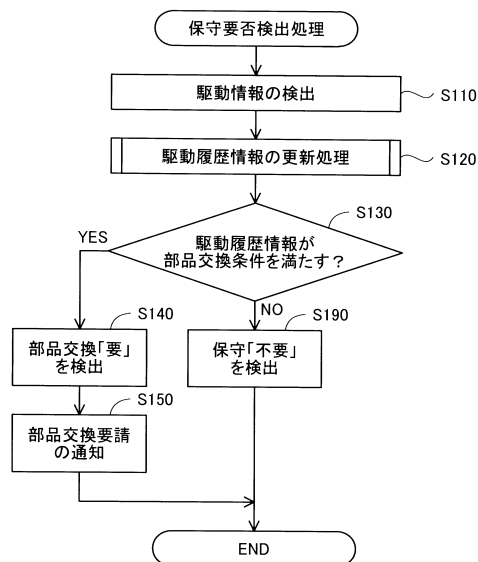
【 図 3 】

Fig. 3



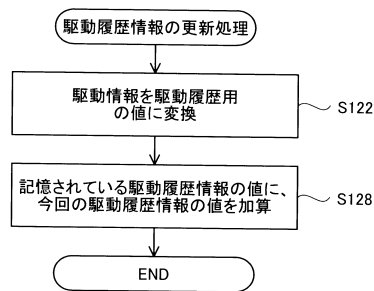
【 図 4 】

Fig.4



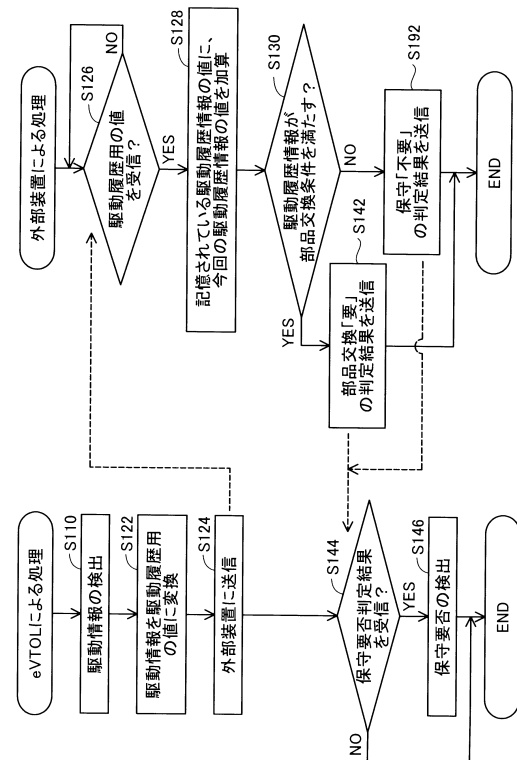
【図 5】

Fig.5



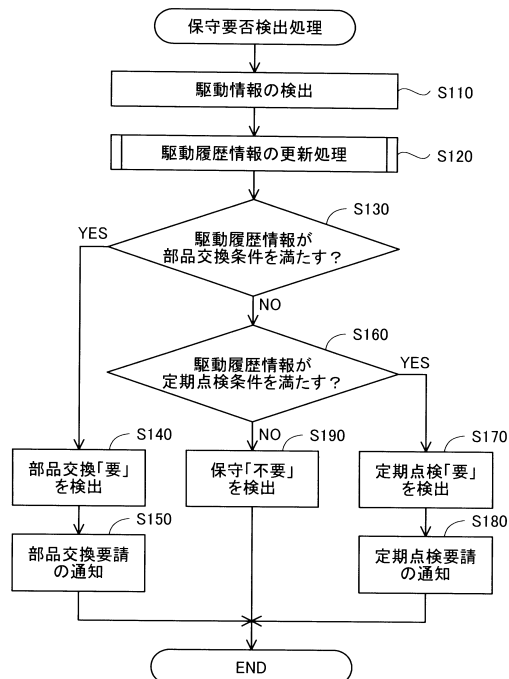
【図 6】

Fig.6



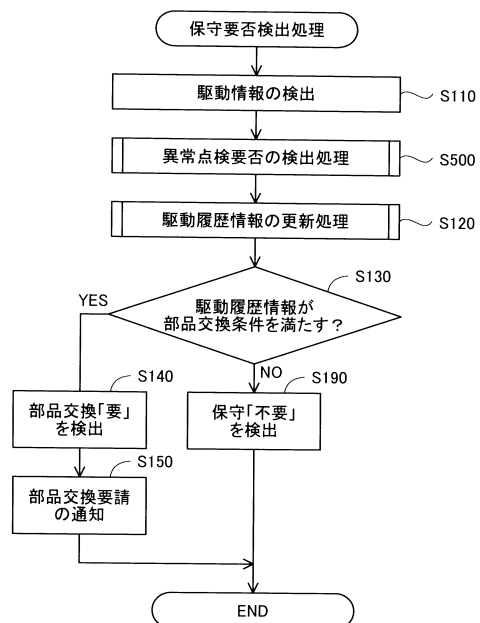
【図 7】

Fig.7



【図 8】

Fig.8



10

20

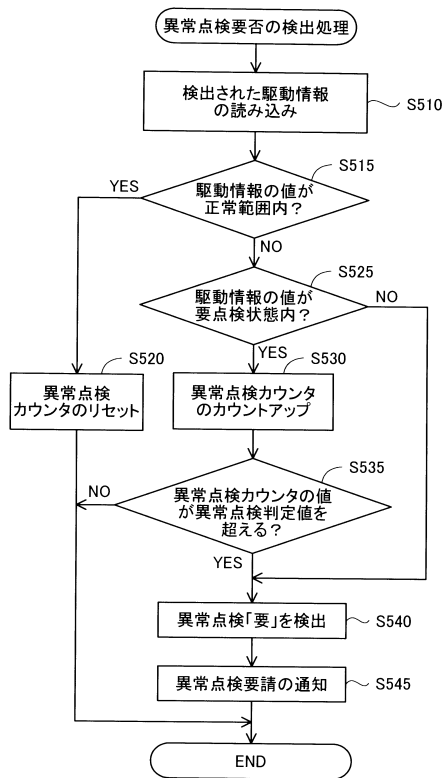
30

40

50

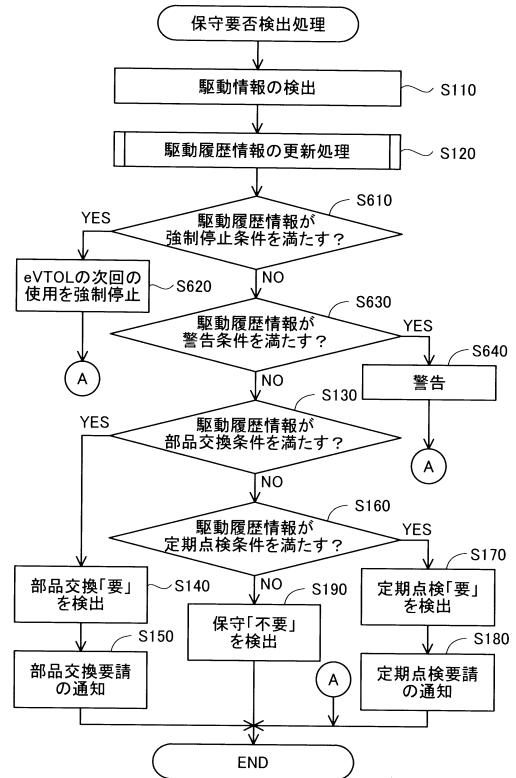
【図 9】

Fig.9



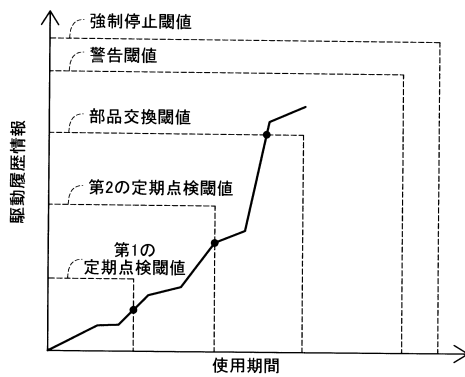
【図 10】

Fig.10



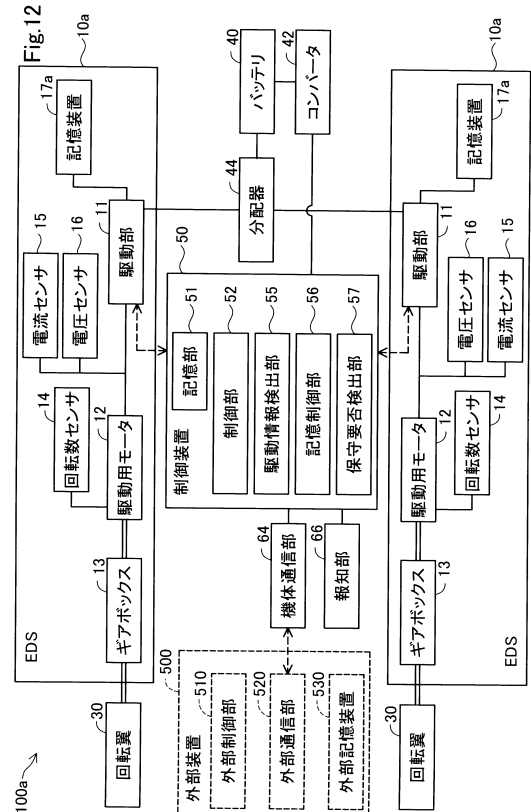
【図 11】

Fig.11



【図 12】

Fig.12



10

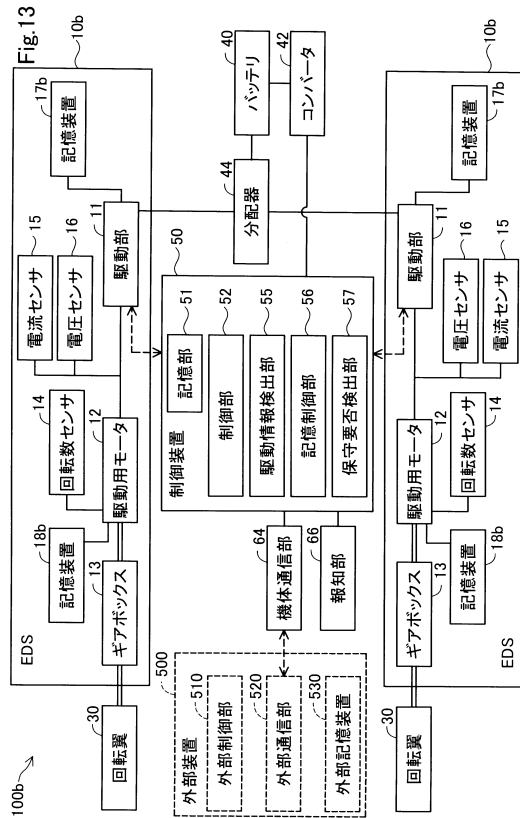
20

30

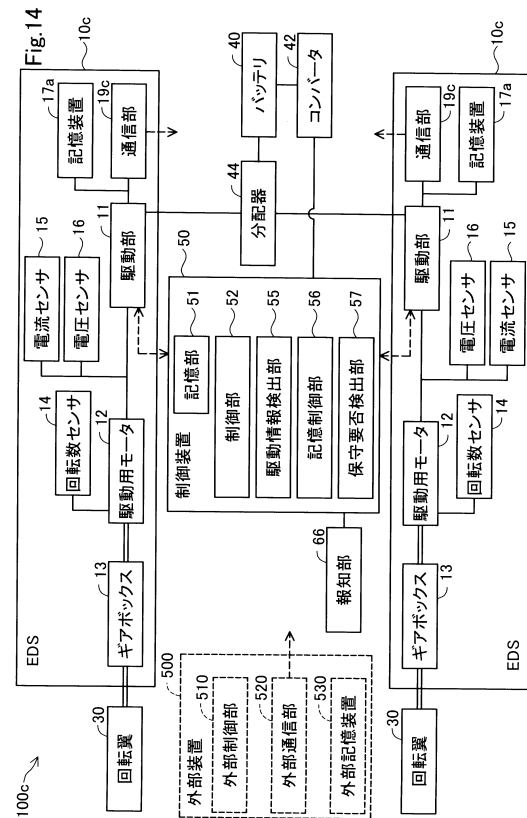
40

50

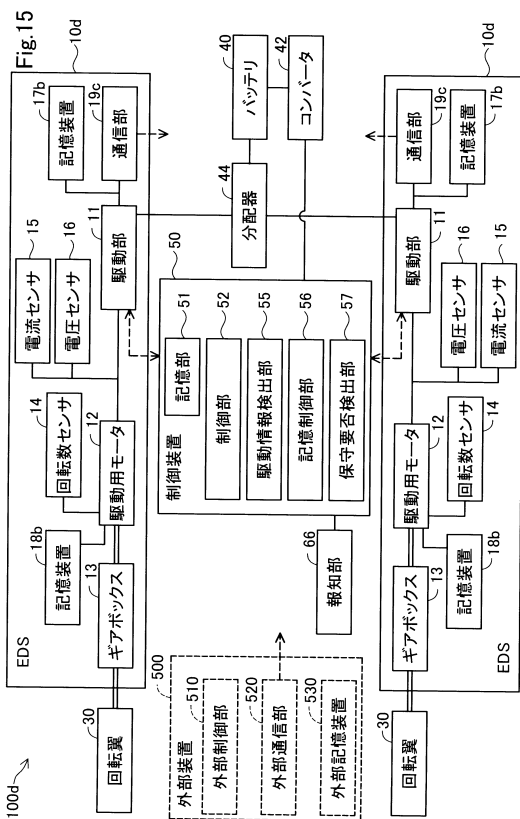
【 図 1 3 】



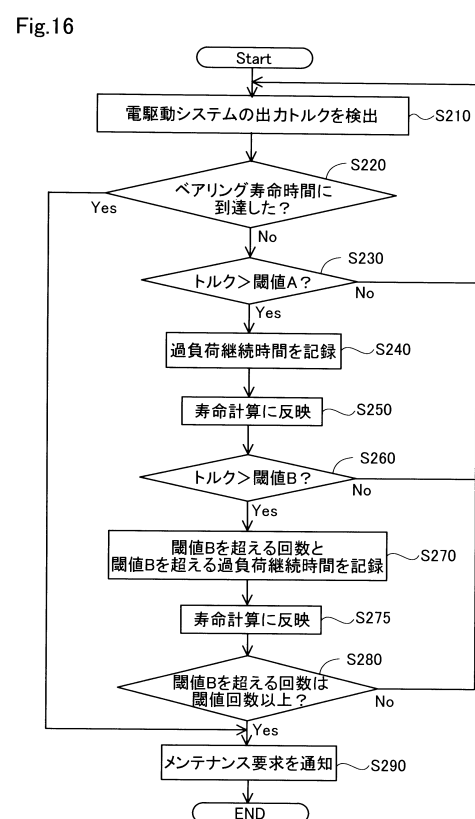
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

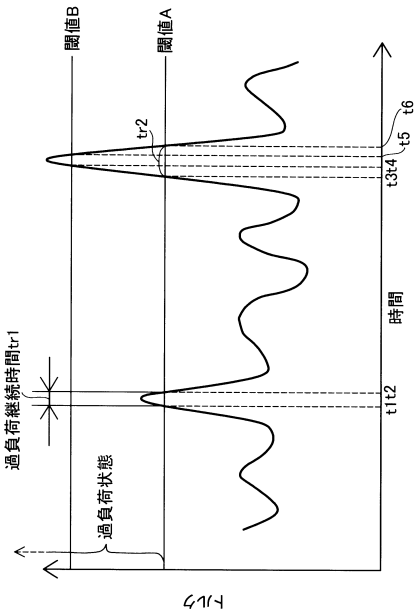


【 図 1 6 】



【図 17】

Fig.17



10

20

30

40

50

フロントページの続き

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

審査官 長谷井 雅昭

- (56)参考文献 特表 2 0 1 8 - 5 1 6 2 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 2 3 0 6 9 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 5 9 0 5 3 0 7 (C N , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 0 6 9 1 4 5 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 1 3 2 4 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 5 5 7 6 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 4 C 2 7 / 2 6
B 6 4 C 2 9 / 0 0
B 6 4 D 2 7 / 2 4
B 6 4 C 1 3 / 0 0