

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6235801号
(P6235801)

(45) 発行日 平成29年11月22日 (2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日 (2017.11.2)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 4 D 43/02 (2006.01) B 6 4 D 43/02

請求項の数 8 外国語出願 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-121203 (P2013-121203)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成25年6月7日 (2013.6.7)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2014-951 (P2014-951A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成26年1月9日 (2014.1.9)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成28年4月8日 (2016.4.8)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(31) 優先権主張番号	13/526, 198	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成24年6月18日 (2012.6.18)		弁理士 園田 吉隆
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義教
		(72) 発明者	スミス, ジョゼフ マイケル, ザ フォース
			アメリカ合衆国 ワシントン 98008
			, ベルビュー, 172番 アヴェニュー
			ー ノースイースト 3411
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 失速管理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

飛行中の航空機(202)を管理する方法であって、
前記航空機(202)の事前に識別された警報速度(248)を使用して、前記航空機(202)の警報迎え角(242)を識別することと、
前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を使用して、前記航空機(202)の警報揚力係数(244)を識別することと、
前記航空機(202)の前記警報揚力係数(244)と、前記航空機(202)の現在の揚力係数(240)を使用して、前記航空機(202)の警報速度(246)を識別することと、
前記警報迎え角(242)、前記警報揚力係数(244)、及び前記警報速度(246)のうち少なくとも一つを使用して、前記航空機(202)の潜在的な失速状態(256)を示す警報(230)を発信するのに使用される一組の閾値(228)を識別することと
を含む方法。

【請求項 2】

前記航空機(202)の潜在的な失速状態(256)を示す警報(230)を発信するのに使用される一組の閾値(228)を識別するステップが、
前記警報迎え角(242)を使用して迎え角閾値(231)、前記警報揚力係数(244)を使用して揚力係数閾値(232)、及び前記警報速度(246)を使用して速度閾

値(234)のうちの少なくとも一つを識別することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記航空機(202)の迎え角(236)のうちの少なくとも一つが前記迎え角閾値(231)よりも大きい時、前記航空機(202)の前記現在の揚力係数(240)が前記揚力係数閾値(232)よりも大きい時、また前記航空機(202)の速度が前記速度閾値(234)を下回る時に、前記警報(230)を発信することと、

前記航空機(202)のスティックシェイカー(422)へ前記警報(230)を送ること

をさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

飛行中の航空機(202)を管理する方法であって、

前記航空機(202)の事前に識別された警報速度(248)を使用して、前記航空機(202)の警報迎え角(242)を識別することと、

前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を使用して、前記航空機(202)の警報揚力係数(244)を識別することと、

前記航空機(202)の前記警報揚力係数(244)と、前記航空機(202)の現在の揚力係数(240)を使用して、前記航空機(202)の警報速度(246)を識別することと

を含み、

前記航空機(202)の事前に識別された警報速度(248)を使用して、前記航空機(202)の警報迎え角(242)を識別するステップが、

フラップのデテント位置(524)と表(602)を使用して、初期の警報迎え角(610)を識別することと、

前記航空機(202)の前記事前に識別された警報速度(248)を使用してマッハ補償バイアス(612)を識別することと、

前記初期の警報迎え角(610)と前記マッハ補償バイアス(612)とを使用して、前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を識別することと

を含む、方法。

【請求項5】

前記初期の警報迎え角(610)と前記マッハ補償バイアス(612)とを使用して、前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を識別するステップが、

前記初期の警報迎え角(610)と、前記マッハ補償バイアス(612)と、現在の翼荷重バイアス(614)、速度ブレーキ補償バイアス(616)、及び迎え角バイアス(618)のうちの少なくとも一つとを使用して、前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を識別すること

を含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

飛行中の航空機(202)を管理する方法であって、

前記航空機(202)の事前に識別された警報速度(248)を使用して、前記航空機(202)の警報迎え角(242)を識別することと、

前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を使用して、前記航空機(202)の警報揚力係数(244)を識別することと、

前記航空機(202)の前記警報揚力係数(244)と、前記航空機(202)の現在の揚力係数(240)を使用して、前記航空機(202)の警報速度(246)を識別することと

を含み、

前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)を使用して、前記航空機(202)の前記警報揚力係数(244)を識別するステップが、

前記航空機(202)の前記警報迎え角(242)、フラップのデテント位置(524)、及び表(506)を使用して、前記航空機(202)の前記警報揚力係数(244)

10

20

30

40

50

を識別することと
を含む、方法。

【請求項 7】

飛行中の航空機 (202) を管理する方法であって、
前記航空機 (202) の事前に識別された警報速度 (248) を使用して、前記航空機 (202) の警報迎え角 (242) を識別することと、
前記航空機 (202) の前記警報迎え角 (242) を使用して、前記航空機 (202) の警報揚力係数 (244) を識別することと、
前記航空機 (202) の前記警報揚力係数 (244) と、前記航空機 (202) の現在の揚力係数 (240) を使用して、前記航空機 (202) の警報速度 (246) を識別することと
を含み、

10

前記航空機 (202) の前記警報揚力係数 (244) と、前記航空機 (202) の前記現在の揚力係数 (240) を使用して前記航空機 (202) の前記警報速度 (246) を識別するステップが、

修正迎え角 (520)、フラップのデテント位置 (524)、及び表 (504) を使用して、前記航空機 (202) の前記現在の揚力係数 (240) を識別することと、

前記現在の揚力係数 (240) を前記警報揚力係数 (244) で除算することによって、揚力因数 (536) を生成することと、

前記揚力因数 (536) の平方根 (512) を識別して、速度因数 (538) を生成することと、

20

前記速度因数 (538) と前記航空機 (202) の現在の速度を使用して、前記警報速度 (246) を識別することとを含み、

前記警報速度 (246) が、前記航空機 (202) の警報マッハ (544) であり、前記現在の速度が前記航空機 (202) の現在のマッハである、方法。

【請求項 8】

飛行中の航空機 (202) を管理する方法であって、
前記航空機 (202) の事前に識別された警報速度 (248) を使用して、前記航空機 (202) の警報迎え角 (242) を識別することと、
前記航空機 (202) の前記警報迎え角 (242) を使用して、前記航空機 (202) の警報揚力係数 (244) を識別することと、
前記航空機 (202) の前記警報揚力係数 (244) と、前記航空機 (202) の現在の揚力係数 (240) を使用して、前記航空機 (202) の警報速度 (246) を識別することと
を含み、

30

前記航空機 (202) の前記警報迎え角 (242) を使用して、前記航空機 (202) の前記警報揚力係数 (244) を識別するステップが、

前記航空機 (202) の前記警報迎え角 (242) を使用して、前記航空機 (202) の前記警報揚力係数 (244) を識別することを含み、前記警報揚力係数 (244) が、前記航空機の現在の失速揚力係数よりも実質的に選択割合だけ小さい、方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して航空機に関し、具体的には航空機の飛行の管理に関する。またさらに具体的には、本発明は、飛行中に航空機が現状において潜在的に失速する可能性がある条件を識別する方法及び装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

飛行中の航空機の状態は、任意の数の係数によって決まる。これらの係数には、例えば非限定的に、航空機の種類、航空機の大きさ、航空機の形状、航空機の翼の形状、航空機

50

の迎え角、及びその他の種類の係数が含まれる。ある場合には、航空機の操縦機能は、飛行中の航空機の状態の変化に応じて変わる。

【 0 0 0 3 】

例えば、航空機の迎え角が増加して、飛行中に航空機に生じる揚力量が減少すると、航空機は失速する。本明細書で使用する「揚力」とは、飛行中に航空機の上で空気が流れる時に生じる力である。この力は、航空機の重量に直接対抗し、航空機を空中に維持する。

【 0 0 0 4 】

航空機に生じる揚力が減少するこの特定の迎え角は、航空機の異なる種類によって変化する。航空機が潜在的に失速する可能性のある迎え角は、例えば非限定的に、航空機の翼のプロファイル、翼の平面図、翼のアスペクト比、及び他の係数などの係数に基づいている。さらに、航空機が潜在的に失速する可能性のある迎え角は、航空機の特定の速度に対応する。この速度は「失速速度」と呼ばれる。

【 0 0 0 5 】

幾つかの現在利用可能な民間航空機では、航空機の速度が若干の選択量だけ失速速度よりも速い警戒速度を下回ったときに、警報が発信される警報システムが使用されている。この警報速度はまた、「最低速度」とも呼ばれる。具体的には、航空機の速度が警報速度よりも遅い時に、警報が発信され、航空機のオペレータは航空機の失速を防止する、又は少なくとも航空機の失速の可能性を低減するような処置を取る。

【 0 0 0 6 】

航空機の失速速度により、航空機の操縦機能が決定する。例えば、失速速度により、航空機の離陸及び着陸に必要な最低距離が決定する。これらの距離はそれぞれ、航空機の離陸距離及び着陸距離と呼ばれる。航空機の離陸距離及び着陸距離は、航空機が失速せずに離陸中及び着陸中に飛行できる最も遅い速度によって決定される。航空機の離陸速度及び着陸速度は、航空機の警報速度以上である必要がある。

【 0 0 0 7 】

この結果、航空機の失速速度は、異なる空港での航空機の操縦機能に影響を与える。具体的には、空港において航空機が離陸する滑走路の長さは、少なくとも離陸距離の長さである必要がある。同様に、空港において航空機が着陸する滑走路の長さは、少なくとも着陸速度の長さである必要がある。航空機の離陸距離及び着陸距離はそれぞれ、離陸中及び着陸中の警報速度が低下することにより、短縮される。

【 0 0 0 8 】

加えて、航空機の失速速度は、異なる荷重倍数に対し、上昇バンク角において機動する航空機の能力に影響を及ぼす。例えば、航空機の旋回半径は、航空機の速度、及び航空機が警報速度を維持している間、及び/または警報速度を上回る間に航空機が飛行できる最大バンク角によって決定する。具体的には、航空機を選択荷重倍数に対して航空機が飛行できる最低機動速度は、選択荷重倍数において警報速度を超えることが要求されるということである。

【 0 0 0 9 】

航空機の離陸距離及び着陸距離は、連邦航空局によって規定される法規等の様々な法規によって設定される。ある現在使用される警報システムは、警報速度に対して保守的である。例えば、この種の警報システムでは、航空機の操作上の安全性を高めるために、より高い警報速度で警報が発信される。しかしながら、このように高い警報速度によって、ある空港において航空機が操縦不能になる場合がある。したがって、少なくとも上述の問題点の幾つか、並びに起こりうるその他の問題点を考慮に入れた方法及び装置を有することが望ましい。

【 発明の概要 】

【 0 0 1 0 】

別の実施形態では、飛行中に航空機を管理する方法が開示されており、この方法は、航空機の事前に識別された警報速度を使用して、航空機の警報迎え角を識別することと、航空機の警報迎え角を使用して、航空機の警報揚力係数を識別することと、航空機の警報揚

10

20

30

40

50

力係数及び航空機の現在の揚力係数を使用して、航空機の警報速度（246）を識別することを含む。

【0011】

上記方法は、警報迎え角、警報揚力係数、及び警報速度のうちの少なくとも一つを使用して、航空機の潜在的な失速状態を示す警報を発信するために使用する一組の閾値を識別することを含む。

【0012】

上記方法において、航空機の潜在的な失速状態を示す警報を発信するために使用する一組の閾値を識別するステップは、警報迎え角を使用した迎え角閾値、警報揚力係数を使用した揚力係数閾値、及び警報速度を使用した速度閾値のうちの少なくとも一つを識別することを含む。

10

【0013】

上記方法は、航空機の迎え角のうちの少なくとも一つが迎え角閾値を上回る時、航空機の現在の揚力係数が揚力係数閾値を上回る時、また航空機が速度閾値を下回る時に警報を発信し、この警報を航空機のスティックシェイカーへ送ることを含む。

【0014】

上記方法において、航空機の事前に識別された警報速度を使用して航空機の警報迎え角を識別するステップは、フラップのデテント位置と表を使用して初期の警報迎え角を識別することと、航空機の事前に識別された警報速度を使用してマッハ補償バイアスを識別することと、初期の警報迎え角とマッハ補償バイアスを使用して航空機の警報迎え角を識別することを含む。

20

【0015】

上記方法において、初期の警報迎え角とマッハ補償バイアスを使用して航空機の警報迎え角を識別するステップは、初期の警報迎え角、マッハ補償バイアス、及び現在の翼荷重バイアスと、速度ブレーキ補償バイアスと、迎え角バイアスのうちの少なくとも一つを使用して航空機の警報迎え角を識別することを含む。

【0016】

上記方法において、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別するステップは、航空機の警報迎え角、フラップのデテント位置、及び表を使用して航空機の警報揚力係数を識別することを含む。

30

【0017】

上記方法において、航空機の警報揚力係数と、航空機の現在の揚力係数を使用して航空機の警報速度を識別するステップは、修正迎え角、フラップのデテント位置、及び表を使用して航空機の現在の揚力係数を識別することと、現在の揚力係数を警報揚力係数で割って、揚力因数を求めることと、揚力因数の平方根を識別して速度因数を求めることと、航空機の速度因数と現在の速度を使用して警報速度を識別することとを含み、警報速度とは、航空機の警報マッハであり、現在の速度は航空機の現在のマッハである。

【0018】

上記方法において、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別するステップは、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別することを含み、警報揚力係数は、航空機の現在の失速揚力係数よりも実質的に選択された割合だけ小さい。

40

【0019】

上記方法において、航空機の事前に識別された警報速度を使用して航空機の警報迎え角を識別し、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別し、航空機の警報揚力係数と航空機の現在の揚力係数を使用して航空機の警報速度を識別するステップは、航空機の機動飛行のために行われる。

【0020】

別の実施形態では、飛行中の航空機の潜在的な失速状態を示す方法が開示されており、この方法は、航空機の警報揚力係数を識別し、航空機の現在の状態の任意の数の変化に

50

じて警報揚力係数を調節することと、警報揚力係数を使用して航空機が潜在的な失速状態に陥ったことを示す警報を発信するのに使用される一組の閾値を識別することを含む。

【0021】

警報の発信を含む上記方法において、この警報は、触覚警報、視覚警報、聴覚警報、及びメッセージのうちの少なくとも一つを含む。

【0022】

さらに別の実施形態では、失速管理システムが開示されており、このシステムは、航空機の事前に識別された警報速度を使用して航空機の警報迎え角を識別し、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別し、航空機の警報揚力係数と、航空機の現在の揚力係数を使用して航空機の警報速度を識別するように構成された閾値生成器を備える。

10

【0023】

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器は、警報迎え角、警報揚力係数、及び警報速度のうちの少なくとも一つを使用して航空機の潜在的な失速状態を示す警報を発信するのに使用される一組の閾値を識別するように構成されている。

【0024】

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器は、警報迎え角を使用した迎え角閾値、警報揚力係数を使用した揚力係数閾値、及び警報速度を使用した速度閾値のうちの少なくとも一つを識別することによって、航空機の潜在的な失速状態を示す警報を発信するのに使用される一組の閾値を識別するように構成されている。

20

【0025】

上記失速管理システムはさらに、閾値生成器から一組の閾値を受け取り、航空機の迎え角が迎え角閾値を上回る、航空機の現在の揚力係数が揚力係数閾値を上回る、航空機の速度が速度閾値を下回ることのうちの少なくとも一つが起きた時に、警報を発信し、この警報を航空機のスティックシェイカーに送るように構成された警報発信器を含む。

【0026】

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器は、フラップのデテント位置と任意の数の表のうちの一つの表を使用して初期の警報迎え角を識別することによって警報迎え角を識別し、航空機の事前に識別された警報速度を使用してマッハ補償バイアスを識別し、初期の警報迎え角とマッハ補償バイアスを使用して航空機の警報迎え角を識別するように構成されている。

30

【0027】

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器は、初期の警報迎え角、マッハ補償バイアス、及び現在の翼荷重バイアス、速度ブレーキ補償バイアス、及び迎え角バイアスのうちの少なくとも一つを使用して航空機の警報迎え角を識別することによって、航空機の警報迎え角を識別するように構成されている。

【0028】

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器は、航空機の警報迎え角、フラップのデテント位置、及び表を使用して航空機の警報揚力係数を識別するように構成されている。

【0029】

40

上記失速管理システムにおいて、閾値生成器はさらに、航空機の機動飛行のために、航空機の事前に識別された警報速度を使用して航空機の警報迎え角を識別し、航空機の警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別し、航空機の警報揚力係数と航空機の現在の揚力係数を使用して航空機の警報速度を識別するステップを行うように構成されている。

【0030】

特徴、及び機能は、本発明の様々な実施形態で独立に実現することが可能であるか、以下の説明及び図面を参照してさらなる詳細が理解されうる、さらに別の実施形態で組み合わせることが可能である。

【0031】

50

例示的な実施形態の特徴と考えられる新規の機能は、添付の特許請求の範囲に明記される。しかしながら、実施形態と、好ましい使用モードと、さらにはその目的と利点は、添付図面を参照して本発明の一実施形態の以下の詳細な説明を読むことにより最もよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】一実施形態による航空機を示す図である。

【図2】一実施形態による航空機環境における航空機のブロック図である。

【図3】一実施形態による、航空機に生じる揚力に影響を与える任意の数の係数のブロック図である。

10

【図4】一実施形態による、飛行制御システムにおいて実装される失速管理システムのブロック図である。

【図5】一実施形態による警報速度を識別するのに使用される論理を示す図である。

【図6】一実施形態による警報迎え角を識別する論理を示す図である。

【図7】一実施形態によるマッハ補償バイアスを識別するのに使用される論理を示す図である。

【図8】一実施形態による旋回操縦中に最低操縦速度を識別する論理を示す図である。

【図9】一実施形態による警報速度を識別する論理を示す図である。

【図10】一実施形態による警報を発信する論理を示す図である。

【図11】一実施形態による揚力係数を識別する表である。

20

【図12】一実施形態による揚力係数対マッハ数のグラフである。

【図13】一実施形態による航空機の飛行を管理するプロセスのフロー図である。

【図14】一実施形態によるデータ処理システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

実施形態は、一又は複数の検討事項を認識し、且つ考慮している。例えば、実施形態は、いくつかの現在利用可能な警報システムにおいて、警報を発信するのに使用される警報速度が、航空機に生じる揚力が飛行中に実質的に一定のまま保たれるという仮定に基づくものであることを認識し、考慮している。つまり、航空機の警報速度を識別するために、固定の警報揚力係数が使用される。この固定の警報揚力係数は、航空機の予測される失速揚力係数よりもある選択量だけ小さい。しかしながら、実施形態は、航空機の実際の揚力係数が、航空機の状態が飛行中に変化した時に変化することを認識し、考慮している。さらに、航空機の失速速度は、航空機の揚力係数が変化した時に変化する。

30

【0034】

例えば、選択された迎え角の揚力係数は、航空機のマッハ数が増加すると小さくなる。本明細書で使用する航空機のマッハ数とは、空中を飛ぶ航空機を局所音速で割ったものである。航空機のマッハ数は、航空機周囲の空気の状態に基づいて変化する。これらの状態は例えば、気温及び/又は気圧を含む。

【0035】

実施形態は、いくつかの現在利用可能な警報システムによって使用される固定の警報揚力係数が、離陸及び着陸に必要な速度よりも高い警報速度に対応することを認識し、考慮している。さらに、実施形態は、飛行中のある場合において、固定の警報揚力係数を使用して識別された警報速度が、航空機の失速速度よりも低いことを認識し、考慮している。この結果、航空機がその航空機の失速速度に到達する前に警報が発信されない。この警報がないと、航空機のオペレータは、任務を遂行するのに必要な機動飛行を行っている間に気づかずに、航空機を失速させてしまう可能性がある。

40

【0036】

加えて、異なる実施形態は、いくつかの現在利用される警報システムが、航空機の迎え角に基づいて警報を発信することを認識し、考慮している。例えば、これらの警報システムは、航空機の迎え角が警報迎え角よりも大きい時に警報を発信する。実施形態は、これ

50

らの現在使用される警報システムによって使用される警報迎え角では、航空機の失速揚力係数及び/又は航空機の状態の変化が考慮されていないことを認識し、考慮している。

【 0 0 3 7 】

したがって、実施形態は、所望の精度で航空機の警報速度を識別する方法及び装置を提供する。具体的には、異なる実施形態は、航空機の状態の変化に応じて変化する航空機の警報揚力係数に基づいて航空機の警報速度を識別するように構成された失速管理システムを提供する。一実施形態では、航空機の飛行を管理する方法が提供される。航空機の警報迎え角は、航空機のフィードバック警報速度を使用して識別される。警報揚力係数は、警報迎え角を使用して識別される。航空機の警報速度は、警報揚力係数及び航空機の修正揚力係数を使用して計算される。警報速度は、警報迎え角を識別する時にフィードバック警報速度として使用される。

10

【 0 0 3 8 】

ここで図面を参照する。具体的に図 1 を参照すると、図 1 には一実施形態による航空機が示されている。この実施例では、航空機 1 0 0 は、機体 1 0 6 に取り付けられた翼 1 0 2、及び翼 1 0 4 を有する。航空機 1 0 0 は、翼 1 0 2 に取り付けられたエンジン 1 0 8 と、翼 1 0 4 に取り付けられたエンジン 1 1 0 を含む。機体 1 0 6 は尾部 1 1 2 を有する。水平安定板 1 1 4、水平安定板 1 1 6、及び垂直安定板 1 1 8 は機体 1 0 6 の尾部 1 1 2 に取り付けられる。

【 0 0 3 9 】

航空機 1 0 0 は、一実施形態において失速管理システムが実装可能な航空機の一例である。失速管理システムは、航空機の状態の変化に応じて変化する航空機の警報速度を識別するために使用される。具体的には、失速管理システムは、飛行中の航空機の状態の変化に基づいて変化する揚力係数を使用する。この結果、この失速管理システムは、飛行中の航空機の状態の変化を考慮に入れた警報速度を識別し、常に航空機の失速速度を超える速度を保つことができる。

20

【 0 0 4 0 】

さらに、可変の警報揚力係数を使用する場合、固定の警報揚力係数を使用して識別される警報速度よりも保守的でない警報速度が識別される。つまり、可変の警報揚力係数を使用して識別される警報速度は、固定の警報揚力係数を使用して識別される警報速度よりも低い。この結果、航空機の操縦機能が向上する。具体的には、オペレータが、警報を受け取る前により多くの航空機の機動飛行を行うことができる。加えて、航空機が必要とする離陸距離及び着陸距離が短縮されるため、航空機はより多くの数の空港において操作可能となる。

30

【 0 0 4 1 】

ここで図 2 を参照する。図 2 は、一実施形態による航空機環境における航空機のブロック図である。この実施例では、航空機環境 2 0 0 は航空機 2 0 2 を含む。図 1 の航空機 1 0 0 は、図 2 にブロック図の形式で示した航空機 2 0 2 の一実装例である。

【 0 0 4 2 】

図示したように、航空機 2 0 2 は空中 2 0 5 を飛行中に揚力 2 0 4 を発生させる。揚力 2 0 4 は、航空機 2 0 2 の飛行中に任意の数の因数 2 0 6 の影響を受ける。本明細書で使用している「任意の数のアイテム」は、一又は複数のアイテムを意味する。たとえば、任意の数の因数 2 0 6 は、一又は複数の揚力因数である。任意の数の因数 2 0 6 は、任意の数の航空機因数 2 0 8、任意の数の動的係数 2 1 0、及び任意の数の環境因数 2 1 2 のうちの少なくとも一つを含む。

40

【 0 0 4 3 】

本明細書において、列挙されたアイテムと共に使用される「~のうちの少なくとも一つ」という表現は、列挙されたアイテムの一又は複数の様々な組み合わせが使用可能であり、且つ列挙された各アイテムのうちの一つだけあればよいということを意味する。例えば、「アイテム A、アイテム B、及びアイテム C のうちの少なくとも一つ」は、例えば、限定しないが、「アイテム A」、又は「アイテム A とアイテム B」を含む。この例は、「ア

50

アイテム A とアイテム B とアイテム C」、又は「アイテム B とアイテム C」も含む。他の例として、「～のうちの少なくとも一つ」は、例えば、限定しないが、「2 個のアイテム A と 1 個のアイテム B と 10 個のアイテム C」、「4 個のアイテム B と 7 個のアイテム C」、並びに他の適切な組み合わせを含む。

【0044】

任意の数の航空機因数 208 は、航空機 202 の大きさ及び / 又は形状に関連する一又は複数の因数を含む。任意の数の動的因数 210 は、空中 205 を飛ぶ航空機 202 の動きに関連する一又は複数の因数を含む。さらに、任意の数の環境因数 212 は、空気 205 に関連する一又は複数の因数を含む。

【0045】

これらの実施例では、航空機 202 は、センサシステム 214 と失速管理システム 216 を備える。センサシステム 214 は任意の数の因数 206 を監視するように構成されており、失速管理システム 216 は、任意の数の因数 206 に基づいて、航空機 202 の飛行中に望ましくない状況が起こりうることを航空機 202 のオペレータ 217 に警告するように構成されている。

【0046】

図示のように、センサシステム 214 は任意の数のセンサ 218 を備える。任意の数のセンサ 218 は、例えば非限定的に、迎え角インジケータ、位置センサ、温度センサ、運動センサ、及び他の好適な種類のセンサのうちの少なくとも一つを備える。

【0047】

任意の数のセンサ 218 は、任意の数の因数 206 の少なくとも一部のデータ 220 を生成するように構成されている。データ 220 は、例えば非限定的に、任意の数の因数 206 の値を含む。ある場合には、データ 220 の少なくとも一部が継続的にほぼリアルタイムで生成される。他の実施例では、データ 220 の一部は特定の時間間隔で生成される。

【0048】

失速管理システム 216 は、センサシステム 214 からデータ 220 を受け取るように構成されている。失速管理システム 216 は、データ 220 を使用して航空機 202 の飛行の限界を識別し、これにより飛行中に航空機 202 が失速する可能性を低減するように構成されている。

【0049】

これらの実施例では、失速管理システム 216 は、ハードウェア、ソフトウェア、又はその二つの組み合わせを使用して実施することができる。たとえば、失速管理システム 216 は、コンピュータシステム 222 で実行される。コンピュータシステム 222 は、一又は複数のコンピュータを備える。複数のコンピュータが存在する場合には、これらのコンピュータは例えばネットワークなどの通信媒体を使用して相互に通信することができる。

【0050】

図示したように、失速管理システム 216 は、閾値生成器 224 及び警報発信器 226 を備える。これらの実施例では、閾値生成器 224 は、センサシステム 214 から受け取ったデータ 220 を使用して一組の閾値 228 を生成するように構成される。本明細書で使用する「一組の」アイテムは、一又は複数のアイテムを意味する。例えば、「一組の閾値 228」は、1 つ又は複数の警報閾値を含む。警報発信器 226 は、一組の閾値 228 のうちの一又は複数の閾値が交差した時に、警報 230 を発信する。

【0051】

これらの実施例では、一組の閾値 228 は、迎え角閾値 231、揚力係数閾値 232、及び速度閾値 234 のうちの少なくとも一つを含む。迎え角閾値 231 とは、航空機 202 の臨界迎え角よりもある選択量だけ小さい迎え角である。臨界迎え角とは、飛行中の航空機 202 の現状において航空機 202 が失速する迎え角である。

【0052】

10

20

30

40

50

揚力係数閾値 2 3 2 とは、航空機 2 0 2 の失速揚力係数よりもある選択量だけ小さい揚力係数である。失速揚力係数とは、飛行中の航空機 2 0 2 の現状において航空機 2 0 2 が失速する揚力係数である。

【 0 0 5 3 】

さらに、速度閾値 2 3 4 とは、航空機 2 0 2 の失速速度よりも速い速度である。失速速度とは、航空機 2 0 2 の現状において航空機 2 0 2 が失速する速度である。速度閾値 2 3 4 は、任意の数の異なる方法で表される。例えば、速度閾値 2 3 4 は、ノット、時速マイル、マッハ数、又はその他何らかの種類の速度表示によって表される。

【 0 0 5 4 】

一組の閾値 2 2 8 は、任意の数の異なる方法で生成される。一実施例では、閾値生成器 2 2 4 はデータ 2 2 0 を使用して、迎え角 2 3 6 と翼の形状 2 3 8 を識別する。本明細書で使用する迎え角 2 3 6 とは、航空機 2 0 2 の翼の翼弦線と、航空機 2 0 2 と空気 2 0 5 との間の相対運動を表すベクトルとの間の角度である。本明細書で使用する翼の翼弦線とは、翼の後縁と、翼形状 2 3 8 の断面の前縁の曲線の中央との間の仮定の直線である。

【 0 0 5 5 】

これらの実施例では、翼形状 2 3 8 は「エーロfoil」又は「翼形態」とも呼ばれる。翼形状 2 3 8 は、航空機 2 0 2 の翼の形状、及び翼に取り付けられた全てのフラップ、スラット、及びノ又は他の操縦面の形状を含む。

【 0 0 5 6 】

閾値生成器 2 2 4 は、迎え角 2 3 6 と翼形状 2 3 8 を使用して、航空機 2 0 2 の揚力係数 2 4 0 を識別する。揚力係数 2 4 0 とは、航空機 2 0 2 の現在の揚力係数である。さらに、閾値生成器 2 2 4 は翼形状 2 3 8 と警報迎え角 2 4 2 と使用して、警報揚力係数 2 4 4 を識別する。警報迎え角 2 4 2 は、フィードバック 2 4 8 を使用して閾値生成器 2 2 4 によって識別される。

【 0 0 5 7 】

ある実施例では、警報揚力係数 2 4 4 は、警報揚力係数 2 4 4 が常に、航空機 2 0 2 の現在の失速揚力係数よりも実質的に選択割合だけ小さくなるように識別される。ある場合には、この選択割合は約 5 %、1 0 %、又はその他何らかの選択割合である。このように、航空機 2 0 2 の失速揚力係数が航空機 2 0 2 の状態の変化に基づいて変化する時、揚力係数閾値 2 3 2 も変化する。

【 0 0 5 8 】

この実施例では、警報揚力係数 2 4 4 と揚力係数 2 4 0 を使用して、警報速度 2 4 6 が識別される。警報速度 2 4 6 は、次の警報迎え角 2 4 2 を識別するためのフィードバック 2 4 8 として使用される。次の警報迎え角 2 4 2 とは、現時点よりも後の時点の航空機 2 0 2 の迎え角である。この結果、警報迎え角 2 4 2 を識別するのに使用されるフィードバック 2 4 8 は、この実施例では事前に識別された警報速度 2 4 6 である。この方法において、警報迎え角 2 4 2 と警報揚力係数 2 4 4 は、飛行中の航空機 2 0 2 の現在の状態の任意の数の変化に基づいて調節される。これらの変化には、任意の数の因数 2 0 6 のうちのノ又は複数の変化が含まれる。

【 0 0 5 9 】

ある実施例では、警報速度 2 4 6 は、航空機 2 0 2 の特定の機動飛行に対して識別される。例えば、警報速度 2 4 6 は、航空機 2 0 2 が約 0 度よりも大きいバンク角で飛行する航空機 2 0 2 の旋回機動飛行に対して識別される。この警報速度は、実質的に水平飛行中の航空機 2 0 2 の警報速度とは異なる場合がある。

【 0 0 6 0 】

閾値生成器 2 2 4 は、任意の数のデータ構造 2 5 0 及びノ又はモデル 2 5 2 を使用して、揚力係数 2 4 0、警報迎え角 2 4 2、警報揚力係数 2 4 4、警報速度 2 4 6、及びノ又は他の種類のパラメータを識別する。任意の数のデータ構造 2 5 0 は、例えば非限定的に、任意の数の表 2 5 1 の形態である。当然ながら、他の実施例では、任意の数のデータ構造 2 5 0 のうちの一つのデータ構造は、データベース、表、フラットファイル、リンクリ

10

20

30

40

50

スト、スプレッドシート、モデル、連想メモリ、又はその他何らかの好適な種類のデータ構造のうち少なくとも一つを含む。モデル 2 5 2 は、例えば非限定的に、任意の数の数式、アルゴリズム、及び / 又はこれらのパラメータの値を計算するプロセスを含む。

【 0 0 6 1 】

閾値生成器 2 2 4 は、警報迎え角 2 4 2、警報揚力係数 2 4 4、及び警報速度 2 4 6 のうちの少なくとも一つをそれぞれ、迎え角閾値 2 3 1、揚力係数閾値 2 3 2、及び速度閾値 2 3 4 として使用して、一組の閾値 2 2 8 を形成する。閾値生成器 2 2 4 は、一組の閾値 2 2 8 を警報発信器 2 2 6 へ送る。

【 0 0 6 2 】

実装形態によっては、閾値生成器 2 2 4 は、周期的事象及び / 又は非周期的事象の発生に応じて、航空機 2 0 2 の飛行中に連続的に一組の閾値 2 2 8 を発生させる。さらに、一組の閾値 2 2 8 は、任意の数の因数 2 0 6 に対する飛行中の航空機 2 0 2 の状態の変化を考慮に入れている。加えて、一組の閾値 2 2 8 は、航空機 2 0 2 によって行われる例えば旋回等の操縦を考慮に入れている。このように、一組の閾値 2 2 8 は、飛行中の航空機 2 0 2 に対して動的に識別される。

【 0 0 6 3 】

警報発信器 2 2 6 は、一組の閾値 2 2 8 の迎え角閾値 2 3 1、揚力係数閾値 2 3 2、及び速度閾値 2 3 4 のうちの少なくとも一つを使用して、警報 2 3 0 を形成する。これらの実施例では、警報 2 3 0 は、視覚警報、聴覚警報、触覚警報、及びその他何らかの種類の警報のうち少なくとも一つの形態である。警報 2 3 0 は、潜在的な失速状態 2 5 6 を示す。具体的には、警報 2 3 0 は、航空機 2 0 2 が潜在的な失速状態 2 5 6 に陥ったことを示すものである。航空機 2 0 2 が潜在的な失速状態 2 5 6 に陥ると、航空機 2 0 2 は失速に近い状態である。例えば、航空機 2 0 2 が潜在的な失速状態 2 5 6 にある時に、航空機 2 0 2 は、航空機 2 0 2 の臨界迎え角、失速揚力係数、及び / 又は失速速度のうち少なくとも一つに近づいている。

【 0 0 6 4 】

警報 2 3 0 は、航空機 2 0 2 のオペレータ 2 1 7 に検出されるような方法で発信される。航空機 2 0 2 のオペレータ 2 1 7 は、航空機 2 0 2 が失速することを防止する、又は航空機 2 0 2 が失速する可能性を低減するために任意の数の機動飛行を行う。

【 0 0 6 5 】

この方法において、実施形態は、航空機 2 0 2 の飛行を管理するシステムを提供する。具体的には、失速管理システム 2 1 6 により、潜在的な失速状態 2 5 6 を示すいくつかの現在利用可能な失速管理システムと比べてより正確な警報 2 3 0 を航空機 2 0 2 のオペレータ 2 1 7 に提示することが可能になる。さらに、失速管理システム 2 1 6 により、航空機 2 0 2 が飛行できる速度範囲が広がる、航空機 2 0 2 によって実施される機動飛行の数が増える、又は航空機 2 0 2 が飛行できる速度範囲の拡大、及び航空機 2 0 2 によって実施される機動飛行の数の増加の両方が実現される。速度範囲及び機動飛行のうち少なくとも一つのこの拡大又は増加は、航空機 2 0 2 の現在の状態に基づいて警報 2 3 0 を発信するための一組の閾値 2 2 8 をアップデートすることによって可能になる。

【 0 0 6 6 】

次に図 3 を参照する。図 3 は、一実施形態による、航空機 2 0 2 に生じる揚力 2 0 4 に影響を与える任意の数の因数 2 0 6 を示すブロック図である。図示したように、任意の数の因数 2 0 6 には、任意の数の航空機因数 2 0 8、任意の数の動的因数 2 1 0、及び任意の数の環境因数 2 1 2 が含まれる。

【 0 0 6 7 】

これらの実施例では、任意の数の航空機因数 2 0 8 には、重量 3 0 2、迎え角 3 0 4、翼の形状 3 0 6、バンク角 3 0 8、標準の荷重倍数 3 1 0、及び任意の数の外部ストア 3 1 2 のうちの少なくとも一つが含まれる。最初に、重量 3 0 2 は離陸時における図 2 の航空機 2 0 2 の総重量である。重量 3 0 2 は、航空機 2 0 2 の飛行が進むにつれて変化する。例えば、重量 3 0 2 は、飛行中の燃料の消費によって変化する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

迎え角 3 0 4 は、航空機 2 0 2 の翼の翼弦線間の角度であり、ベクトルは図 2 の航空機 2 0 2 と空気 2 0 5 との間の相対運動を表す。迎え角 3 0 4 についてのデータ 2 2 0 は、航空機 2 0 2 の一又は複数の迎え角ペーンから測定された一又は複数の測定値を含む。図 2 の閾値生成器 2 2 4 はこれらの測定値を使用して、図 2 の迎え角 2 3 6 を計算する。例えば、閾値生成器 2 2 4 は、航空機 2 0 2 のこれらの迎え角ペーンから重心までの距離に基づいて、一又は複数の迎え角ペーンによって示された測定値に対する修正を行う。この方法において、図 2 の迎え角 2 3 6 は、修正迎え角である。

【 0 0 6 9 】

これらの実施例では、航空機 2 0 2 の翼の形状 3 0 6 は、例えば非限定的に、航空機 2 0 2 の一又は複数の翼に取り付けられた操縦面 3 1 4 の位置に基づくものである。これらの翼に取り付けられた操縦面には、例えばフラップ、スラット、及び/又はその他好適な種類の操縦面が含まれる。ある実施例では、航空機 2 0 2 の翼の形状 3 0 6 は、フラップの位置 3 1 5 及びスラットの位置 3 1 6 のうちの少なくとも一つに基づくものである。フラップの位置 3 1 5 は、航空機 2 0 2 上の翼のフラップの位置である。スラットの位置 3 1 6 は、航空機 2 0 2 上のスラットの位置である。

【 0 0 7 0 】

バンク角 3 0 8 とは、航空機 2 0 2 の経路に対して、航空機 2 0 2 の胴体を貫く縦軸周囲で傾斜する航空機 2 0 2 の角度である。標準の荷重倍数 3 1 0 とは、航空機 2 0 2 の垂直荷重であり、g の単位で測定される。任意の数の外部ストア 3 1 2 とは、揚力 2 0 4 の変化の原因となる、翼、胴体、又は航空機 2 0 2 の他の何らかの部分に取り付けられた一又は複数の構成要素である。これらの構成要素には、例えば非限定的に、外部燃料タンク、補助タンク、パイロン、及びその他何らかの種類の構成要素のうちの少なくとも一つが含まれる。

【 0 0 7 1 】

図示したように、任意の数の動的因数 2 1 0 には速度 3 1 8 が含まれる。速度 3 1 8 は、例えばマッハ数 3 2 0、真対気速度 3 2 2、及び較正対気速度 3 2 4 のうちの少なくとも一つとして表される。当然ながら、他の実施例では、速度 3 1 8 は、指示対気速度、等価対気速度、又は他の何らかの速度測定値として表すことができる。

【 0 0 7 2 】

任意の数の環境因数 2 1 2 には、気温 3 2 6、静圧 3 2 8、及びラム気圧 3 3 0 のうちの少なくとも一つが含まれる。気温 3 2 6 とは、航空機 2 0 2 の外の空気 2 0 5 の温度である。静圧 3 2 8 とは、航空機 2 0 2 のピトー静圧管又はフラッシュ静圧管等のデバイスのポート内で測定される圧力である。ラム気圧 3 3 0 とは、航空機 2 0 2 のピトー静圧管の中に流れ込む空気 2 0 5 によって生じる圧力である。

【 0 0 7 3 】

図 3 に示す因数は、航空機 2 0 2 によって生じる揚力 2 0 4 に影響を与える任意の数の因数 2 0 6 のうちのいくつかの種類の因数の例に過ぎない。これらの実施例は、揚力 2 0 4 に影響を与える因数及び/又は図 2 の失速管理システム 2 1 6 によって考慮される因数を限定する、又は特定するものではない。

【 0 0 7 4 】

次に図 4 を参照する。図 4 は、一実施形態による、飛行制御システムに実装される失速管理システム 2 1 6 のブロック図である。失速管理システム 2 1 6 は、この実施例では飛行制御システム 4 0 0 内に実装される。図示したように、飛行制御システム 4 0 0 の少なくとも一部は、コンピュータシステム 2 2 2 に実装される。

【 0 0 7 5 】

図示したように、飛行制御システム 4 0 0 には、失速管理システム 2 1 6、任意の数のシステムコントローラ 4 0 2、任意の数の飛行制御デバイス 4 0 3、及びオートパイロット 4 0 4 が含まれる。任意の数のシステムコントローラ 4 0 2 は、ハードウェア、ソフトウェア、又はその二つの組み合わせを使用して実装される。一実施形態では、任意の数の

10

20

30

40

50

システムコントローラ 4 0 2 には、エンジンコントローラ 4 0 6 及び操縦面コントローラ 4 0 8 が含まれる。

【 0 0 7 6 】

エンジンコントローラ 4 0 6 は、航空機 2 0 2 の任意の数のエンジン 4 1 0 を制御するように構成される。任意の数のエンジン 4 1 0 には、航空機 2 0 2 の移動に要する推力を供給するように構成される一又は複数のエンジンが含まれる。エンジンコントローラ 4 0 6 により、任意の数のエンジン 4 1 0 の動作が制御される。例えば、エンジンコントローラ 4 0 6 により、任意の数のエンジン 4 1 0 によって発生する推力の量が制御される。

【 0 0 7 7 】

操縦面コントローラ 4 0 8 は、航空機 2 0 2 の任意の数の操縦面 4 1 2 を制御するように構成される。任意の数の操縦面 4 1 2 には、航空機 2 0 2 の飛行を制御するように位置づけできる一又は複数の可動面が含まれる。操縦面コントローラ 4 0 8 は、任意の数の操縦面 4 1 2 の位置と構成を制御するように構成される。

【 0 0 7 8 】

これらの実施例では、任意の数の操縦面 4 1 2 と任意の数のエンジン 4 1 0 は、飛行制御システムの一部としてはみなされない。しかしながら、他の実施例では、飛行制御システム 4 0 0 には、任意の数の操縦面 4 1 2 と任意の数のエンジン 4 1 0 が含まれる。

【 0 0 7 9 】

任意の数の飛行制御デバイス 4 0 3 には、航空機 2 0 2 の飛行を制御するために、図 2 のオペレータ 2 1 7 等のパイロットによって使用される一又は複数の物理的制御部が含まれる。操縦桿 4 1 3 は任意の数の飛行制御デバイス 4 0 3 のうちの一つの例である。オペレータ 2 1 7 は、操縦桿 4 1 3 を操作することによって航空機 2 0 2 を制御する。この実施例では、任意の数の飛行制御デバイス 4 0 3 は、エンジンコントローラ 4 0 6 及び操縦面コントローラ 4 0 8 と連通して、航空機 2 0 2 の飛行を制御する。

【 0 0 8 0 】

オートパイロット 4 0 4 は、航空機 2 0 2 の飛行を制御するように構成されるシステムである。例えば、オートパイロット 4 0 4 は、エンジンコントローラ 4 0 6 及び操縦面コントローラ 4 0 8 と連通して、航空機 2 0 2 の飛行を制御する。オートパイロット 4 0 4 は、パイロットの入力、飛行計画、又はこれら幾つかの組み合わせに基づいて、航空機 2 0 2 の飛行を制御する。

【 0 0 8 1 】

この実施例では、警報 2 3 0 は、任意の数の異なる形態で警報発信器 2 2 6 によって発信される。例えば、警報 2 3 0 は、触覚警報 4 1 4、視覚警報 4 1 6、聴覚警報 4 1 8、及びメッセージ 4 2 0 のうちの少なくとも一つを含む。触覚警報 4 1 4 は、例えば非限定的に、スティックシェイカー 4 2 2 に送られるコマンドである。スティックシェイカー 4 2 2 は、操縦桿 4 1 3 に取り付けられたデバイスであり、操縦桿 4 1 3 を揺さぶる又は振動させるように構成されている。具体的には、スティックシェイカー 4 2 2 により、触覚警報 4 1 4 の受信に応じて、操縦桿 4 1 3 が揺さぶられる。

【 0 0 8 2 】

視覚警報 4 1 6 及び / 又は聴覚警報 4 1 8 は、航空機 2 0 2 の飛行計器システム 4 2 4 に送られる。飛行計器システム 4 2 4 は、ディスプレイシステム 4 2 6 及び音声システム 4 2 8 のうちの少なくとも一つを含む。ディスプレイシステム 4 2 6 は、任意の数のディスプレイデバイス、モニター、タッチスクリーン、ゲージ、ライト、及び / 又は他の種類の可視的表示デバイスを含む。音声システム 4 2 8 は、任意の数のスピーカ、マイクロホン、及び / 又は他の種類のオーディオデバイスを含む。

【 0 0 8 3 】

視覚警報 4 1 6 は、例えば、色の点滅、ボールド体、フォントの変更、動画、点滅数字、点滅ライト、又は他の何らかの好適な種類のインジケータのうちの一つを含む。聴覚警報 4 1 8 は、例えば非限定的に、発信音、口頭メッセージ、又は他の何らかの好適な種類の可聴式の警報を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

メッセージ 4 2 0 はオートパイロット 4 0 4 に送られる。メッセージ 4 2 0 は、要求、コマンド、又は他の何らかの好適な種類のメッセージのうちの少なくとも一つを含む。メッセージ 4 2 0 の受信に応じて、オートパイロット 4 0 4 は、航空機 2 0 2 の失速を防ぐために、オペレータ 2 1 7 からの入力を必要とせずに、任意の数のシステムコントローラ 4 0 2 及び / 又は任意の数の飛行制御デバイス 4 0 3 を制御するために自動的に処置を取るように構成される。

【 0 0 8 5 】

例えば、オートパイロット 4 0 4 はコマンドを任意の数の操縦面 4 1 2 へ送って、一又は複数の操縦面の構成を制御する。一実施例として、オートパイロット 4 0 4 は任意の数の操縦面 4 1 2 の昇降舵 4 3 0 とスラット 4 3 2 のうちの少なくとも一つを制御して、航空機 2 0 2 の失速を防止する。さらに具体的には、オートパイロット 4 0 4 は昇降舵 4 3 0 の偏向を増して、航空機 2 0 2 の迎え角を減少させる。加えて、オートパイロット 4 0 4 はコマンドを操縦面コントローラ 4 0 8 に送って、航空機 2 0 2 の翼の前縁のスラット 4 3 2 を延長する。

10

【 0 0 8 6 】

図 2 に示す航空機環境 2 0 0 の航空機 2 0 2、図 3 の任意の数の因数 2 0 6、及び図 4 の飛行制御システム 4 0 0 は、例示的な実施形態を実施可能な方式を物理的又はアーキテクチャ的に限定するものではない。図示した構成要素に加えて又は代えて、他の構成要素を使用することができる。幾つかの構成要素は任意選択になることもある。またブロックは、幾つかの機能的な構成要素を示すために提示されている。実施形態において実行される場合、一又は複数のこれらのブロックは結合、分割、又は異なるブロックに結合及び分割される。

20

【 0 0 8 7 】

例えば、警報発信器 2 2 6 及び閾値生成器 2 2 4 を組み合わせてもよい。いくつかの実施例では、失速管理システム 2 1 6 はモデル 2 5 2 のみを使用し、任意の数のデータ構造 2 5 0 は使用しない。他の実施例では、閾値生成器 2 2 4 は警報迎え角 2 4 2、警報揚力係数 2 4 4、及び / 又は警報速度 2 4 6 を修正して、迎え角閾値 2 3 1、揚力係数閾値 2 3 2、及び / 又は速度閾値 2 3 4 をそれぞれ識別する。

【 0 0 8 8 】

次に図 5 を参照する。図 5 は、一実施形態による警報速度を識別するのに使用される論理を示す図である。この実施例では、論理 5 0 0 は、例えば図 2 の警報速度 2 4 6 等の警報速度を識別するように構成される。この実施例では、論理 5 0 0 は図 2 の失速管理システム 2 1 6 の閾値生成器 2 2 4 において実装される。

30

【 0 0 8 9 】

図示したように、論理 5 0 0 は、フィルター 5 0 2、表ルックアップユニット 5 0 4、表ルックアップユニット 5 0 6、加算器 5 0 8、除算器 5 1 0、平方根ユニット 5 1 2、乗算器 5 1 4、及びフィルター 5 1 6 を含む。この実施例では、フィルター 5 0 2 は、入力として修正迎え角 5 2 0 を受信する。修正迎え角 5 2 0 は、図 2 の迎え角 2 3 6 の一実装形態の例である。修正迎え角 5 2 0 は、例えば非限定的に、航空機のピッチ速度に対して修正されたベーンの角度インジケータから取られた現在の迎え角の測定値である。

40

【 0 0 9 0 】

この例示的な実施例では、フィルター 5 0 2 はローパスフィルターの形態をとる。具体的には、フィルター 5 0 2 は一次ローパスフィルターである。例えば、フィルター 5 0 2 は、修正迎え角 5 2 0 によって乗算される例えば $1 / (0.5 S + 1)$ 等のラプラス変換を使用して実行される。

【 0 0 9 1 】

フィルター 5 0 2 は、フィルタード迎え角 5 2 2 を出力として生成し、フィルタード迎え角 5 2 2 を入力として表ルックアップユニット 5 0 4 に送る。表ルックアップユニット 5 0 4 はまた、フラップのデテント位置 5 2 4 も入力して受信する。フラップのデテント

50

位置 5 2 4 は、図 2 の翼の形状 2 3 8 のインジケータの一実装形態の例である。図示したように、フラップのデテント位置 5 2 4 は、航空機の翼に取り付けられたフラップの構成、したがって航空機の翼の形状を制御する飛行制御デバイスの現在位置である。表ルックアップユニット 5 0 4 は、フィルタード迎え角 5 2 2、フラップのデテント位置 5 2 4、及び表を使用して、初期揚力係数 5 2 6 を識別する。この表は、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 の一つである。ある実施例では、表ルックアップユニット 5 0 4 はまた、マッハ 5 4 2 も入力として使用する。

【 0 0 9 2 】

初期揚力係数 5 2 6 は、デルタ揚力係数 5 2 8 と共に入力として加算器 5 0 8 へ送られる。加算器 5 0 8 は、初期揚力係数 5 2 6 とデルタ揚力係数 5 2 8 を加算して、揚力係数 5 3 0 を生成する。揚力係数 5 3 0 は、図 2 の揚力係数 2 4 0 の一実装形態の一例である。この実施例では、デルタ揚力係数 5 2 8 は、航空機の飛行管理システムによって識別される初期揚力係数 5 2 6 への修正である。加算器 5 0 8 は揚力係数 5 3 0 を除算器 5 1 0 へ送る。

10

【 0 0 9 3 】

さらに、フラップのデテント位置 5 2 4 もまた、警報迎え角 5 3 2 とともに表ルックアップユニット 5 0 6 へ入力として送られる。ある実施例において、警報マッハ 5 4 4 は、表ルックアップユニット 5 0 6 への入力である。警報迎え角 5 3 2 は、図 2 の警報迎え角 2 4 2 の一実装形態の例である。警報迎え角 5 3 2 の生成を、下記の図 6 においてさらに詳しく説明する。

20

【 0 0 9 4 】

この実施例では、表ルックアップユニット 5 0 6 は表ルックアップユニット 5 0 4 によって使用される同じ表を使用して、フラップのデテント位置 5 2 4 と警報迎え角 5 3 2 に基づいて、警報揚力係数 5 3 4 を識別する。警報揚力係数 5 3 4 は、図 2 の警報揚力係数 2 4 4 の一実装形態の一例である。

【 0 0 9 5 】

警報揚力係数 5 3 4 は、入力として除算器 5 1 0 へ送られる。除算器 5 1 0 は、警報揚力係数 5 3 4 で揚力係数 5 3 0 を除算することによって、揚力因数 5 3 6 を生成するように構成されている。揚力因数 5 3 6 は、入力として平方根ユニット 5 1 2 に送られる。平方根ユニット 5 1 2 は揚力因数 5 3 6 の平方根を使って速度因数 5 3 8 を生成する。この実施例において、速度因数 5 3 8 は入力としてフィルタードマッハ 5 4 0 とともに乗算器 5 1 4 へ送られる。乗算器 5 1 4 はフィルタードマッハ 5 4 0 を速度因数 5 3 8 で乗算し、警報マッハ 5 4 4 を生成する。この実施例では、警報マッハ 5 4 4 は、図 2 の警報速度 2 4 6 の一実装形態の例である。

30

【 0 0 9 6 】

図示したように、フィルタードマッハ 5 4 0 は、フィルター 5 1 6 によって生成される。この実施例では、フィルター 5 1 6 はローパスフィルターの形態をとる。具体的には、フィルター 5 1 6 は、一次ローパスフィルターである。フィルター 5 1 6 は、マッハ 5 4 2 をフィルタリングして、フィルタードマッハ 5 4 0 を生成するように構成されている。これらの実施例では、マッハ 5 4 2 は、航空機及び圧力以外の気温にしたがって較正された航空機の現在の速度を表すものである。具体的には、マッハ 5 4 2 は航空機の現在のマッハである。

40

【 0 0 9 7 】

この実施例では、警報迎え角 5 3 2、警報揚力係数 5 3 4、及び警報マッハ 5 4 4 のうちの少なくとも一つを閾値として使用して警報を発信する。例えば、警報迎え角 5 3 2 を迎え角閾値、例えば図 2 の迎え角閾値 2 3 1 として使用することにより、航空機の迎え角が警報迎え角 5 3 2 よりも大きくなった時にすぐに警報が発信される。ある場合には、警報マッハ 5 4 4 を速度閾値、例えば図 2 の速度閾値 2 3 4 として使用することにより、航空機の速度が警報マッハ 5 4 4 を下回った時にすぐに警報が発信される。

【 0 0 9 8 】

50

ここで、図 6 を参照する。図 6 は、一実施形態による警報迎え角を識別する論理の図を示すものである。この実施例では、論理 6 0 0 は、図 5 から警報迎え角 5 3 2 を識別するように構成されている。論理 6 0 0 は、図 2 の閾値生成器 2 2 4 において実装される。

【 0 0 9 9 】

図示したように、論理 6 0 0 は、表ルックアップユニット 6 0 2 と、加算器 6 0 4 とを備える。表ルックアップユニット 6 0 2 は、入力としてのフラップのデテント位置 5 2 4 と、表を受信し、初期の警報迎え角 6 1 0 を識別する。この表は、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 のうちのひとつである。初期警報迎え角 6 1 0 は、入力としてマッハ補償バイアス 6 1 2、現在の翼荷重バイアス 6 1 4、速度ブレーキ補償バイアス 6 1 6、及び任意の数の他の迎え角バイアス 6 1 8 と共に、加算器 6 0 4 へ送られる。

10

【 0 1 0 0 】

現在の翼荷重バイアス 6 1 4 とは、航空機の翼に取り付けられた現在の外部ストアを考慮に入れた修正である。マッハ補償バイアス 6 1 2 は、航空機の事前に識別された警報マッハを考慮した修正である。マッハ補償バイアス 6 1 2 の生成は、下記の図 7 にさらに詳しく説明する。

【 0 1 0 1 】

速度ブレーキ補償バイアス 6 1 6 とは、航空機の速度ブレーキの修正である。任意の数の他の迎え角バイアス 6 1 8 は、非限定的に、航空機のフラット及びスラットの位置、航空機によって発生する推力、及び / 又は他の種類の因数を含む任意の数の因数に基づく修正である。

20

【 0 1 0 2 】

加算器 6 0 4 は、初期の警報迎え角 6 1 0 から、マッハ補償バイアス 6 1 2 を減算し、現在の翼の荷重バイアス 6 1 4 を減算し、速度ブレーキ補償バイアス 6 1 6 を減算し、任意の数の他の迎え角バイアス 6 1 8 を減算して、警報迎え角 5 3 2 を生成するように構成されている。この方法において、警報迎え角 5 3 2 は、修正された警報迎え角である。

【 0 1 0 3 】

ここで図 7 を参照する。図 7 は、一実施形態によるマッハ補償バイアスを識別するために使用される論理の図である。この実施例では、論理 7 0 0 は、図 6 のマッハ補償バイアス 6 1 2 を識別するように構成されている。論理 7 0 0 は、図 2 の閾値生成器 2 2 4 において実行される。

30

【 0 1 0 4 】

図示したように、論理 7 0 0 は、表ルックアップユニット 7 0 2、表ルックアップユニット 7 0 4、表ルックアップユニット 7 0 6、加算器 7 0 8、乗算器 7 1 0、選択上限ユニット 7 1 2、及び決定ユニット 7 1 4 を含む。表ルックアップユニット 7 0 2 は、警報マッハ 5 4 4 を入力として受信するように構成されている。表ルックアップユニット 7 0 2 は警報マッハ 5 4 4 と表を使用して、フラップアップマッハバイアス 7 1 6 を識別する。この表は、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 のうちのひとつである。

【 0 1 0 5 】

表ルックアップユニット 7 0 4 及び表ルックアップユニット 7 0 6 はいずれも、フラップのデテント位置 5 2 4 を入力として受信するように構成されている。表ルックアップユニット 7 0 4 はフラップのデテント位置 5 2 4 と表を使用して、インターセプトバイアス 7 1 8 を識別する。この表は、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 のうちのひとつである。表ルックアップユニット 7 0 6 はフラップのデテント位置 5 2 4 と表を使用して、スロープバイアス 7 2 0 を識別する。この表も、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 のうちのひとつである。インターセプトバイアス 7 1 8 及びスロープバイアス 7 2 0 は、下の位置にある航空機のフラップに対応するバイアスにおいて使用される値である。

40

【 0 1 0 6 】

スロープバイアス 7 2 0 と警報マッハ 5 4 4 は、入力として乗算器 7 1 0 へ送られる。乗算器 7 1 0 は、スロープバイアス 7 2 0 を警報マッハ 5 4 4 で乗算して、積 7 2 2 を生

50

成する。積 7 2 2 とインターセプトバイアス 7 1 8 は、入力として加算器 7 0 8 へ送られる。加算器 7 0 8 は、インターセプトバイアス 7 1 8 と積 7 2 2 を足して、総計を出す。総計 7 2 4 は、入力として選択上限ユニット 7 1 2 に送られる。選択上限ユニット 7 1 2 は、総計 7 2 4 のうちより大きい値とゼロ値 7 2 6 を選択して、この値を上限値 7 2 7 として出力するように構成されている。

【 0 1 0 7 】

選択上限ユニット 7 1 2 は、上限値 7 2 7 を決定ユニット 7 1 4 へ送る。決定ユニット 7 1 4 もまた、フラップアップマッハバイアス 7 1 6 を受信する。決定ユニット 7 1 4 はフラップアップの指示 7 2 8 を使用して、フラップアップマッハバイアス 7 1 6 又は上限値 7 2 7 をマッハ補償バイアス 6 1 2 として出力するか否かを決定する。マッハ補償バイ

10

【 0 1 0 8 】

この方法においては、図 5 の警報マッハ 5 4 4 は、マッハ補償バイアス 6 1 2、したがって警報迎え角 5 3 2 の識別においてフィードバックとして使用される。つまり、図 5 の事前に識別された警報マッハ 5 4 4 は、図 7 の次のマッハ補償バイアス 6 1 2、したがって図 6 の次の警報迎え角 5 3 2 の識別においてフィードバックとして使用される。

【 0 1 0 9 】

図 8 を参照する。図 8 は、一実施形態による旋回操縦中の最低操縦速度を識別する論理の図である。この実施例では、論理 8 0 0 は、航空機が機動飛行を行っている時、具体的には旋回操縦している時の最低操縦速度を識別するように構成されている。論理 8 0 0 は

20

【 0 1 1 0 】

この実施例において図示するように、論理 8 0 0 は、表ルックアップユニット 8 0 1、除算器 8 0 2、除算器 8 0 4、乗算器 8 0 6、平方根ユニット 8 0 8、乗算器 8 1 0、加算器 8 1 2、加算器 8 1 4、乗算器 8 1 6、及び選択上限ユニット 8 1 8 を備える。表ルックアップユニット 8 0 1 は、フラップのデテント位置 5 2 4 と操縦警報迎え角 8 2 0 を入力として受信するように構成されている。操縦警報迎え角 8 2 0 は、図 2 の警報迎え角 2 4 2 の一実装形態の一例であるが、操縦に対する警報迎え角である。

【 0 1 1 1 】

表ルックアップ 8 0 1 は、フラップのデテント位置 5 2 4、操縦警報迎え角 8 2 0、及び表を使用して、操縦警報揚力係数 8 2 2 を識別する。この表は、例えば非限定的に、図 2 の任意の数の表 2 5 1 のうちのの一つである。操縦警報揚力係数 8 2 2 は、図 2 の警報揚力係数 2 4 4 の一実装形態の一例であるが、操縦に対する警報揚力係数である。操縦警報揚力係数 8 2 2 は、除算器 8 0 2 への入力である。

30

【 0 1 1 2 】

加えて、除算器 8 0 4 は、選択荷重 8 2 4 と荷重倍数 8 2 6 を入力として受信するように構成されている。選択荷重 8 2 4 は、航空機の最低操縦機能を表す荷重である。例えば、選択荷重 8 2 4 は、この実施例において約 1.3 g であり、約 40 度の最低操縦機能を表す。選択荷重 8 2 4 を上回る荷重倍数は、最低操縦速度よりも速く飛ぶことによって得られる。荷重倍数 8 2 6 は、航空機の重量に対する航空機の揚力の比率である。ある場合

40

【 0 1 1 3 】

図 5 の揚力係数 5 3 0 と操縦因数 8 2 8 は、入力として乗算器 8 0 6 へ送られる。乗算器 8 0 6 は、揚力係数 5 3 0 を操縦因数 8 2 8 で乗算して、調節揚力係数 8 3 0 を生成する。調節揚力係数 8 3 0 は、入力として除算器 8 0 2 に送られる。

【 0 1 1 4 】

除算器 8 0 2 は、調節揚力係数 8 3 0 を操縦警報揚力係数 8 2 2 で除算して、操縦揚力因数 8 3 2 を生成する。図示したように、平方根ユニット 8 0 8 は、操縦揚力因数 8 3 2 を受信して、操縦揚力因数 8 3 2 の平方根を操縦速度因数 8 3 4 として出力するように構

50

成されている。乗算器 8 1 0 は操縦速度因数 8 3 4 を受信して、マッハ 5 4 2 で乗算し、最低操縦警報マッハ 8 3 6 を生成する。最低操縦マッハ 8 3 6 は、図 2 の警報速度 2 4 6 の一実装形態の一例であるが、選択荷重 8 2 4 の操縦に対するものである。

【 0 1 1 5 】

この実施例で示すように、最低操縦警報マッハ 8 3 6 は、操縦警報迎え角 8 2 0 の識別においてフィードバックとして使用される。操縦警報迎え角 8 2 0 は、加算器 8 1 2 から出力される。加算器 8 1 2 は、図 6 の初期の警報迎え角 6 1 0、マイナスの操縦マッハ補償バイアス 8 3 8、図 6 の現在の翼荷重バイアス 6 1 4、図 6 のマイナスの迎え角バイアス 6 2 0 をすべて合計して、操縦警報迎え角 8 2 0 を生成するように構成されている。操縦マッハ補償バイアス 8 3 8 は、最低操縦警報マッハ 8 3 6 を使用して生成される。

10

【 0 1 1 6 】

具体的には、乗算器 8 1 6 は、図 7 のスロープバイアス 7 2 0 を最低操縦警報マッハ 8 3 6 で乗算して、積 8 4 0 を生成するように構成されている。加算器 8 1 4 は、図 7 のインターセプトバイアス 7 1 8 と積 8 4 0 を合計して、総計 8 4 2 を生成するように構成されている。選択上限ユニット 8 1 8 は、総計 8 4 2 の上限値とゼロ値 8 4 4 を選択して、この上限値を操縦マッハ補償バイアス 8 3 8 として出力するように構成されている。

【 0 1 1 7 】

次に図 9 を参照する。図 9 は、一実施形態による警報速度を識別する論理の図である。この実施例では、論理 9 0 0 は、航空機の警報速度をノットで識別するように構成されている。論理 9 0 0 は、図 2 の閾値生成器 2 2 4 において実行される。

20

【 0 1 1 8 】

図示のように、論理 9 0 0 は、フィルター 9 0 2 及び乗算器 9 0 4 を含む。フィルター 9 0 2 は、入力として対気速度 9 0 6 を受信するように構成されている。この実施例では、対気速度 9 0 6 は、航空機の真対気速度をノットで表したものである。フィルター 9 0 2 は、例えばローパスフィルターである。具体的には、フィルター 9 0 2 は、一次ローパスフィルターである。

【 0 1 1 9 】

フィルター 9 0 2 は、対気速度 9 0 6 を使用してフィルタード対気速度 9 0 8 を生成する。フィルタード対気速度 9 0 8 は、図 5 の速度因数 5 3 8 とともに入力として乗算器 9 0 4 へ送られる。乗算器 9 0 4 は、速度因数 5 3 8 とフィルタード対気速度 9 0 8 を乗算して、警報対気速度 9 1 0 を生成する。ある場合には、警報対気速度 9 1 0 は、例えば図 2 の速度閾値 2 3 4 等の速度閾値として使用して、警報を発信する。

30

【 0 1 2 0 】

他の実施例では、航空機の機動飛行を行っている時に、フィルタード対気速度 9 0 8 を図 8 の操縦速度因数 8 3 4 で乗算して、操縦警報対気速度を生成する。この操縦警報対気速度はまた、警報を発信するための速度閾値としても使用される。

【 0 1 2 1 】

ここで、図 1 0 を参照する。図 1 0 は、一実施形態による警報を発信する論理を示す図である。論理 1 0 0 0 は、警報が発信される一方法の一例である。論理 1 0 0 0 は、図 2 の警報発信器 2 2 6 において実行される。

40

【 0 1 2 2 】

図示のように、論理 1 0 0 0 は加算器 1 0 0 2 及び比較ユニット 1 0 0 4 とを含む。加算器 1 0 0 2 は、図 5 のフィルタード迎え角 5 2 2 と、図 5 の警報迎え角 5 3 2 を入力として受信する。この方法において、図 2 の警報発信器 2 2 6 は、警報迎え角 5 3 2 を図 2 の迎え角閾値 2 3 1 として受信する。

【 0 1 2 3 】

加算器 1 0 0 2 は、フィルタード迎え角 5 2 2 と、マイナスの警報迎え角 5 3 2 を合計して、総計 1 0 0 6 を生成する。比較ユニット 1 0 0 4 は、総計 1 0 0 6 をゼロと比較するように構成されている。総計 1 0 0 6 がゼロよりも大きい場合、警報 1 0 0 8 が発信される。警報 1 0 0 8 は、図 2 の警報 2 3 0 の一実装形態の一例である。警報 2 3 0 は、例

50

えば非限定的に、図4のスティックシェイカー422等の航空機のスティックシェーカーに送られるコマンドである。

【0124】

図5に示す論理500、図6に示す論理600、図7に示す論理700、図8に示す論理800、図9に示す論理900及び図10に示す論理1000は、例示的な実施形態を実施可能な方式を物理的又はアーキテクチャ的に限定するものではない。図示した構成要素に加えて又は代えて、他の構成要素を使用することができる。幾つかの構成要素は任意選択になることもある。

【0125】

また、ブロックは、幾つかの論理構成要素を示すために提示されている。実施形態において実行される場合、一又は複数のこれらのブロックは結合、分割、又は異なるブロックに結合及び分割される。さらに、図5～10の一又は複数の論理を互いに組み合わせることができる。

10

【0126】

ここで、図11を参照する。図11は、一実施形態による揚力係数を識別するための表を示す図である。この実施例では、表1100は、図2の任意の数の表251のうちの一つの表の実装形態の一例である。具体的には、表1100は、図5の表ルックアップユニット504、図5の表ルックアップユニット506、及び図8の表ルックアップユニット801によって使用される表の実装形態の一例である。

【0127】

20

これらの実施例では、列1102は迎え角(単位:度)に対応し、行1104はフラップのデテント位置に対応する。表ルックアップユニットは迎え角及びフラップのデテント位置の形態の入力を使用して、表1100の中から揚力係数1106のうち特定の揚力係数を識別する。いくつかの実施例では、表ルックアップユニットへの入力が列1102の値及び/又は行1104の値に含まれていない場合、表ルックアップユニットは補間を利用して正確な揚力係数を識別する。

【0128】

表1100の図は、表が表ルックアップユニットに対して実装される方法に対し限定するものではない。この実施例では、4つの列及び行のみが図示されている。しかしながら、他の実施例では、他の任意の数の列及び行が表1100に含まれる。

30

【0129】

ここで、一実施形態による揚力係数対マッハ数のグラフを示す図12を参照する。この実施例では、グラフ1200は、垂直軸1202と水平軸1204を備える。垂直軸1202は、揚力係数値を表す。水平軸1204は、マッハ数値を表す。

【0130】

線1206は、マッハ数に対する航空機の失速揚力係数に対応している。図示したように、航空機の失速揚力係数は、航空機のマッハ数が変化すると変化する。

【0131】

線1208は、航空機が潜在的な失速状態に陥った時に、警報を発信するために使用される幾つかの現在利用可能な警報システムによって発信される警報揚力係数に対応している。図示したように、使用される警報揚力係数は、飛行中に固定されたままであり、マッハ数が変化しても変化しない。この種の警報揚力係数が使用された時に、警報は、約0.38を上回るマッハ数に対して、航空機が失速揚力係数に到達した後までは発信されない。つまり、警報は、航空機がすでに失速した後でないと発信されない。

40

【0132】

線1210は、図2の失速管理システム216によって生成された警報揚力係数に対応している。具体的には、線1210は警報揚力係数244に対応している。図示したように、警報揚力係数244は、失速揚力係数が変化した時に変化する。具体的には、警報揚力係数は常に、失速揚力係数よりも約10%低く保たれるように構成される。

【0133】

50

航空機のマッハ数が変化した時に変化するように構成された警報揚力係数を使用することで、航空機が失速する前にはいつも警報が発信される。この方法において、オペレータは、航空機の失速を防止する、又は航空機の失速の可能性を低減するために任意の数の機動飛行を行うための十分な時間を取ることができる。

【0134】

次に図13を参照する。図13は、一実施形態による航空機の飛行を管理するプロセスをフロー図で示したものである。図13に示すプロセスは、図2の失速管理システム216を使用する航空機202に実装される。

【0135】

このプロセスは、航空機の事前に識別された警報速度を使用して、航空機の警報迎え角を識別することによって開始される（工程1300）。工程1300では、警報迎え角は、初期の警報迎え角と複数のバイアスを使用して識別される。これらのバイアスには、例えば非限定的に、迎え角バイアス、マッハ補償バイアス、現在の翼荷重バイアス、及び速度ブレーキ補償バイアスのうちの少なくとも一つが含まれる。ある実施例では、初期の警報迎え角は、フラップのデテント位置及び表を使用して識別される。

10

【0136】

このプロセスでは次に、警報迎え角を使用して航空機の警報揚力係数を識別する（工程1302）。工程1302において、警報揚力係数は、フラップのデテント位置及び表を使用して識別される。

【0137】

その後、このプロセスでは、航空機の警報揚力係数と、現在の揚力係数を使用して、航空機の警報速度を識別する（工程1304）。この警報速度は、例えば警報マッハである。つまり、警報速度はマッハ数として表される。さらに、警報速度は、次の警報迎え角を識別するためのフィードバックとして使用される。

20

【0138】

このプロセスでは次に、警報迎え角、警報揚力係数、及び警報速度のうちの少なくとも一つを使用して、航空機の潜在的な失速状態を示す警報を発信するのに使用される一組の閾値が識別される（工程1306）。この一組の閾値には、例えば、迎え角閾値、揚力係数閾値、及び/又は速度閾値が含まれる。ある場合には、迎え角閾値、揚力係数閾値、及び速度閾値はそれぞれ、警報迎え角、警報揚力係数、及び警報速度である。

30

【0139】

次に、このプロセスでは、一組の閾値のうちの少なくとも一つの閾値が交差した時に警報が発信され（工程1308）、その後プロセスは終了する。工程1308では、警報は、例えば航空機の迎え角が迎え角閾値よりも大きい、航空機の現在の揚力係数が警報揚力係数よりも大きい、また航空機の速度が速度閾値を下回ることのうちの少なくとも一つが起きた時に、発信される。

【0140】

図13では、警報迎え角を識別するフィードバックとして警報速度を使用することによって、警報迎え角を使用して識別された警報揚力係数を、航空機の現在の状態の任意の数の変化に応じて調節することができる。つまり、警報迎え角、警報揚力係数、及び警報速度は、航空機の現在の状態の変化にしたがって調節可能である。この方法においては、航空機が潜在的な失速状態に陥ったという警報が、航空機が実際に失速する前に発信される。

40

【0141】

図示した種々の実施形態でのフロー図、論理及びブロック図は、例示的な実施形態で実装可能な装置及び方法の構造、機能、及び工程を示している。その際、フロー図、論理又はブロック図の各ブロックは、工程又はステップのモジュール、セグメント、機能及び/又は部分を表わしている。例えば、ブロックの一又は複数は、ハードウェア内のプログラムコードとして、又はプログラムコードとハードウェアの組合せとして実施可能である。ハードウェアにおいて実施されるとき、ハードウェアは、例えば、フロー図又はブロック

50

図の一又は複数の工程を実施するように製造又は構成された集積回路の形態をとることができる。

【0142】

例示的な一実施形態の幾つかの代替的な実装態様では、ブロックに記載された1つ又は複数の機能は、図中に記載の順序を逸脱して現れることがある。例えば、場合によっては、連続して示されている二つのブロックがほぼ同時に実行されること、又は時には含まれる機能によってはブロックが逆順に実施されることもありうる。また、フロー図、論理又はブロック図に示されているブロックに加えて他のブロックが追加されてもよい。

【0143】

次に図14を注目する。図14は、一実施形態によるデータ処理システムを示す図である。この例示的な実施例では、データ処理システム1400を使用して、図2のコンピュータシステム222に一又は複数のコンピュータを実装することができる。この実施例では、データ処理システム1400は通信フレームワーク1402を含み、これによりプロセッサユニット1404、メモリ1406、固定記憶域1408、通信ユニット1410、入出力(I/O)ユニット1412、及びディスプレイ1414の間の通信が行われる。

10

【0144】

プロセッサユニット1404は、メモリ1406に読み込まれるソフトウェアに対する命令を実行するように働く。プロセッサユニット1404は、特定の実行形態に応じて、任意の数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、又は他の形式のプロセッサであってもよい。さらに、プロセッサ装置1404は、単一チップ上でメインプロセッサが二次プロセッサと共存する異種プロセッサシステムを任意の個数だけ使用して実装することもできる。別の例示された実施例では、プロセッサユニット1404は同一形式の複数のプロセッサを含む対称型マルチプロセッサシステムであってもよい。

20

【0145】

メモリ1406及び固定記憶域1408は、記憶デバイス1416の例である。記憶デバイスは、例えば、限定しないが、データ、機能的な形態のプログラムコード、及び/又は他の適切な情報などの情報を、一時的に及び/又は永続的に保存することができる任意の個数のハードウェアである。記憶デバイス1416は、これらの実施例ではコンピュータで読取可能な記憶デバイスと呼ばれることもある。これらの実施例では、メモリ1406は例えば、ランダムアクセスメモリ又は他の何らかの適切な揮発性又は不揮発性の記憶デバイスであってもよい。固定記憶域1408は具体的な実装に応じて様々な形態をとりうる。

30

【0146】

例えば、限定しないが、固定記憶域1408は一又は複数の構成要素又はデバイスを含みうる。例えば、固定記憶域1408は、ハードドライブ、フラッシュメモリ、書換え型光ディスク、書換え可能磁気テープ、又はそれらの何らかの組み合わせである。固定記憶域1408によって使用される媒体は着脱式であってもよい。例えば、着脱式ハードドライブは固定記憶域1408に使用することができる。

【0147】

通信ユニット1410はこれらの例では、他のデータ処理システム又はデバイスとの通信を行う。このような実施例では、通信ユニット1410はネットワークインターフェースカードである。通信ユニット1410は、物理的及び無線の通信リンクのいずれか一方又は両方を使用することによって、通信を提供することができる。

40

【0148】

入出力ユニット1412は、データ処理システム1400に接続される他の装置とのデータの入出力を可能にする。例えば、入出力ユニット1412は、キーボード、マウス、及び/又は他のなんらかの適切な入力デバイスを介してユーザ入力への接続を提供することができる。さらに、入出力ユニット1412は出力をプリンタに送ることができる。ディスプレイ1414はユーザに情報を表示するメカニズムを提供する。

50

【0149】

オペレーティングシステム、アプリケーション、及び/又はプログラムに対する命令は、通信フレームワーク1402を介してプロセッサユニット1404と通信する記憶デバイス1416内に位置付けされる。このような実施例では、命令は固定記憶域1408上において機能的な形態になっている。これらの命令は、プロセッサユニット1404によって実行するため、メモリ1406に読み込まれる。異なる実施形態のプロセスは、メモリ1406などのメモリに配置可能なコンピュータによって実行される命令を使用して、プロセッサユニット1404によって実行することができる。

【0150】

これらの命令は、プログラムコード、コンピュータで使用可能なプログラムコード、又はコンピュータで読取可能なプログラムコードと呼ばれ、プロセッサユニット1404内のプロセッサによって読取及び実行することができる。異なる実施形態のプログラムコードは、メモリ1406又は固定記憶域1408など、異なる物理的な又はコンピュータ可読記憶媒体上に具現化する。

10

【0151】

プログラムコード1418は、選択的に着脱可能でコンピュータで読取可能な媒体1420上に機能的な形態で配置され、プロセッサユニット1404での実行用のデータ処理システム1400に読込み又は転送することができる。プログラムコード1418及びコンピュータ可読媒体1420は、これらの実施例ではコンピュータプログラム製品1422を形成する。1つの実施例では、コンピュータで読取可能な媒体1420は、コンピュータで読取可能な記憶媒体1424又はコンピュータで読取可能な信号媒体1426であってもよい。

20

【0152】

コンピュータ可読記憶媒体1424は、例えば非限定的に、固定記憶域1408の一部であるハードドライブなどのように、記憶デバイス上に転送するための固定記憶域1408の一部であるドライブ又は他のデバイスに挿入又は配置される光ディスク又は磁気ディスクなどを含みうる。また、コンピュータ可読記憶媒体1424は、データ処理システム1400に接続されているハードドライブ、サムドライブ、又はフラッシュメモリなどの固定記憶域の形態をとることができる。場合によっては、コンピュータ可読記憶媒体1424は、データ処理システム1400から着脱式でなくてもよい。

30

【0153】

これらの実施例では、コンピュータで読取可能な記憶媒体1424は、プログラムコード1418を伝搬又は転送する媒体よりはむしろプログラムコード1418を保存するために使用される物理的な又は有形の記憶デバイスである。コンピュータで読取可能な記憶媒体1424は、コンピュータで読取可能な有形の記憶デバイス又はコンピュータで読取可能な物理的な記憶デバイスと呼ばれることもある。すなわち、コンピュータで読取可能な記憶媒体1424は、人が触れることのできる媒体である。

【0154】

代替的には、プログラムコード1418は、コンピュータ可読信号媒体1426を使用してデータ処理システム1400に転送することができる。コンピュータで読取可能な信号媒体1426は、例えば非限定的に、プログラムコード1418を含む伝播されたデータ信号であってもよい。例えば、コンピュータで読取可能な信号媒体1426は、電磁信号、光信号、及び/又は他の任意の好適な形式の信号である。これらの信号は、無線通信リンク、光ファイバケーブル、同軸ケーブル、有線、及び/又は他の任意の好適な形式の通信リンクなどの通信リンクによって伝送される。すなわち、通信リンク及び/又は接続は、実施例によると物理的なもの又は無線によるものでありうる。

40

【0155】

幾つかの例示的な実施形態では、プログラムコード1418は、コンピュータで読取可能な信号媒体1426により、ネットワークを介して別のデバイス又はデータ処理システムから固定記憶域1408にダウンロードされて、データ処理システム1400内で使用

50

される。例えば、サーバーデータ処理システムのコンピュータ可読記憶媒体に保存されたプログラムコードは、ネットワークを介してサーバーからデータ処理システム 1400 にダウンロードすることができる。プログラムコード 1418 を提供するデータ処理システムは、サーバコンピュータ、クライアントコンピュータ、又はプログラムコード 1418 を記憶及び転送可能な別の装置とすることができる。

【0156】

データ処理システム 1400 に例示されている種々の構成要素は、種々の実施形態が実行可能である方法をアーキテクチャ的に制限するものではない。異なる例示の実施形態は、データ処理システム 1400 に対して図解されている構成要素に対して追加的又は代替的な構成要素を含むデータ処理システム内に実装しうる。図 14 に示した他の構成要素は、例示的な実施例と異なることがある。種々の実施形態は、プログラムコードを実行できる任意のハードウェア装置又はシステムを用いて実施することができる。一実施例として、データ処理システムは、無構成要素と一体化した有構成要素を含むことができる、及び/又は全体的に人間を除く有構成要素が含まれる。例えば、記憶デバイスは、有機半導体で構成されている。

10

【0157】

別の例示的な実施例では、プロセッサユニット 1404 は、特定の用途のために製造又は構成された回路を有するハードウェアユニットの形態をとってもよい。この種のハードウェアは、工程を実行するように構成された記憶デバイスからメモリにプログラムコードをローディングする必要なく、工程を実施することができる。

20

【0158】

例えば、プロセッサユニット 1404 がハードウェアユニットの形態をとる場合、プロセッサユニット 1404 は回路システム、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラム可能論理デバイス、又は任意の数の工程を実施するために構成された他の適切な形式のハードウェアであってもよい。プログラム可能論理デバイスにより、デバイスは任意の数の工程を実施するように構成されている。デバイスは、後で再構成することができるか、又は任意の数の工程を実行するように恒久的に構成することができる。プログラマブル論理デバイスの例には、例えば非限定的に、プログラマブル論理アレイ、フィールドプログラマブル論理アレイ、フィールドプログラマブルゲートアレイ、及び他の適切なハードウェアデバイスが含まれる。この形式の実装により、異なる実施形態のプロセスはハードウェアユニットに実装されるため、プログラムコード 1418 は除外されうる。

30

【0159】

さらに別の例示的な実施例では、プロセッサユニット 1404 は、コンピュータ及びハードウェアユニットの中に見られるプロセッサの組み合わせを使用して実装可能である。プロセッサユニット 1404 は、プログラムコード 1418 を実行するように構成されている任意の数のハードウェアユニット及び任意の数のプロセッサを有していてもよい。ここに描かれている実施例では、プロセスの一部は任意の数のハードウェアユニットで実行することが可能であるが、一方、他のプロセスは任意の数のプロセッサで実行可能である。

【0160】

別の実施例では、バスシステムは、通信フレームワーク 1402 を実施するために使用することができる。システムバス又は入出力バスといった一又は複数のバスから構成することができる。言うまでもなく、バスシステムは、バスシステムに取り付けられた種々の構成要素又はデバイス間でのデータ伝送を行う任意の適切な種類のアーキテクチャを使用して実施することができる。

40

【0161】

加えて、通信ユニットは、データの送信、データの受信、又はデータの送受信を行う任意の数のデバイスを含むことがある。通信ユニットは、例えば、モデム又はネットワークアダプタ、2つのネットワークアダプタ、又はこれらの組み合わせとしてもよい。さらに、メモリは、例えば非限定的に、通信フレームワーク 1402 内に存在することがあるイ

50

ンターフェース及びメモリコントローラハブに見られるような、メモリ1406又はキャッシュであってもよい。

【0162】

このように、一又は複数の実施形態により、航空機を操縦可能な速度のより正確な識別が実施できる。異なる実施形態は、飛行の異なる段階における航空機の揚力の変化を考慮に入れている。具体的には、この実施形態は、航空機の様々な状態が変化する時に航空機の揚力が変化することを認識し、考慮している。これらの異なる状態を考慮することによって、現在使用されているシステムに比べて、航空機がより短い滑走路を有する空港において操作可能になる。

【0163】

種々の実施形態の説明は、例示及び説明を目的として提供されているものであり、網羅的な説明であること、又は開示された形態に実施形態を限定することを意図していない。当業者には、多数の修正例及び変形例が明らかであろう。さらに、種々の実施形態は、他の実施形態に照らして別の利点を提供することができる。選択された一又は複数の実施形態は、実施形態の原理、実際の用途を最もよく説明するため、及び他の当業者に対し、様々な実施形態の開示内容と、考慮される特定の用途に適した様々な修正との理解を促すために選択及び記述されている。

【符号の説明】

【0164】

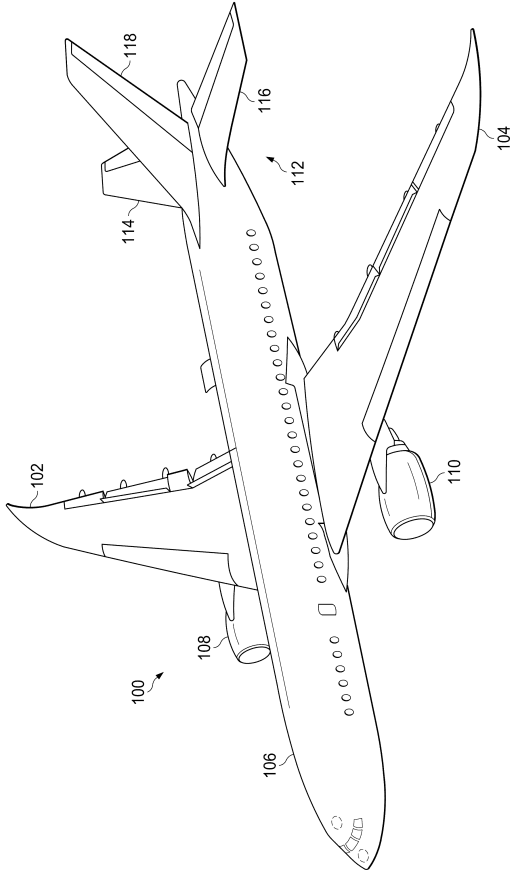
100	航空機	20
102	翼	
104	翼	
106	機体	
108	エンジン	
110	エンジン	
112	尾部	
114	水平安定板	
116	水平安定板	
118	垂直安定板	
200	航空機環境	30
202	航空機	
204	揚力	
205	大気	
206	任意の数の因数	
208	任意の数の航空機因数	
210	任意の数の動的因数	
212	任意の数の環境因数	
214	センサシステム	
216	失速管理システム	
217	オペレータ	40
218	任意の数のセンサ	
220	データ	
222	コンピュータシステム	
224	閾値生成器	
226	警報発信器	
228	一組の閾値	
230	警報	
231	迎え角閾値	
232	揚力係数	
234	速度閾値	50

2 3 6	迎え角	
2 3 8	翼の形状	
2 4 0	揚力係数	
2 4 2	警報迎え角	
2 4 4	警報揚力係数	
2 4 6	警報速度	
2 4 8	フィードバック	
2 5 0	任意の数のデータ構造	
2 5 1	任意の数の表	
2 5 2	モデル	10
2 5 6	潜在的な失速状態	
3 0 2	重量	
3 0 4	迎え角	
3 0 6	翼の形状	
3 0 8	バンク角	
3 1 0	標準の荷重倍数	
3 1 2	任意の数の外部荷重ストア	
3 1 4	操縦面の位置	
3 1 5	フラップの位置	
3 1 6	スラットの位置	20
3 1 8	速度	
3 2 0	マッハ数	
3 2 2	真対気速度	
3 2 4	較正対気速度	
3 2 6	気温	
3 2 8	静圧	
3 3 0	ラム気圧	
4 0 0	飛行制御システム	
4 0 2	任意の数のシステムコントローラ	
4 0 3	任意の数の飛行制御デバイス	30
4 0 4	オートパイロット	
4 0 6	エンジンコントローラ	
4 0 8	操縦面コントローラ	
4 1 0	任意の数のエンジン	
4 1 2	任意の数の操縦面	
4 1 3	操縦桿	
4 1 4	触覚警報	
4 1 6	視覚警報	
4 1 8	聴覚警報	
4 2 0	メッセージ	40
4 2 2	スティックシェイカー	
4 2 4	飛行計器システム	
4 2 6	ディスプレイシステム	
4 2 8	オーディオシステム	
4 3 0	昇降舵	
4 3 2	スラット	
5 0 0	警報速度を識別するのに使用される論理	
5 0 2	フィルター	
5 0 4	表のルックアップユニット	
5 0 6	表のルックアップユニット	50

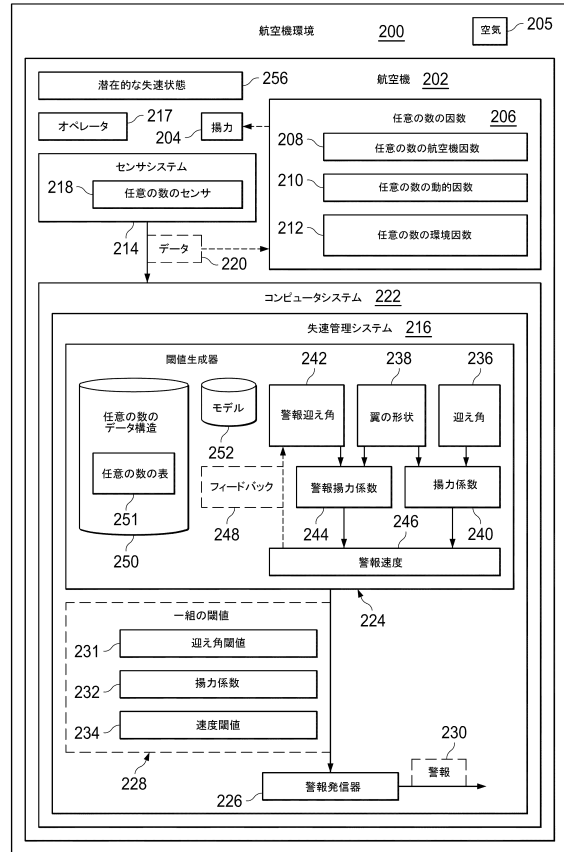
5 0 8	加算器	
5 1 0	除算器	
5 1 2	平方根ユニット	
5 1 4	乗算器	
5 1 6	フィルター	
5 2 0	修正迎え角	
5 2 2	フィルタード迎え角	
5 2 4	フラップのデテント位置	
5 2 6	初期の揚力係数	
5 2 8	デルタ揚力係数	10
5 3 0	揚力係数	
5 3 2	警報迎え角	
5 3 4	警報揚力係数	
5 3 6	揚力因数	
5 3 8	速度因数	
5 4 0	フィルタードマッハ	
5 4 2	マッハ	
5 4 4	警報マッハ	
6 0 0	警報迎え角を識別する論理	
6 0 2	表のルックアップユニット	20
6 0 4	加算器	
6 1 0	初期の警報迎え角	
6 1 2	マッハ補償バイアス	
6 1 4	現在の翼荷重バイアス	
6 1 6	速度ブレーキ補償バイアス	
6 1 8	任意の数の他の迎え角バイアス	
6 2 0	迎え角バイアス	
7 0 0	マッハ補償バイアスを識別するために使用される論理	
7 0 2	表のルックアップユニット	
7 0 4	表のルックアップユニット	30
7 0 6	表のルックアップユニット	
7 0 8	加算器	
7 1 0	乗算器	
7 1 2	選択上限ユニット	
7 1 4	決定ユニット	
7 1 6	フラップアップマッハバイアス	
7 1 8	インターセプトバイアス	
7 2 0	スロープバイアス	
7 2 2	積	
7 2 4	総計	40
7 2 7	上限値	
7 2 8	フラップアップの指示	
8 0 0	旋回操縦中の最低操縦速度を識別する論理	
8 0 1	表ルックアップユニット	
8 0 2	除算器	
8 0 4	除算器	
8 0 6	乗算器	
8 0 8	平方根ユニット	
8 1 0	乗算器	
8 1 2	加算器	50

8 1 4	加算器	
8 1 6	乗算器	
8 1 8	選択上限ユニット	
8 2 0	操縦警報迎え角	
8 2 2	操縦警報揚力係数	
8 2 4	選択荷重 (~ 1 . 3 G)	
8 2 6	荷重倍数	
8 2 8	操縦要因	
8 3 0	調節揚力係数	
8 3 2	操縦揚力係数	10
8 3 4	操縦速度係数	
8 3 6	最低操縦警報マッハ	
8 3 8	操縦マッハ補償バイアス	
8 4 0	積	
9 0 0	警報速度を識別する論理	
9 0 2	フィルター	
9 0 4	乗算器	
9 0 6	対気速度	
9 0 8	フィルタード対気速度	
9 1 0	警報対気速度	20
1 0 0 0	警報を発信する論理	
1 0 0 2	加算器	
1 0 0 4	比較ユニット	
1 0 0 6	総計	
1 0 0 8	警報	
1 1 0 0	揚力係数を識別するための表	
1 1 0 2	迎え角 (度)	
1 1 0 4	フラップのデテント位置 (度)	
1 1 0 6	揚力係数	
1 2 0 0	揚力係数対マッハ数のグラフ	30
1 2 0 2	揚力係数 (C_L)	
1 2 0 4	マッハ数	
1 2 0 6	グラフの線	
1 2 0 8	グラフの線	
1 4 0 0	データ処理システム	
1 4 0 4	プロセッサユニット	
1 4 0 6	メモリ	
1 4 0 8	固定記憶域	
1 4 1 0	通信ユニット	
1 4 1 2	入力 / 出力ユニット	40
1 4 1 4	表示装置	
1 4 1 6	記憶デバイス	
1 4 1 8	プログラムコード	
1 4 2 0	コンピュータによって読み取り可能な媒体	
1 4 2 2	コンピュータプログラム製品	
1 4 2 4	コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体	
1 4 2 6	コンピュータによって読み取り可能な信号媒体	

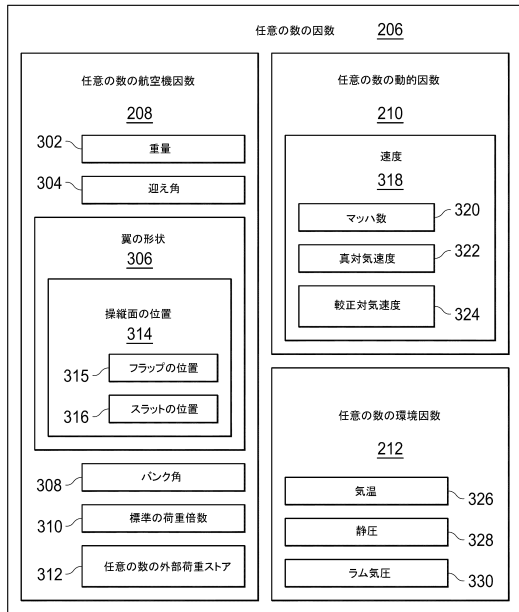
【図1】



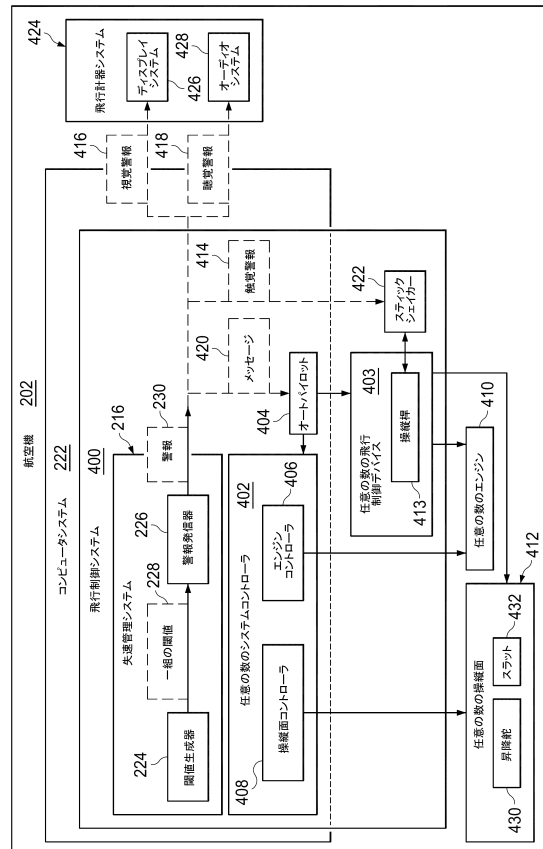
【図2】



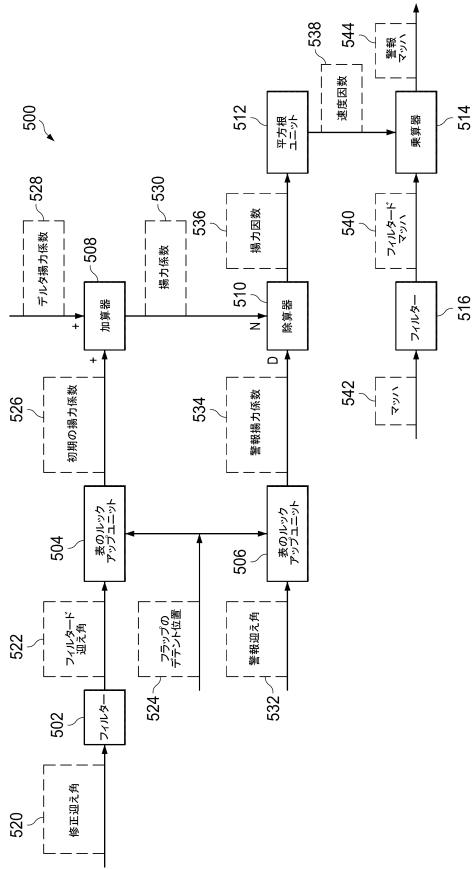
【図3】



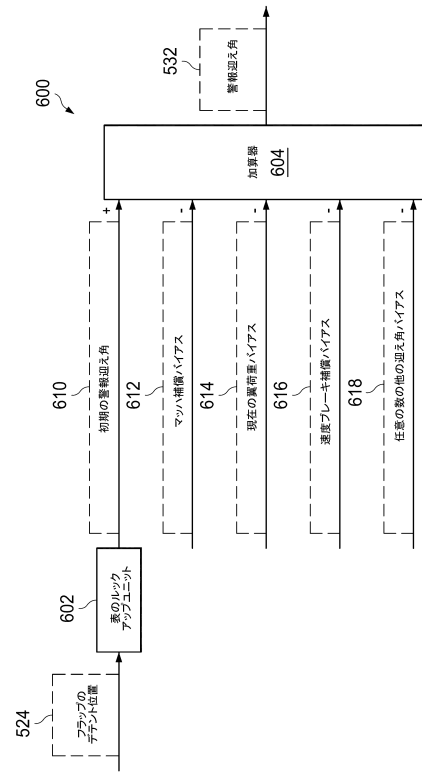
【図4】



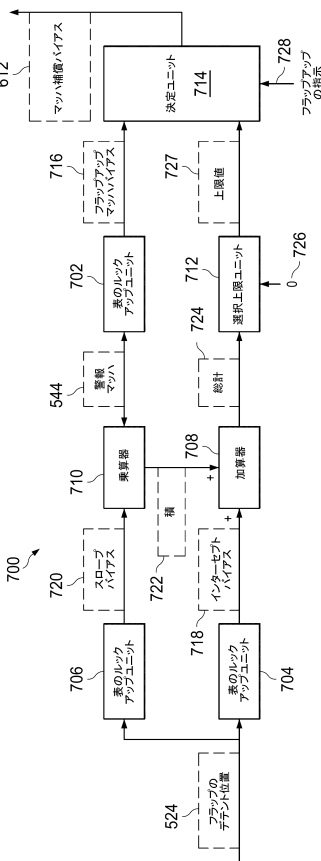
【図5】



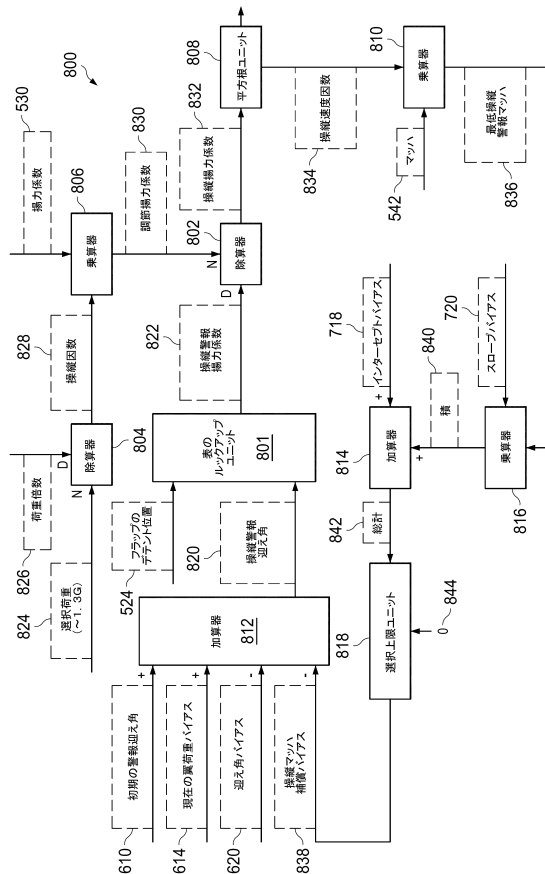
【図6】



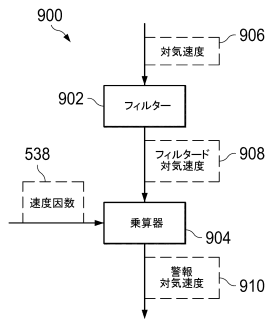
【図7】



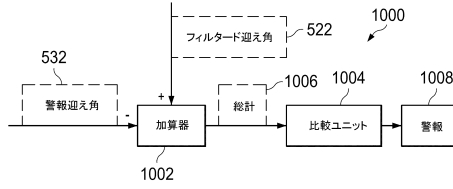
【図8】



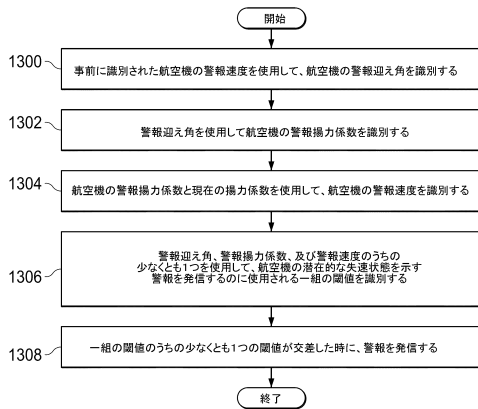
【図9】



【図10】



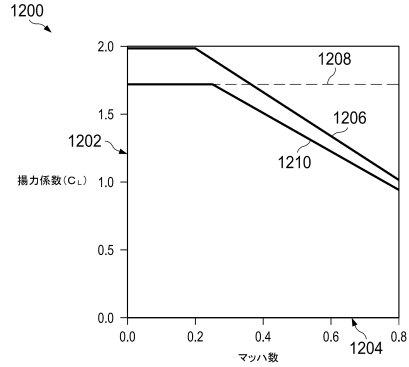
【図13】



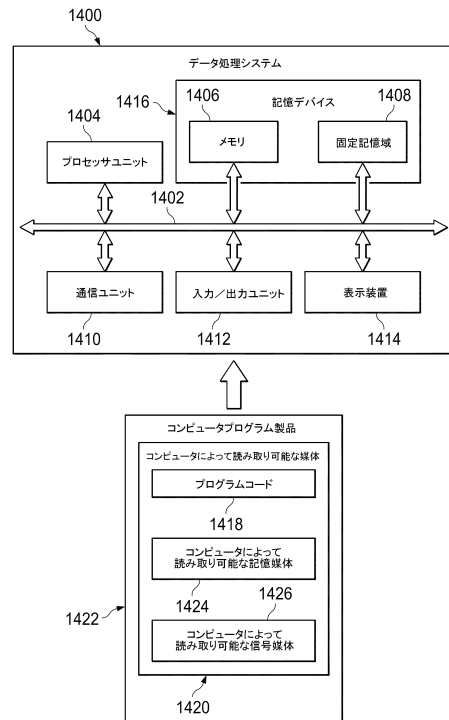
【図11】

迎え角(度)	フラップのデフレット位置(度)			
	1	5	10	40
-5	1.2	2.2	5.7	8.3
0	3.5	6.6	4.2	2.1
5	7.5	1.5	2.8	7.1
10	4.2	3.7	6.3	8.8

【図12】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 ライマン, フランク ジェイ.
アメリカ合衆国 ワシントン 98166, ノルマンディー パーク, ファースト プレイス
サウスイースト 19725

審査官 志水 裕司

(56)参考文献 特公昭51-001918(JP, B1)
米国特許第05803408(US, A)
特開昭56-075299(JP, A)
米国特許第05225829(US, A)
米国特許第04908619(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B64D 43/00 - 45/00
G05D 1/06