(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 10 月 27 日(27.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/132291 A1

(51) 国際特許分類:
B64D 45/04 (2006.01) *G08G 5/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/057154

(22) 国際出願日: 2010 年 4 月 22 日(22.04.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 板倉 英二 (**ITAKURA Eiji**) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (**HASEGAWA Yoshiki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 MY PLAZA （明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

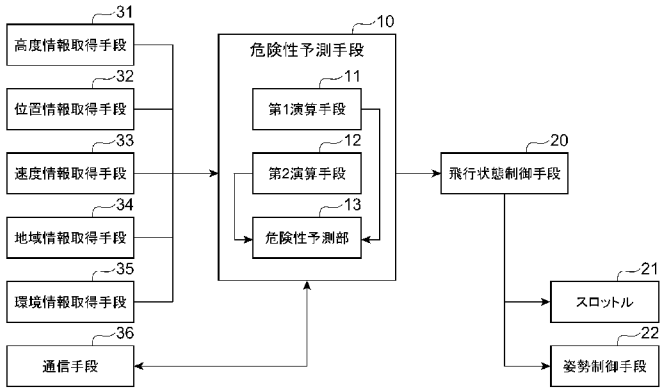
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: FLIGHT CONDITION CONTROL DEVICE FOR FLYING OBJECT

(54) 発明の名称 : 飛翔体の飛行状態制御装置

[図1]



10 Risk Prediction Means
11 First Calculation Means
12 Second Calculation Means
13 Risk Prediction Unit
20 Flight Condition Control Means
21 Throttle
22 Position Control Means
31 Altitude Information Acquisition Means
32 Location Information Acquisition Means
33 Speed Information Acquisition Means
34 Area Information Acquisition Means
35 Environment Information Acquisition Means
36 Communication Means

(57) **Abstract**: A prediction means predicts the risk of collision of a flying object using at least the altitude, body speed, and body position as parameters. In cases in which the prediction means has determined the risk of collision as being high, a flight condition control means controls the flight condition of the flying object by controlling the body speed, body position, and flight path. As a result, it is possible to control the movement of the flying object in a direction preventing collision or softening the impact in the event of a collision in cases in which the risk of collision is high.

(57) 要約: 予測手段は、少なくとも高度、機体速度、機体姿勢をパラメータとして飛翔体の衝突危険性を予測する。飛行状態制御手段は、この予測手段により衝突危険性が高いと判定された場合に、機体速度、機体姿勢、飛行進路を制御することで飛翔体の飛行状態を制御する。これにより、衝突危険性が高い場合に、衝突の予防ないし衝突時の衝撃を緩和する方向に飛翔体の運動を制御することができる。

WO 2011/132291 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 飛翔体の飛行状態制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、飛翔体の飛行状態制御装置に関し、特に、飛翔体の衝突危険性を予測して飛行状態を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、車両においてその衝突危険性を予測して衝突回避や衝突時の衝撃緩和等の制御を行うシステムが開発されている。航空機等の飛翔体においても安全に飛行を行うための技術として特許文献１に開示されている技術が知られている。これは天候等が危険な領域を判定し、これを上下方向において避ける飛行ルートを設定するというものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０００－５１５０８８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１記載の発明は、主として天候条件から飛行時に避けるべき領域を判定してこれを迂回するルートを設定するものであり、飛翔体自身の飛行状態に応じて制御を行うことを想定したものではなく、その適用可能性は狭い範囲に限られている。

[0005] そこで本発明は、飛翔体において衝突危険性を予測してその飛行状態を制御する制御装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明に係る飛翔体の飛行状態制御装置は、少なくとも高度、機体速度、機体姿勢をパラメータとして飛翔体の衝突危険性を予測する予測手段と、この予測手段により衝突危険性が高いと判定された場合に、機体速度、機体姿勢、飛行進路を制御することで飛翔体の飛行状態

を制御する飛行状態制御手段と、を備えていることを特徴とする。

[0007] この予測手段は３軸方向の機体姿勢と３軸方向の機体速度に基づいて飛翔体の空力的な制御状態を演算する第１演算手段を有しているとよい。また、予測手段は運動包囲線図（maneuvering envelope）に基づいて飛翔体の制御状態を演算する第２演算手段を有していてもよい。

[0008] 予測手段は上記第１、第２演算手段の双方を有しており、第１演算手段と第２演算手段の演算結果に基づいて衝突危険性を予測するとともに、衝突危険性が高いと判定した場合にはさらに所定時間経過後の第１演算手段と第２演算手段の演算結果に基づいて飛翔体の飛行状態を再判定するとよい。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、飛翔体自身の高度、速度、機体姿勢をパラメータとすることで飛翔体の現在の飛行状況に基づいてその衝突危険性を精度よく予測することができる。この予測結果に基づいて機体の飛行状態を制御することで衝突回避制御、プリクラッシュ制御を適切に行うことができる。

[0010] 上記第１演算手段または第２演算手段によれば、飛翔体の空力的なコントロール状態を適切に把握することができるので、飛翔体の衝突危険性の判定精度が向上する。

[0011] さらに、第１、第２演算手段の双方で飛翔体の空力的なコントロール状態を把握するとととともに危険性が高いと判定した場合には、さらに、所定時間後のコントロール状態を把握することで、危険状態が継続しているのか、回復しているのかを適切に判定することができ、飛行状態の変化に応じた飛翔体のコントロールを行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明に係る飛行状態制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]高度、速度、機体姿勢に基づく空力的コントロール状態線図である。

[図3]図１の装置に基づく制御における高度、機体速度の調整を説明するグラフである。

[図4]機体姿勢、機体速度を表す座標系を説明する図である。

[図5]機体姿勢、機体速度の安定範囲を示す図である。

[図6]運動包囲線図の一例である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

[0014] 図１は、本発明に係る飛行状態制御装置の構成を示すブロック図である。ここでは、飛翔体として固定翼式の航空機を例に説明するが、その他の種類の飛翔体についても本発明は好適に適用できる。この飛行状態制御装置は機体の挙動をコントロールする飛行状態制御手段２０と当該航空機の衝突危険性を予測する危険性予測手段１０を中心に構成される。

[0015] 危険性予測手段１０は機体の空力的なコントロール状態を計算する演算手段として第１演算手段１１と第２演算手段１２とを備える。第１演算手段は少なくとも高度、速度、機体姿勢をパラメータとして演算を行う。一方、第２演算手段１２は運動包囲線図に基づいて演算を行う。これらの演算手段１１、１２の演算結果に基づいて危険性予測部１３は衝突危険性を判定する。

[0016] 危険性予測手段１０には機体の高度を取得する高度情報取得手段３１、機体の空間位置情報を取得する位置情報取得手段３２、機体速度情報を取得する速度情報取得手段３３、飛行している地域の情報を取得する地域情報取得手段３４、周囲の情報を取得する環境情報取得手段３５の各出力が入力されるとともに、通信手段３６に接続され、他の航空機や地上の慣性施設等と相互に情報を送受信する。そして、危険性予測手段１０は予測結果を飛行状態制御手段２０に出力する。

[0017] 高度情報取得手段３１としては気圧高度計、電波高度計等を用いることができる。位置情報取得手段３２としては自律航法装置、ＧＰＳ（Global Positioning System）受信機、無線航法装置等を用いることができる。速度情報取得手段３３としては、対気速度計、対地速度計等が用いられる。地域情報取得手段３４としては、地域情報をその位置情報に関連づけて記憶装置にデ

ータベースとして格納しておき、位置情報にしたがってこれを読み出すナビゲーション装置や、地域情報を通信手段により受信するシステム等を用いることができる。環境情報取得手段３５には、気圧計、温度計、気流計測器のように航空機周囲の大気状態を把握する手段のほか、レーダ、通信装置など他の航空機の位置、速度情報を取得する手段、周囲の気象条件や視界等を把握する手段が含まれる。

[0018] 飛行状態制御手段２０には、スロットル２１、姿勢制御手段２２が接続され、その作動をコントロールすることが可能である。この姿勢制御手段２２としては、方向舵、昇降舵、補助翼、高揚力装置等があげられる。飛行状態制御手段２０は、油圧信号や電気信号によってエンジンのスロットル２１や各姿勢制御手段２２の作動を制御する。

[0019] 危険性予測部１３による危険性判定は以下の手法により行う。高度、機速、機体姿勢を主パラメータとし、サブパラメータとしてフライトステージ、場所、気流、機体性能、パイロット状態、機体状態、エンジン状態等を用いて、現在の飛行状態を判定し、後述する領域に分類する。ここで、第１演算手段１１、第２演算手段１２により機体姿勢を含めて空力的コントロール状態を求め、これをパラメータとして危険性予測部１３による判定を行うとよい。

[0020] フライトステージとは離陸、巡行、着陸のどの段階にあるかを表し、場所は現在位置から到達可能な範囲の滑走路、建物等の障害物、地面状態等についての情報である。パイロット状態は、パイロットのスキル、意識レベル等であり、機体状態、エンジン状態は故障の有無、状態を含む。

[0021] 本実施形態では、危険性予測部１３は、主にActive領域、Pre-Crash領域、Passive領域の３つに飛行状態を分類する。図２はその判定線図を示しており、ここでは、さらに、Pre-Crash領域をPre-Crash I領域とPre-Crash II領域の２つに分けている。なお、図中低高度、高機速の領域は未分類とされているが、この領域はアクロバット飛行等の通常飛行では用いられることのない領域として除外されている。

[0022] Active領域は、滑走路に安全に降りられる飛行状態からなる領域である。なお、図中点線より上側の領域と下側の領域を比較すると、上側の領域は機体挙動が安定した領域であり、下側の領域は、これと比較して機体挙動は不安定側にあるが、機体姿勢等の変更によって上側の領域への移行が可能である領域である。

[0023] ２つのPre-Crash領域とPassive領域はいずれもこれより衝突危険性（ここでいう衝突危険性とは衝突する可能性を指す）が高い領域である。このうち、Passive領域は図２で示されるように低高度、低機速の領域として設定されており、衝突時に機体等により衝撃を吸収して乗員を保護することが可能な飛行状態を含む領域である。Pre-Crash領域はActive領域とPassive領域に挟まれた領域であり、飛行状態制御手段２０により、Passive領域側へと飛行状態を移行させることが望まれる領域である。

[0024] Pre-Crash領域のうちPre-Crash Ⅰ領域は通常の操舵制御によりPassive領域への移行が可能な領域である。一方、Pre-Crash Ⅱ領域はPre-Crash領域のうち通常の操舵制御のみではPassive領域への移行が困難で、Passive領域への移行にはそれ以外の機体制御、例えば、推力の調整や高揚力装置の作動等が必要となる領域である。図２では機体姿勢パラメータが同一の平面（高度－機速面）を示しており、Pre-Crash Ⅰ領域とPassive領域との間にPre-Crash Ⅱ領域が存在しているが、高度、機速、機体姿勢を各軸に設定した座標系で表した場合には、Pre-Crash Ⅰ領域とPassive領域とが隣接する部分も存在し、機体制御によるPre-Crash Ⅰ領域からPassive領域への移行はその隣接面を経由することで行われる。

[0025] 危険性予測部１３は、こうした分類結果に基づいて、飛行状態制御手段２０に対して、必要な機体制御を通知する。飛行状態制御手段２０は、スロットル２１、姿勢制御手段２２を制御して、航空機の姿勢、速度、高度を制御する。

[0026] 制御手法としては、（１）機速を落とす、（２）機体姿勢を整える、（３）より衝突衝撃の少ない位置へと移動する、がある。（１）の機速を落とす

例を図３に示す。ここでは、機速をV_2からV_1に落としたのに対応して高度もh_2からh_1へと低下している。（２）の機体姿勢については、図４に示されるように機体姿勢の３軸方向と機速方向の３軸方向とのなす角度をそれぞれθ、ϕ、γとしてこれにより機体姿勢を表現するとよい。

[0027] 第１演算手段１１は、こうして表される機体姿勢パラメータの図５に示される座標系内の位置に基づいて機体の空力的コントロール状態を把握する。図に示される安定域とは、空力的コントロールが保たれている状態として、風洞実験、計算、実機試験等に基づいて予め設定されたものである。この安定域から外れている場合に通常のコントロールを超えた状態にあると判定すればよい。

[0028] 第２演算手段１２は、運動包囲線図に基づいて機体の空力的コントロール状態を把握する。図６は運動包囲線図の一例を示している。図中横軸は機速を、縦軸は荷重倍数（Ｇ）を示している。V_A、V_C、V_D、V_Sはそれぞれ設計運動速度、設計巡航速度、設計急降下速度、失速速度を示している。この包囲線図内にある場合に通常のコントロールを超えた状態にあると判定する。

[0029] ここで、航空機は、一時的に空力的コントロール状態が通常のコントロールを超えた場合であっても機体の持っている位置エネルギーや速度エネルギーに基づいて通常状態に回復できることがある（例えば、失速状態からの復帰）。そこで、十分な時間幅Δｔをとり、時刻ｔにおいて空力的コントロール状態が通常のコントロール状態を超えており、かつ、時刻ｔ＋Δｔにおいてもこのコントロールの逸脱状態が同じまたは拡大している場合に回復不能と判定することで、機体の空力的コントロール状態が回復可能か否かを精度よく判定することができる。

[0030] 危険性予測部１３における上記領域判定においても同様にその時間的変化に基づいて判定を行うことで、一時的にPre-Crash領域に突入した場合であってもそれがActive領域への回復が不能な場合に限り、Passive領域への移行制御を行うので、パイロットの意図しないPassive領域への移行を抑制すること

ができる。ここでは、４つの領域に分類する例を説明したが、その危険性を数値化した指標により判定を行うようにしてもよい。

符号の説明

[0031] １０…危険性予測手段、１１…第１演算手段、１２…第２演算手段、１３…危険性予測部、２０…飛行状態制御手段、２１…スロットル、２２…姿勢制御手段、３１…高度情報取得手段、３２…位置情報取得手段、３３…速度情報取得手段、３４…地域情報取得手段、３５…環境情報取得手段、３６…通信手段。

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも高度、機体速度、機体姿勢をパラメータとして飛翔体の衝突危険性を予測する予測手段と、

前記予測手段により衝突危険性が高いと判定された場合に、機体速度、機体姿勢、飛行進路を制御することで飛翔体の飛行状態を制御する飛行状態制御手段と、

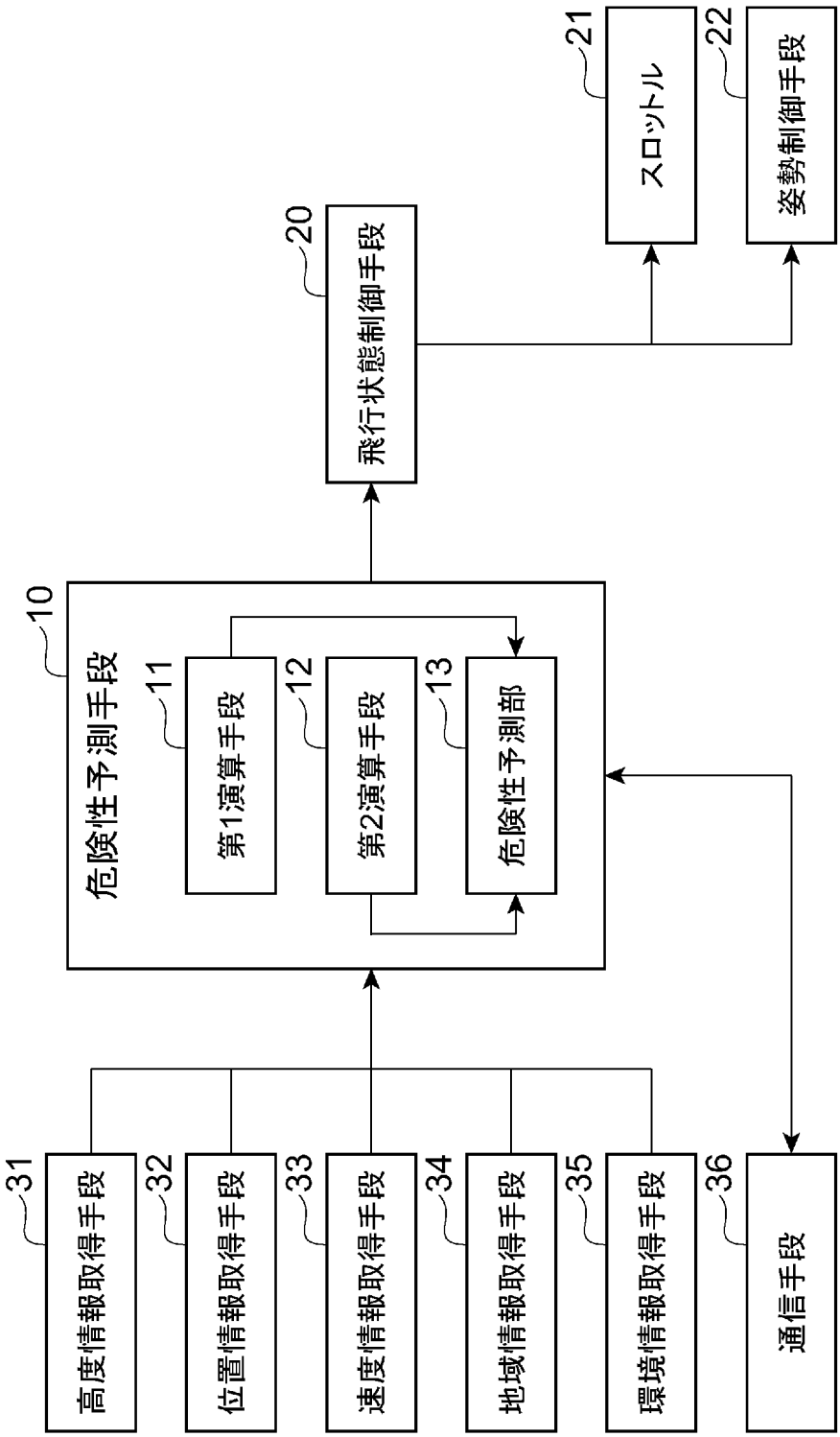
を備えていることを特徴とする飛翔体の飛行状態制御装置。

[請求項2] 前記予測手段は、３軸方向の機体姿勢と３軸方向の機体速度に基づいて飛翔体の空力的な制御状態を演算する第１演算手段を有していることを特徴とする請求項１記載の飛行状態制御装置。

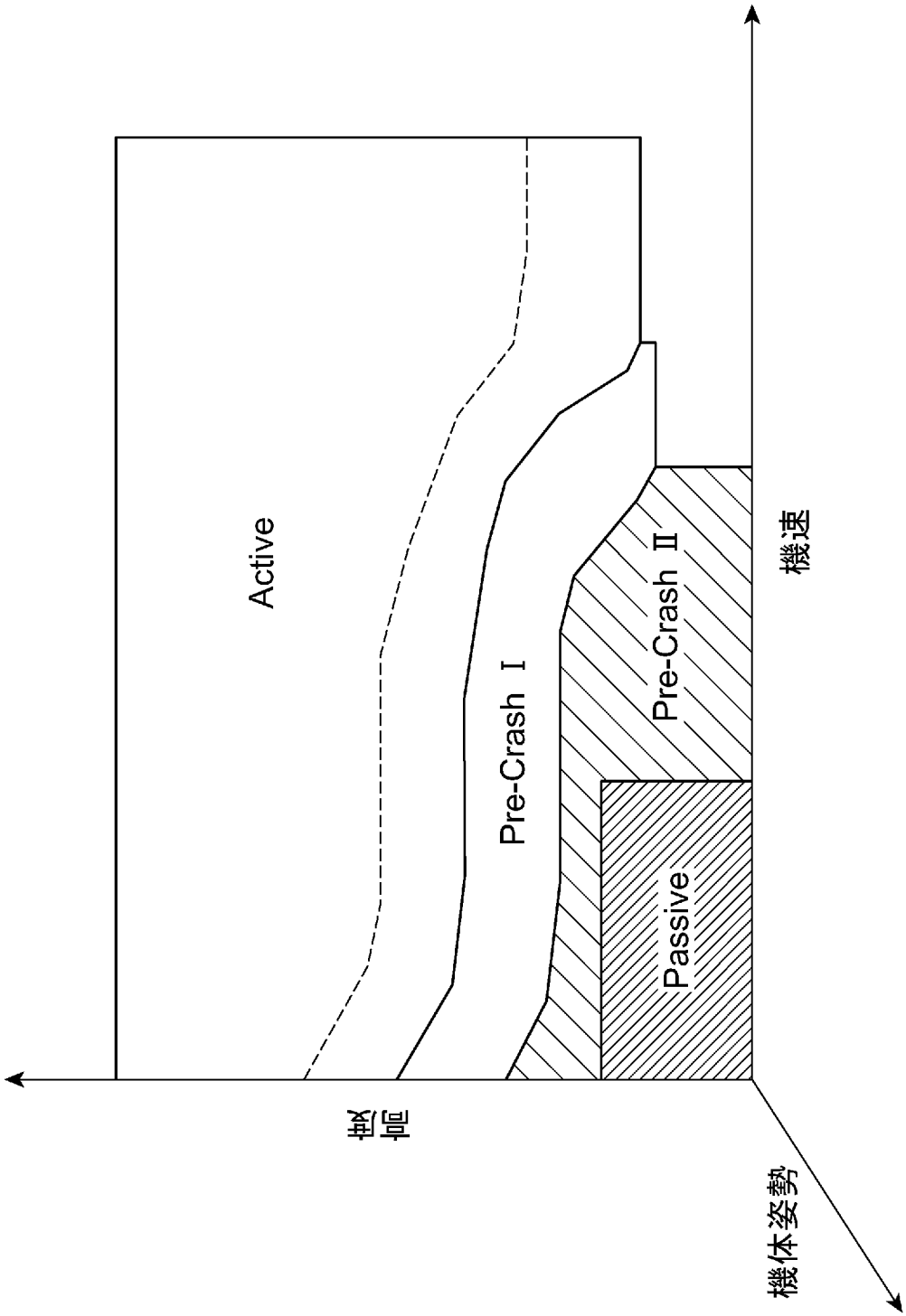
[請求項3] 前記予測手段は、運動包囲線図に基づいて飛翔体の制御状態を演算する第２演算手段を有していることを特徴とする請求項１または２に記載の飛行状態制御装置。

[請求項4] 前記予測手段は、さらに、運動包囲線図に基づいて飛翔体の制御状態を演算する第２演算手段を有し、前記第１演算手段と、前記第２演算手段の演算結果に基づいて衝突危険性を予測するとともに、衝突危険性が高いと判定した場合には、さらに所定時間経過後の前記第１演算手段と前記第２演算手段の演算結果に基づいて飛翔体の飛行状態を再判定することを特徴とする請求項２記載の飛行状態制御装置。

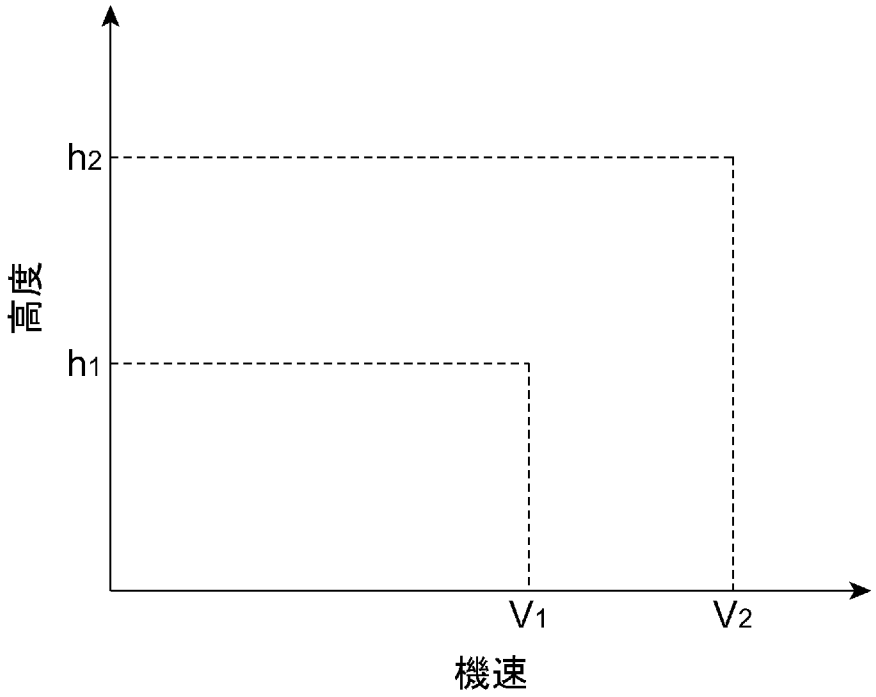
[図1]


10
危険性予測手段
11
第1演算手段
12
第2演算手段
13
危険性予測部
20
飛行状態制御手段
21
スロットル
22
姿勢制御手段
31
高度情報取得手段
32
位置情報取得手段
33
速度情報取得手段
34
地域情報取得手段
35
環境情報取得手段
36
通信手段

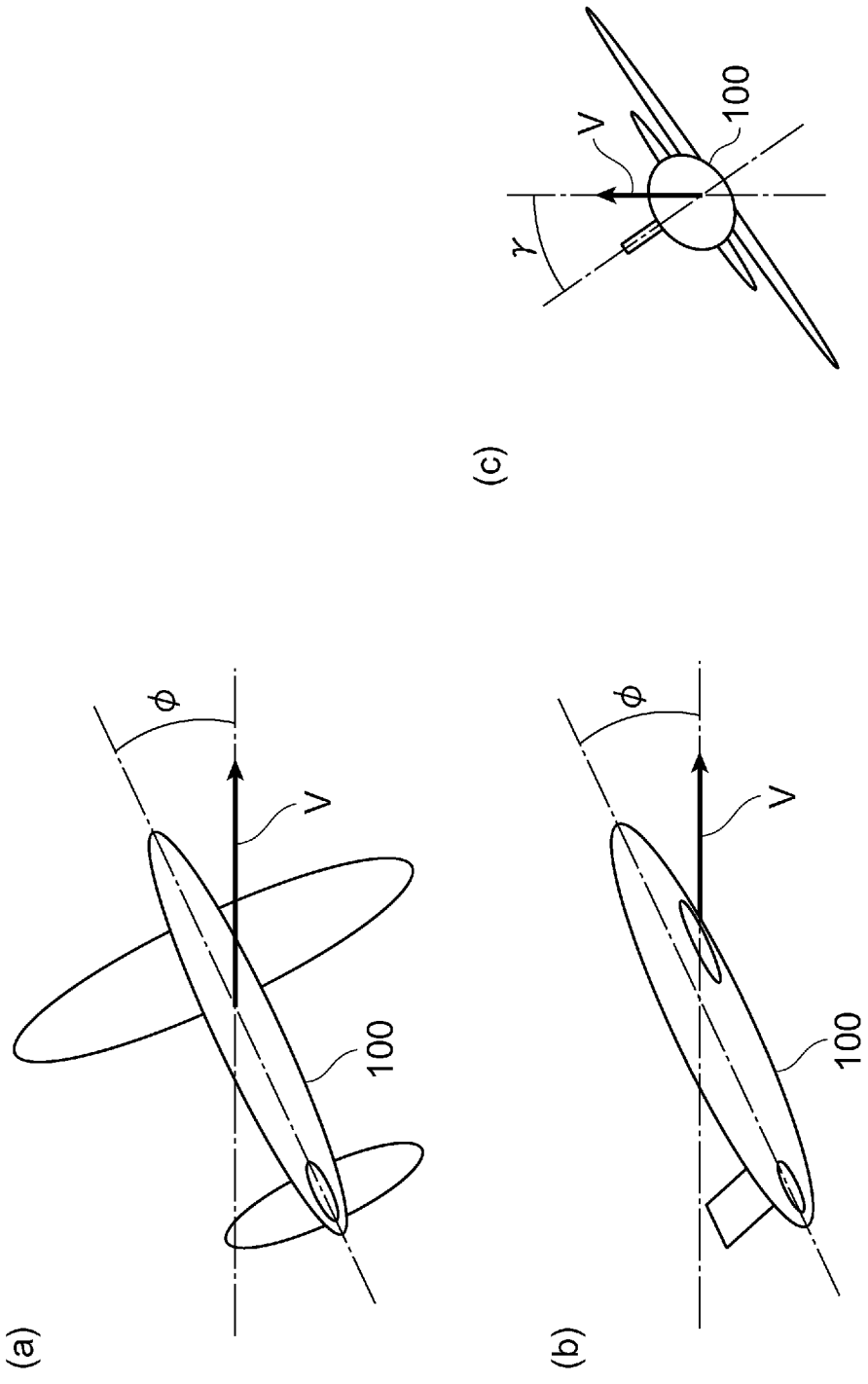
[図2]



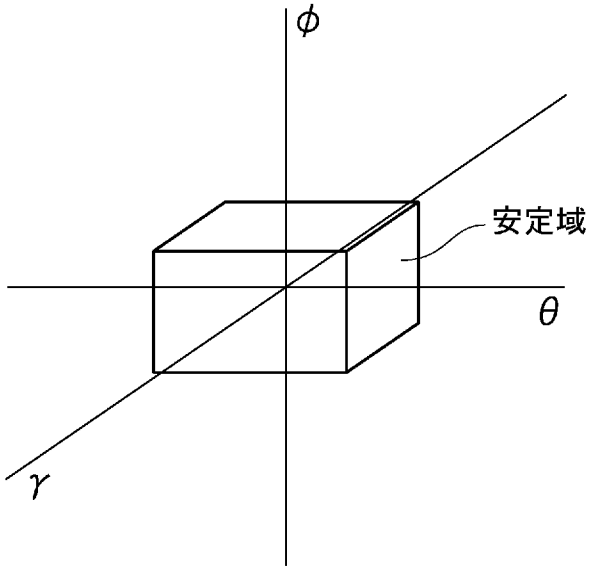
[図3]



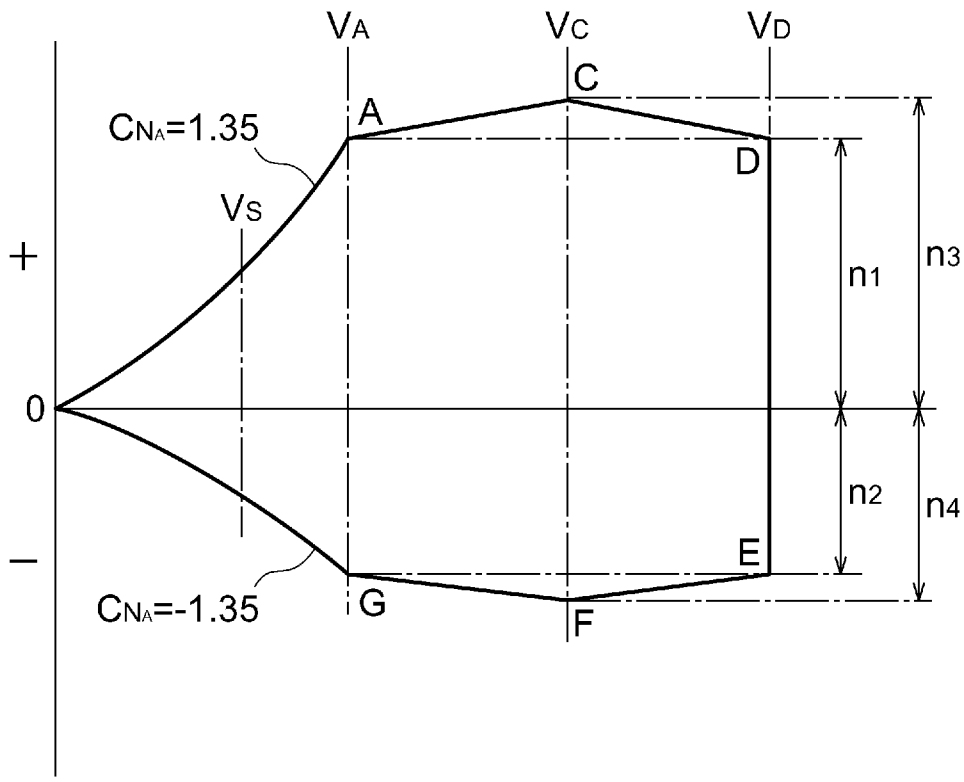
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/057154

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B64D45/04(2006.01)i, *G08G5/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B64D45/04, G08G5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2929452 B1 (Advanced Technology Institute of Commuter Helicopter Ltd.), 03 August 1999 (03.08.1999), entire text; fig. 1 to 7 (Family: none)	1,2 3
Y	JP 61-502635 A (Sundstrand Data Control Inc.), 13 November 1986 (13.11.1986), entire text; fig. 2 to 5 & WO 86/01022 A1	3
A	JP 2008-536736 A (Airbus France), 11 September 2008 (11.09.2008), entire text; fig. 1 to 4 & WO 2006/097592 A1	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 May, 2010 (31.05.10)	15 June, 2010 (15.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５７１５４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B64D45/04(2006.01)i, G08G5/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B64D45/04, G08G5/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2929452 B1（株式会社コミュータヘリコプタ先進技術研究所）1999.08.03, 全文, 第１－７図（ファミリーなし）	１、２ ３
Y	JP 61-502635 A（サンドストランド・データ・コントロール・インコーポレーテッド）1986.11.13, 全文, 第２－５図 & WO 86/01022 A1	３
A	JP 2008-536736 A（エアバス　フランス）2008.09.11, 全文, 第１－４図 & WO 2006/097592 A1	１－４

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３１．０５．２０１０	１５．０６．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｄ　３３２２
杉山　悟史
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３４１