

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6449019号
(P6449019)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.
B 6 4 D 15/22 (2006.01)

F I
B 6 4 D 15/22

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-551243 (P2014-551243)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成24年11月26日 (2012.11.26)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2015-503487 (P2015-503487A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成27年2月2日 (2015.2.2)		アメリカ合衆国、60606-2016
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/066515		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02013/103453	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成25年7月11日 (2013.7.11)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	平成27年8月28日 (2015.8.28)	(72) 発明者	メイス, チャールズ エス.
審判番号	不服2017-7044 (P2017-7044/J1)		アメリカ合衆国 ワシントン 98058
審判請求日	平成29年5月16日 (2017.5.16)		, レントン, サウスイースト 189
(31) 優先権主張番号	13/344, 144		番 プレイス 19640
(32) 優先日	平成24年1月5日 (2012.1.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過冷却された大粒の滴の着氷状態検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

氷検出システム（406）であって、
航空機（412）の第1群の位置（436）に位置付けられた第1群のセンサ（428）であって、前記第1群の位置（436）の前記第1群のセンサ（428）は、前記航空機（412）の第1の種類の着氷状態（458）を検出するように構成され、前記第1の種類の着氷状態（458）は標準の着氷状態である、前記第1群のセンサ（428）、
前記航空機（412）の第2群の位置（438）に位置付けられた第2群のセンサ（430）であって、前記第2群の位置（438）の前記第2群のセンサ（430）は、前記航空機（412）の第2の種類の着氷状態（460）を検出するように構成され、第2の種類の着氷状態（460）は過冷却された大粒の滴の着氷状態であり、前記第1群のセンサ（428）及び前記第2群のセンサ（430）は、データ（202）を生成する、前記第2群のセンサ（430）、及び
前記第1群のセンサ（428）及び前記第2群のセンサ（430）からの前記データ（202）を監視し、前記第1の種類の着氷状態（458）及び前記第2の種類の着氷状態（460）のうちの少なくとも一つの存在を示す前記データ（202）に応じて、動作を実行するように構成されたプロセッサユニット（422）を備え、
前記第1の種類の着氷状態（458）は、第1の複数のサイズを有する第1の滴（450）によって発生し、前記第2の種類の着氷状態（460）は、第2の複数のサイズを有する第2の滴（452）によって発生し、前記第1の複数のサイズは、前記第2の複数の

10

20

サイズよりも小さく、

前記動作は警報（２０４）を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システムを作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択され、

前記第１群の位置（４３６）は、前記第１の種類の着氷状態（４５８）の第１の滴（４５０）が前記航空機（４１２）の表面（４３４）と衝突する第１の複数の位置（４４８）であり、前記第２群の位置（４３８）は、前記第２の種類の着氷状態（４６０）の第２の滴（４５２）が前記航空機（４１２）の前記表面（４３４）と衝突する第２の複数の位置（４３２）であり、

前記表面（４３４）は、前記航空機（４１２）の翼型（４６６）の表面（４３４）であり、前記第１の滴（４５０）は、前記翼型（４６６）の前記表面（４３４）の第１領域（４５４）で前記表面（４３４）と衝突し、前記第２の滴（４５２）は、前記翼型（４６６）の前記表面（４３４）の第２領域（４５６）で前記表面（４３４）と衝突し、前記第１領域（４５４）は、前記第２領域（４５６）よりも前記翼型（４６６）のさらに前方にある、氷検出システム（４０６）。

【請求項２】

前記第１群のセンサ（４２８）の第１センサ（１３８）及び前記第２群のセンサ（４３０）の第２センサ（１６０）は、センサペアを形成し、前記第１センサ（１３８）は、前方センサであり、前記第２センサ（１６０）は、前記前方センサの後方の位置に位置付けられる後方センサである、請求項１に記載の氷検出システム（４０６）。

【請求項３】

前記第１群のセンサ（４２８）及び前記第２群のセンサ（４３０）のセンサは、氷の存在を検出するように構成される、請求項１又は２に記載の氷検出システム（４０６）。

【請求項４】

航空機（４１２）の着氷状態を検出するための方法であって、前記方法は、

前記航空機（４１２）の前記着氷状態の第１の種類の着氷状態（４５８）を示す第１データ（２０２）のために、前記航空機（４１２）の第１群の位置（４３６）に位置付けられた第１群のセンサ（４２８）を監視することであって、前記第１の種類の着氷状態（４５８）は標準の着氷状態である、監視すること、

前記航空機（４１２）の前記着氷状態の第２の種類の着氷状態（４６０）を示す第２データ（２０２）のために、前記航空機（４１２）の第２群の位置（４３８）に位置付けられた第２群のセンサ（４３０）を監視することであって、前記第２の種類の着氷状態（４６０）は過冷却された大粒の滴の着氷状態である、監視すること、並びに

前記第１データからの前記第１の種類の着氷状態（４５８）、及び前記第２データ（２０２）からの前記第２の種類の着氷状態（４６０）のうちの少なくとも一つの検出に応じて、動作を開始することであって、前記動作は警報（２０４）を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システムを作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される、開始することを含み、

前記第１の種類の着氷状態（４５８）は、第１の複数のサイズを有する第１の滴（４５０）によって発生し、前記第２の種類の着氷状態（４６０）は、第２の複数のサイズを有する第２の滴（４５２）によって発生し、前記第１の複数のサイズは、前記第２の複数のサイズよりも小さく、

前記第１群の位置（４３６）は、前記第１の種類の着氷状態（４５８）の第１の滴（４５０）が前記航空機（４１２）の表面（４３４）と衝突する第１の複数の位置（４４８）であり、前記第２群の位置（４３８）は、前記第２の種類の着氷状態（４６０）の第２の滴（４５２）が前記航空機（４１２）の前記表面（４３４）と衝突する第２の複数の位置（４３２）であり、

前記表面（４３４）は、前記航空機（４１２）の翼型（４６６）の表面（４３４）であり、前記第１の滴（４５０）は、前記翼型（４６６）の前記表面（４３４）の第１領域（４５４）で前記表面（４３４）と衝突し、前記第２の滴（４５２）は、前記翼型（４６６）の前記表面（４３４）の第２領域（４５６）で前記表面（４３４）と衝突し、前記第１

10

20

30

40

50

領域（４５４）は、前記第２領域（４５６）よりも前記翼型（４６６）のさらに前方にある、方法。

【請求項５】

前記第１データ（２０２）及び前記第２データ（２０２）のうちの少なくとも一つからの着氷状態の検出に応答すること、及び

前記着氷状態が検出される前記航空機（４１２）の位置を識別すること
をさらに含む、請求項４に記載の方法。

【請求項６】

請求項１から３のいずれか一項に記載の氷検出システム（４０６）を備える航空機（４１２）。 10

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【０００１】

本発明は概して、着氷状態の検出に関し、具体的には航空機の着氷状態に関する。さらに具体的には、本発明は過冷却された大粒の滴（SLD）を含む過冷却された水滴の検出に関する。

【０００２】

航空学において、航空機の着氷は、大気の状態により航空機の表面に氷が形成されるときに、発生することがある。さらに、この氷はまた、エンジン内にも発生することがある。航空機の表面、エンジンの吸気口、及び他の場所での氷形成は、航空機の運航にとって好ましくなく、潜在的に危険である。 20

【０００３】

着氷状態は、過冷却液体水の滴が存在するときに発生することがある。これらの実施例では、水は、定められた氷点未満に冷却されるがなおも液状であるときに、過冷却されたとみなされる。着氷状態は、滴のサイズ、雲水量、大気の種類、及びその他のパラメータによって特徴付けることができる。これらのパラメータは、氷が航空機に形成される速度及び範囲に影響するかもしれない。

【０００４】

着氷が起これば、航空機は要求通りに動作しない。例えば、航空機の翼の氷により、航空機が低い迎角で失速し、抗力が増加するだろう。 30

【０００５】

航空機は、着氷を防ぎ、氷を除去する機構、又はこれらの着氷状態に対処するその何らかの組み合わせを有することができる。たとえば、航空機は、着氷検出、着氷防止、及び着氷除去システムを含むことができる。氷は、解凍液、赤外線加熱、及び他の適する機構を使用して除去することができる。

【０００６】

航空機は、様々な種類の着氷状態中に動作するように認定することができる。標準の着氷状態で動作するように認定することができる航空機もあるが、この標準の着氷状態とは、過冷却された大粒の滴を含む着氷状態ではない。現在使用されているセンサは、標準の着氷状態と過冷却された大粒の滴の着氷状態とを区別することができない。 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

したがって、上述の一又は複数の問題点、及び起こりうるその他の問題点を考慮する方法及び装置を有することが望ましいだろう。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

一つの例示的な実施形態では、氷検出システムは、第１群のセンサ及び第２群のセンサを備える。前記第１群のセンサは、航空機の第１群の位置に位置付けられる。前記第１群 50

の位置における前記第 1 群のセンサは、前記航空機の第 1 の種類の着氷状態を検出するように構成される。前記第 2 群のセンサは、前記航空機の第 2 群の位置に位置付けられる。前記第 2 群の位置における前記第 2 群のセンサは、前記航空機の第 2 の種類の着氷状態を検出するように構成される。

【 0 0 0 9 】

別の実施形態では、氷検出システムは、センサ群及びプロセッサユニットを備える。前記センサ群は、航空機の表面の位置群に位置付けられる。前記位置群におけるセンサ群は、前記航空機の前記表面の過冷却された大粒の滴の着氷状態を検出するように構成される。前記プロセッサユニットは、前記センサ群からのデータを監視し、前記航空機の前記表面の前記過冷却された大粒の滴の着氷状態の存在を示す前記データに応じて、動作を実行するように構成される。

10

【 0 0 1 0 】

さらに別の実施形態では、航空機の着氷状態を検出するための方法が提供される。前記航空機の第 1 群の位置に位置付けられた第 1 群のセンサは、前記航空機の前記着氷状態における第 1 の種類の着氷状態を示す第 1 データのために監視される。前記航空機の第 2 群の位置に位置付けられた第 2 群のセンサは、前記航空機の前記着氷状態における第 2 の種類の着氷状態を示す第 2 データのために監視される。前記第 1 データからの前記第 1 の種類の着氷状態、及び前記第 2 データからの第 2 の種類の着氷状態のうちの少なくとも一つの検出に応じて、動作が開始される。

さらに、本開示は、次の条項に係る実施形態を含む。

20

(条項 1)

氷検出システム (4 0 6) は、

航空機 (4 1 2) の第 1 群の位置 (4 3 6) に位置付けられた第 1 群のセンサ (4 2 8) であって、前記第 1 群の位置 (4 3 6) の前記第 1 群のセンサ (4 2 8) は、前記航空機 (4 1 2) の第 1 の種類の着氷状態 (4 5 8) を検出するように構成される、前記第 1 群のセンサ (4 2 8)、及び

前記航空機 (4 1 2) の第 2 群の位置 (4 3 8) に位置付けられた第 2 群のセンサ (4 3 0) であって、前記第 2 群の位置 (4 3 8) の前記第 2 群のセンサ (4 3 0) は、前記航空機 (4 1 2) の第 2 の種類の着氷状態 (4 6 0) を検出するように構成される、前記第 2 群のセンサ (4 3 0)

30

を備える、氷検出システム (4 0 6)。

(条項 2)

前記第 1 群のセンサ (4 2 8) 及び前記第 2 群のセンサ (4 3 0) は、データ (2 0 2) を生成し、

前記第 1 群のセンサ (4 2 8) 及び前記第 2 群のセンサ (4 3 0) からの前記データ (2 0 2) を監視し、前記第 1 の種類の着氷状態 (4 5 8) 及び前記第 2 の種類の着氷状態 (4 6 0) のうちの少なくとも一つの存在を示す前記データ (2 0 2) に応じて、動作を実行するように構成されたプロセッサユニット (4 2 2) をさらに備える、条項 1 に記載の氷検出システム (4 0 6)。

40

(条項 3)

前記第 1 群の位置 (4 3 6) は、前記第 1 の種類の着氷状態 (4 5 8) の第 1 の滴 (4 5 0) が前記航空機 (4 1 2) の表面 (4 3 4) と衝突する第 1 の数の位置 (4 4 8) であり、前記第 2 群の位置 (4 3 8) は、前記第 2 の種類の着氷状態 (4 6 0) の第 2 の滴 (4 5 2) が前記航空機 (4 1 2) の前記表面 (4 3 4) と衝突する第 2 の数の位置 (4 3 2) である、条項 1 又は 2 に記載の氷検出システム (4 0 6)。

(条項 4)

前記表面 (4 3 4) は、前記航空機 (4 1 2) の翼型 (4 6 6) の表面 (4 3 4) であり、前記第 1 の滴 (4 5 0) は、前記翼型 (4 6 6) の前記表面 (4 3 4) の第 1 領域 (4 5 4) で前記表面 (4 3 4) と衝突し、前記第 2 の滴 (4 5 2) は、前記翼型 (4 6 6) の前記表面 (4 3 4) の第 2 領域 (4 5 6) で前記表面 (4 3 4) と衝突し、前記第 1

50

領域（４５４）は、前記第２領域（４５６）よりも前記翼型（４６６）のさらに前方にある、条項３に記載の氷検出システム（４０６）。

（条項５）

前記第１の種類の着氷状態（４５８）は、第１の数のサイズを有する第１の滴（４５０）によって発生し、前記第２の種類の着氷状態（４６０）は、第２の数のサイズを有する第２の滴（４５２）によって発生し、前記第１の数のサイズは、前記第２の数のサイズよりも小さい、条項１から４のいずれか一項に記載の氷検出システム（４０６）。

（条項６）

前記第２の種類の着氷状態（４６０）は、過冷却された大粒の滴の着氷状態である、条項１に記載の氷検出システム（４０６）。

10

（条項７）

前記動作は、警報を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システム（２０４）を作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される、条項２に記載の氷検出システム（４０６）。

（条項８）

前記第１群の位置（４３６）及び前記第２群の位置（４３８）は、前記航空機（４１２）の構造（４６２）上にあり、前記構造（４６２）は、翼型（４６６）、翼、水平安定板、垂直安定板、機体（４６８）、エンジン吸気口（４７１）、及び前記機体（４６８）の機首部分（１１２）のうちの一つから選択される、条項１から７のいずれか一項に記載の氷検出システム（４０６）。

20

（条項９）

前記第１群のセンサ（４２８）の第１センサ（１３８）及び前記第２群のセンサ（４３０）の第２センサ（１６０）は、センサペアを形成し、前記第１センサ（１３８）は、前方センサであり、前記第２センサ（１６０）は、前記前方センサの後方の位置に位置付けられる後方センサである、条項１から８のいずれか一項に記載の氷検出システム（４０６）。

（条項１０）

前記第１群のセンサ（４２８）及び前記第２群のセンサ（４３０）のセンサは、氷の存在を検出するように構成される、条項１に記載の氷検出システム。

（条項１１）

前記航空機（４１２）は、民間航空機、軍用機、飛行機、及びヘリコプターのうちの一つから選択される、条項１に記載の氷検出システム（４０６）。

30

（条項１２）

航空機（４１２）の着氷状態を検出するための方法であって、前記方法は、
前記航空機（４１２）の前記着氷状態の第１の種類の着氷状態（４５８）を示す第１データ（２０２）のために、前記航空機（４１２）の第１群の位置（４３６）に位置付けられた第１群のセンサ（４２８）を監視すること、

前記航空機（４１２）の前記着氷状態（４６０）の第２の種類の着氷状態を示す第２データ（２０２）のために、前記航空機（４１２）の第２群の位置（４３８）に位置付けられた第２群のセンサ（４３０）を監視すること、並びに

40

前記第１データからの前記第１の種類の着氷状態（４５８）、及び前記第２データ（２０２）からの前記第２の種類の着氷状態（４６０）のうちの少なくとも一つの検出に応じて、動作を開始すること

を含む、方法。

（条項１３）

前記第１データ（２０２）及び前記第２データ（２０２）のうちの少なくとも一つからの着氷状態の検出に応答すること、及び

前記着氷状態が検出される前記航空機（２１２）の位置を識別すること
をさらに含む、条項１２に記載の方法。

（条項１４）

50

前記第 1 データ (2 0 2) からの前記第 1 の種類の着氷状態 (4 5 8)、及び前記第 2 データ (2 0 2) からの前記第 2 の種類の着氷状態 (4 6 0) のうちの前記少なくとも一つの検出に応じて、前記動作を開始することは、

前記第 1 データ (2 0 2) からの前記第 1 の種類の着氷状態 (4 5 8)、及び前記第 2 データ (2 0 2) からの前記第 2 の種類の着氷状態 (4 6 0) のうちの前記少なくとも一つの検出に応じて、前記動作を開始することであって、前記動作は、警報 (2 0 4) を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システムを作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される、前記動作を開始することを含む、条項 1 2 又は 1 3 に記載の方法。

(条項 1 5)

条項 1 2 から 1 4 のいずれか一項に記載の方法に従って、航空機の着氷状態を検出するための方法により実行される、条項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の氷検出システム (4 0 6) 。

【 0 0 1 1 】

上述の特徴、機能、及び利点は、本発明の種々の実施形態において単独で達成することができるか、又は他の実施形態において組み合わせることができ、これらの実施形態のさらなる詳細は、後述の説明及び図面を参照して理解することができる。

【 0 0 1 2 】

新規の特徴と考えられる実施形態の特徴は、特許請求の範囲に明記される。しかしながら、実施形態、好ましい使用モード、さらにはその目的及び特徴は、添付図面とともに本発明の好ましい実施形態の以下の詳細な説明を参照することにより最もよく理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】例示的な実施形態による航空機の図である。

【図 2】例示的な実施形態による氷検出システムの構成要素を示す図である。

【図 3】例示的な実施形態による翼型の図である。

【図 4】例示的な実施形態による設計環境のブロック図である。

【図 5】例示的な実施形態による航空機の着氷状態を検出するプロセスのフロー図である。

【図 6】例示的な実施形態による氷検出システムを設計するプロセスのフロー図である。

【図 7】例示的な実施形態によるデータ処理システムの図である。

【図 8】例示的な実施形態による航空機の製造及び保守方法の図である。

【図 9】例示的な実施形態を実施することができる航空機の図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

例示的な実施形態は、任意の数の異なる検討事項を認識し考慮する。例えば、異なる例示的な実施形態は、航空機の着氷状態を検出するために現在使用されるシステムが、発生しうる様々な種類の着氷状態のすべてを検出することはできないということを認識し考慮する。例えば、異なる例示的な実施形態は、水滴のサイズが大きくなると、現在使用されているセンサは、これらの水滴により発生する着氷を検出できないということを認識し考慮する。異なる例示的な実施形態は、異なるサイズの滴が航空機の運航中に翼型と衝突する位置が滴のサイズ次第で変わるということを認識し考慮する。

【 0 0 1 5 】

例示的な実施形態は、異なるサイズの水滴により発生しうる異なる種類の着氷状態を検出することが望ましいことを認識し考慮する。具体的には、例示的な実施形態は、過冷却された液体水の滴を検出することが望ましいことを認識し考慮する。これらの滴は、過冷却された大粒の滴の形態をとりうる。

【 0 0 1 6 】

したがって、一又は複数の例示的な実施形態は、氷を検出するための方法及び装置を提

10

20

30

40

50

供する。一つの例示的な実施形態では、氷検出システムは、第1群のセンサ及び第2群のセンサを備える。第1群のセンサは、航空機の第1群の位置に位置付けられる。第1群の位置における第1群のセンサは、航空機の第1の種類に着氷状態を検出するように構成される。

【0017】

第2群のセンサは、航空機の第2群の位置に位置付けられる。第2群の位置における第2群のセンサは、航空機の第2の種類に着氷状態を検出するように構成される。これら二種類の着氷状態は、航空機の異なる位置で発生しうる着氷状態の例である。

【0018】

ここで図面を参照すると、具体的には図1では、例示的な実施形態による航空機の例が示される。この例示的な実施例では、航空機100は、機体106に取り付けられた翼102及び翼104を有する。航空機100はまた、翼102に取り付けられたエンジン108と、翼104に取り付けられたエンジン110も含む。

【0019】

機体106は、機首部分112及び尾部114を有する。機首部分112は、航空機100の前方部分であり、尾部114は、航空機100の後方部分である。水平安定板116、水平安定板118、及び垂直安定板120は、機体106の尾部114に取り付けられる。

【0020】

航空機100は、氷検出システム122が例示的な実施形態に従って実行できる航空機の一例である。これらの例示的な実施例では、氷検出システム122は、航空機100の表面126にセンサ124を備える。図示したように、センサ124は、センサ128、130、132、134、136、138、140、142、144及び146を含む。これらのセンサは、氷検出システム122のセンサ124のうちの第1群のセンサ148を形成する。

【0021】

加えて、センサ124はまた、センサ150、152、154、156、158、160、162、164、166、及び168も含む。これらのセンサは、氷検出システム122のセンサ124のうちの第2群のセンサ170を形成する。例示的な実施例において、センサ124は、いつ氷がセンサに形成されるかを検出することができる。

【0022】

図示したように、第1群のセンサ148は、航空機100の表面126の第1群の位置にある。第1群のセンサ148は、航空機100の第1の種類に着氷状態を検出するように構成される。第2群のセンサ170は航空機100の表面126の第2群の位置にある。第2位置にある第2群のセンサ170は、航空機100の第2の種類に着氷状態を検出するように構成される。

【0023】

これらの例示的な実施例では、これらの着氷状態は、航空機100での氷の形成をもたらす種々の高度及び温度で発生しうる。たとえば、着氷状態は、温度が摂氏約-40度から摂氏約0度までであるときに、およそ海水面から約30,000フィートまでの高度で存在しうる。もちろん、氷が航空機100の表面126と接触する水から形成されうる他の高度及び温度も存在しうる。また、着氷状態は、滴の雲水量が、上述の高度及び温度において、およそ0.4グラム/立法メートルから約2.8グラム/立法メートルまでのときにも、存在しうる。

【0024】

図示されたように、第1の種類に着氷状態及び第2の種類に着氷状態は、異なるサイズの水滴により発生する。高度、温度、及び液体水含有量の範囲は同一であるが、第1種類の着氷状態と第2の種類に着氷状態との一つの違いは、滴のサイズである。

【0025】

これらの例示的な実施例では、第1の種類に着氷状態は、滴のサイズが直径約0.00

10

20

30

40

50

465から直径約0.111ミリメートルまでのときに、存在しうる。これらのサイズを有する滴は、標準の滴と呼ぶことができる。第2の種類の着氷状態は、滴のサイズが約0.111ミリメートルよりも大きな直径を有する滴を含むときに、存在しうる。約0.111ミリメートルよりも大きなサイズを有する滴は、大粒の滴と呼ぶことができ、特に、上述の高度、温度、及び雲水量の状態では、過冷却された大粒の滴と呼ぶことができる。例えば、滴は、約0.112ミリメートルから約2.2ミリメートルまでの範囲の直径を有することができる。加えて、第2の種類の着氷状態は、0.111ミリメートルよりも大きな滴が存在するときには、約0.111ミリメートル以下の滴を含んでもよい。

【0026】

図示したように、第1群の位置の第1群のセンサ148は、第1の複数のサイズの水滴によって形成された氷を検出するように構成される。第2群の位置の第2群のセンサ170は、第2の複数のサイズを有する水滴によって形成された氷を検出するように構成される。これらの例示的な実施例では、第1の複数のサイズは第2の複数のサイズよりも小さい。

10

【0027】

たとえば、第1の複数のサイズは、直径約0.00465ミリメートルから直径約0.111ミリメートルまでとすることができる。第2の複数のサイズは、直径約0.112ミリメートルから直径約2.2ミリメートルとすることができる。

20

【0028】

第2の数のサイズの水滴は、過冷却された水の滴とみなされる水滴とすることができる。これらの過冷却された水滴は、過冷却された大粒の滴(SLD)とすることができる。第1群のセンサ148は、これらの例示的な実施例では、過冷却された大粒の滴ではない水滴を検出するように構成される。センサ124によって検出される着氷状態の種類は、これらの例示的な実施例では、航空機100の表面126のセンサ124の位置に基づく。

【0029】

例示的な実施例では、第1の種類の着氷状態は、標準の着氷状態と呼ぶことができる。第2の種類の着氷状態は、過冷却された大粒の滴の着氷状態と呼ぶことができる。

30

【0030】

これらの例示的な実施例では、センサ124は、埋め込み型のセンサとして図示される。つまり、センサ124は、航空機100の表面126と略面一である、又は航空機100の表面126に対して平坦である。センサ124は、同じ種類のセンサ、又は異なる種類のセンサをすべて使用して実施することができる。さらに、図1の航空機100で示したものに加えて、又はその代わりに、他の数のセンサ124及びセンサ124の位置を使用することができる。

【0031】

第1の着氷状態及び第2の着氷状態についての滴の特定の状態及びサイズが説明されたが、種々の例示的な実施形態は、図示された状態及びサイズに限定されない。例えば、第1の着氷状態及び第2の着氷状態については、水滴が存在するときに、他の高度及び滴のサイズを使用して定義することができる。

40

【0032】

しかしながら、図1は、例えば、双発エンジン航空機を使用する例示的な実施形態を示しているが、例示的な実施形態は、含まれる情報が異なる数のエンジンを有する航空機にも適用可能であることを認識し考慮する。さらに、例示的な実施例は、航空機100を民間航空機として示す。異なる例示的な実施形態は、軍用航空機など、他の種類の航空機に適用することができる。

【0033】

ここで図2を参照すると、氷検出システムにおける構成要素の図が、例示的な実施形態

50

に従って示される。この例示的实施例では、氷検出システム 122 は、さらにプロセッサユニット 200 を備える。プロセッサユニット 200 は、航空機 100 の着氷状態の検出に対して動作を行うように構成されたハードウェアデバイスである。これらの動作は、ソフトウェア、ハードウェア、又はその二つの組み合わせで実施することができる。

【0034】

図示されたように、プロセッサユニット 200 は、センサ 124 に接続される。これらの実施例では、センサ 124 は、データ 202 を生成する。データ 202 は、センサ 124 が航空機 100 の表面 126 の氷の形成を検出するかどうかを示すことができる。氷が一又は複数のセンサ 124 で形成されると、センサ 124 によって検出される。センサ 124 は、データ 202 をプロセッサユニット 200 へ送る。

10

【0035】

これらの例示的な実施例では、プロセッサユニット 200 は、第 1 群のセンサ 148 及び第 2 群のセンサ 170 からのデータを監視するように構成される。さらに、プロセッサユニット 200 は、着氷状態のうちの一つの存在を示すデータに応じて、動作を実行するように構成される。検出された特定の種類の着氷状態は、データを生成するどのセンサ群が氷の存在を示すかによって決まる。つまり、センサ 124 によって生成されたデータ次第で、第 1 の着氷状態、第 2 の着氷状態、又は第 1 の着氷状態及び第 2 の着氷状態の両方が存在しうる。

【0036】

動作は、警報を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システム 204 を作動させること、報告を送信すること、及びその他の適する動作のうちの少なくとも一つを含むことができる。本明細書で使用されるように、「~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と共に使用されると、列挙されたアイテムの一又は複数の異なる組み合わせを使用することができ、かつ、列挙された各アイテムのうちの一つだけが必要であればよいことを意味する。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、限定されないが、アイテム A、若しくは、アイテム A 及びアイテム B を含むことができる。この例はまた、アイテム A、アイテム B 及びアイテム C、若しくは、アイテム B 及びアイテム C も含むことができる。

20

【0037】

これらの例示的な実施例では、警報は、航空機 100 の操縦室のインターフェース 206 で発信することができる。操縦室のインターフェース 206 は、航空機 100 の操縦室に位置付けられた表示システムである。表示システムは、情報がオペレーターに表示できる任意の数のディスプレイを含む。これらのディスプレイは、例示的な実施例ではハードウェアデバイスである。

30

【0038】

本明細書で使用されるように、「任意の数の」は、アイテムに関連して使用されると、一又は複数のアイテムを意味する。例えば、「任意の数のディスプレイ」は、一又は複数のディスプレイである。任意の数のディスプレイは、例えば、限定されないが、主要飛行用ディスプレイ、ナビゲーションディスプレイ、及びその他の適する種類のディスプレイを含むことができる。

40

【0039】

さらに、ログエントリは、飛行管理システム 208 において生成することができる。飛行管理システム 208 は、航空機 100 のコンピュータシステムである。このコンピュータシステムは、任意の数のコンピュータからなりうる。複数のコンピュータがコンピュータシステムに含まれるときに、これらのコンピュータは、ローカルエリアネットワークなどの通信媒体を使用して互いに通信することができる。

【0040】

プロセッサユニット 200 は、飛行管理システム 208 へ報告を送信することができる。別の方法では、報告を飛行管理システム 208 に送信することに加えて、又はその代わりに、報告は、遠隔地に送信されてもよい。これらの例示的な実施例では、報告は、どの

50

ような種類の、一又は複数の着氷状態が存在するかについての表示を含むことができる。この報告はまた、着氷状態を検出する一又は複数のセンサの位置を含むこともできる。

【 0 0 4 1 】

プロセッサユニット 2 0 0 が取り得る別の動作は、防氷システム 2 0 4 の操作を開始することである。防氷システム 2 0 4 は、いずれかの現在利用可能な防氷システムを使用して実施することができる。防氷システム 2 0 4 は、航空機 1 0 0 の表面 1 2 6 の氷の形成を除去する又は防止するための様々な種類の機構を用いることができる。例えば、防氷システム 2 0 4 は、機械システム、化学システム、赤外線加熱システム、及びその他の種類のシステムを用いて、航空機 1 0 0 の表面 1 2 6 の氷を除去する、氷の形成を防止する、又はこれら両方を行うことができる。

10

【 0 0 4 2 】

これらの例示的な実施例では、センサ 1 2 4 は、氷検出アセンブリで構成することができる。例えば、センサ 1 2 4 は、氷検出アセンブリ 2 2 0、2 2 2、2 2 4、2 2 6、2 2 8、2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6、及び 2 3 8 として分類することができる。氷検出アセンブリの各センサは、特定の種類の着氷状態を検出するように構成することができる。センサ 1 2 4 のこの種の分類は、センサ 1 2 4 の位置を選択する際に使用することができる。当然のことながら、例示的な実施例によっては、センサ 1 2 4 は、氷検出アセンブリに分類されなくてもよい。

【 0 0 4 3 】

ここで図 3 を参照すると、翼型の図が、例示的な実施形態に従って示される。この例示的な実施例において、翼型 3 0 0 は、図 2 の線 3 - 3 に沿って見られる翼 1 0 4 である。翼型 3 0 0 に対する滴 3 0 1 の流れが、図示される。滴 3 0 1 が表面 3 0 2 と衝突する位置が、本例示的な実施例において示される。

20

【 0 0 4 4 】

図示されたように、センサ 1 3 8 及びセンサ 1 6 0 は、表面 3 0 2 で氷検出アセンブリ 2 3 0 として構成することができる。この例示的な実施例では、センサ 1 3 8 は、第 1 位置 3 0 4 に位置付けられた第 1 センサであり、センサ 1 6 0 は、第 2 位置 3 0 6 に位置付けられた第 2 センサである。

【 0 0 4 5 】

これらの実施例では、第 1 位置 3 0 4 は、第 1 領域 3 0 8 に位置付けられ、第 2 位置 3 0 6 は、第 2 領域 3 1 0 に位置付けられる。図示されたように、第 1 領域 3 0 8 は、第 2 領域 3 1 0 よりも、翼型 3 0 0 において、さらに前方にある。

30

【 0 0 4 6 】

これらの例示的な実施例では、第 1 領域 3 0 8 は、任意の数の位置からなる。この任意の数の位置は、特定の形態次第で、互いに隣接していてもよく、または隣接していてもよい。この実施例では、これらの位置は、すべて隣接している。第 1 領域 3 0 8 は、第 1 の滴 3 1 2 が、航空機 1 0 0 の翼型 3 0 0 の表面 3 0 2 と衝突する領域である。

【 0 0 4 7 】

第 2 領域 3 1 0 もまた、互いに隣接していてもよく、又は隣接していてもよい任意の数の位置である。この実施例では、これらの位置は、隣接していない。例えば、任意の数の位置の第 1 部分がセクション 3 1 4 にあり、任意の数の位置の第 2 部分がセクション 3 1 6 にあってもよい。第 2 領域 3 1 0 は、第 2 の滴 3 1 8 が、航空機 1 0 0 の翼型 3 0 0 の表面 3 0 2 と衝突する領域である。第 1 の滴 3 1 2 は、第 1 の種類の着氷状態が存在すると、第 1 領域 3 0 8 の表面 3 0 2 と衝突する。第 2 の滴 3 1 8 は、第 2 の種類の着氷状態が存在すると、第 2 領域 3 1 0 の表面 3 0 2 と衝突する。これらの例示的な実施例では、第 1 領域 3 0 8 は、第 2 領域 3 1 0 と比較すると、翼型 3 0 0 において、さらに前方にある。

40

【 0 0 4 8 】

これらの例示的な実施例では、第 1 位置 3 0 4 のセンサ 1 3 8 は、第 1 の種類の着氷状態が存在するときに、氷の形成を検出するように構成され、第 2 位置 3 0 6 のセンサ 1 6

50

0 は、第 2 の種類の着氷状態が存在するときに、氷の形成を検出するように構成される。場合によっては、両方の種類の着氷状態が同時に存在することもある。

【0049】

これらの例示的な実施例では、第 1 の滴 312 及び第 2 の滴 318 は、過冷却された水滴である。これらの水滴は、雨滴であるかもしれない。滴は、平均直径が約 0.00465 ミリメートルから約 2.2 ミリメートルまでの範囲のサイズを有することができる。

【0050】

これらの例示的な実施例では、標準の滴は、通常、平均直径が約 0.111 ミリメートル未満のサイズを有する水滴である。これらの滴は、翼型 300 の表面 302 の第 1 領域 308 と衝突すると、凍結することがある。凍結している霧雨の水滴は、約 0.5 ミリメートル未満の直径を有することができる。これらの滴は、翼型 300 の表面 302 の第 2 領域 310 と衝突すると、凍結することがある。凍結している雨の滴は、最大で約 2.2 ミリメートルの直径を有することができる。これらの滴は、翼型 300 の表面 302 の第 2 領域 310 のさらにもっと後部で衝突すると、凍結することがある。

【0051】

これらの例示的な実施例では、凍結している霧雨は、翼型 300 の表面 302 と接触すると凍結することがある霧雨である。凍結している霧雨は、約 0.5 ミリメートル未満の直径を有することができる。凍結している雨は、翼型 300 の表面 302 と衝突すると凍結することがあり、最大で約 2.2 ミリメートルの直径を有することができる雨である。

【0052】

水滴は、層状雲及び積雲などの様々な環境で過冷却されることがある。しかしながら、過冷却された大粒の滴は、通常、積雲で形成されるのみである。

【0053】

これらの例示的な実施例では、第 1 の滴 312 は、例えば、標準の過冷却された滴とすることができる。標準の過冷却された滴は、約 0.00465 ミリメートルから約 0.111 ミリメートルまでの直径を有することができる過冷却された水滴である。図示されたように、第 2 の滴 318 は、過冷却された大粒の滴とすることができる。これらの滴は、約 0.112 ミリメートルから 2.2 ミリメートルまでのサイズの直径を有することができる。

【0054】

これらの例示的な実施例では、第 1 の滴 312 と第 2 の滴 318 との間にサイズ差があるために、第 1 の滴 312 及び第 2 の滴 318 は、異なる位置で翼型 300 の表面 302 と衝突する。これらの実施例では、異なる滴の位置は、第 1 領域 308 及び第 2 領域 310 により画定される。

【0055】

この結果、センサ 138 の配置は、センサ 138 が、第 1 の滴 312 によって発生した第 1 の種類の着氷状態を検出するように選択される。センサ 160 は、これらの実施例では、第 2 位置 306 にあり、第 2 の滴 318 によって発生した第 2 の種類の着氷状態を検出するように構成される。つまり、翼型 300 の表面 302 のセンサ 138 及びセンサ 160 の配置は、異なる種類の着氷状態を検出するように選択することができる。選択される位置は、翼型 300 の構成によって決めることができる。

【0056】

図 1 から図 3 の氷検出システム 122 を有する航空機 100 の図は、例示的な実施形態が実施される方法に、物理的な限定又は構造的な限定を示唆することを意図するものではない。図示された構成要素に加えて及び/又はそれらの代わりに、他の構成要素が使用されてもよい。例示的な実施形態によっては、不要な構成要素があるかもしれない。また、物理的な実施形態で示される構成要素もあれば、ブロックとして示される構成要素もある。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る。図示される一又は複数のこれらのブロックは、例示的な実施形態で実施されるときに、結合、分割、若しくは異なるブロックに結合及び分割されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

例えば、航空機 1 0 0 は、飛行機の形態で示される。当然ながら、航空機 1 0 0 は他の形態をとることもできる。例えば、限定されないが、航空機 1 0 0 は、ヘリコプターの形態をとることもできる。また、航空機 1 0 0 は民間航空機として示されるが、異なる例示的な実施形態は、特定の実施形態次第で、軍用機及び他の種類の航空機に適用することができる。例えば、着氷状態は、宇宙空間と見なされる高度では存在しないが、航空機 1 0 0 はまた、空中を飛行する航空機にだけでなく、宇宙空間に進入する航空機にも適用することもできる。

【 0 0 5 8 】

さらに別の例示的な実施例では、センサ 1 2 4 は、氷検出アセンブリに分類されるものとして示されるが、他の例示的な実施形態は、氷検出アセンブリを用いないこともある。つまり、センサのアセンブリへの分類は、特定の実施形態次第で、使用されないこともある。いくつかの実施例では、プロセッサユニット 2 0 0 は、例示的な実施例の個別の構成要素ではなく、飛行管理システム 2 0 8 の一部と見なすことができる。

【 0 0 5 9 】

さらに、航空機 1 0 0 について示されたもの以外の他の数のセンサが使用されてもよい。使用されるセンサの数は、特定の種類の航空機によって決めることができる。例えば、センサの数とそれらの位置は、航空機 1 0 0 上の翼型のサイズ及び構成次第で、変更することができる。さらに別の例示的な実施例では、センサは、全て同じ種類のセンサであってもよく、又は異なる種類のセンサであってもよい。例えば、センサ 1 2 4 は、これらの実施例では、氷の存在又は形成を検出するように構成されたセンサを使用して、実行することができる。

【 0 0 6 0 】

ここで、図 4 を参照すると、設計環境のブロック図が、例示的な実施形態に従って示される。設計環境 4 0 0 は、氷検出システムが任意の数の種類の着氷状態を検出するように構成される航空機の氷検出システムを設計するために使用することができる。この例示的な実施例では、デザイナー 4 0 2 は、氷検出システム 4 0 6 の氷検出システム設計 4 0 4 を生成するように実施することができる。氷検出システム 4 0 6 は、例えば、限定されないが、図 1 の氷検出システム 1 2 2 とすることができる。

【 0 0 6 1 】

図示されたように、デザイナー 4 0 2 は、ソフトウェア、ハードウェア、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。これらの例示的な実施例では、デザイナー 4 0 2 は、コンピュータシステム 4 0 8 を使用して実施することができる。コンピュータシステム 4 0 8 は、任意の数のコンピュータを備える。複数のコンピュータがコンピュータシステム 4 0 8 に存在するときに、これらのコンピュータは、互いに通信することができる。この通信は、ネットワークなどの通信媒体を使用して促進することができる。

【 0 0 6 2 】

ソフトウェアを使用して実施されるときには、デザイナー 4 0 2 は、一又は複数のコンピュータ上で実行されるように構成されるプログラムコードの形態をとることができる。ハードウェアが採用されるときには、ハードウェアは、デザイナー 4 0 2 の動作を実行するように動作する回路を含むことができる。

【 0 0 6 3 】

これらの例示的な実施例では、ハードウェアは回路システム、集積回路、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブルロジックデバイス、又は任意の数の動作を実行するよう構成された別の適する種類のハードウェアの形態をとることができる。プログラマブルロジックデバイスにより、デバイスは、任意の数の動作を実行するように構成される。デバイスは、その後再構成することができ、又は任意の数の動作を実行するように永続的に構成することができる。プログラマブルロジックデバイスの例は、例えば、プログラマブルロジックアレイ、プログラマブルアレイロジック、フィールドプログラマブルロジックアレイ、フィールドプログラマブルゲートアレイ、及び他の適するハードウェアデバ

10

20

30

40

50

イスを含む。加えて、これらのプロセスは、無機的な構成要素と一体化された有機的な構成要素で実施されてもよく、及び／又は人間を除く有機的な構成要素で完全に構成されてもよい。

【0064】

この実施例では、氷検出システム設計404は、航空機412の航空機設計410を用いて生成することができる。つまり、航空機設計410は、氷検出システム406を生成するために使用されるデザイナー402への入力とすることができる。具体的には、航空機412の構成要素416の航空機設計410のパラメータ414は、氷検出システム設計404の氷検出システム406のパラメータ418を生成するために使用することができる。航空機412は、例えば、図1の航空機100とすることができる。

10

【0065】

この例示的な実施例では、氷検出システム設計404のパラメータ418は、氷検出システム406の構成要素420についてのものである。これらの例示的な実施例では、氷検出システム406の構成要素420はプロセッサユニット422及びセンサシステム424を含む。

【0066】

センサシステム424は、センサ426を備える。センサ426は、第1群のセンサ428及び第2群のセンサ430を含む。これらの例示的な実施例では、パラメータ418は、センサシステム424のセンサ426の位置432を含む。具体的には、位置432は、航空機412の表面434の位置である。位置432は、航空機412の座標を使用して画定することができる。

20

【0067】

これらの例示的な実施例では、位置432は、第1群の位置436及び第2群の位置438を含む。第1群の位置436は、第1群のセンサ428についてのものである。第2群の位置438は、第2群のセンサ430についてのものである。加えて、第1群のセンサ428及び第2群のセンサ430は、氷検出アセンブリ440に配置することができるのであるが、そこでは、第1群のセンサ428の第1センサ及び第2群のセンサ430の第2センサが、氷検出アセンブリ440のうちの一つの氷検出アセンブリにある。

【0068】

シミュレーション442は、センサ426の位置432を識別するために、コンピュータシステム408によって実施することができる。これらの例示的な実施例では、シミュレーション442は、着氷状態446の滴444のシミュレーションをすることができる。

30

【0069】

例えば、シミュレーション442は、滴444が航空機412の表面434と衝突する航空機412の表面434の位置448を識別するために、実行することができる。これらの実施例では、滴444は、第1の滴450及び第2の滴452を含む。このように、シミュレーション442は、航空機412の異なる構造に対して、第1の滴450が表面434と衝突する第1領域454と、第2の滴452が表面434と衝突する第2領域456とを識別するために使用することができる。シミュレーション442での位置448の識別は、センサ426の位置432を識別するために使用できる。

40

【0070】

これらの例示的な実施例では、第1群の位置436は、着氷状態446の第1の種類の着氷状態458の滴444の第1の滴450が、第1群の位置436の表面834と衝突するように、選択される。第2群の位置438は、着氷状態446の第2の種類の着氷状態460の滴444の第2の滴452が、第2群の位置438の航空機412の表面434と衝突するように、選択される。これらの実施例では、第1の種類の着氷状態458の第1の滴450は、標準の過冷却された滴とすることができる。第2の種類の着氷状態460の第2の滴452は、これらの例示的な実施例では、過冷却された大粒の滴とすることができる。

50

【 0 0 7 1 】

示される実施例では、第 1 群の位置 4 3 6 は、航空機 4 1 2 の構造 4 6 4 のうちの構造 4 6 2 の表面 4 3 4 の第 1 領域 4 5 4 内にあるとすることができる。第 2 群の位置 4 3 8 は、構造 4 6 2 の表面 4 3 4 の第 2 領域 4 5 6 に位置付けることができる。これらの例示的な実施例では、航空機 4 1 2 の構造 4 6 2 は、翼型 4 6 6、機体 4 6 8、エンジン筐体 4 7 0、エンジン吸気口 4 7 1、及び航空機 4 1 2 の他の適する種類の構造の形態をとることができる。

【 0 0 7 2 】

さらに、シミュレーション 4 4 2 はまた、センサ 4 2 6 の位置 4 3 2 に加えて、センサ 4 2 6 内の任意の数のセンサを選択するためにも使用することもできる。また、シミュレーション 4 4 2 は、センサシステム 4 2 4 のセンサ 4 2 6 を実施するために使用できる任意の数の種類のセンサ 4 7 2 を決定するために使用することができる。

10

【 0 0 7 3 】

図 4 の設計環境 4 0 0 の図は、例示的な実施形態が実施できる方法に対して、物理的な又は構造的な限定を示唆することを意図するものではない。図示された構成要素に加えて及び / 又はそれらの代わりに、他の構成要素が使用されてもよい。いくつかの構成要素は、不要としてもよい。また、幾つかの機能構成要素を示すために、ブロックが提示される。例示的な実施形態で実施されるときに、一又は複数のこれらのブロックは、結合、分割、又は種々のブロックに結合及び分割されてもよい。

【 0 0 7 4 】

例えば、氷検出システム設計 4 0 4 は、センサ 4 2 6 の位置 4 3 2 の追加の位置を識別し、第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 及び第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 に加え、一又は複数の追加の種類の着氷状態を検出するために、使用することができる。

20

【 0 0 7 5 】

さらに別の例示的な実施例では、デザイナー 4 0 2 は、氷検出システム設計 4 0 4 を作成する代わりに、氷検出システム設計 4 0 4 を修正するために、使用することができる。例えば、氷検出システム設計 4 0 4 は、第 1 群の位置 4 3 6 の第 1 群のセンサ 4 2 8 をすでに含んでいてもよい。氷検出システム設計 4 0 4 は、第 2 群のセンサ 4 3 0 の第 2 群の位置 4 3 8 を識別するために修正することができる。このように、デザイナー 4 0 2 は、これらの例示的な実施例において、既存の氷検出システムへの修正を識別するために使用することができる。さらに別の例示的な実施例では、氷検出システム設計 4 0 4 は、別個に設計する代わりに、航空機設計 4 1 0 の一部とすることができる。

30

【 0 0 7 6 】

図 1 から図 3 に示された種々の構成要素は、図 4 に示される構成要素と組み合わせること、図 4 の構成要素とともに使用すること、又はそれら 2 つの場合を組み合わせることができる。加えて、図 1 から図 3 に示された構成要素のうちのいくつかは、図 4 のブロック図に示された構成要素がどのように物理的構造として実施できるかの例となりうる。

【 0 0 7 7 】

ここで図 5 を参照と、航空機の着氷状態を検出するためのプロセスのフロー図が、例示的な実施形態に従って示される。図 5 に示されるプロセスは、図 4 の氷検出システム設計 4 0 4 によって特定されるように、氷検出システム 4 0 6 などの氷検出システムで実施することができる。さらに、プロセスは、図 1 の航空機 1 0 0 の氷検出システム 1 2 2 において実施することができる。具体的には、このフロー図で実行される一又は複数の工程は、図 2 のプロセッサユニット 2 0 0 を使用して実施することができる。

40

【 0 0 7 8 】

このプロセスは、航空機の着氷状態のうちの第 1 の種類の着氷状態を示す第 1 データのために、航空機上の第 1 群の位置に位置付けられた第 1 群のセンサを監視することにより、開始する (工程 5 0 0)。工程 5 0 0 における第 1 群のセンサは、図 1 の氷検出システム 1 2 2 の第 1 群のセンサ 1 4 8 とすることができる。このプロセスは次に、航空機の第 2 の種類の着氷状態を示す第 2 データのために、航空機上の第 2 群の位置に位置付けられ

50

た第2群のセンサを監視する(工程502)。工程502における第2群のセンサは、図1の氷検出システム122の第2群のセンサ170とすることができる。

【0079】

第1データ及び第2データのうちの少なくとも一つが、着氷状態が存在することを示すかどうかについて、判定が行われる(工程504)。着氷状態が存在しなければ、プロセスは、先ほど述べられたように、工程500に戻る。そうでなければ、プロセスは、第1データからの第1の種類の着氷状態、及び第2データからの第2の種類の着氷状態のうちの少なくとも一つの検出に応じて動作を開始し(工程506)、プロセスはその後、先ほど述べられたように工程500に戻る。

【0080】

ここで図6を参照すると、氷検出システムを設計するためのプロセスのフロー図が、例示的な実施形態に従って示される。図6に示されるプロセスは、図4の設計環境400で実施することができる。具体的には、このプロセスは、図4のデザイナー402を使用して実施することができる。

【0081】

このプロセスは、航空機の構造を識別することにより開始する(工程600)。これらの構造は、一又は複数の種類の着氷状態が存在すると、氷が形成される任意の構造とすることができる。プロセスは次に、航空機から処理する一つの構造を選択する(工程602)。

【0082】

このプロセスは次に、構造上の第1領域と第2領域とを識別する(工程604)。第1領域とは、第1の種類の着氷状態の第1の滴が航空機の表面と衝突する領域である。第2領域とは、第2の種類の着氷状態の第2の滴が航空機の表面と衝突する領域である。このプロセスは次に、第1領域及び第2領域に配置するための任意の数のセンサを識別する(工程606)。場合によっては、センサは、実施形態次第で、構造上のある領域にはなくともよい。

【0083】

このプロセスは次に、センサのうちの第1群のセンサに対し、第1領域の第1群の位置を識別する(工程608)。このプロセスは次に、センサのうちの第2群のセンサに対し、第2領域の第2群の位置を識別する(工程610)。この航空機に対し、追加の処理されていない構造が存在するかどうかについて、判定が行われる(工程612)。追加の処理されていない構造が存在すれば、先ほど述べられたように、プロセスは工程602に戻る。そうでなければ、プロセスは終了する。プロセスが完了すると、氷検出システムの設計が終了し、実施の準備ができる。

【0084】

種々の図示された実施形態でのフロー図及びブロック図は、装置、方法及びコンピュータプログラム製品の幾つかの可能な実施形態の構造、機能、及び工程を示すものである。その際、フロー図及びブロック図の各ブロックは、コンピュータ可用又は可読プログラムコードのモジュール、セグメント、又は部分を表わしており、特定の機能又は機能群を実施するための一又は複数の実行可能な命令を含んでいる。幾つかの代替的な実施形態では、ブロックに記載された機能又は機能群は、図に記載の順序とは違う順序で現れることがある。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の順番に実行されることもある。

【0085】

ここで図7を参照すると、データ処理システムが、例示的な実施形態に従って示される。データ処理システム700は、図2の飛行管理システム208、図4のコンピュータシステム408、及び異なる例示的な実施形態で利用できる他のコンピュータを実施するために使用することができる。この実施例では、データ処理システム700は、プロセッサユニット704、メモリ706、固定記憶域708、通信ユニット710、入出力(I/O)

10

20

30

40

50

０）ユニット７１２、及びディスプレイ７１４の間に通信を提供する、通信フレームワーク７０２を含む。この実施例において、通信フレームワーク７０２は、バスシステムの形態をとることができる。

【００８６】

プロセッサ装置７０４は、メモリ７０６に読み込むことができ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７０４は、特定の実施次第で、任意の数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、又は別の種類のプロセッサとすることができる。これらの例示的な実施例では、プロセッサユニット７０４は、図２のプロセッサユニット２００を実施するために使用できるプロセッサユニットの一例である。

【００８７】

メモリ７０６及び固定記憶域７０８は、記憶デバイス７１６の例である。記憶デバイスは、例えば、限定されないが、データ、機能的形態のプログラムコード、及びその他の適する情報などの情報を、一時的に又は恒久的に保存できる何らかのハードウェア部分である。記憶デバイス７１６は、これらの例示的な実施例において、コンピュータ可読記憶デバイスと呼ばれることもある。これらの実施例のメモリ７０６は、たとえば、ランダムアクセスメモリまたは任意の他の適切な揮発性または不揮発性の記憶装置とすることができる。固定記憶域７０８は、特定の実施次第で、様々な形態をとることができる。

【００８８】

例えば、固定記憶域７０８は、一又は複数の構成要素又はデバイスを含むことができる。例えば、固定記憶域７０８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、書換え型磁気テープ、又はそれらの何らかの組み合わせとすることができる。固定記憶域７０８により使用される媒体はまた、取り外し可能なものとすることができる。例えば、取り外し可能なハードドライブが、固定記憶域７０８に使用されてもよい。

【００８９】

これらの例示的な実施例の通信ユニット７１０は、他のデータ処理システム又はデバイスとの通信を提供する。このような実施例では、通信ユニット７１０は、ネットワークインターフェースカードである。

【００９０】

入出力ユニット７１２は、データ処理システム７００に接続される他のデバイス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７１２は、キーボード、マウス、及び／又は他のなんらかの適する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７１２は、出力をプリンタに送信することができる。ディスプレイ７１４は、情報をユーザに表示する機構を提供する。

【００９１】

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７０２を介してプロセッサユニット７０４と通信する記憶デバイス７１６内に置くことができる。別の実施形態の工程は、コンピュータに実装される命令を使用して、プロセッサ装置７０４により実行することができ、例えば、メモリ７０６などのメモリに配置することができる。

【００９２】

これらの命令は、プログラムコード、コンピュータ可用プログラムコード、又はコンピュータ可読プログラムコードと呼ばれ、プロセッサユニット７０４内のプロセッサによって読み取られ、実行することができる。種々の実施形態におけるプログラムコードは、例えば、メモリ７０６又は固定記憶域７０８などの種々の物理媒体又はコンピュータ可読記憶媒体で具体化することができる。

【００９３】

プログラムコード７１８は、選択的に着脱可能であるコンピュータ可読媒体７２０に機能的形態で配置され、プロセッサ装置７０４による実行のためのデータ処理システム７００に読み込むことができ、又は転送することができる。プログラムコード７１８及びコンピュータ可読媒体７２０は、このような例示的な実施例において、コンピュータプログラ

10

20

30

40

50

ム製品 722 を形成する。一つの実施例では、コンピュータ可読媒体 720 は、コンピュータ可読記憶媒体 724 又はコンピュータ可読信号媒体 726 とすることができる。

【0094】

これらの例示的な実施例では、コンピュータ可読記憶媒体 724 は、プログラムコード 718 を伝搬又は伝送する媒体というよりは、むしろプログラムコード 718 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。別の方法では、プログラムコード 718 は、コンピュータ可読信号媒体 726 を使用してデータ処理システム 700 に転送することができる。コンピュータ可読信号媒体 726 は、例えば、プログラムコード 718 を含む伝搬されるデータ信号とすることができる。例えば、コンピュータ可読信号媒体 726 は、電磁信号、光信号、及び/又は他の任意の適する種類の信号とすることができる。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/又は他の任意の適する種類の通信リンクなどの通信リンクによって伝送することができる。

10

【0095】

データ処理システム 700 に対して例示される種々の構成要素は、種々の実施形態が実施できる方法に、物理的な又は構造的な制限を設けることを意図していない。種々の実施形態は、データ処理システム 700 について示される構成要素に加え及び/又はそれらに代わりに、構成要素を含むデータ処理システムで実施することができる。図 7 に示される他の構成要素は、示される例示的な実施例とは異なることがある。種々の実施形態は、プログラムコード 718 を実行できる任意のハードウェアデバイスまたはシステムを使用し

20

【0096】

本発明の例示的な実施形態は、図 8 に示される航空機の製造及び保守方法 800、及び図 9 に示される航空機 900 の観点に照らして説明することができる。まず図 8 に注目すると、航空機の製造及び保守方法の図が、例示的な実施形態に従って示される。製造前の段階では、航空機の製造及び保守方法 800 は、図 9 の航空機 900 の仕様及び設計 802、並びに材料の調達 804 を含むことができる。

【0097】

製造段階では、図 9 の航空機 900 の構成要素及びサブアセンブリの製造 806、並びにシステム統合 808 が行われる。その後、図 9 の航空機 900 は、認可および納品 810 を経て運航 812 に供される。顧客により運航 812 される間に、図 9 の航空機 900 は、定期的な整備及び保守 814 (改造、再構成、改修、及びその他の整備又は保守を含む)を受ける。

30

【0098】

航空機の製造及び保守方法 800 の各プロセスは、システムインテグレーター、第三者、及び/又はオペレーターによって実施又は実行される。これらの実施例では、オペレーターは、顧客とすることができる。本明細書の目的では、システムインテグレーターは、限定されないが、任意の数の航空機製造業者、および主要システムの下請業者を含み；第三者は、限定されないが、任意の数のベンダー、下請業者、および供給業者を含み；オペレーターは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などを含むことができる。

40

【0099】

ここで図 9 を参照すると、例示的な実施形態が実施される航空機の図が示される。この実施例では、航空機 900 は、図 8 の航空機の製造及び保守方法 800 によって製造され、複数のシステム 904 及び内装 906 を有する機体 902 を含むことができる。システム 904 の例は、推進システム 908、電気システム 910、油圧システム 912、環境システム 914、及び氷検出システム 916 のうちの一又は複数を含む。任意の数の他のシステムが含まれてもよい。航空宇宙産業の例が示されたが、自動車産業などの他の産業にも種々の実施形態を適用することができる。

【0100】

ここで実施される装置及び方法は、図 8 の航空機の製造及び保守方法 800 のうちの少

50

なくとも一つの段階で採用することができる。一つの例示的な実施例では、図 8 の構成要素及びサブアセンブリの製造 8 0 6 で製造される構成要素又はサブアセンブリは、図 8 で航空機 9 0 0 の運航 8 1 2 中に製造される構成要素又はサブアセンブリと類似の方法で製作又は製造することができる。

【 0 1 0 1 】

さらに別の実施例において、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はこれらの組み合わせは、航空機の製造及び保守方法 8 0 0 の異なる段階で利用することができる。例えば、氷検出システム 9 1 6 は、仕様及び設計 8 0 2 中に設計することができる。氷検出システム 9 1 6 の構成要素は、構成要素及びサブアセンブリの製造 8 0 6 中に製造することができる。氷検出システム 9 1 6 は、システムインテグレーション 8 0 8 中に、航空機 9 0 0 に取り付けることができる。氷検出システム 9 1 6 は、航空機 9 0 0 の運航 8 1 2 中に使用することができる。

【 0 1 0 2 】

別の例示的な実施例では、氷検出システム 9 1 6 は、航空機 9 0 0 の既存の氷検出システムとすることができる。アップグレード、修正、及びその他の工程は、航空機 9 0 0 の氷検出システム 9 1 6 を改修して、例示的な実施形態による特徴を含むように、実行することができる。

【 0 1 0 3 】

本発明の図及び明細書では、一又は複数の態様、変形例、例示、及び実施例が以下を含んで示される。

【 0 1 0 4 】

一つの態様では、航空機 4 1 2 の第 1 群の位置 4 3 6 に位置付けられた第 1 群のセンサ 4 2 8 であって、前記第 1 群の位置 4 3 6 の前記第 1 群のセンサ 4 2 8 は、前記航空機 4 1 2 の第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 を検出するように構成される、前記第 1 群のセンサ 4 2 8、及び前記航空機 4 1 2 の第 2 群の位置 4 3 8 に位置付けられた第 2 群のセンサ 4 3 0 であって、前記第 2 群の位置 4 3 8 の前記第 2 群のセンサ 4 3 0 は、前記航空機 4 1 2 の第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 を検出するように構成される、前記第 2 群のセンサ 4 3 0 を備える、氷検出システム 4 0 6 が開示される。

【 0 1 0 5 】

ある変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 1 群のセンサ 4 2 8 及び前記第 2 群のセンサ 4 3 0 は、データ 2 0 2 を生成し、前記第 1 群のセンサ 4 2 8 及び前記第 2 群のセンサ 4 3 0 からの前記データ 2 0 2 を監視し、前記第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 及び前記第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 のうちの少なくとも一つの存在を示す前記データ 2 0 2 に応じて、動作を実行するように構成されたプロセッサユニット 4 2 2 をさらに備える。別の変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 1 群の位置 4 3 6 は、前記第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 の第 1 の滴 4 5 0 が前記航空機 4 1 2 の表面 4 3 4 と衝突する第 1 の複数の位置 4 4 8 であり、前記第 2 群の位置 4 3 8 は、前記第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 の第 2 の滴 4 5 2 が前記航空機 4 1 2 の前記表面 4 3 4 と衝突する第 2 の複数の位置 4 3 2 である。

【 0 1 0 6 】

さらに別の変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記表面 4 3 4 は、前記航空機 4 1 2 の翼型 4 6 6 の表面 4 3 4 であり、前記第 1 の滴 4 5 0 は、前記翼型 4 6 6 の前記表面 4 3 4 の第 1 領域 4 5 4 で前記表面 4 3 4 と衝突し、前記第 2 の滴 4 5 2 は、前記翼型 4 6 6 の前記表面 4 3 4 の第 2 領域 4 5 6 で前記表面 4 3 4 と衝突し、前記第 1 領域 4 5 4 は、前記第 2 領域 4 5 6 よりも前記翼型 4 6 6 のさらに前方にある。一つの実施例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 は、第 1 の複数のサイズを有する第 1 の滴 4 5 0 によって発生し、前記第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 は、第 2 の複数のサイズを有する第 2 の滴 4 5 2 によって発生し、前記第 1 の複数のサイズは、前記第 2 の複数のサイズよりも小さい。

【 0 1 0 7 】

別の実施例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 は、過冷却された大粒の滴の種類の着氷状態である。一つの実施例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記動作は、警報を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システム 2 0 4 を作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される。さらに別の実施例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 1 群の位置 4 3 6 及び前記第 2 群の位置 4 3 8 は、前記航空機 4 1 2 の構造 4 6 2 上にあり、前記構造 4 6 2 は、翼型 4 6 6、翼、水平安定板、垂直安定板、機体 4 6 8、エンジン吸気口 4 7 1、及び前記機体 4 6 8 の機首部分 1 1 2 のうちの一つから選択される。

10

【 0 1 0 8 】

一つの例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記第 1 群のセンサ 4 2 8 の第 1 センサ 1 3 8 及び前記第 2 群のセンサ 4 3 0 の第 2 センサ 1 6 0 は、センサペアを形成し、前記第 1 センサ 1 3 8 は、前方センサであり、前記第 2 センサ 1 6 0 は、前記前方センサの後方の位置に位置付けられる後方センサである。別の例では、前記氷検出システムにおいて、前記第 1 群のセンサ 4 2 8 及び前記第 2 群のセンサ 4 3 0 のセンサは、氷の存在を検出するように構成される。さらにまた別の例では、前記着氷状態検出システム 4 0 6 において、前記航空機 4 1 2 は、民間航空機、軍用機、飛行機、及びヘリコプターのうちの一つから選択される。

【 0 1 0 9 】

20

一つの態様では、航空機 4 1 2 の表面 4 3 4 の位置群に位置付けられたセンサ群であって、前記位置群の前記センサ群は、前記航空機 4 1 2 の前記表面 4 3 4 の過冷却された大粒の滴の着氷状態を検出するように構成される、前記センサ群；及び前記センサ群からのデータ 2 0 2 を監視し、前記航空機 4 1 2 の前記表面 4 3 4 の前記過冷却された大粒の滴の着氷状態の存在を示す前記データ 2 0 2 に応じて、動作を実行するように構成されたプロセッサユニット 4 2 2 を備える氷検出システム 4 0 6 が開示される。一つの変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記センサ群 4 3 0 は、第 2 群のセンサであり、前記航空機 4 1 2 の前記表面 4 3 4 の別の種類の着氷状態を検出するように構成された第 1 群のセンサ 4 2 8 をさらに含む。一つの変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記位置群は、前記過冷却された大粒の滴の着氷状態の滴が、前記航空機 4 1 2 の前記表面 4 3 4 と衝突する任意の数の場所である。

30

【 0 1 1 0 】

別の変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記表面 4 3 4 は、前記航空機 4 1 2 の翼型 4 6 6 の表面 4 3 4 であり、前記滴は、前記翼型 4 6 6 の前記表面 4 3 4 の別の種類の着氷状態からの滴と比較して、さらに後方にある前記翼型 4 6 6 の前記表面 4 3 4 の領域の前記表面 4 3 4 と衝突する。さらに別の変形例では、前記氷検出システム 4 0 6 において、前記滴は、約 0 . 1 1 2 ミリメートルから約 2 . 2 ミリメートルまでの直径を有する。さらに別の変形例では、着氷状態検出システム 4 0 6 において、前記動作は、警報を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システム 2 0 4 を作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される。

40

【 0 1 1 1 】

ある態様において、航空機 4 1 2 の着氷状態を検出するための方法であって、前記方法は、前記航空機 4 1 2 の前記着氷状態の第 1 の種類の着氷状態 4 5 8 を示す第 1 データ 2 0 2 のために、前記航空機 4 1 2 の第 1 群の位置 4 3 6 に位置付けられた第 1 群のセンサ 4 2 8 を監視すること、前記航空機 4 1 2 の前記着氷状態 4 6 0 の第 2 の種類の着氷状態を示す第 2 データ 2 0 2 のために、前記航空機 4 1 2 の第 2 群の位置 4 3 8 に位置付けられた第 2 群のセンサ 4 3 0 を監視すること、並びに前記第 1 データからの前記第 1 の種類の着氷状態 4 5 8、及び前記第 2 データからの前記第 2 の種類の着氷状態 4 6 0 のうちの少なくとも一つの検出に応じて、動作を開始することを含む、方法が開示される。一つの変形例では、前記方法は、前記第 1 データ 2 0 2 及び前記第 2 データ 2 0 2 のうちの少な

50

くとも一つからの着氷状態の検出に応答すること、及び前記着氷状態が検出される前記航空機 212 の位置を識別することをさらに含む。

【0112】

別の変形例では、前記方法において、前記第1データ202からの前記第1の種類の着氷状態458、及び前記第2データ202からの前記第2の種類の着氷状態460のうちの前記少なくとも一つの検出に応じて、前記動作を開始することは、前記第1データ202からの前記第1の種類の着氷状態458、及び前記第2データ202からの前記第2の種類の着氷状態460のうちの前記少なくとも一つの検出に応じて、前記動作を開始することであって、前記動作は、警報を発信すること、ログエントリを生成すること、防氷システム204を作動させること、及び報告を送信することのうちの少なくとも一つから選択される、前記動作を開始することを含む。

10

【0113】

したがって、一又は複数の実施形態は、異なる種類の着氷状態を識別するための方法及び装置を提供する。具体的には、例示的な実施形態は、第1の種類の着氷状態と、第2の種類の着氷状態とを識別する能力を提供する。第1の種類の着氷状態は、通常遭遇するものであり、他方、第2の種類の着氷状態は、過冷却された大粒の滴の着氷状態とすることができる。これらの実施例では、二以上の種類の着氷状態を識別する能力により、航空機は、例えば連邦航空局等の政府又は他の管理団体から提示されうる様々な規則のもと、異なる種類の着氷状態での飛行の認可を得ることができる。

【0114】

20

種々の有利な実施形態の説明は、例示及び説明を目的として提示され、完全であること、又は開示された形態の実施形態に限定されることを意図するものではない。当業者には、多数の修正例及び変形例が明らかだろう。さらに、種々の有利な実施形態は、他の有利な実施形態とは異なる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、実際の用途を最も好ましく説明するため、及び他の当業者に対し、考慮される特定の用途に適したものとして様々な修正例で種々の実施形態の開示の理解を促すために選択及び記述されている。

【図 1】

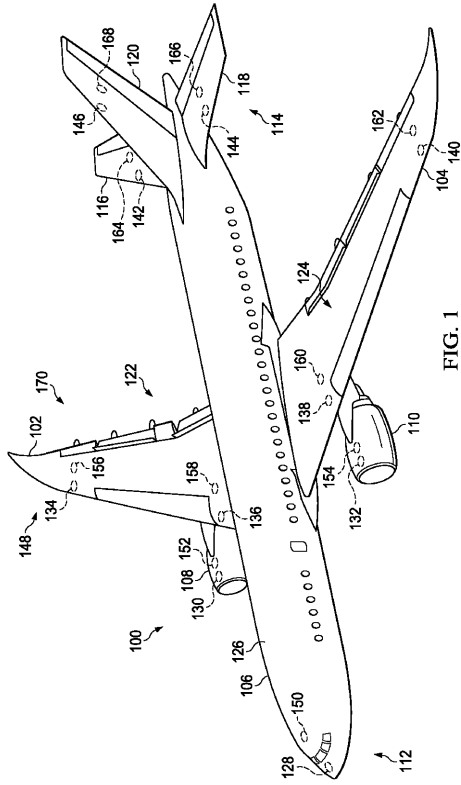
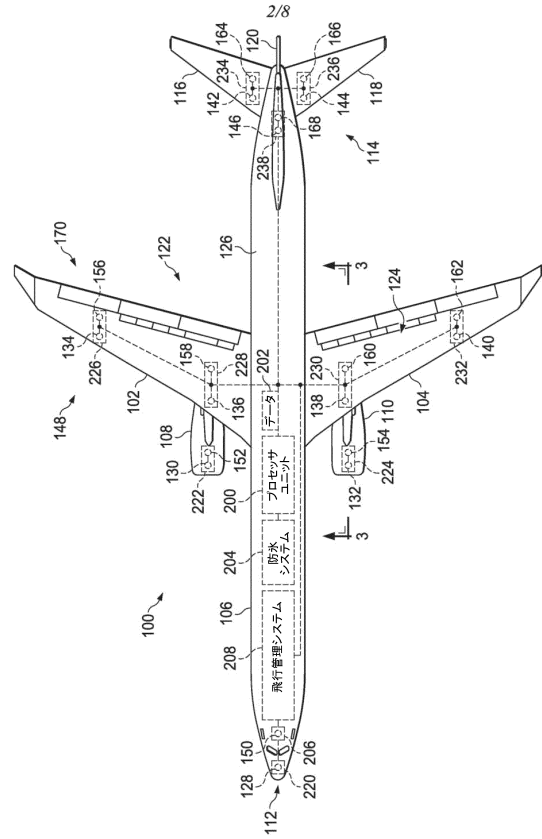


FIG. 1

【図 2】



【図 3】

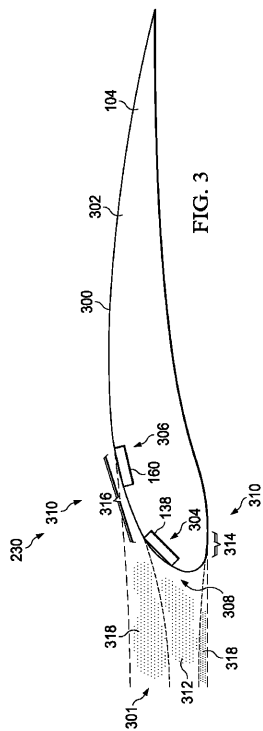
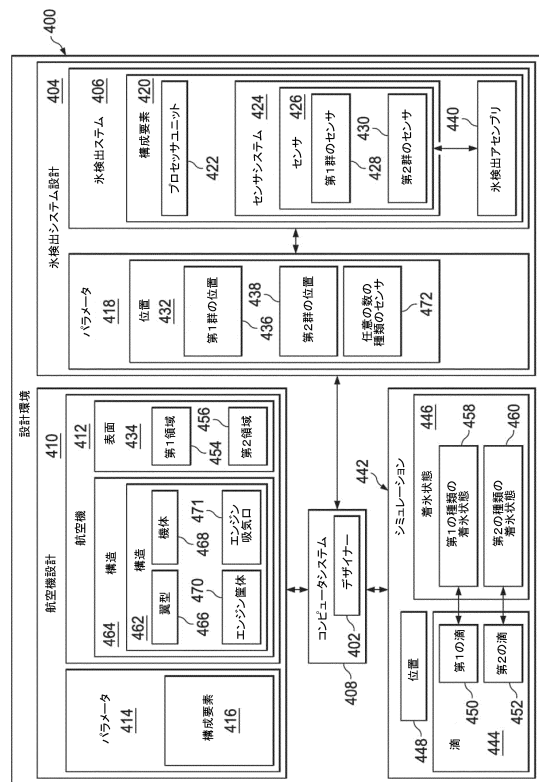
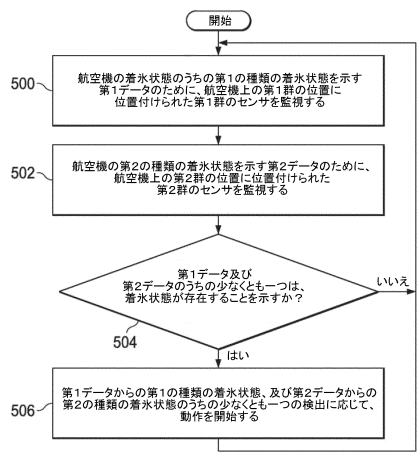


FIG. 3

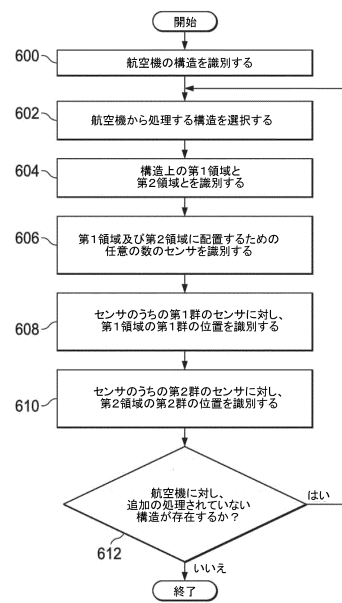
【図 4】



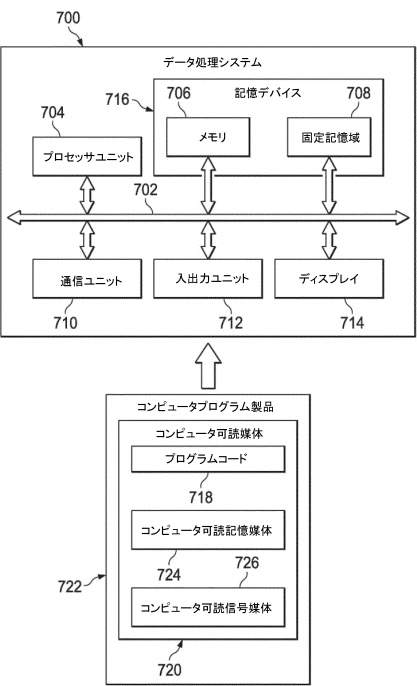
【図 5】



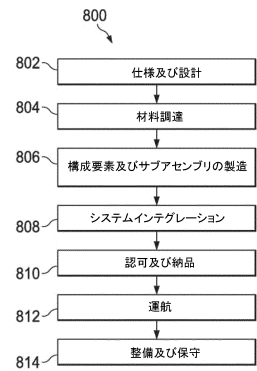
【図 6】



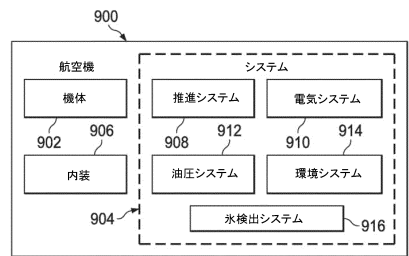
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 ボセッティ, クリス ケー.
アメリカ合衆国 ワシントン 98117, シアトル, 10番 アヴェニュー ノースウエ
スト 7735

合議体

審判長 島田 信一

審判官 氏原 康宏

審判官 仁木 学

(56)参考文献 米国特許第7439877(US, B1)
特開2011-111158(JP, A)
特表2004-534948(JP, A)
米国特許出願公開第2002/158768(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B64D 15/00, 15/20-15/22
G08B 19/02
F03D 80/40