

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6351968号
(P6351968)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 4 D 15/22 (2006.01)

B 6 4 D 15/22

G O 1 W 1/14 (2006.01)

G O 1 W 1/14

B

請求項の数 13 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2013-261637 (P2013-261637)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成25年12月18日 (2013.12.18)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2014-131906 (P2014-131906A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成26年7月17日 (2014.7.17)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成28年12月9日 (2016.12.9)		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	13/732, 707	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成25年1月2日 (2013.1.2)		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 義敦
		(72) 発明者	メイス, チャールズ スティーヴン
			アメリカ合衆国 ワシントン 98204
			, エヴァレット, メール コード O
			ティー-33, ウェスト カジノ ロード 3003
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動水滴測定及び氷検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

航空機（100）の外側の大气から水滴（222）を集めるように構成された粘着性部分（502）を各々が有する任意の数のプローブ（304）を有し、集められた前記水滴（222）の任意の数の画像（224）を生成するように構成されたセンサシステム（206）であって、前記センサシステム（206）は前記任意の数のプローブ（304）により集められた前記水滴（222）の前記任意の数の画像（224）を生成するように構成されたカメラシステム（308）を有し、前記任意の数のプローブ（304）は、前記航空機（100）の前記外側の前記大气に延出し、前記航空機（100）の前記外側の前記大气から前記航空機（100）の内側へ後退するように構成される、センサシステム（206）と、

着氷状態検出器（208）であって、前記センサシステム（206）からの前記任意の数の画像（224）を使用して、航空機（100）についての任意の数の着氷状態の種類が存在を検出し、集められた前記水滴（222）が氷結した水滴（228）であるときには、前記任意の数の画像（224）の前記氷結した水滴（228）のサイズを氷結した水滴（228）についての滴サイズ（225）の滴データベース（236）と比較することにより、前記任意の数の画像（224）を解析して前記航空機（100）についての第一種類の着氷状態と第二種類の着氷状態とを特定するように構成された着氷状態検出器（208）とを備え、

前記第二種類の着氷状態が過冷却された大きな粒の着氷状態である、装置。

【請求項 2】

前記着氷状態検出器(208)は、少なくとも前記第一種類の着氷状態又は前記第二種類の着氷状態の存在の検出に応じて動作を実行する(1206)ようにさらに構成される、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記動作は、警告を生成すること、防氷システムを起動すること、ログエントリを生成すること、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、請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

前記任意の数のプローブ(304)は、周期的に、前記航空機(100)の前記外側の
大気に延出し、前記航空機(100)の前記外側の大气から後退するように構成される、
請求項1から3のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項 5】

筐体(302、400)であって、前記カメラシステム(308、1014)が筐体(302)内部に配置され、前記任意の数のプローブ(304)が、前記筐体(302、400)から前記航空機(100)の前記外側の大气に延出し、前記航空機(100)の前記外側の大气から前記筐体(302、400)に後退するように構成される、前記筐体(302、400)、及び

任意の数のプローブ(304)を移動させ、前記筐体(302、400)から前記航空機(100)の前記外側の大气に延出し、前記航空機(100)の前記外側の大气から前記筐体(302、400)へ後退するように構成されたモーターシステム
をさらに備える、請求項1から4のいずれか一項に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記着氷状態検出器(208)は、前記カメラシステム(308、1014)、筐体(302)、及び前記航空機(100)のコンピュータシステムのうちの一つに配置される、請求項1から5のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記第一種類の着氷状態は、直径約0.00465ミリメートルから直径約0.111ミリメートルの第一の任意の数のサイズ(225)を有する第一の滴(222)により発生し、前記第二種類の着氷状態は、直径約0.112ミリメートルから直径約2.2ミリメートルの第二の任意の数のサイズ(225)を有する第二の滴(222)により発生する、請求項1から6のいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項 8】

任意の数の種類の着氷状態(210)が存在するときには、航空機(100)の表面から氷を除去するように構成された防氷システム(226)
をさらに備える、請求項1から7のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 9】

前記粘着性部分(502)は、シリコンゴム、ポリテトラフルオロエチレン、油性又は蠟製の樹脂のうち1または複数を含む、請求項1から8のいずれか一項に記載の装置に記載の装置。

40

【請求項 10】

着氷状態を検出するための方法であって、

それぞれが粘着性部分(502)を有する任意の数のプローブ(304)を用いて、航空機(100)の外側の大气から水滴(222)を集めることと、

前記任意の数のプローブ(304)を動かして、前記航空機(100)の前記外側の前記大気に延出し、前記航空機(100)の前記外側の前記大気から前記航空機(100)の内側へ後退することと、

カメラシステム(308)を利用して、前記任意の数のプローブ(304)が前記航空機(100)の前記外側の前記大気から前記航空機(100)の前記内側へ後退されたとき、前記任意の数のプローブ(304)上に氷結された水滴(228)として集められた

50

前記水滴の任意の数の画像（２２４）を生成することと、

センサシステム（２０６）からの前記任意の数の画像（２２４）を使用して前記航空機（１００）についての任意の数の種類の着氷状態（２１０）が存在するかどうかを判定することと、

集められた前記水滴（２２２）が氷結した水滴（２２８）であるときには、前記任意の数の画像（２２４）の前記氷結した水滴（２２８）のサイズを氷結した水滴（２２８）についての滴サイズ（２２５）の滴データベース（２３６）と比較することにより、前記任意の数の画像（２２４）を解析して前記航空機（１００）についての第一種類の着氷状態と第二種類の着氷状態とを特定し、前記第二種類の着氷状態が過冷却された大きな粒の着氷状態である、解析することと、

を含む方法。

【請求項１１】

前記任意の数の種類の着氷状態（２１０）が存在するときには動作を実行すること（１２０６）をさらに含む、請求項１０に記載の方法。

【請求項１２】

前記集めることは、前記画像（２２４）を生成した後で、かつ前記航空機（１００）の前記外側の大気に再び延出するように前記任意の数のプローブ（３０４）を移動させる前に、前記氷結した水滴（２２８）を融解させることをさらに含む、請求項１０または１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記判定することは、第一種類の着氷状態と第二種類の着氷状態とを区別することを含む、請求項１０から１２のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、概して着氷状態を検出することに関し、具体的には航空機の着氷状態を検出することに関する。またさらに具体的には、本発明の開示は、航空機の過冷却された大きな滴（SLD）を含む過冷却された水滴を検出することに関する。

【背景技術】

【０００２】

航空術において、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は、航空機への着氷が生じる。さらに、この氷はエンジン内部にも生じる恐れがある。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、好ましくなく、航空機の運航に対して潜在的に危険である。

【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。これらの実施例では、水が水の規定の氷点より低く冷却されているがまだ液体であるときに、水は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づけられる。これらのパラメータは、航空機上に氷が形成される速度及び範囲に影響する。

【０００４】

着氷が起こると、航空機は要求通りに動作しない。例えば、航空機の翼上の氷により、航空機が低い迎角で失速し、抗力が増加することがあるだろう。

【０００５】

航空機は、これらの着氷状態に対処するために、着氷を防止し氷を除去する機械、又はそれらの何らかの組み合わせを有する。たとえば、航空機は、着氷検出、防止、及び除去システムを含む。解凍液、赤外線加熱、及び他の適する機械を使用して、氷が除去される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

航空機は様々な種類の着氷状態での動作について認可される。ある航空機は、標準の着氷状態で動作するように認可されるが、過冷却された大きな滴を含む着氷状態では認可されない。現在使用されるセンサシステムは、標準の着氷状態と過冷却された大きな滴の着氷状態とを区別することができない。したがって、少なくとも上記の問題点の幾つかと、起こりうる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。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

1つの例示的な実施形態では、装置は、センサシステム及び着氷状態検出器を備える。センサシステムは、航空機の外側の大气から水滴を集め、集められた水滴の任意の数の画像を生成するように構成される。着氷状態検出器は、センサから任意の数の画像を使用して航空機の任意の数の種類の着氷状態の存在を検出するように構成される。

10

【 0 0 0 8 】

別の実施形態では、着氷状態検出システムは、センサユニット群及び着氷状態検出器を備える。センサユニット群は、航空機外部の任意の数の種類の着氷状態についての情報を生成するように構成される。センサユニット群のうちの一つのセンサユニットは、航空機の外側の大气から水滴を集めるように構成された任意の数のプローブ、及び任意の数のプローブにより集められた水滴の任意の数の画像を生成するように構成されたカメラシステムを備える。着氷状態検出器は、カメラシステムから任意の数の画像を使用して航空機の任意の数の種類の着氷状態の存在を検出するように構成される。

20

【 0 0 0 9 】

さらに別の実施形態では、着氷状態を検出する方法が提示される。水滴は、航空機の外側の大气から集められる。集められた水滴の任意の数の画像が生成される。センサシステムから任意の数の画像を使用して航空機の任意の数の種類の着氷状態が存在するかどうかについて、判定が行われる。

【 0 0 1 0 】

さらに、本発明は、以下の条項による実施形態を含む。

【 0 0 1 1 】

第 1 条項

航空機の外側の大气から水滴を集め、集められた水滴の任意の数の画像を生成するように構成されたセンサシステム、及び

30

センサから任意の数の画像を使用して航空機の任意の数の種類の着氷状態の存在を検出するように構成された着氷状態検出器を備える装置。

【 0 0 1 2 】

第 2 条項

着氷状態検出器は、少なくとも第一の種類の着氷状態又は第二の種類の着氷状態の存在を検出することに応じて動作を実行するようにさらに構成される、第 1 条項に記載の装置。

【 0 0 1 3 】

第 3 条項

動作は、警告を生成すること、防氷システムを起動すること、ログエントリを生成すること、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、第 2 条項に記載の装置。

40

【 0 0 1 4 】

第 4 条項

センサシステムは、航空機の外側の大气から水滴を集めるように構成された任意の数のプローブ、及び任意の数のプローブにより集められた水滴の任意の数の画像を生成するように構成されたカメラシステム

50

を備える、第 1 条項に記載の装置。

【 0 0 1 5 】

第 5 条項

任意の数のプローブは、航空機の外側の大気に延出し、任意の数のプローブを航空機の外側の大気から航空機の内側へ後退するように構成される、第 4 条項に記載の装置。

【 0 0 1 6 】

第 6 条項

任意の数のプローブは、周期的に航空機の外側の大気に延出し、航空機の外側の大気から後退するように構成される、第 5 条項に記載の装置。

【 0 0 1 7 】

第 7 条項

筐体であって、カメラシステムは筐体内部に配置され、任意の数のプローブは、筐体から航空機の外側の大気へ延出し、航空機の外側の大気から筐体へ後退するように構成される、筐体、及び

任意の数のプローブを移動させ、筐体から航空機の外側の大気に延出し、航空機の外側の大気から筐体へ後退するように構成されたモーターシステムをさらに備える、第 5 条項に記載の装置。

【 0 0 1 8 】

第 8 条項

着氷状態検出器は、集められた水滴が氷結した水滴であるときに、航空機の着氷状態の種類を特定するために任意の数の画像を解析するように構成される、第 5 条項に記載の装置。

【 0 0 1 9 】

第 9 条項

着氷状態検出器は、カメラシステム、筐体、及び航空機のコンピュータシステムのうちの一つに配置される、第 8 条項に記載の装置。

【 0 0 2 0 】

第 1 0 条項

着氷状態検出器は、集められた水滴が氷結した水滴であるときには、任意の数の画像の氷結した水滴のサイズを氷結した水滴についての滴サイズの滴データベースと比較することにより、任意の数の画像を解析し航空機の着氷状態の種類を特定するように構成される、第 8 条項に記載の装置。

【 0 0 2 1 】

第 1 1 条項

任意の数の種類の着氷状態は、第一の種類の着氷状態及び第二の種類の着氷状態を含む、第 1 条項に記載の装置。

【 0 0 2 2 】

第 1 2 条項

第一の種類の着氷状態は、直径約 0 . 0 0 4 6 5 ミリメートルから直径約 0 . 1 1 1 ミリメートルの第一の任意の数のサイズを有する第一の滴により発生し、前記第二の種類の着氷状態は、直径約 0 . 1 1 2 ミリメートルから直径約 2 . 2 ミリメートルの第二の任意の数のサイズを有する第二の滴により発生する、第 1 1 条項に記載の装置。

【 0 0 2 3 】

第 1 3 条項

第二の種類の着氷状態は、過冷却された大きな滴種類の着氷状態である、第 1 1 条項に記載の装置。

【 0 0 2 4 】

第 1 4 条項

航空機的外部で任意の数の種類の着氷状態についての情報を生成するように構成されたセンサユニット群であって、センサユニット群の一つのセンサユニットは、航空機の外側

10

20

30

40

50

の大気から水滴を集めるように構成された任意の数のプローブ、及び任意の数のプローブにより集められた水滴の任意の数の画像を生成するように構成されたカメラシステムを備える、センサユニット群、及び

カメラシステムから任意の数の画像を使用して航空機の任意の数の種類の着氷状態の存在を検出するように構成された着氷状態検出器を備える、着氷状態検出システム。

【 0 0 2 5 】

第 1 5 条項

任意の数の種類の着氷状態が存在するときには、航空機の表面から氷を除去するように構成された防氷システム

10

をさらに備える、第 1 4 条項に記載の着氷状態検出システム。

【 0 0 2 6 】

第 1 6 条項

着氷状態を検出するための方法であって、
航空機の外側の大气から水滴を集めること、
集められた水滴の任意の数の画像を生成すること、及び
センサシステムから任意の数の画像を使用して、航空機の任意の数の種類の着氷状態が存在するかどうかを判定すること
を含む、方法。

20

【 0 0 2 7 】

第 1 7 条項

任意の数の種類の着氷状態が存在するとき動作を実行すること
をさらに含む、第 1 6 条項に記載の方法。

【 0 0 2 8 】

第 1 8 条項

集めるステップは、航空機の外側の大气に延出し、航空機の外側の大气から航空機の内側へ後退するように任意の数のプローブを移動させることを含み、かつ
生成するステップは、任意の数のプローブが航空機の外側の大气から航空機の内側に後退するときに、氷結した水滴として任意の数のプローブで集められた水滴の画像を生成することを含む、第 1 6 条項に記載の方法。

30

【 0 0 2 9 】

第 1 9 条項

集めるステップは、
画像を生成した後で、かつ航空機の外側の大气に再び延出するように任意の数のプローブを移動させる前に、氷結した水滴を融解させること
をさらに含む、第 1 8 条項に記載の方法。

【 0 0 3 0 】

第 2 0 条項

判定するステップは、
第一の種類の着氷状態と第二の種類の着氷状態とを区別すること
を含む、第 1 6 条項に記載の方法。

40

【 0 0 3 1 】

上述の特性及び機能は、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できるだろう。

【 0 0 3 2 】

実施形態の特徴と考えられる新規の特性は、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、好適な使用モード、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適な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。

50

【図面の簡単な説明】**【 0 0 3 3 】**

【図 1】実施形態による航空機の図である。

【図 2】実施形態による着氷状態検出環境のブロック図である。

【図 3】実施形態によるセンサユニットのブロック図である。

【図 4】実施形態による航空機のセンサユニットの図である。

【図 5】実施形態によるセンサユニットの図である。

【図 6】実施形態によるセンサユニットの別の図である。

【図 7】実施形態によるセンサユニットの別の図である。

【図 8】実施形態によるセンサユニットのさらに別の図である。

【図 9】実施形態によるセンサユニットの別の図である。

【図 10】実施形態によるセンサユニットの断面図である。

【図 11】実施形態によるセンサユニットの等角図である。

【図 12】実施形態による着氷状態を検出するためのプロセスのフローチャートである。

【図 13】実施形態による任意の数の種類の着氷状態を検出するためのタイミング図である。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 3 4 】**

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、発生しうる異なる種類の着氷状態すべてを検出することができるわけではないことを認識し考慮する。例えば、異なる実施形態は、水滴のサイズが大きくなると、現在使用されるセンサがこれらの水滴により発生する着氷を検出することができないことを認識し考慮する。異なる実施形態は、異なるサイズの滴が航空機の運航中に翼と衝突する位置が滴のサイズによって変化することを認識し考慮する。

【 0 0 3 5 】

実施形態は、異なるサイズの水滴により発生した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、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、過冷却された大きな滴（SLD）の形態をとることもある。

【 0 0 3 6 】

したがって、実施形態により、異なる種類の着氷状態を検出する方法及び装置が提供される。一つの実施形態では、着氷状態を検出するための方法及び装置が提示される。水滴は、航空機の外側の大气から集められる。集められた水滴の任意の数の画像が生成される。画像を使用して、航空機の任意の数の種類の着氷状態が存在するかどうかについて、判定が行われる。これらの実施例において、要素を参照するのに使用されるとき「任意の数の」は、一又は複数の要素を意味する。例えば、任意の数の画像は、一又は複数の画像を意味する。

【 0 0 3 7 】

ここで図面を参照すると、具体的には図 1 では、実施形態による航空機の例が示される。この実施例では、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 及び翼 104 に取り付けられたエンジン 110 を含む。

【 0 0 3 8 】

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。

【 0 0 3 9 】

航空機 100 は、着氷状態検出システム 122 が実施される移動体の例である。この実

10

20

30

40

50

施例では、着氷状態検出システム 1 2 2 は、航空機 1 0 0 の表面 1 2 6 に配置されたセンサユニット 1 2 4 を含む。

【 0 0 4 0 】

この特定の例では、センサユニット 1 2 4 は、センサユニット 1 2 8 及びセンサユニット 1 3 0 を含む。センサユニット 1 2 8 は、航空機 1 0 0 の側面 1 3 2 に配置される。センサユニット 1 3 0 は、航空機 1 0 0 の側面 1 3 4 に配置される。この実施例では、センサユニット 1 3 4 は、センサユニット 1 2 8 に略対向し、透視で示される。一つの実施例では、センサユニット 1 2 8 及びセンサユニット 1 3 0 は、航空機 1 0 0 の略水平中心線 1 3 6 に配置される。機体 1 0 6 の場所 1 3 8 のセンサユニット 1 2 8 のより詳細な説明が、以下で詳しく述べられる。

10

【 0 0 4 1 】

これらの実施例では、センサユニット 1 2 4 は、航空機 1 0 0 の表面 1 2 6 周囲の大気中に存在しうる水滴を集めるように構成される。これらの水滴は、任意の数の種類の着氷状態の存在を判定するために解析される。これらの実施例では、センサユニット 1 2 4 は、解析のために水滴の画像を生成する。解析は、水滴が氷結した水滴かどうか、水滴のサイズ、任意の数の種類の着氷状態の存在を特定するために使用される他の適する情報を示す。

【 0 0 4 2 】

これらの実施例では、これらの着氷状態は、航空機 1 0 0 の氷の形成を引き起こす異なる高度及び温度で発生する。たとえば、温度が摂氏約 - 4 0 度から摂氏約 0 度であるときに、着氷状態は、およそ海水面から約 3 0 , 0 0 0 フィートまでの高度で存在する。もちろん、氷が航空機 1 0 0 の表面 1 2 6 に接触する水から氷が形成されうる他の高度及び温度も存在する。また、滴の雲水量が上述の高度及び温度で約 0 . 4 グラム / 立方メートルから約 2 . 8 グラム / 立方メートルであるときにも、着氷状態は存在しうる。

20

【 0 0 4 3 】

具体的には、任意の数の種類の着氷状態は、第一の種類の着氷状態及び第二の種類の着氷状態を含む。これらの実施例では、第一の種類の着氷状態及び第二の種類の着氷状態は異なるサイズの水滴によって発生する。高度、温度及び雲水量の範囲は同一であるが、第一の種類の着氷状態と第二の種類の着氷状態との違いは滴サイズである。

【 0 0 4 4 】

この実施例において、第一の種類の着氷状態は、標準の着氷状態と呼ばれる。第二の種類の着氷状態は、過冷却された大きな滴の着氷状態と呼ばれる。

30

【 0 0 4 5 】

これらの実施例では、滴サイズが直径約 0 . 0 0 4 6 5 ミリメートルから直径約 0 . 1 1 1 ミリメートルであるときに、第一の種類の着氷状態が存在する。これらのサイズの滴は、標準の滴と呼ばれる。滴のサイズが約 0 . 1 1 1 ミリメートルよりも大きい直径を有する滴を含むときに、第二の種類の着氷状態が存在する。約 0 . 1 1 1 ミリメートルよりも大きなサイズを有する滴は大きな滴と呼ばれ、特に、上述した高度、温度、及び雲水量の状態では過冷却された大きな滴と呼ばれる。例えば、滴は約 0 . 1 1 2 ミリメートルから約 2 . 2 ミリメートルの範囲の直径を有する。加えて、第二の種類の着氷状態は、0 . 1 1 1 ミリメートルより大きな滴が存在するときには、約 0 . 1 1 1 ミリメートル以下の滴を含む。

40

【 0 0 4 6 】

図示されたように、センサユニット 1 2 4 は、第一の任意の数のサイズの水滴を検出するように構成される。さらにまた、センサユニット 1 2 4 は、第二の任意の数のサイズを有する水 droplet を検出するように構成される。これらの水滴は、液体状態、氷結状態、又はそれらの何らかの組み合わせとされる。これらの実施例では、第一の任意の数のサイズは、第二の任意の数のサイズよりも小さい。

【 0 0 4 7 】

たとえば、第一の任意の数のサイズは、直径約 0 . 0 0 4 6 5 ミリメートルから直径約

50

0.111ミリメートルとされる。第二の任意の数のサイズは、直径約0.112ミリメートルから直径約2.2ミリメートルとされる。第二の任意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である。これらの過冷却された水滴は、過冷却された大きな滴(SLD)である。

【0048】

センサユニット124の図は、センサユニットが航空機100及び着氷状態の検出が望まれる他の航空機又は移動体の他の実施例で実施される方法に制限を示唆することを意図するものではない。例えば、他の任意の数のセンサユニットが、センサユニット124のセンサユニットと128及びセンサユニット130に追加して使用されてもよい。例えば、他の実施例では、五つのセンサユニット、十二のセンサユニット、又は別の適する任意の数のセンサユニットが用いられてもよい。

10

【0049】

また、これらのセンサユニットは、垂直安定板120、エンジン110、及び他の適する場所など、他の場所に配置されてもよい。さらに別の例として、センサユニット124は、航空機100の水平中心線136上に位置づけられてもよい。

【0050】

ここで図2を参照すると、着氷状態検出環境のブロック図が実施形態に従って示される。着氷状態検出環境200は、氷の検出が移動体202について実行される環境である。この実施例では、移動体202は、図1の航空機100とする。

【0051】

20

着氷状態検出システム204は、移動体202と関連付けられる。一つのコンポーネントが別のコンポーネントと「関連付けられる」とときには、関連付けは、これらの示された例においては物理的な関連付けである。たとえば、第一のコンポーネント、つまり着氷状態検出システム204は、第二のコンポーネントである移動体202に固定され、第二のコンポーネントに結合され、第二のコンポーネントに装着され、第二のコンポーネントに溶接され、第二のコンポーネントに留められ、及び/又は別の適する方法で第二のコンポーネントに接続されることにより、第二のコンポーネントと関連付けられると考えられる。また、第一のコンポーネントは、第三のコンポーネントを使用して、第二のコンポーネントに接続されてもよい。第一のコンポーネントはまた、第二のコンポーネントの一部及び/又は延長として形成されることにより、第二のコンポーネントに関連付けられているとみなされることがある。

30

【0052】

この実施例では、着氷状態検出システム204は、センサシステム206及び着氷状態検出器208を備える。着氷状態検出システム204は、任意の数の種類の着氷状態210を検出するように構成される。

【0053】

具体的には、氷212が移動体220の表面214に形成される場合には任意の数の種類の着氷状態210が存在するかどうかを検出するように構成される。このような実施例では、移動体202は、図1の航空機100を含む任意の数の異なる形態をとることができる。

40

【0054】

実施例において、センサシステム206は、ハードウェアシステムであり、ソフトウェアを含んでもよい。これらの実施例では、センサシステム206は、任意の数のセンサユニット216からなる。

【0055】

任意の数のセンサユニット216の各センサユニットは、移動体202の表面214に関連付けられる。具体的には、任意の数のセンサユニット216は、大気218にさらされる場所にある。具体的には、任意の数のセンサユニット216は、移動体202周囲の大気218の気流220内部に位置づけられる。

【0056】

50

センサシステム 206 は、水滴 222 を検出するように構成される。具体的には、センサシステム 206 の任意の数のセンサユニット 216 は、移動体 202 の外側の大気 218 から水滴 222 を集めるように構成される。任意の数の水滴 222 は、液体状態、氷結状態、又はいくつかのそれらの組み合わせである。要するに、任意の数の水滴 222 は、氷結した水滴 228 を含む。水滴 222 は、解析のために水滴 222 を集めるためにセンサシステム 206 により実行される集めるプロセス中に氷結する。

【0057】

さらに、センサシステム 206 は、センサシステム 206 により集められた水滴 222 の任意の数の画像 224 を生成するように構成される。水滴 222 の任意の数の画像 224 は、着氷状態検出器 208 により解析される。

10

【0058】

図示されたように、着氷状態検出器 208 は、センサシステム 206 により生成された任意の数の画像 224 を使用して移動体 202 の任意の数の種類の着氷状態 210 の存在を検出するように構成される。着氷状態検出器 208 は、ハードウェア、ソフトウェア、又はそれらの何らかの組み合わせを使用して実施される。ソフトウェアが使用されるときには、着氷状態検出器 208 により実行される動作は、プロセッサユニットで実行されるように構成されたプログラムコードで実施される。ハードウェアが用いられるときには、ハードウェアは、着氷状態検出器 208 で動作を実行するために動作する回路を含むことができる。

【0059】

20

これらの実施例では、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)、プログラム可能論理デバイス、また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。プログラム可能論理デバイスにより、デバイスは任意の数の動作を実施するように構成される。デバイスは、のちに再構成することができるか、又は任意の数の動作を実行するように恒久的に構成することができる。プログラム可能論理デバイスの例としては、たとえば、プログラム可能論理アレイ、プログラム可能アレイ論理、フィールドプログラム可能論理アレイ、フィールドプログラム可能ゲートアレイ、及び他の適するハードウェアデバイスが含まれる。さらに、これらのプロセスは無機コンポーネントと統合された有機コンポーネントで実施されてもよく、及び/又は人間を除く有機コンポーネント全体で構成されてもよい。例えば、プロセスは有機半導体で回路として実施されてもよい。

30

【0060】

一つの実施例では、着氷状態検出器 208 は、画像 224 から水滴 222 についての情報 230 を生成するように構成される。具体的には、情報 230 は、水滴 222 の滴サイズ 232 を含む。水滴 222 のために特定された滴サイズ 232 は、滴データベース 236 の滴サイズ 234 と比較される。滴データベース 236 の滴サイズ 234 は、着氷状態の種類 210 の異なる着氷状態の水滴のサイズである。

【0061】

これらの例示的な実施例では、滴サイズ 232 は、経験的データから特定される。経験的データは、センサシステム 206 により集められた既知のサイズを有する滴を使用することから生成される。例えば、測定は、大気 218 からセンサシステム 206 により集められる水滴 222 の画像である。水滴 222 は、滴データベース 236 を生成するときに分かる滴サイズ 225 を有する。

40

【0062】

例えば、プローブなどのデバイスで集められる水滴 222 の滴サイズ 232 は、大気 218 の水滴 222 の滴サイズ 225 とは異なってもよい。要するに、大気中の水滴 222 は、プローブなどのデバイスの表面に付着する又は落ちるときには、異なるサイズを有することもある。滴サイズ 225 が分かると、滴サイズ 232 は、滴サイズ 225 に相互に関連付けられる。この情報は、着氷状態の種類 210 を特定するための滴データベース 236 を形成するために使用される。

50

【 0 0 6 3 】

水滴 2 2 2 の滴サイズ 2 3 2 の滴データベース 2 3 6 の滴サイズ 2 3 4 との比較は、略リアルタイムで実行される。要するに、着氷検出器 2 0 8 が滴サイズ 2 3 2 を有する水滴 2 2 2 を検出すると、滴サイズ 2 3 2 は、計画的な遅延なく、できる限り迅速に滴データベース 2 3 6 の滴サイズ 2 3 4 と比較される。この方法では、情報 2 3 0 は、略リアルタイムで生成される。

【 0 0 6 4 】

水滴 2 2 2 の滴サイズ 2 3 2 の滴データベース 2 3 6 の滴サイズ 2 3 4 との比較は、移動体 2 0 2 周囲の任意の数の種類の着氷状態 2 1 0 の存在を特定するために使用される。具体的には、着氷状態の種類 2 1 0 の着氷状態の種類（単数又は複数）は、この比較から

10

【 0 0 6 5 】

さらに、着氷状態検出器 2 0 8 は、一又は複数の種類の着氷状態 2 1 0 の存在の検出に応じて、動作を実行するために構成される。具体的には、着氷状態の種類 2 1 0 は、先ほど述べられたように第一の種類の着氷状態及び第二の種類の着氷状態を含む。

【 0 0 6 6 】

着氷状態検出器 2 0 8 により実行される動作は、防氷システム 2 2 6 を起動することを含む。このような実施例では、防氷システム 2 2 6 は、任意の数の異なる形態をとることができる。たとえば、防氷システム 2 2 6 は、赤外線ヒーター、電気抵抗ヒーター、除氷ブーツ、及び他の適する種類の防氷デバイスのうちの少なくとも一つを含む。これらの実施例では、防氷システム 2 2 6 は、氷の形成を減らすこと、氷の形成を防止すること、及び移動体 2 0 2 の表面から氷を除去することのうちの少なくとも一つのために使用される。

20

【 0 0 6 7 】

本明細書で使用されるように、「～のうちの少なくとも一つ」という表現が列挙された要素と共に使用される場合には、当該列挙された要素の一つ以上の各種組み合わせが可能であることを意味し、かつ、当該列挙された各要素のうちの一つだけあればよいことを意味する。例えば、「要素 A、要素 B、及び要素 C のうちの少なくとも一つ」は、例えば、限定しないが、「要素 A」、若しくは「要素 A 及び要素 B」を含む。この例は、「要素 A、要素 B、及び要素 C」、若しくは「要素 B 及び要素 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、「二つの要素 A、一つの要素 B 及び十の要素 C」、「四つの要素 B 及び七つの要素 C」、並びに他の適する組み合わせを含む。

30

【 0 0 6 8 】

さらに、着氷状態検出器 2 0 8 は、防氷システム 2 2 6 を起動させる代わりに又はそれに加えて他の動作を実行することもできる。例えば、他の動作は、警告を生成すること、ログエントリーを生成すること、報告を送信すること、又は他の適する種類の動作のうちの少なくとも一つを含む。

【 0 0 6 9 】

このように、着氷状態検出システム 2 0 4 は、異なる種類の着氷状態 2 1 0 を検出するように構成される。これらの実施例では、着氷状態検出システム 2 0 4 は、特定される任意の数の種類の着氷状態 2 1 0 に基づき自動リアルタイム水滴測定及び氷検出を提供する。

40

【 0 0 7 0 】

ここで図 3 を参照すると、センサユニットのブロック図が、実施形態に従って示される。センサユニット 3 0 0 は、図 2 のセンサシステム 2 0 6 のセンサシステム群 2 1 6 の一つのセンサユニットを実施する一例である。

【 0 0 7 1 】

センサユニット 3 0 0 は、この実施例では、任意の数の異なる種類のコンポーネントを含む。図示されるように、センサユニット 3 0 0 は、筐体 3 0 2、プローブ 3 0 4、アク

50

チュエータシステム 306、カメラシステム 308、滴リムーバ 310、及びコントローラ 312を備える。

【0072】

筐体 302 は、センサユニット 300 の他のコンポーネントが関連付けられる物理的構造である。具体的には、筐体 302 は、センサユニット 300 の他のコンポーネントを含む又は保持することができる。

【0073】

このような実施例では、筐体 302 は、任意の数の異なる形態をとることができる。例えば、筐体 302 は、円柱、立方体、直方体、錐台、及び他の適する形状などの形状を有する。筐体 302 は、一又は複数の異なる種類の材料からなる。例えば、筐体 302 は、金属、プラスチック、アルミニウム、チタニウム、複合材料、及び他の適する種類の材料のうちの少なくとも一つからなる。

【0074】

プローブ 304 は、移動体周囲の大気から水滴を集めるように構成された物理的構造である。これらの実施例では、プローブ 304 は、移動体の外側周囲の大気中にある水滴を集めるために、移動体の外側の大気に延出し、移動体の外側の大気から後退することができる。具体的には、プローブ 304 は、筐体から移動体の外側の大気へ延出し、移動体の外側の大気から筐体に後退することができる。

【0075】

アクチュエータシステム 306 は、プローブ 304 を移動させ、大気に延出し大気から後退するように構成される。要するに、アクチュエータシステム 306 は、プローブ 304 を筐体 302 から移動させ、筐体 302 に戻すことができる。具体的には、プローブ 304 の移動は、プローブ 304 の一部分のみが筐体 302 外部の大気に延出し、その一方でプローブ 304 の別の部分が大気から筐体 302 内部に後退するためのものである。

【0076】

アクチュエータシステム 306 は、ハードウェアシステムであり、任意の数の異なる種類のアクチュエータを使用して実施されてもよい。例えば、アクチュエータシステム 306 は、電気モーター、空気モーター、及び他の適する種類のコンポーネントのうちの少なくとも一つなどのモーターシステムから選択されたコンポーネントを含むことができる。

【0077】

カメラシステム 308 は、ハードウェアシステムであり、プローブ 304 で集められる水滴の画像を生成するように構成される。具体的には、カメラシステム 308 は、筐体 302 内部に配置されたプローブ 304 の部分にあるときには、水滴の画像を生成する。

【0078】

カメラシステム 308 は、一又は複数のカメラを使用して実施される。これらの実施例では、カメラシステム 308 は、可視光線カメラを使用して実施されてもよい。カメラシステム 308 が一又は複数の可視光線カメラを含むときには、カメラシステム 308 は、発光ダイオード又はフラッシュなどの光源を含む。この光源は、環境光の量が解析のための画像を生成するのに不十分な場合に、カメラシステム 308 により撮影される水滴の画像に光を提供する。例えば、プローブ 304 は、センサユニット 300 で航空機の夜間飛行中に操作される。光又はフラッシュは、この例において、プローブ 304 により取り込まれる水滴の画像を生成するために必要とされる。

【0079】

他の実施例では、他の種類のカメラシステムが使用されてもよい。例えば、カメラシステム 308 は、赤外線カメラを含むことができる。

【0080】

滴リムーバ 310 は、ハードウェアシステムであり、プローブ 304 にある氷結した水滴、液体の水滴、又は氷結した水滴及び液体の水滴の両方を除去するように構成される。

氷結した水滴の除去は、カメラシステム 308 が画像を生成した後に行われる。これらの実施例では、プローブ 304 が筐体 302 外部の移動体の外側の大気中に再び延出する

10

20

30

40

50

前に、滴リムーバ 3 1 0 がプローブ 3 0 4 の氷結した水滴を除去する。

【 0 0 8 1 】

滴リムーバ 3 1 0 は、任意の数の異なる種類の除氷システムを使用して実施される。例えば、滴リムーバ 3 1 0 は、プローブ 3 0 4 で氷結した任意の水滴を融解させるように構成されたヒーターである。また、このヒーターは、まだ氷結していないプローブ 3 0 4 の水滴を蒸発させるように構成されてもよい。さらに、滴リムーバ 3 1 0 は、プローブ 3 0 4 の氷結した水滴を擦り取る機械構造としてもよい。さらに別の実施例では、滴リムーバ 3 1 0 は、プローブ 3 0 4 から液体の水滴を擦り取ることもできる。要するに、滴リムーバ 3 1 0 は、除氷システム、機械的滴除去システム、又はそれらの組み合わせとすることができる。

10

【 0 0 8 2 】

コントローラ 3 1 2 は、センサユニット 3 0 0 の動作を制御するように構成されたハードウェアデバイスである。これらの実施例では、コントローラ 3 1 2 は、回路として実施されてもよく、かつ集積回路、プロセッサユニット、プログラム可能論理アレイ、特定用途向け集積回路、又は別の適する種類のハードウェアであってもよい。

【 0 0 8 3 】

図示されたように、コントローラ 3 1 2 は、プローブ 3 0 4 を筐体 3 0 2 へ及び筐体 3 0 2 から移動させるためにアクチュエータシステム 3 0 6 の動作を制御する。さらにまた、コントローラ 3 1 2 は、カメラシステム 3 0 8 の動作を制御してプローブ 3 0 4 の水滴の画像を生成するように構成されてもよい。また、プローブ 3 0 4 がさらなる水滴を集めるために筐体 3 0 2 外部に再び移動する前に、コントローラ 3 1 2 は、滴リムーバ 3 1 0 の動作を制御してプローブ 3 0 4 から氷結した水滴又は他の氷を除去するように構成されてもよい。

20

【 0 0 8 4 】

着氷状態検出環境 2 0 0 並びに図 2 の着氷状態検出環境 2 0 0 及び図 3 の種々のコンポーネントは、実施形態が実施される方法に対して物理的又は構造的制限を示唆することを意図していない。図示されたコンポーネントに加えて又は代えて、他のコンポーネントが使用されてもよい。幾つかのコンポーネントは、不要としてもよい。また、幾つかの機能コンポーネントを示すためにブロックが提示される実施形態で実施されるときには、一又は複数のこれらのブロックは、結合されてもよく、分割されてもよく、又は種々のブロックに結合及び分割されてもよい。

30

【 0 0 8 5 】

例えば、着氷状態 2 0 8 がセンサシステム 2 0 6 とは別個のコンポーネントとして示されるが、着氷状態検出器 2 0 8 は、別個のコンポーネントであることに加え、又は別個のコンポーネントである代わりに、センサユニット 2 1 6 に配置されてもよい。着氷状態検出器 2 0 8 は、カメラシステム、筐体、コンピュータシステム、又は航空機 1 0 0 の別の適する場所に配置することができる。さらに別の実施例では、センサシステム 2 0 6 は、移動体 2 0 2 の表面 2 1 4 の氷 2 1 2 の存在を検出するように、又は移動体 2 0 2 周囲に存在する着氷状態の種類 2 1 0 を検出するように構成された他の種類のセンサを含むことができる。

40

【 0 0 8 6 】

別の実施例では、移動体 2 0 2 は、航空機 1 0 0 以外の他の形態をとってもよい。移動体 2 0 2 は、例えば、限定されないが、兵員輸送車、タンク、電車、自動車、バス、宇宙船、水上艦、及び他の適する移動体のうちの一つから選択される。

【 0 0 8 7 】

ここで図 4 を参照すると、航空機のセンサユニットの図が、実施形態に従って示される。図示されるように、図 1 の場所 1 3 8 のセンサシステム 1 2 8 のより詳細な図が示される。

【 0 0 8 8 】

この図において、センサユニット 1 2 8 は、航空機 1 0 0 の胴体 1 0 6 の表面と略同一

50

面である筐体４００を有する。図示されたように、筐体４００は、ポート４０２を含む。具体的には、ポート４０２は、ポート４０４、ポート４０６、及びポート４０８を含む。

【００８９】

これらの実施例では、ポート４０２は、プローブ（図示せず）が筐体４００から航空機１００の外側へ延出し、航空機１００の内側の筐体４００に後退する能力を提供する。これらの実施例において、これらのプローブは、水滴を集めるために延出及び後退することができる。

【００９０】

図４のコンポーネントは具体的な構造で示されるが、筐体４００及びポート４０２の他の構造が実施例で実施される。センサユニット１２８の設計は、いくつかの実施例では固有の航空機の構造に基づくとする。

10

【００９１】

ここで図５を参照すると、センサユニットの図が、実施形態に従って示される。この例では、プローブ５００は、ポート４０４から延出する。筐体４００の外側及び航空機１００でこの延出された状態であるときには、プローブ５００は、航空機１００周囲の大気から水滴を集める。

【００９２】

図示されたように、プローブ５００は、粘着性部分５０２を有する。粘着性部分５０２は、プローブ５００の表面のコーティング、プローブ５００への取り付け具とすることができ、又は別の適する方法でプローブ５００に取り付けられてもよい。粘着性部分５０２は、プローブ５００とは異なる種類の材料からなるとしてもよい。例えば、プローブ５００の粘着性部分５０２は、シリコンゴム、ポリテトラフルオロエチレン、油性又は蠟製の樹脂、又は他の適する種類の材料など、滑らかであるが耐食処理をした材料からなるとすることができる。プローブ５００の粘着性部分５０２に選択された材料は、粘着性部分５０２が水滴を集めるように選択される。

20

【００９３】

これらの実施例では、プローブ５００の粘着性部分５０２は、すべての粘着性部分５０２がポート４０４を介して筐体４００に後退するように構成される。このように、水滴を含む粘着性部分５０２が撮影され、生成された画像はセンサユニット１２８により解析される。

30

【００９４】

示される例はプローブ５００の小さな部分として粘着性部分５０２を示すが、粘着性部分５０２は、特定の実施形態次第では、もっと大きくてもよい。例えば、粘着性部分５０２は、プローブ５００の表面全体を覆うように構成されてもよい。さらに別の実施例では、プローブ５００の粘着性部分５０２は、この図で示されるよりも小さくてもよい。

【００９５】

ここで、図６を参照すると、センサユニットの別の例が実施形態に従って示される。この図において、プローブ５００は、ポート４０４を通して筐体４００に後退するように矢印６００の方向に移動する。さらに、プローブ６０２は、ポート４０６を通して外部に向かって筐体４００の外側まで延出するように矢印６０４の方向に移動する。

40

【００９６】

この実施例では、プローブ６０２は、粘着性部分６０６を有する。プローブ６０２の粘着性部分６０６は、プローブ５００の粘着性部分５０２に類似する。粘着性部分６０６は、粘着性部分６０６の表面の水滴を集めるように構成された材料からなる。

【００９７】

示されるように、プローブ６０２の粘着性部分６０６は、粘着性部分６０６すべてがポート４０６を通して筐体４００に後退するように構成される。このように、水滴を含む粘着性部分６０６が撮影され、センサユニット１２８により解析される。いくつかの実施例では、粘着性部分６０６は、特定の実施形態次第では、この図に示されるよりも小さくてもよく、また大きくてもよい。

50

【 0 0 9 8 】

次に図 7 を参照すると、センサユニットの別の図が実施形態に従って示される。この図において、プローブ 6 0 2 は、筐体 4 0 0 の外側に完全に延出した状態で示され、プローブ 5 0 0 は、筐体 4 0 0 の内側に完全に後退している。

【 0 0 9 9 】

ここで図 8 を参照すると、センサユニットのさらに別の図が実施形態に従って図示される。この図において、プローブ 6 0 2 は、ポート 4 0 6 を通って筐体 4 0 0 の内側に後退するように矢印 8 0 0 の方向に移動する。プローブ 8 0 2 は、ポート 4 0 8 を通って外に向かって筐体 4 0 0 の外側まで延出するように矢印 8 0 4 の方向に移動する。

【 0 1 0 0 】

示されるように、プローブ 8 0 2 は、粘着性部分 8 0 8 を有する。プローブ 8 0 2 の粘着性部分 8 0 8 は、プローブ 5 0 0 の粘着性部分 5 0 2 及びプローブ 6 0 2 の粘着性部分 6 0 6 に類似する。粘着性部分 8 0 8 は、粘着性部分 8 0 8 の表面の水滴を集めるように構成された材料からなる。

【 0 1 0 1 】

示されるように、プローブ 8 0 2 の粘着性部分 8 0 8 は、粘着性部分 8 0 8 すべてがポート 4 0 8 を通って筐体 4 0 0 に後退するように構成される。このように、水滴を含む粘着性部分 8 0 8 が撮影され、センサユニット 1 2 8 により解析される。いくつかの実施例では、粘着性部分 8 0 8 は、特定の実施次第では、この図に示されるよりも小さくてもよく、また大きくてもよい。

【 0 1 0 2 】

図 9 では、センサユニットの別の図が実施形態に従って示される。この実施例では、プローブ 8 0 2 は、筐体 4 0 0 の外側に完全に延出した状態で示され、プローブ 6 0 2 は、筐体 4 0 0 の内側に完全に後退している。

【 0 1 0 3 】

図 4 ~ 9 に示された例において、センサユニット 1 2 8 が任意の数の種類の着氷状態の存在を検出するために使用されるときには、プローブのうちの一つが常に水滴を集めるために延出されるような方法で、プローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 などのプローブは移動する。いくつかの例では、プローブ 6 0 2 などの第二のプローブが延出する前に、プローブ 5 0 0 のような第一のプローブは完全に後退する。要するに、プローブ 5 0 0 の粘着性部分 5 0 2 が解析されるためにセンサシステム 1 2 8 の筐体 4 0 0 の内側に到達すると、粘着性部分 6 0 6 を有するプローブ 6 0 2 は延出される。他の実施例では、複数のプローブが、略同時に筐体 4 0 0 から延出される。

【 0 1 0 4 】

図 1 0 を参照すると、センサユニットの断面図が、実施形態に従って示される。この実施例では、センサユニット 1 2 8 の断面図が、図 4 の線 1 0 - 1 0 に沿って示される。

【 0 1 0 5 】

図示されたように、粘着性部分 5 0 2 を有するプローブ 5 0 0、粘着性部分 6 0 6 を有するプローブ 6 0 2、粘着性部分 8 0 8 を有するプローブ 8 0 2 が、筐体 4 0 0 の内側に完全に後退して示される。これらの実施例では、プローブ 5 0 0 はアクチュエータ 1 0 0 0 により操作され、プローブ 6 0 2 はアクチュエータ 1 0 0 2 により操作され、かつプローブ 8 0 2 はアクチュエータ 1 0 0 4 により操作される。アクチュエータ 1 0 0 0、アクチュエータ 1 0 0 2、及びアクチュエータ 1 0 0 4 は、図 3 のアクチュエータシステム 3 0 6 についての物理的な実施とされる。

【 0 1 0 6 】

アクチュエータ 1 0 0 0、アクチュエータ 1 0 0 2、及びアクチュエータ 1 0 0 4 は、それぞれプローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 を大気中に移動させ、かつプローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 を筐体 4 0 0 に後退させるように構成される。アクチュエータ 1 0 0 0、アクチュエータ 1 0 0 2、及びアクチュエータ 1 0 0 4 は、コントローラ 1 0 0 6 により制御される。コントローラ 1 0 0 6 は、図 3 の

10

20

30

40

50

コントローラ 3 1 2 についての物理的な実施とされる。

【 0 1 0 7 】

この例において、滴リムーバ 1 0 0 8 はプローブ 5 0 0 に関連付けられ、滴リムーバ 1 0 1 0 はプローブ 6 0 2 に関連付けられ、かつ滴リムーバ 1 0 1 2 はプローブ 8 0 2 に関連付けられる。滴リムーバ 1 0 0 8、滴リムーバ 1 0 1 0、及び滴リムーバ 1 0 1 2 は、図 3 の滴リムーバ 3 1 0 についての物理的な実施とされる。

【 0 1 0 8 】

この例では、滴リムーバ 1 0 0 8、滴リムーバ 1 0 1 0、及び滴リムーバ 1 0 1 2 は、本実施例の内部コイルとして示される。他の実施例では、滴リムーバ 1 0 0 8、滴リムーバ 1 0 1 0、及び滴リムーバ 1 0 1 2 は、外部ヒーターであってもよく、又は滴リムーバ 1 0 0 8、滴リムーバ 1 0 1 0、及び滴リムーバ 1 0 1 2 の表面に関連付けられてもよい。

【 0 1 0 9 】

さらに別の実施例では、滴リムーバ 1 0 0 8、滴リムーバ 1 0 1 0、及び滴リムーバ 1 0 1 2 は、機械デバイスであってもよい。これらの機械デバイスは、プローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 の表面から氷又は水滴を擦り取るように構成される。

【 0 1 1 0 】

示されたように、カメラシステム 1 0 1 4 は、筐体 4 0 0 内にある。カメラシステム 1 0 1 4 は、図 3 のカメラシステム 3 0 8 についての物理的な実施の例である。カメラシステム 1 0 1 4 は、プローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 のうちの少なくとも一つが筐体 4 0 0 に後退するときには、プローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 の画像を生成するように構成される。また、カメラシステム 1 0 1 4 は、これらの実施例では、コントローラ 1 0 0 6 により操作される。

【 0 1 1 1 】

ここで図 1 1 を参照すると、センサユニットの等角図が実施形態に従って示される。この例では、センサユニット 1 2 8 は、プローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、プローブ 8 0 2、及び筐体 4 0 0 のコンポーネントが見えるように示される。

【 0 1 1 2 】

この図において、アクチュエータ 1 0 0 0 は、プローブ 5 0 0 を大気中に延出している。粘着性部分 5 0 2 は、本実施例では、水滴を集めている。プローブ 6 0 2 及びプローブ 8 0 2 は、筐体 4 0 0 の内側にとどまる。

【 0 1 1 3 】

図 1、及び図 4 ~ 1 1 のセンサユニット 1 2 8 の図は、センサユニット 3 0 0 が実施される方法に限定を示唆することを意図するものではない。例えば、他のセンサユニットは、センサユニット 1 2 8 について示された三つのプローブ以外の他の任意の数のプローブを有してもよい。例えば、センサユニットは、単一のプローブのみ、四つのプローブ又は別の適する任意の数のプローブを含んでもよい。さらにまた、プローブは他の形状を有してもよい。例えば、プローブは、楕円形、長方形、正方形、五角形、又はプローブ 5 0 0、プローブ 6 0 2、及びプローブ 8 0 2 として示された円形以外の何らかの形状である断面を有することができる。

【 0 1 1 4 】

ここで図 1 2 を参照すると、着氷状態を検出するためのプロセスのフローチャートが実施形態に従って示される。図 1 2 に示されるプロセスは、図 2 の着氷状態検出環境 2 0 0 で実施される。特に、このプロセスは、着氷状態検出システム 2 0 4 を使用して実施される。

【 0 1 1 5 】

プロセスは、移動体の外側の大气から水滴を集めることにより開始する（工程 1 2 0 0）。集められた水滴の任意の数の画像が生成される（工程 1 2 0 2）。プロセスは、次いで、任意の数の画像を使用して、任意の数の種類の着氷状態が存在するかどうかを判定する（工程 1 2 0 4）。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

任意の数の種類の着氷状態が存在するなら、動作が実行され（工程 1 2 0 6）、次いでプロセスは工程 1 2 0 0 に戻る。任意の数の種類の着氷状態が存在しない場合には、プロセスはまた動作 1 2 0 0 に戻る。一又は複数の着氷状態についての監視が望まれている限り、このプロセスは繰り返される。

【 0 1 1 7 】

種々の示された実施形態でのフローチャート及びブロック図は、実施形態で装置及び方法の構造、機能性、及び動作を示す。この点で、フローチャート又はブロック図の各ブロックは、一つの工程又はステップのモジュール、セグメント、機能及び／又は部分を表わすことができる。例えば、一又は複数のブロックは、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される。ハードウェアで実施されるときには、ハードウェアは、例えば、フローチャート又はブロック図の一又は複数の動作を実行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。

【 0 1 1 8 】

実施形態のいくつかの代替的な実施において、ブロックに記載された機能又は機能群は、図の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てもよく、又は含まれる機能によっては、時にはブロックが逆の順番で実行されてもよい。また、フローチャート又はブロック図に描か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。

【 0 1 1 9 】

ここで図 1 3 を参照すると、任意の数の種類の着氷状態を検出するためのタイミング図が実施形態に従って示される。この実施例では、タイミング図 1 3 0 0 は、図 4 ~ 1 1 のセンサユニット 1 2 8 のプローブの移動サイクルのタイミングを示す。タイミング図 1 3 0 0 は、秒数で測定された経過時間を有する目盛り 1 3 0 2 を含む。

【 0 1 2 0 】

示されたように、タイミング図 1 3 0 0 は、線 1 3 0 4、線 1 3 0 6、及び線 1 3 0 8 を含む。線 1 3 0 4 は「プローブ A」の時間上の移動をたどり、線 1 3 0 6 は「プローブ B」の時間上の移動をたどり、かつ線 1 3 0 8 は「プローブ C」の時間上の移動をたどる。図 4 ~ 1 1 において、プローブ A はプローブ 5 0 0 に対応し、プローブ B はプローブ 6 0 2 に対応し、かつプローブ C はプローブ 8 0 2 に対応する。

【 0 1 2 1 】

この実施例では、線 1 3 0 4 により示されるプローブ A のサイクル時間は、期間 1 3 1 0 に大気中の水滴をサンプリングするための気流での 5 秒、期間 1 3 1 2 に滴を撮影し測定するための筐体内での 2 0 秒、及び期間 1 3 1 4 にプローブからの水滴を加熱する又はそうでなければ除去するための 3 5 秒からなる。プローブ A の写真が撮影されると、着氷測定信号が期間 1 3 1 6 に示されるように 6 0 秒間でラッチされる。ラッチされた信号は、継続して送信される信号である。信号は、防除氷システムの妨害サイクリングを最小とするためにラッチされる。期間 1 3 1 0、期間 1 3 1 2、及び期間 1 3 1 4 のサイクルは、プローブ A についての任意の数の時間中に繰り返す。

【 0 1 2 2 】

この示された例において、線 1 3 1 7 は、センサユニット 1 2 8 のプローブ A により送信されている信号を示す。この信号は、航空機の操縦室若しくは防氷システムの動作又は他の適する防氷測定動作を開始する際に使用される他の適する場所に送信される。この信号は、プローブ A のサイクル間に継続的に送信される。

【 0 1 2 3 】

図示されたように、プローブ B は、プローブ A と同一のサイクルに従うが、サイクルは 1 5 秒ずれる。線 1 3 0 6 は、時間上の収集、画像生成、及びこのサイクルの滴除去部分を示す。線 1 3 1 8 は、センサユニット 1 2 8 のプローブ B から操縦室に送信されている信号を示す。

【 0 1 2 4 】

この例では、プローブCもまた、プローブA及びプローブBと同一のサイクルに従う。線1306により示されたプローブCについてのサイクル時間は、本実施例では30秒遅い。線1320は、プローブCから操縦室に送信されている信号を示す。

【0125】

このように、センサユニット128は、航空機の着氷状態についての情報を操縦室へ継続的に提供する。その結果、航空機は、着氷状態が存在するときには望み通りに動作するように、ほぼリアルタイムで氷、水、又は氷及び水の両方を航空機の表面から防止又は除去することができる。

【0126】

したがって、実施形態は、異なる種類の着氷状態を検出するための方法及び装置を提供する。実施形態を使用することで、着氷検出システムは、着氷状態の種類を区別することができる。ゆえに、実施形態は、標準の滴着氷状態と過冷却された大きな滴の着氷状態の区別ができない従来使用されている着氷検出システムよりも着氷状態についてのより詳細な情報を提供する。

【0127】

さらに、実施形態は、滴サイズを正確に測定することができる。これらの測定は、プローブ上で集められた水滴の画像をデータベースに記憶された画像と比較することにより行われる。さらに、実施形態は、従来使用されている着氷検出システムより少ないで電力で操作することができる。例えば、センサユニットは、着氷状態が存在するまで「スタンバイ」におかれる。

【0128】

また、実施形態を使用すると、航空機のオペレーターは、着氷状態を判定するために航空機の温度に依存する必要がない。氷がプローブ上に溜まるにつれ、着氷状態検出システムは、航空機周囲の環境に存在する着氷状態の種類を解析及び分類する。このプロセスは、他の技術を使用するよりもはるかに迅速に操縦室に着氷状態を警告し、航空機周囲の着氷状態のリアルタイムの更新を提供する。

【0129】

種々の例示的な実施形態の説明は、例示及び説明を目的とするものであり、完全な説明であること、又はこれらの実施形態を開示された形態に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だろう。

【0130】

さらに、異なる実施形態は、他の実施形態と比較して、異なる特性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。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様1)

航空機(100)の外側の大气から水滴(222)を集め、集められた水滴(222)の任意の数の画像(224)を生成するように構成されたセンサシステム(206)、及び

センサシステム(206)から任意の数の画像(224)を使用して航空機(100)についての任意の数の種類の着氷状態(210)の存在を検出するように構成された着氷状態検出器(208)

を備える装置。

(態様2)

着氷状態検出器(208)は、少なくとも第一の種類の着氷状態又は第二の種類の着氷状態の存在の検出に応じて動作を実行する(1206)ようにさらに構成される、態様1に記載の装置。

(態様3)

動作は、警告を生成すること、防氷システムを起動すること、ログエントリを生成す

10

20

30

40

50

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、態様 1 又は 2 に記載の装置。

(態様 4)

センサシステム (206) は、

航空機 (100) の外側の大气から水滴 (222) を集めるように構成された任意の数のプローブ (304)、及び

任意の数のプローブ (304) により集められた水滴 (222) の任意の数の画像 (224) を生成するように構成されたカメラシステム (308) を備える、態様 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の装置。

(態様 5)

任意の数のプローブ (304) は、航空機 (100) の外側の大气に延出し、任意の数のプローブ (304) を航空機 (100) の外側の大气から航空機 (100) の内側へ後退するように構成される、態様 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の装置。

(態様 6)

任意の数のプローブ (304) は、周期的に航空機 (100) の外側の大气に延出し、航空機 (100) の外側の大气から後退するように構成される、態様 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の装置。

(態様 7)

筐体 (302、400) であって、カメラシステム (308、1014) が筐体 (302) 内部に配置され、任意の数のプローブ (304) が、筐体 (302、400) から航空機 (100) の外側の大气に延出し、航空機 (100) の外側の大气から筐体 (302、400) に後退するように構成される、筐体 (302、400)、及び

任意の数のプローブ (304) を移動させ、筐体 (302、400) から航空機 (100) の外側の大气に延出し、航空機 (100) の外側の大气から筐体 (302、400) へ後退するように構成されたモーターシステムをさらに備える、態様 5 に記載の装置。

(態様 8)

着氷状態検出器 (208) は、集められた水滴 (222) が氷結した水滴 (228) であるときには、任意の数の画像 (224) の氷結した水滴 (228) のサイズを氷結した水滴 (228) についての滴サイズ (225) の滴データベース (236) と比較することにより、任意の数の画像 (224) を解析して航空機 (100) についての着氷状態の種類を特定するように構成される、態様 5 に記載の装置。

(態様 9)

着氷状態検出器 (208) は、カメラシステム (308、1014)、筐体 (302)、及び航空機 (100) のコンピュータシステムのうちの一つに配置される、態様 8 に記載の装置。

(態様 10)

第一の種類の着氷状態は、直径約 0.00465 ミリメートルから直径 0.111 ミリメートルの第一の任意の数のサイズ (225) を有する第一の滴 (222) により発生し、第二の種類の着氷状態は、直径約 0.112 ミリメートルから直径約 2.2 ミリメートルの第二の任意の数のサイズ (225) を有する第二の滴 (222) により発生する、態様 2 に記載の装置。

(態様 11)

センサユニット (124、216) 群であって、センサユニット (124、216) 群のセンサユニット (128、130、300) は、航空機 (100) の外側の大气から水滴を集めるように構成された任意の数のプローブ (304)、及び任意の数のプローブ (304) により集められた水滴 (222) の任意の数の画像 (224) を生成するように構成されたカメラシステム (308、1014) を備える、センサユニット (124、216) 群、並びに

任意の数の種類の着氷状態 (210) が存在するときには、航空機 (100) の表面か

10

20

30

40

50

ら氷を除去するように構成された防氷システム (2 2 6)

をさらに備える、態様 1 に記載の装置。

(態様 1 2)

着氷状態を検出するための方法であって、

航空機 (1 0 0) の外側の大气から水滴 (2 2 2) を集めること、

集められた水滴 (2 2 2) の任意の数の画像 (2 2 4) を生成すること、及び

センサシステム (2 0 6) から任意の数の画像 (2 2 4) を使用して航空機 (1 0 0) についての任意の数の種類の着氷状態 (2 1 0) が存在するかどうかを判定すること、を含む方法。

(態様 1 3)

任意の数の種類の着氷状態 (2 1 0) が存在するときには動作を実行すること (1 2 0 6)

をさらに含む、態様 1 2 に記載の方法。

(態様 1 4)

集めるステップは、航空機 (1 0 0) の外側の大气に延出し、航空機 (1 0 0) の外側の大气から航空機 (1 0 0) の内側へ後退するように任意の数のプローブ (3 0 4) を移動させることを含み、

生成するステップは、任意の数のプローブ (3 0 4) が航空機 (1 0 0) の外側の大气から航空機 (1 0 0) の内側に後退するときには、氷結した水滴 (2 2 8) として任意の数のプローブ (3 0 4) で集められた水滴 (2 2 2) の画像 (2 2 4) を生成することを含む、態様 1 2 又は 1 3 に記載の方法。

(態様 1 5)

集めるステップは、画像 (2 2 4) を生成した後で、かつ航空機 (1 0 0) の外側の大气に再び延出するように任意の数のプローブ (3 0 4) を移動させる前に、氷結した水滴 (2 2 8) を融解させることをさらに含む、態様 1 4 に記載の方法。

【符号の説明】

【 0 1 3 1 】

1 0 0 航空機

1 0 2、1 0 4 翼

1 0 6 機体

1 0 8、1 1 0 エンジン

1 1 2 機首部分

1 1 4 尾部

1 1 6、1 1 8 水平安定板

1 2 0 垂直安定板

1 2 2 着氷状態検出システム

1 2 4、1 2 8、1 3 0、1 3 4 センサユニット

1 2 6 表面

1 3 4 側面

1 3 6 水平中心線

1 3 8 場所

4 0 0 筐体

4 0 2、4 0 4、4 0 6、4 0 8 ポート

5 0 0 プローブ

5 0 2 粘着性部分

6 0 0、6 0 2 プローブ

6 0 6 粘着性部分

8 0 2 プローブ

8 0 8 粘着性部分

1 0 0 0、1 0 0 2、1 0 0 4 アクチュエータ

10

20

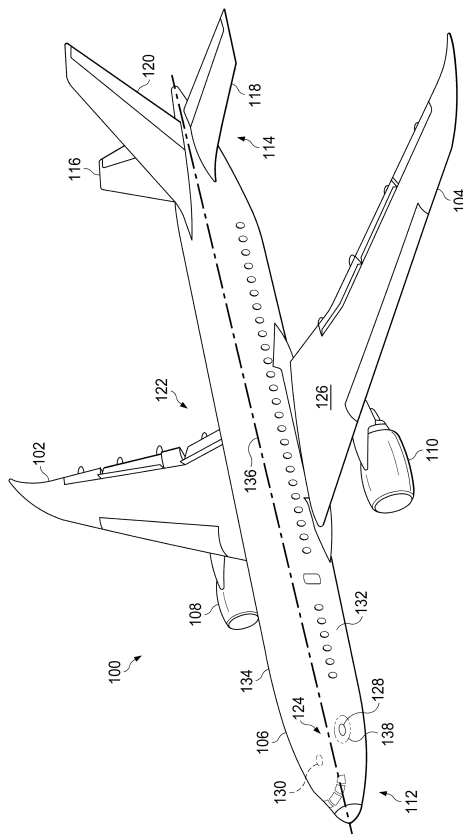
30

40

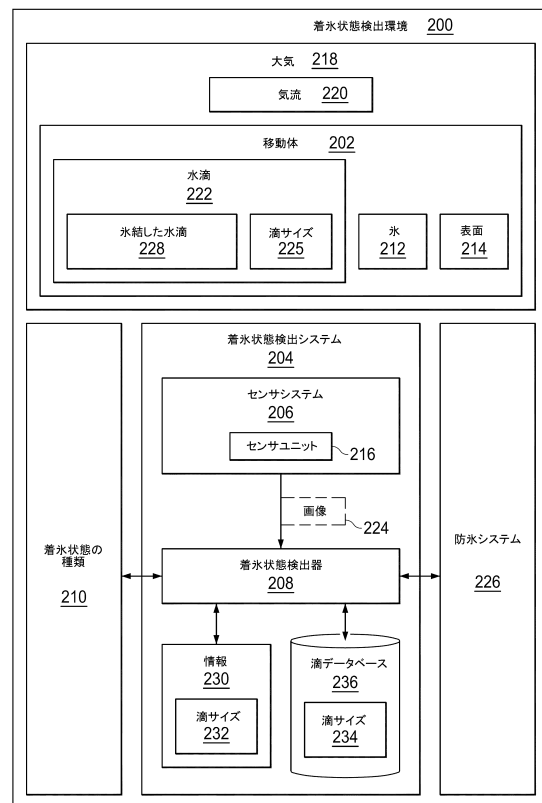
50

1006 コントローラ
 1008、1010、1012 滴リムーバ
 1014 カメラシステム

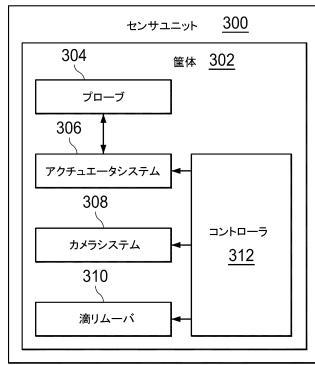
【図 1】



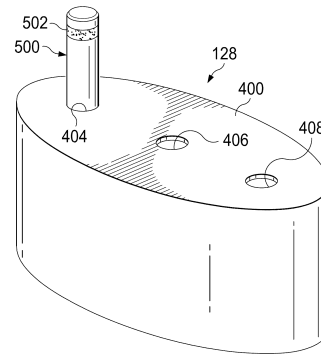
【図 2】



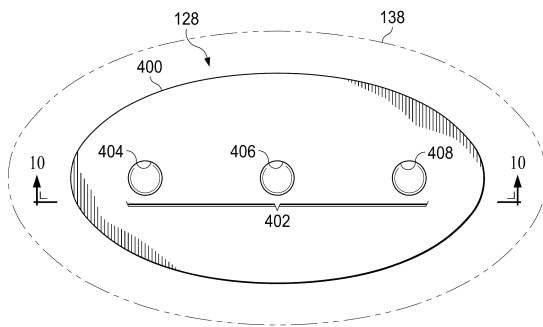
【図 3】



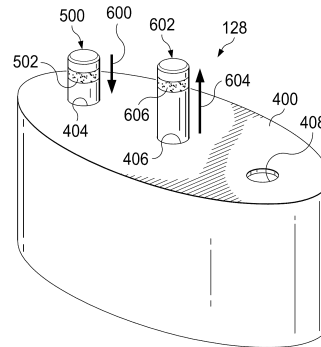
【図 5】



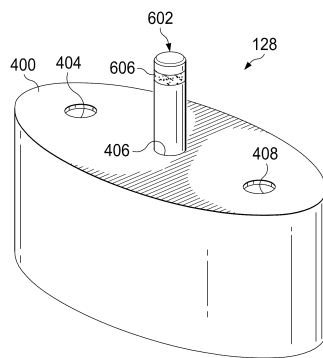
【図 4】



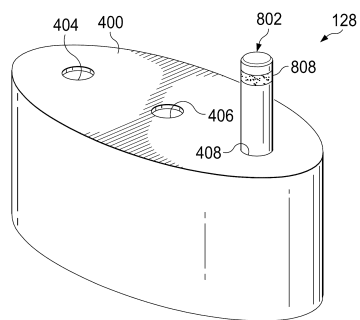
【図 6】



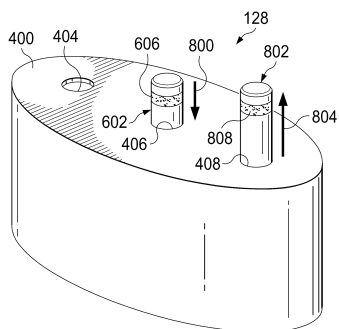
【図 7】



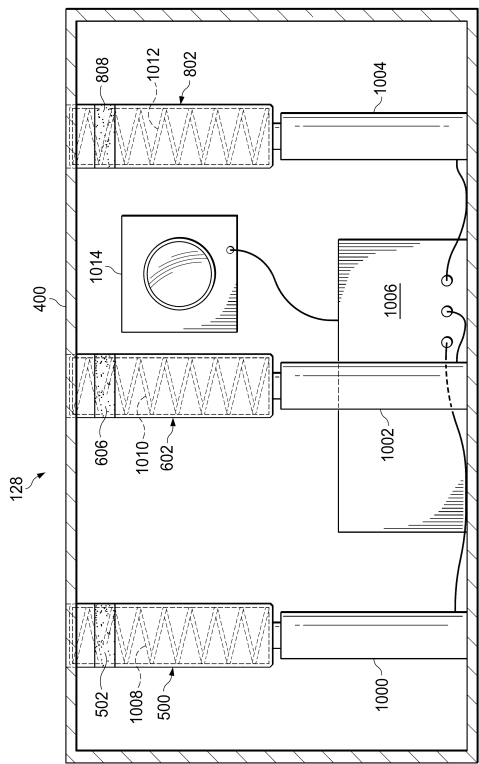
【図 9】



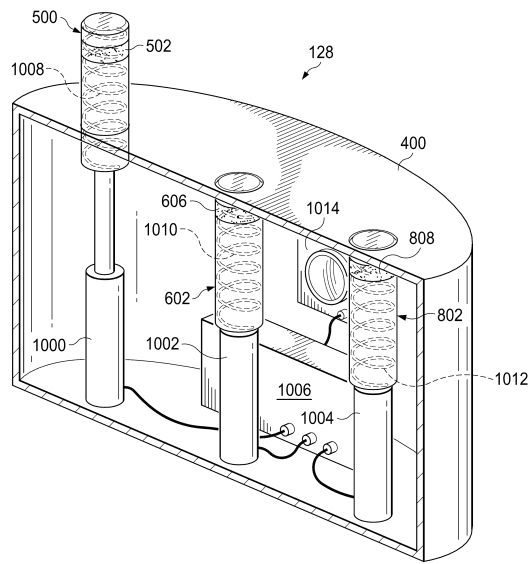
【図 8】



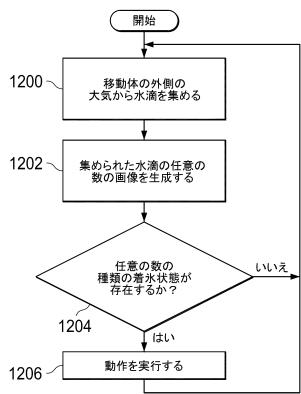
【図 1 0】



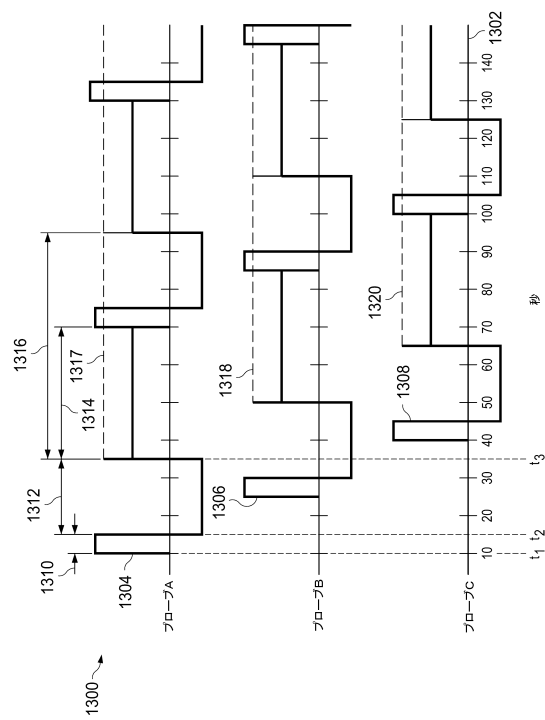
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 ラングホファー, エリック マルク
アメリカ合衆国 ワシントン 98204, エヴァレット, メール コード 0ティ-33
, ウエスト カジノ ロード 3003

審査官 諸星 圭祐

(56)参考文献 特開2011-111158(JP, A)
特開2001-147278(JP, A)
特開平10-261064(JP, A)
米国特許第07439877(US, B1)
特表2004-534948(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0020170(US, A1)
米国特許第06759962(US, B2)
米国特許出願公開第2007/0046478(US, A1)
米国特許出願公開第2014/0035803(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0085868(US, A1)
欧州特許出願公開第02277776(EP, A2)
欧州特許出願公開第01396425(EP, A1)
米国特許出願公開第2007/0074415(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64D 15/00 - 15/22

G01W 1/00 - 1/18