

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6466185号  
(P6466185)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl. F 1  
B 6 4 D 15/16 (2006.01) B 6 4 D 15/16

請求項の数 20 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-14076 (P2015-14076)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成27年1月28日 (2015.1.28)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2015-168425 (P2015-168425A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成27年9月28日 (2015.9.28)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成30年1月16日 (2018.1.16)		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	14/201,344	(74) 代理人	100108453
(32) 優先日	平成26年3月7日 (2014.3.7)		弁理士 村山 靖彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100133400
早期審査対象出願			弁理士 阿部 達彦
		(74) 代理人	100163522
			弁理士 黒田 晋平
		(74) 代理人	100154922
			弁理士 崔 允辰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受動除氷のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機であって、

前縁を有する空気力学コンポーネントおよび曝露表面を含むボディを備え、

前記曝露表面は大気に曝露され、

前記曝露表面は、受動除氷構造であって、

前記前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長され、氷核生成ゾーン上で氷を形成させるように構成された核生成粒子を有する、前記氷核生成ゾーン、および

前記前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長された氷抵抗ゾーンを含む受動除氷構造を含み、

前記氷核生成ゾーンは前記前縁に隣接して配置され、

前記氷抵抗ゾーンは、前記氷核生成ゾーンにより前記前縁から分離され、

前記氷核生成ゾーンの濡れ可能性は、前記氷抵抗ゾーンの濡れ可能性より大きい、航空機。

【請求項2】

前記氷核生成ゾーンは、前記受動除氷構造上で無秩序な氷の核となるように構成されている核生成粒子を含む請求項1に記載の航空機。

【請求項3】

航空機であって、

前縁を有する空気力学コンポーネントおよび曝露表面を含むボディを備え、

10

20

前記曝露表面は大気に曝露され、

前記曝露表面は、受動除氷構造であって、前記受動除氷構造上の1つ以上の予め定められた位置で氷を形成させるように構成された複数の氷核生成ゾーンを含む受動除氷構造を含み、かつ、前記複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、前記受動除氷構造上に無秩序な氷の核となるよう構成された核生成粒子を含み、かつ

前記複数の氷核生成ゾーンの一つは前記前縁に隣接して配置される、航空機。

【請求項4】

前記ボディは、翼、尾翼、水平安定板、垂直安定板、胴体、エンジンカウリング、プロペラ羽根および回転翼羽根のうち少なくとも1つを含む請求項3に記載の航空機。

【請求項5】

各氷核生成ゾーンは、前記氷核生成ゾーンと接触する超臨界水を、氷の結晶の無秩序なグループを含む氷に変換するように構成されている請求項3に記載の航空機。

【請求項6】

前記複数の氷核生成ゾーンは、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力を受けたときの、氷の特徴の選択的な形成のために配列されている請求項3に記載の航空機。

【請求項7】

前記複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、前記氷核生成ゾーン上で無秩序な氷の核となるように予め選択された核生成粒子を含む請求項3に記載の航空機。

【請求項8】

前記核生成粒子は、スフェロイド、ナノ粒子、板状晶およびフレークのうちの少なくとも1つを含む請求項7に記載の航空機。

【請求項9】

前記核生成粒子は、粘土鉱物、ケイ酸塩、ケイ酸アルミニウム、フィロケイ酸塩、立体網状ケイ酸塩、長石、カオリナイト、モンモリロナイト、イオウおよびイオウ酸のうちの1以上を含む請求項7に記載の航空機。

【請求項10】

前記複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、親水性表面を有する請求項3に記載の航空機

【請求項11】

前記複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、前記曝露表面上での鉱化コーティングを含む請求項3に記載の航空機。

【請求項12】

前記複数の氷核生成ゾーンの少なくとも1つは、前記前縁に近い請求項3に記載の航空機

【請求項13】

前記複数の氷核生成ゾーンの少なくとも1つは、前記前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長される請求項3に記載の航空機。

【請求項14】

前記受動除氷構造は氷抵抗ゾーンを含む請求項3に記載の航空機。

【請求項15】

前記氷抵抗ゾーンは、前記複数の氷核生成ゾーンの少なくとも1つによって、前記前縁から分離される請求項14に記載の航空機。

【請求項16】

前記氷抵抗ゾーンは疎水性である請求項14に記載の航空機。

【請求項17】

前記氷抵抗ゾーンは、前記複数の氷核生成ゾーンよりも濡れにくい請求項14に記載の航空機。

【請求項18】

装置であって、

前縁を有する空気力学コンポーネントおよび大気に曝露される曝露表面を含むボディを

10

20

30

40

50

備え、

前記曝露表面は、受動除氷構造であって、前記受動除氷構造上の1つ以上の予め定められた位置で氷を形成させるように予め選択された氷核生成ゾーンを含む受動除氷構造を含み、かつ、前記氷核生成ゾーンは、前記氷核生成ゾーン上に無秩序な氷の核となるよう予め選択された核生成粒子を含み、

前記氷核生成ゾーンは前記前縁に隣接して配置される、装置。

【請求項19】

前記氷核生成ゾーンは、前記氷核生成ゾーンと接触する超臨界水を、氷の結晶の無秩序なグループを含む氷に変換するよう構成される請求項18に記載の装置。

【請求項20】

前記受動除氷構造は、前記氷核生成ゾーンよりも濡れにくい氷抵抗ゾーンを含む請求項18に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は受動除氷のためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

大気条件に曝露している様々な装置において着氷は望ましくないことがある。例えば、航空機における着氷は、例えば、層流および重量分布に影響を与える、翼型の空気力学を妨げることがあり、そのため、一般的に望ましくないものとみなされる。

【0003】

氷は、着氷条件下、すなわち、大気が過冷却された液状の水の液滴を含む大気条件下で形成される。着氷条件は、平均的な液滴のサイズ、大気の水蒸気率、気温および曝露表面の温度により、定量的に特徴付けられる。過冷却された液状の水は、氷点を下回るが、依然として液状のままの水である。通常、水は氷点で凍結するが、例えば、液滴が着氷の核となる汚染物質を有していない場合に、大気中の液滴は液状のままであることがある。過冷却された水の液滴が冷たい表面に遭遇したときに、液滴は即座に凝固し、氷を形成する。

【0004】

着氷に抵抗するための一般的な解決策は、氷になりやすい曝露表面を加熱すること、曝露表面の一部を機械的に変形すること、および除氷液を適用することを含む。これらの解決策のそれぞれが有効なメカニズムであり、制御、監視、メンテナンスおよび/または重量の負担が付随する。

【0005】

一般的に、疎水性の表面は、超撥水性の表面および/またはコーティングであるか、あるいは、超撥水性の表面に類似して設計されているため、比較的もろい。一般的に、このようなコーティングおよび/または表面は、着氷がよく見られる過酷な環境には適さない。翼型は、より一層極限の条件を経験することがあり、既存の疎水性の解決策はさらに適切でなくなる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、過酷な環境での着氷に抵抗する受動疎水性システムに対する必要性がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

受動除氷のためのシステムは、1以上の氷核生成ゾーンを有する受動除氷構造を備える乗り物のような、装置を含んでもよい。一般に、氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーン上で、および/または、氷核生成ゾーン付近で、氷を選択的に形成するように、構成され、予め選択され、および/または、配列される。また、一般に、氷核生成ゾーンは、受動除氷

10

20

30

40

50

構造に弱く付着した氷を形成するように、構成され、予め選択され、および/または、配列され、そのため、受動除氷構造にわたる大気の流れによる十分な剪断力を、形成された氷が受けることにより、氷核生成ゾーンが除去されてもよい。一般に、氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンにおいて着氷の核となるように構成され、予め選択され、および/または、配列される、核生成粒子、一般的には、鉱物を含む。

【0008】

受動除氷構造はまた、着氷に抵抗する、表面に衝突する水および/または氷を退けるように、ならびに/あるいは、氷核生成ゾーンよりも少ない着氷を促進するように、構成され、予め選択され、および/または、配列されてもよい、1以上の氷抵抗ゾーンを含んでもよい。一般に、受動除氷構造は、氷核生成ゾーンおよび氷抵抗ゾーンのパターンを含んでもよい。

10

【0009】

受動除氷構造、氷核生成ゾーン、および/または、氷抵抗ゾーンは、表面が剪断力を受けるときに、表面の除氷を促すような位置および/または配列で形成されてもよい。氷核生成ゾーンは、表面をコーティングするおよび/または仕上げることにより、例えば、核生成粒子を表面に付着、曝露および/または形成させることにより、形成されてもよい。氷抵抗ゾーンは、例えば、本質的に核生成粒子ではないものでコーティングすることにより、形成されてもよい。

【0010】

受動除氷構造による装置の除氷は、装置の表面上の氷核生成ゾーンにおいて氷の特徴を形成することと、その後、氷の特徴を装置から除去するために表面にわたって大気の流れによる剪断力を表面が受けることとを含んでもよい。剪断力は、例えば、飛行中に遭遇する大気のものであってもよい。

20

【0011】

本開示の態様にしたがって、航空機が提供される。航空機は、前縁を有する空気力学コンポーネントおよび曝露表面を含むボディを備え、曝露表面は大気に曝露され、曝露表面は、以下の受動除氷構造を含む：前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長され、氷核生成ゾーン上で氷を形成させるように構成されている、氷核生成ゾーンおよび前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長された氷抵抗ゾーン。氷抵抗ゾーンは、氷核生成ゾーンにより前縁から分離され、氷核生成ゾーンの濡れ可能性は、氷抵抗ゾーンの濡れ可能性より大きい。

30

【0012】

好適なことに、氷核生成ゾーンは、受動除氷構造上で無秩序な氷の核となるように構成されている核生成粒子を含む。

【0013】

本開示の別の態様にしたがって、航空機が提供される。航空機は、前縁を有する空気力学コンポーネントおよび曝露表面を含むボディを備え、曝露表面は大気に曝露され、曝露表面は、複数の氷核生成ゾーンを含み、受動除氷構造上の1以上の予め定められた位置で氷を形成させるように構成されている受動除氷構造を含む。

【0014】

好適なことに、ボディは、翼、尾翼、水平安定板、垂直安定板、胴体、エンジンカウリング、プロペラ羽根および回転翼羽根のうち少なくとも1つを含む。

40

【0015】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、受動除氷構造上で無秩序な氷の核となるように構成されている核生成粒子を含む。

【0016】

好適なことに、各氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンと接触する超臨界水を、氷の結晶の無秩序なグループを含む氷に変換するように構成されている。

【0017】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンは、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力を受けた

50

ときの、氷の特徴の選択的な形成のために配列されている。

【0018】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、氷核生成ゾーン上で無秩序な氷の核となるように予め選択された核生成粒子を含む。

【0019】

好ましくは、核生成粒子は、スフェロイド、ナノ粒子、板状晶およびフレークのうちの少なくとも1つを含む。

【0020】

好ましくは、核生成粒子は、粘土鉱物、ケイ酸塩、ケイ酸アルミニウム、フィロケイ酸塩、立体網状ケイ酸塩、長石、カオリナイト、モンモリロナイト、イオウおよびイオウ酸のうちの1以上を含む。

10

【0021】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、濡れ可能な表面を有する。

【0022】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのそれぞれは、曝露表面上での鉱化コーティングを含む。

【0023】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのうちの少なくとも1つは、前縁に近い。

【0024】

好適なことに、複数の氷核生成ゾーンのうちの少なくとも1つは、前縁に実質的に平行に方向付けられた伸長方向で伸長される。

20

【0025】

好適なことに、受動除氷構造は氷抵抗ゾーンを含む。

【0026】

好適なことに、氷抵抗ゾーンは、複数の氷核生成ゾーンのうちの少なくとも1つにより前縁から分離される。

【0027】

好ましくは、氷抵抗ゾーンは親水性である。

【0028】

本開示のさらなる態様にしたがって、装置が提供される。装置は、大気に曝露される曝露表面を含むボディを備え、曝露表面は、氷核生成ゾーンを含み、受動除氷構造上の1以上の予め定められた位置で氷を形成させるように予め選択されている受動除氷構造を含む。

30

【0029】

好適なことに、氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンと接触する超臨界水を、氷の結晶の無秩序なグループを含む氷に変換するように構成されている。

【0030】

好適なことに、氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーン上で無秩序な氷の核となるように予め選択された核生成粒子を含む。

【図面の簡単な説明】

40

【0031】

【図1】図1は、本開示にしたがった受動除氷構造を有する装置の略図である。

【図2】図2は、受動除氷構造を有する装置の例示的で非排他的な例である。

【図3】図3は、受動除氷構造を有する翼型の例示的で非排他的な例の概略的な側面図である。

【図4】図4は、翼型における受動除氷構造の例示的で非排他的な例の概略的な斜視図である。

【図5】図5は、翼型における受動除氷構造の例示的で非排他的な例の概略的な上面図である。

【図6】図6は、受動除氷構造を形成するための方法の略図である。

50

【図7】図7は、装置を受動的に除氷するための方法の略図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図1～図5は、装置10、受動除氷構造30およびこれらの構成要素を示す。類似する、または、少なくとも実質的に類似する目的は、図の間で一致する数字にてラベリングされる。図1～図5のそれぞれにおける同一の数字および対応する部材は、図1～図5のそれぞれを参照してここで詳細に論じないことがある。同様に、全ての部材が図1～図5のそれぞれに記載されていないことがあるが、図1～図5に關係する参照数字が整合性のために使用されることがある。図1～図5のうちの1以上を参照して論じる部材、構成要素および/または特徴は、本開示の範囲から逸脱することなく、図1～図5のいずれかに含まれてもよく、ならびに/あるいは、図1～図5のいずれかとともに使用されてもよい。一般に、含まれる可能性が高い部材は実線で示され、選択的または代替的であってもよい部材は点線で示される。しかし、実線で示される部材は、必ずしも必須ではなく、実線で示される部材は、本開示の範囲から逸脱することなく省略されてもよい。

10

【0033】

図1は、疎氷性性能のために構成され、予め選択され、および/または配列される装置10の略図である。疎氷性は、着氷および/または接着に抵抗する、表面、構造、および/またはシステムのことを指す。従来の疎氷性システムは、疎氷性の表面全体に沿って着氷を減少させ、または、防いでいる。対照的に、本開示は、着氷を促進するように構成され、予め選択され、および/または配列されたゾーンである、1以上の氷核生成ゾーン32を組み込んだ受動除氷構造30を説明する。受動除氷構造30は、能動的な除氷構造のように、氷を制御および/または除去するためにエネルギーならびに/あるいは、物質を繰り返し適用することを必要としない。氷核生成ゾーン32は、氷が、制御された方法で、および/または、1以上の予め定められた位置で、形成されるように、構成され、予め選択され、および/または配列されている。そうすることで、着氷は、受動除氷構造30からの容易なおよび/または自動的な氷の除去が可能になるように制御される。したがって、受動除氷構造30は、氷が局所的におよび意図的に氷核生成ゾーン32に形成されるにもかかわらず、全体的な疎氷性効果を有する(氷の堆積はほとんどない)。

20

【0034】

装置10は、大気に曝露した曝露表面14を有するボディ12を備える。曝露表面14は、1以上の氷核生成ゾーン32を有する受動除氷構造30を含む。装置10は、乗り物20、風車、建物、塔、マスト、パイロンおよび/またはこれらの構成要素、あるいは、疎氷性性能が望まれる部材に曝露した他の何らかの構造であってもよい。乗り物20の例示的で非排他的な例は、(図2に例示するような)航空機、飛行機、回転翼航空機、手動でない高所作業車、ウォータークラフトおよびランドクラフトを含む。ボディ12は、装置10であってもよく、および/または、装置10の構成要素であってもよい。例えば、ボディ12は、翼型16、空気力学コンポーネント、翼22、尾翼26、水平安定板、垂直安定板28、胴体、プロペラ羽根、回転翼羽根、タービン羽根、エンジンカウリング、船体、ケーシング、ウインドシールド、ノーズコーン、レドームおよび/または上部構造であってもよい。曝露表面14は、一般に、環境に曝露するように構成され、空気力学性能のために構成されてもよく、例えば、曝露表面14は、空気力学表面および/または翼型表面であってもよい。

30

40

【0035】

受動除氷構造30は、例えば、氷を融合するように構成されており、氷は、融合された氷に適用される力により容易に除去される。一般的に、融合された氷を除去する力は、使用中に、受動除氷構造30および/または曝露表面14が遭遇する力である。例えば、力は、剪断力、風、重力、遠心力および/または機械的に適用される力(例えば、ワイパーによる)であってもよく、あるいは、これらの力である構成要素を含んでもよい。例示的で非排他的な例として、航空機の外部構造は、飛行および/または他の動き(例えば、プロペラの動き)により、大気の顕著な剪断力を経験することがある。飛行中に、受動除氷構造30は、制御された方法で、および/または、予め定められた位置で、氷を選択的に形成および

50

び融合させてもよい。この例では、受動除氷構造30はまた、受動除氷構造30にわたる空気の剪断力により、選択的に融合された氷を取り除くように構成されている。

【0036】

受動除氷構造30は、曝露表面14の層であってもよく、および/または、曝露表面14と一体的に形成されてもよい。受動除氷構造30は、氷を選択的に形成するように、構成され、予め選択され、および/または配列されており、氷は、受動除氷構造30に弱く付着している。例えば、受動除氷構造30は、受動除氷構造30上に形成される氷の特徴が、受動除氷構造30にわたる大気の流れ（例えば、気流50）、例えば、飛行および/または風に対応する気流50による十分な剪断力を受けることにより、氷の特徴を除去できるように、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。氷の特徴は、50km/h、100km/h、200km/h、400km/h、600km/h、800km/h、1,000km/h、1,200km/h、1,500km/hまたは2,000km/hより大きい相対的な対気速度により、ならびに/あるいは、3,000km/h、2,000km/h、1,500km/h、1,200km/h、1,000km/h、800km/h、600km/h、400km/hまたは200km/h未満の相対的な対気速度により、剪断されてもよい。

10

【0037】

受動除氷構造30は、1以上の氷核生成ゾーン32を含む。氷核生成ゾーン32は、受動除氷構造30の表面ゾーンであり、着氷の核となるように構成され、予め選択され、および/または配列される。例えば、氷核生成ゾーン32は、氷核生成ゾーン32における、氷および/または霜の形成を促進するように構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。別の例として、氷核生成ゾーン32は、氷核生成ゾーン32に接触する超臨界水（例えば、蒸気および/または過冷却された液状の水の液滴）を氷に変換するように構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。さらに、受動除氷構造30に関して論じたように、氷核生成ゾーン32は、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力を受けたときの、氷の特徴の選択的な形成のために、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。氷核生成ゾーン32は、堅固、強固および/または強靱であってもよく、氷の特徴を除去することがある剪断力に耐えられるように少なくとも構成されていてもよい。

20

【0038】

氷核生成ゾーン32は、無秩序な、および/または、弱く付着した氷を形成するように、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。一般に、氷核生成ゾーン32上に形成される氷は、無秩序であり、および/または、弱く付着している。例えば、形成される氷は、ランダムな向きの氷の結晶、複数のドメイン、欠陥（defects）、欠陥（faults）、転位、含有物および/またはボイドを有する氷の結晶、および/または、氷の結晶のグループまたはアマルガメーション、例えば、無秩序なグループならびに/あるいは長距離秩序をほとんど持たないまたは長距離秩序を持たないグループを含んでもよい。形成される氷は、粒状、細分化、不規則、フレーク状、および/または、微結晶性であってもよい。一般的に、形成される氷は、密接にパックされておらず、大気、ボイドおよび/または他の含有物を含んでもよい。一般的に、無秩序な、および/または、（氷自体に対しておよび/または氷核生成ゾーン32に対して）弱く付着した氷は、氷核生成ゾーン32にわたる大気の流れによる剪断力により除去されやすい。

30

【0039】

氷核生成ゾーン32は、曝露表面14において大気に曝露されることがある核生成粒子40を含んでもよく、ならびに/あるいは、氷の核生成を促進する表面の特徴および/または化学反応を含んでもよい。核生成粒子40は、氷核生成ゾーン32上で氷を核生成するように、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよく、無秩序な、および/または、弱く付着した氷の核となるように、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。核生成粒子40は、スフェロイド、ナノ粒子、板状晶およびフレークのうちの少なくとも1つを含んでもよい。核生成粒子40は、有機化合物および/または無機化合物を含んでもよく、塵、鉱物、粘土鉱物、ケイ酸塩、ケイ酸アルミニウム、フィロケイ酸塩、立体網状ケイ酸塩、長石、カオリナイト、モンモリロナイト、イオウおよびイオウ酸のうちの1以上を含んでもよく、あるいは、これらのうちの1以上であってもよい。核生成粒子

40

50

40は、100 μm、50 μm、20 μm、10 μm、5 μm、2 μm、1 μm、500nm、400nm、300nm、200nm または100nm未満の平均有効径を有してもよく、ならびに/あるいは、100nm、200nm、300 nm、400nm、500nmまたは1 μmより大きい平均有効径を有してもよい。核生成粒子40は、氷核生成ゾーン32の表面に結合および/または付着してもよく、ならびに/あるいは、曝露表面14および/または曝露表面14の層の少なくとも一部をサンディング、グラインディング、切除、研磨、ルーリング(ruling)、エッチングおよび/またはスティッピングすることにより、曝露および/または形成されてもよい。

#### 【0040】

氷核生成ゾーン32は、粗く、濡れ可能であり、および/または、親水性であってもよい。粗く、濡れ可能であり、および/または、親水性の表面は、氷の核生成を促進してもよい。ここで使用するように、濡れは、固形の表面との接触を維持する液状の水の能力であり、水と表面との分子間相互作用の結果生じる。濡れの程度は、付着力と凝集力との力のバランスにより決定される。濡れ可能な表面は、親水性の表面として説明されてもよく、濡れ不可能な表面もまた、親水性の表面として説明されてもよい。一般的に、濡れは、表面に対する水滴の接触角により特徴付けられる。接触角は、滴の気液界面が、固液界面と一致する角度である。接触角は、付着力と凝集力との合力により決定される。滴が平坦で固形の表面に広がる傾向が増加するにつれて、接触角は小さくなる。したがって、接触角は、濡れ可能性とは逆の測定を提供する。

10

#### 【0041】

親水性の表面は、一般的に、90度以下の、表面における水の接触角により規定される。親水性の表面は、極性の表面、イオン表面、および/または親水性の表面の化学反応を有してもよく、ならびに/あるいは、水の接触に対する高い表面エネルギーを有してもよい。一般に、親水性の表面は濡れ可能であり、濡れを促進する肉眼的表面構造および/または顕微鏡的表面構造(例えば、毛細管現象を促進する隆起および溝)を含んでもよい。任意の核生成粒子40を含む表面の粗さは、濡れ、親水性相互作用および/または氷核生成を促進するのに十分大きくてもよく、ならびに/あるいは、空気力学性能との干渉を回避するために十分小さくてもよい。例えば、氷核生成ゾーン32の平均的な氷の表面の粗さは、3,000nm、1,000nm、300nm、100nmまたは30nm未満であってもよく、および/または、10nm、30nm、100nm、300nmまたは1,000nmより大きくてもよい。表面の、平均的な表面の粗さは、平均ローカルプロフィールからの絶対高低偏差の算術平均である。

20

30

#### 【0042】

氷核生成ゾーン32は、曝露表面14および/または曝露表面14の層の少なくとも一部のコーティング、サンディング、グラインディング、切除、研磨、ルーリング、エッチングならびに/あるいはスティッピングのような、表面処理により形成されてもよい。例えば、氷核生成ゾーン32は、核生成粒子40を場合によっては含むコーティング物質38により曝露表面14をコーティングすることにより形成されてもよい(例えば、鉍化コーティング)。コーティング物質38は、核生成粒子40の20%、10%、5%、3%、2%、1%、0.5%、0.3%または0.1%未満の重量パーセントを有してもよく、および/または、核生成粒子40の0.01%、0.03%、0.1%、0.3%、0.5%または1%より大きい重量パーセントを有してもよい。コーティング物質38は、スプレーのような従来の方法で、ならびに/あるいは、曝露表面にアップリケまたは類似の性能の層を適用することにより、曝露表面に適用されてもよい。コーティング物質38および/または氷核生成ゾーン32は、薄いフィルム、無機構造、表面処理、変換コーティング、熱スプレーコーティング、電気スプレーコーティング、インモールドコーティング、酸化フィルム、パウダーコーティング、および/またはセラミックコーティングであってもよく、あるいは、これらを含んでもよい。コーティング物質38の例示的で非排他的な例は、ペイント、シーラント剤、樹脂、エポキシ、トップコート、ラッカー、ポリマーコーティング、アクリルコーティング、および/または、ポリウレタンコーティングを含む。

40

#### 【0043】

氷核生成ゾーン32および/または受動除氷構造30は、氷核生成、氷の弱い付着、および

50

／または、剪断力による氷の特徴の除去を支援するように構成され、予め選択され、ならびに／あるいは配列された肉眼的表面構造42を含んでもよい。表面構造42は肉眼的であり、顕微鏡的特徴またはナノスケールの特徴はなく、一般的に、表面の特徴、テクスチャ、および／または、パターンとして可視である。表面の粗さのような、より小さいスケールの特徴は、表面構造42とともに存在してもよい。表面構造42は、一般に氷を促進し、特に親水性または超撥水性ではない。表面構造42の例示的で非排他的な例は、隆起、うね、突出、くぼみ、溝、チャンネルおよび／または陥凹を含む。

【0044】

氷核生成ゾーン32および／または受動除氷構造30は、曝露表面14の任意の適切な割合をカバーしてもよい。例えば、受動除氷構造30および／または1以上の氷核生成ゾーン32は、曝露表面14の全て、実質的に全て、大部分、小さい部分、50%未満、33%未満、25%未満、20%未満、15%未満、10%未満、または、5%未満をカバーしてもよい。受動除氷構造30が複数の氷核生成ゾーン32を含むときに、1以上の氷核生成ゾーン32は、間隔が空けられていてもよく、別の氷核生成ゾーン32と隣接および／または近接していてもよい。例えば、構造および／または成分が異なる2つの氷核生成ゾーン32が互いに隣接していてもよい。

10

【0045】

氷核生成ゾーン32は、伸長されてもよく、伸長された方向に沿った長さ44と、伸長された方向に垂直な幅46とを有する。長さ44は、幅46より長くてもよく、幅46よりもかなり大きくてもよい。例えば、長さ44対幅46の比は、2、5、10、30、100、300または1000より長くてもよい。長さ44は、0.1m、0.3m、1m、2m、3m、5m、10mまたは20mより長くてもよい。幅46は、30cm、20cm、10cm、5cm、3cm、2cm、1cmまたは0.5cm未満であってもよい。

20

【0046】

いくつかの例では、図3に示すように、ボディ12は、前縁18を有する翼型16を含む。除氷メカニズムのない翼型では、氷は、前縁付近で形成される傾向がある。一般に、受動除氷構造30は、そうでなければ氷が形成される位置に配置されるか、および／または、そうでなければ氷が形成される位置の近くに配置される。したがって、受動除氷構造30ならびに／あるいは少なくとも1つの氷核生成ゾーン32は、前縁18にあってもよく、および／または、前縁18の近くにあってよい。例えば、受動除氷構造30ならびに／あるいは少なくとも1つの氷核生成ゾーン32は、前縁18に隣接してもよく、および／または、前縁18を含んでもよい。前縁18の近くにあるときでさえ、受動除氷構造30ならびに／あるいは氷核生成ゾーン32は、必ずしも、前縁18に隣接せず、または、前縁18を含まない。氷核生成ゾーン32は、前縁18に関して方向付けられてもよい。例えば、伸長されたときに、伸長された方向は、前縁18とは、独立した向きで平行であってもよく、実質的に平行であってもよく、斜位であってもよく、垂直であってもよく、および／または、実質的に垂直であってもよい。

30

【0047】

1以上の氷核生成ゾーン32に加えて、受動除氷構造30は、1以上の氷抵抗ゾーン34を含んでもよい。氷抵抗ゾーン34は、着氷に抵抗するように、表面に衝突する水および／または氷を退けるように、ならびに／あるいは、氷核生成ゾーン32よりも少ない着氷を促進するように、構成され、予め選択され、および／または、配列されてもよい。氷抵抗ゾーン34は、濡れにくい、親水性、超撥水性、および／または疎水性であってもよい。一般的に、親水性の表面は、90度より大きい、表面における水の接触角により規定される。親水性の表面は、非極性および／または親水性の表面の化学反応を有していてもよく、ならびに／あるいは、水の接触に関する低い表面エネルギーを有していてもよい。一般に、親水性の表面は、それほど濡れやすくはなく、肉眼的および／または顕微鏡的な濡れを妨げる表面の構造（例えば、非極性の領域および／またはアスペリティ）を含んでいてもよい。超撥水性の表面は、非常に親水性の高い表面であり、一般的に、150度より大きい、表面における水の接触角により規定される。一般的に、超撥水性の表面は、ナノ構造、階層表面構造、低付着コーティングおよび／または潤滑コーティングを含む。

40

50

## 【0048】

氷抵抗ゾーン34は、本質的に、核生成粒子40を含まなくてもよく、1以上の氷核生成ゾーン32よりも小さい平均的な表面の粗さを有していてもよい。例えば、平均的な表面の粗さは、1,000nm、300nm、100nm、30nmまたは10nm未満であってもよい。大きなスケールの表面の粗さがなくにより、超撥水性の表面において含まれるのと同様な、ナノスケールの粗さおよびナノ構造は排除されない。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32より濡れにくくてもよい。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32より親水性が低くてもよい。

## 【0049】

一般に、氷抵抗ゾーン34は、翼型16の前縁18から離れて配置される。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32により前縁18から分離されてもよい（例えば、1以上の氷核生成ゾーン32は、前縁18と1以上の氷抵抗ゾーン34との間にある）。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32と整列してもよい。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32および/または翼型16の前縁18に関して方向付けられてもよい。氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32および/または前縁18とは独立した向きで平行であってもよく、実質的に平行であってもよく、斜位であってもよく、垂直であってもよく、および/または、実質的に垂直であってもよい。

## 【0050】

一般に、氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32に近接し、1以上の氷核生成ゾーン32と隣接していてもよい。例えば、氷抵抗ゾーン34は、1以上の氷核生成ゾーン32を囲んでいてもよい。氷抵抗ゾーン34および氷核生成ゾーン32、あるいは、それらのサブセットは、予め定められたパターン（例えば、交互のパターン、ストライプパターン、チェッカーボードパターン、点状のパターン、モザイク状のパターン）にされてもよい。氷抵抗ゾーン34および氷核生成ゾーン32のパターンは、氷の特徴が剪断力を受けるときに除氷を促す方法および/または位置での氷の特徴の選択的な形成のために、構成され、予め選択され、および/または配列されてもよい。例えば、氷抵抗ゾーン34は、付近に堆積した氷による大きな抵抗に遭遇することなく、曝露表面14を剪断するために、近接する氷核生成ゾーン32上で形成される氷にスペースを提供してもよい。したがって、氷抵抗ゾーン34は、局所的に行われる剪断力の方向に対して、氷核生成ゾーン32の「下流」にあるように構成されていてもよい。図4および図5は、翼型16上に形成されることがあるような、2つの異なるパターンの氷核生成ゾーン32および/または氷抵抗ゾーン34を示し、図4は、交互の、隣接するストライプパターンを示し、図5は、掃引されたウェッジ/ストライプパターンを示す。図4および図5の双方において、気流50は、氷核生成ゾーン32から、気流50において下流に配置された氷抵抗ゾーン34へと、氷を押し出すことがある剪断力を提供する。

## 【0051】

図6は、形成の方法とも呼ばれる、製造80の方法を概略的に示す。受動除氷構造（例えば、受動除氷構造30）は、表面（例えば、曝露表面14）上に1以上の氷核生成ゾーン（例えば、氷核生成ゾーン32）を形成すること82により、製造されてもよい。受動除氷構造およびその構成要素は、表面が剪断力を受けるときに、表面の除氷を促すような位置および/または配列で形成されてもよい。例えば、氷核生成ゾーンは、氷の特徴および/または表面が剪断力を受けるときに、表面の除氷を促す氷の特徴を選択的に形成するように、表面上の位置に形成されてもよい。

## 【0052】

1以上の氷核生成ゾーンを形成すること82は、核生成粒子40のような、核生成粒子を含む核生成コーティング物質（例えば、コーティング物質38）で表面をコーティングすることを含んでもよい。表面をコーティングすることにより、核生成粒子を表面に結合および/または付着させてもよい。核生成コーティング物質は、薄いフィルム、無機構造、表面処理、変換コーティング、熱スプレーコーティング、電気スプレーコーティング、インモールドコーティング、酸化フィルム、パウダーコーティング、および/またはセラミックコーティングを含んでもよく、あるいは、これらであってもよい。核生成コーティング物

10

20

30

40

50

質の例示的で非排他的な例は、ペイント、シーラント剤、樹脂、エポキシ、トップコート、ラッカー、ポリマーコーティング、アクリルコーティング、および/または、ポリウレタンコーティングを含む。形成すること82は、例えば、サンディング、グライディング、切除、研磨、ルーリング、エッチングおよび/またはステッピングにより、表面を仕上げることを、および/または、表面を処理することを含んでもよい。表面を仕上げることは、表面に核生成粒子を形成および/または曝露させてもよい。

【0053】

製造80の方法は、表面上に1以上の氷抵抗ゾーン（例えば、氷抵抗ゾーン34）を形成すること84を含んでもよい。氷抵抗ゾーンは、1以上の氷核生成ゾーンに近接して、および場合によっては隣接して、形成されてもよい。さらにまたは代替的に、氷核生成ゾーンは、1以上の氷抵抗ゾーンに近接して、および場合によっては隣接して、形成されてもよい。

10

【0054】

1以上の氷抵抗ゾーンを形成すること84は、抵抗コーティング物質（例えば、何ら核生成粒子40を持たないコーティング物質38）により表面をコーティングすることを含む。抵抗コーティング物質は、薄いフィルム、無機構造、表面処理、変換コーティング、熱スプレーコーティング、電気スプレーコーティング、インモールドコーティング、酸化フィルム、パウダーコーティング、および/またはセラミックコーティングを含んでもよく、あるいは、これらであってもよい。コーティング物質の例示的で非排他的な例は、ペイント、シーラント剤、樹脂、エポキシ、トップコート、ラッカー、ポリマーコーティング、アクリルコーティング、および/または、ポリウレタンコーティングを含む。抵抗コーティング物質は、本質的に、核生成粒子40のような、核生成粒子を持たないことがあり、および/または、0.1%、0.01%、0.001%または0.0001%未満の核生成粒子の重量パーセントを有してもよい。

20

【0055】

図7は、受動的に除氷する100方法を概略的に示す。装置（例えば、装置10）は、装置の表面（例えば、曝露表面14）上の1以上の氷核生成ゾーン（例えば、氷核生成ゾーン32）において、および/または、1以上の氷核生成ゾーン（例えば、氷核生成ゾーン32）付近で、氷の特徴を選択的に形成すること102により、除氷されてもよい。その後、装置から氷の特徴を除去するための、表面にわたる大気の流れによる剪断力を表面が受けること104により、装置が除氷されてもよい。受けること104は、飛行による風および/または気流を表面が受けることを含んでもよい。例えば、受けること104は、対気速度で装置を動かすこと、または、50km/h、100km/h、200km/h、400km/h、600km/h、800km/h、1,000km/h、1,200km/h、1,500km/hまたは2,000km/hより大きい速度の風を、ならびに/あるいは、3,000km/h、2,000km/h、1,500km/h、1,200km/h、1,000km/h、800km/h、600km/h、400km/hまたは200km/h未満の速度の風を、装置が受けることを含んでもよい。

30

【0056】

受動的に除氷する100方法は、装置の表面上の複数の氷核生成ゾーンおよび/または複数の氷抵抗ゾーンの配置を決定する106ことを含んでもよい。配置により、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力を受けたときに、氷の特徴の選択的な形成が可能になる。受動的に除氷する方法は、複数の氷核生成ゾーンのうちの1以上および/または複数の氷抵抗ゾーンのうちの1以上を、配置にしたがって、表面上に位置付ける108ことを含んでもよい。

40

【0057】

本開示にしたがった発明の主題的な事項の例示的で非排他的な例は、以下の段落の列挙において説明する。

A1. 装置は、

大気に曝露された曝露表面を有するボディを備え、

曝露表面は、氷核生成ゾーンを有する受動除氷構造を含み、場合によっては、氷核生成ゾーンは、氷が、制御された方法で、および/または、受動除氷構造上の1以上の予め定められた位置で、形成されるように、構成され、予め選択され、および/または配列され

50

ている。

A2．氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンに接触する超臨界水を氷に変換するように構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A1の装置。

A2．1．氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンに接触する超臨界水を、ランダムに方向付けられた氷の結晶を含む氷に変換するように構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A2の装置。

A2．2．氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンに接触する超臨界水を、氷の結晶の無秩序なグループを含む氷に変換するように構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A2～A2．1のいずれか1つの装置。

A3．氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーン上の氷および／または霜の形成を促進するように構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A1～A2．2のいずれか1つの装置。

A4．氷核生成ゾーンは、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力、場合によっては大気の剪断力を受けたときの、氷の特徴の選択的な形成のために、構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A1～A3のいずれか1つの装置。

A5．氷核生成ゾーンは、氷核生成粒子を含む、段落A1～A4のいずれか1つの装置。

A5．1．核生成粒子は、氷核生成ゾーン上および／または受動除氷構造上で氷を核生成するように、構成され、予め選択され、および／または配列され、場合によっては、核生成粒子は、氷核生成ゾーンは、無秩序な、および／または、弱く付着した氷の核となるように、構成され、予め選択され、および／または配列されている、段落A5の装置。

A5．2．核生成粒子は、スフェロイド、ナノ粒子、板状晶およびフレークのうちの少なくとも1つを含む、段落A5～A5．1のいずれか1つの装置。

A5．3．核生成粒子は、有機化合物および／または無機化合物を含む、段落A5～A5．2のいずれか1つの装置。

A5．4．核生成粒子は、塵、鉱物、粘土鉱物、ケイ酸塩、ケイ酸アルミニウム、フィロケイ酸塩、立体網状ケイ酸塩、長石、カオリナイト、モンモリロナイト、イオウおよびイオウ酸のうちの1以上を含み、あるいは、これらのうちの1以上である、段落A5～A5．3のいずれか1つの装置。

A5．5．氷核生成ゾーンは、氷核生成ゾーンの表面に結合された核生成粒子を含む、段落A5～A5．4のいずれか1つの装置。

A5．6．氷核生成ゾーンは、核生成粒子を含むコーティング物質により曝露表面の少なくとも一部をコーティングすることにより形成される、段落A5～A5．5のいずれか1つの装置。

A5．7．氷核生成ゾーンは、曝露表面の少なくとも一部に対する、サンディング、グライインディング、切除、研磨、ルーリング、エッチングならびに／あるいはスティッピングのうちの少なくとも1つにより、曝露表面に核生成粒子を曝露させることにより形成される、段落A5～A5．6のいずれか1つの装置。

A6．氷核生成ゾーンは、曝露表面の少なくとも一部に対する、サンディング、グライインディング、切除、研磨、ルーリング、エッチングならびに／あるいはスティッピングのうちの少なくとも1つにより形成される、段落A1～A5．7のいずれか1つの装置。

A7．氷核生成ゾーンは、粗く、濡れ可能であり、および／または、親水性の表面である、段落A1～A6のいずれか1つの装置。

A8．氷核生成ゾーンは、3,000nm、1,000nm、300nm、100nmまたは30nm未満の平均的な氷の表面の粗さを有しており、および／または、10nm、30nm、100nm、300nmまたは1,000nmより大きい平均的な氷の表面の粗さを有している、段落A1～A7のいずれか1つの装置。

A9．氷核生成ゾーンは、曝露表面上に鉱化コーティングを含む、段落A1～A8のいずれか1つの装置。

A10．氷核生成ゾーンは、肉眼的な表面構造を含み、場合によっては、肉眼的な表面構造は、隆起、うね、突出、くぼみ、溝、チャンネルおよび陥凹のうちの少なくとも1つを含む、段落A1～A9のいずれか1つの装置。

10

20

30

40

50

A11．氷核生成ゾーンは、曝露表面の表面領域の割合をカバーし、割合は、曝露表面の、実質的に全て、大部分、小さい部分、50%未満、33%未満、25%未満、20%未満、15%未満、10%未満、または、5%未満である、段落A1～A10のいずれか1つの装置。

A12．受動除氷構造は、複数の氷核生成ゾーンを含み、場合によっては、複数の間隔の空けられた氷核生成ゾーンを含む、段落A1～A11のいずれか1つの装置。

A13．氷核生成ゾーンは、伸長された方向を有しており、伸長された方向に平行な長さを有しており、伸長された方向に垂直な幅を有している、段落A1～A12のいずれか1つの装置。

A13．1．長さは、0.1m、0.3m、1m、2m、3m、5m、10mまたは20mより長い、段落A13の装置。

10

A13．2．幅は、30cm、20cm、10cm、5cm、3cm、2cm、1cmまたは0.5cm未満である、段落A13～A13．1のいずれか1つの装置。

A14．ボディは、空気力学コンポーネントおよび/または前縁を有する翼型を含む、段落A1～A13．2のいずれか1つの装置。

A14．1．氷核生成ゾーンは前縁に近い、段落A14の装置。

A14．2．氷核生成ゾーンは、前縁とは、少なくとも平行、実質的に平行、斜位、垂直、および実質的に垂直のいずれかに方向付けられた伸長方向に伸長される、段落A1～A14．1のいずれか1つの装置。

A14．3．氷核生成ゾーンは前縁を含む、段落A14～A14．2のいずれか1つの装置。

A14．4．氷核生成ゾーンは前縁を含まない、段落A14～A14．2のいずれか1つの装置。

20

A15．受動除氷構造は氷抵抗ゾーンを含む、段落A1～A14．4のいずれか1つの装置。

A15．1．氷抵抗ゾーンは、疎氷性、親水性、および超撥水性のうちの少なくとも1つである、段落A15の装置。

A15．2．氷核生成ゾーンの平均的な表面の粗さは、氷抵抗ゾーンの平均的な表面の粗さより大きい、段落A15～A15．1のいずれか1つの装置。

A15．3．氷核生成ゾーンの濡れ可能性は、氷抵抗ゾーンの濡れ可能性より大きい、段落A15～A15．2のいずれか1つの装置。

A15．4．氷抵抗ゾーンは氷核生成ゾーンに近接し、場合によっては、氷抵抗ゾーンは氷核生成ゾーンに隣接する、段落A15～A15．3のいずれか1つの装置。

A15．5．氷核生成ゾーンおよび氷抵抗ゾーンは、ボディ上で予め定められたパターンにされ、予め定められたパターンは、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力、場合によっては、大気の剪断力を受けたときの、氷の特徴の選択的な形成のために、構成され、予め選択され、および/または配列されている、段落A15～A15．4のいずれか1つの装置。

30

A15．6．ボディは、前縁を有する翼型を含み、氷核生成ゾーンは、前縁と氷抵抗ゾーンとの間にある、段落A15～A15．5のいずれか1つの装置。

A15．7．ボディは、前縁を有する翼型を含み、氷抵抗ゾーンは、氷核生成ゾーンにより前縁から分離されている、段落A15～A15．6のいずれか1つの装置。

A15．8．ボディは、前縁を有する翼型を含み、氷抵抗ゾーンは、前縁とは、少なくとも平行、実質的に平行、斜位、垂直、および実質的に垂直のいずれかに方向付けられた伸長方向に伸長される、段落A15～A15．7のいずれか1つの装置。

40

A15．9．受動除氷構造は、複数の氷核生成ゾーンおよび複数の氷抵抗ゾーンを含む、段落A15～A15．8のいずれか1つの装置。

A15．9．1．複数の氷核生成ゾーンおよび複数の氷抵抗ゾーンは、ボディ上で交互のパターンにされ、場合によっては、パターンは、ストライプパターン、チェッカーボードパターン、点状のパターンおよびモザイク状のパターンのうちの少なくとも1つである、段落A15．9の装置。

A15．9．2．複数の氷核生成ゾーンおよび複数の氷抵抗ゾーンは、ボディ上で予め定められたパターンにされ、予め定められたパターンは、装置の除氷を促す氷の特徴が剪断力、場合によっては、大気の剪断力を受けたときの、氷の特徴の選択的な形成のために、構成され、予め選択され、および/または配列されている、段落A15．9～A15．9．1のい

50

れか1つの装置。

A16．装置は乗り物であり、場合によっては、乗り物は、航空機、飛行機、手動でない高所作業車および／または回転翼航空機である、段落A1～A15．9．2のいずれか1つの装置。

A16．1．ボディは、翼、尾翼、水平安定板、垂直安定板、胴体、プロペラ羽根および回転翼羽根のうちの少なくとも1つを含み、場合によっては、これらのうちの少なくとも1つである、段落A16の装置。

A17．装置は、風車である、段落A1～A16．1のいずれか1つの装置。

A18．ボディは、翼型、船体、ケーシング、ウインドシールド、ノーズコーン、レドームおよび／または上部構造のうちの1つを含み、場合によっては、これらのうちの少なくとも1つである、段落A1～A17のいずれか1つの装置。

10

A19．曝露表面は翼型表面である、段落A1～A19のいずれか1つの装置。

B1．受動除氷構造を製造する方法は、構造の表面上に氷核生成ゾーンを形成することを含む。

B2．氷核生成ゾーンは、表面の除氷を促す氷の特徴が剪断力、場合によっては、大気剪断力を受けたときに氷の特徴を選択的に形成するための、表面上の位置において形成される、段落B1の方法。

B3．氷核生成ゾーンを形成することは、核生成粒子を含む核生成コーティング物質で表面をコーティングすることを含む、段落B1～B2のいずれか1つの方法。

B3．1．核生成コーティング物質は、ペイント、シーラント剤、樹脂、エポキシ、トップコート、ラッカー、ポリマーコーティング、アクリルコーティング、および、ポリウレタンコーティングのうちの少なくとも1つを含む、段落B3の方法。

20

B3．2．核生成粒子は、スフェロイド、ナノ粒子、板状晶およびフレークのうちの少なくとも1つを含む、段落B3～B3．1のいずれか1つの方法。

B3．3．核生成粒子は、有機化合物および／または無機化合物を含む、段落B3～B3．2のいずれか1つの方法。

B3．4．核生成粒子は、塵、鉱物、粘土鉱物、ケイ酸塩、ケイ酸アルミニウム、フィロケイ酸塩、立体網状ケイ酸塩、長石、カオリナイト、モンモリロナイト、イオウおよびイオウ酸のうちの1以上を含み、あるいは、これらのうちの1以上である、段落B3～B3．3のいずれか1つの方法。

30

B3．5．核生成コーティング物質中の核生成粒子は、20%、10%、5%、3%、2%、1%、0.5%、0.3%または0.1%未満の重量パーセントを有し、および／または、0.01%、0.03%、0.1%、0.3%、0.5%または1%より大きい重量パーセントを有する、段落B3～B3．4のいずれか1つの方法。

B3．6．核生成粒子は、100 μm、50 μm、20 μm、10 μm、5 μm、2 μm、1 μm、500nm、400 nm、300nm、200nmまたは100nm未満の平均有効径を有し、ならびに／あるいは、100nm、200nm、300nm、400nm、500nmまたは1 μmより大きい平均有効径を有する、段落B3～B3．5のいずれか1つの方法。

B4．氷核生成ゾーンを形成することは、場合によっては、サンディング、グラインディング、切除、研磨、ルーリング、エッチングおよびスティブリングのうちの少なくとも1つにより、表面を仕上げることを含む、段落B1～B3．6のいずれか1つの方法。

40

B5．表面上で氷抵抗ゾーンを形成することをさらに含む、段落B1～B4のいずれか1つの方法。

B5．1．氷抵抗ゾーンを形成することは、氷核生成ゾーンに近接する、場合によっては隣接する、氷抵抗ゾーンを形成することを含む、段落B5の方法。

B5．2．氷核生成ゾーンを形成することは、氷抵抗ゾーンに近接する、場合によっては隣接する、氷核生成ゾーンを形成することを含む、段落B5～B5．1のいずれか1つの方法。

B5．3．氷抵抗ゾーンを形成することは、抵抗コーティング物質で表面をコーティングすることを含む、段落B5～B5．2のいずれか1つの方法。

B5．4．抵抗コーティング物質は、ペイント、シーラント剤、樹脂、エポキシ、トップ

50

コート、ラッカー、ポリマーコーティング、アクリルコーティング、および、ポリウレタンコーティングのうちの少なくとも1つを含む、段落B5～B5.3のいずれか1つの方法。

B5.5. 抵抗コーティング物質は、本質的に、核生成粒子を持たない、段落B5～B5.4のいずれか1つの方法。

B5.6. 抵抗コーティング物質は、核生成粒子の0.1%、0.01%、0.001%または0.0001%未満の重量パーセントを有する、段落B5～B5.5のいずれか1つの方法。

C1. 装置を受動的に除氷する方法は、

装置の表面上の氷核生成ゾーンにおいて氷の特徴を選択的に形成することと、

装置から氷の特徴を除去するための、表面にわたって大気の流れによる剪断力を表面が受けることとを含む。

C2. 装置は、段落A1～A19のいずれか1つである、段落C1の方法。

C3. 受けることは、50km/h、100km/h、200km/h、400km/h、600km/h、800km/h、1,000km/h、1,200km/h、1,500km/hまたは2,000km/hより速い対気速度で装置を動かすこと、および/または、3,000km/h、2,000km/h、1,500km/h、1,200km/h、1,000km/h、800km/h、600km/h、400km/hまたは200km/h未満の対気速度で装置を動かすことを含む、段落C1～C2のいずれか1つの方法。

D1. 装置を受動的に除氷する方法は、

装置の表面上で複数の氷核生成ゾーンおよび複数の氷抵抗ゾーンの配置を決定することと、

配置により、氷の特徴の選択的な形成が可能になり、配置は、氷の特徴が、剪断力、場合によっては大気の流れを受けたときに、装置の除氷を促し、

配置にしたがって、表面上で複数の氷核生成ゾーンおよび複数の氷抵抗ゾーンの位置付けることとを含む方法。

D2. 装置は、段落A1～A19のいずれか1つである、段落D1の方法。

D3. 位置付けることは、段落B1～B5.6のいずれか1つを製造する方法を含む、段落D1～D2のいずれか1つの方法。

D4. 段落C1～C3のいずれか1つの方法による受動除氷装置をさらに含む、段落D1～D3のいずれか1つの方法。

#### 【0058】

ここで使用するように、「適合される」および「構成される」という用語は、所定の機能を実行するように設計および/または意図された、部材、構成要素、または他の主題事項を意味する。したがって、「適合される」および「構成される」という用語は単に、所定の部材、構成要素または他の主題事項が所定の機能を実行「可能」であることを意味すると解釈すべきではなく、機能を実行する目的のために、部材、構成要素、および/または他の主題事項が特に、選択され、生成され、実現され、利用され、プログラミングされ、ならびに/あるいは、設計されることを意味する。また、特定の機能を実行するために適合されたものとして述べた、部材、構成要素、および/または、他の記載した主題事項は、さらにまたは代替的に、その機能を実行するように構成されたものとして説明されてもよく、逆もまた同様である。同様に、特定の機能を実行するように構成されたものとして述べられた主題事項は、さらにまたは代替的に、その機能を実行するように動作可能なものとして説明されてもよい。さらに、ここで使用するように、文脈においてそうではないと明確に示されない限り、単数形である「a」、「an」および「the」は、複数形も含むように意図されている。

#### 【0059】

装置の様々な開示した部材およびここで開示した方法のステップは、本開示にしたがった装置および方法の全てを必要とせず、本開示は、ここで開示した様々な部材およびステップの全ての新規で自明でない組み合わせおよびサブ組み合わせを含む。さらに、ここで開示した様々な部材およびステップのうち1以上は、開示した装置または方法の全体とは分離した、および、全体とは離れた、独立した発明の主題事項を規定することがある。したがって、このような発明の主題事項は、ここで明確に開示する特定の装置および方法

10

20

30

40

50

に關係することを必要とされず、このような発明の主題事項は、ここでは明確に開示されていない、装置および/または方法における有用性を見出すことがある。

【符号の説明】

【 0 0 6 0 】

10	装置	
12	ボディ	
14	曝露表面	
16	翼型	
18	前縁	
20	乗り物	10
22	翼	
26	尾翼	
28	垂直安定板	
30	受動除氷構造	
32	氷核生成ゾーン	
34	氷抵抗ゾーン	
38	コーティング物質	
40	核生成粒子	
42	表面構造	
44	長さ	20
46	幅	
50	気流	
80	製造	
82	1以上の氷核生成ゾーンを形成すること	
84	1以上の氷抵抗ゾーンを形成すること	
100	受動的に除氷する方法	
102	氷の特徴を選択的に形成すること	
104	受けること	
106	配置を決定すること	
108	位置付けること	30

【図1】

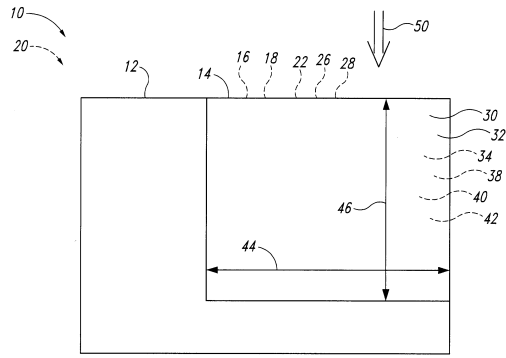


Fig. 1

【図2】

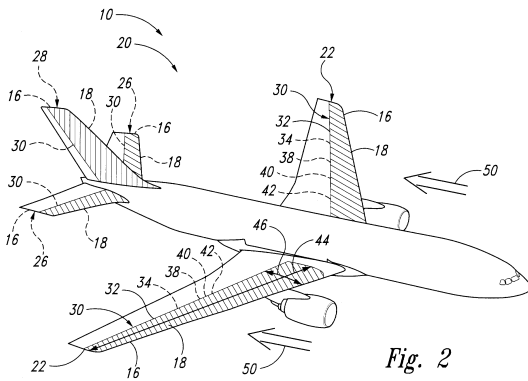


Fig. 2

【図5】

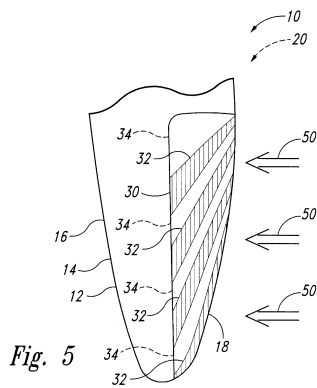


Fig. 5

【図6】

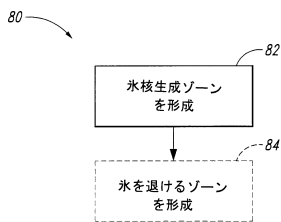


Fig. 6

【図3】

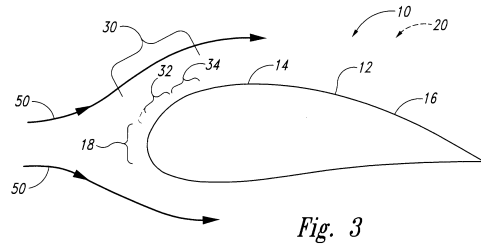


Fig. 3

【図4】

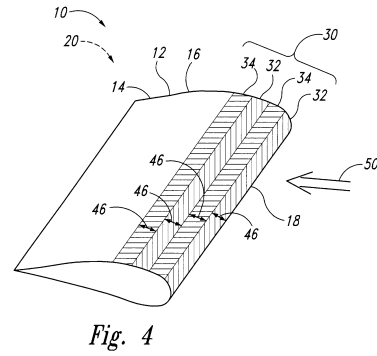


Fig. 4

【図7】

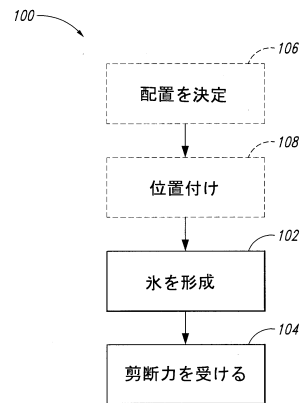


Fig. 7

---

フロントページの続き

- (72)発明者 エリック・デイヴィッド・サパー  
アメリカ合衆国・ワシントン・98124・シアトル・ピーオーボックス・3707・メール・コ  
ード・19 - エルエックス・ザ・ボーイング・カンパニー
- (72)発明者 アンドリュー・エム・ツヴァイク  
アメリカ合衆国・ワシントン・98124・シアトル・ピーオーボックス・3707・メール・コ  
ード・19 - エフシー・ザ・ボーイング・カンパニー

審査官 川村 健一

- (56)参考文献 特開2007-284492(JP,A)  
特開2010-234989(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B64D 15/00 - 15/22