

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-532485

(P2017-532485A)

(43) 公表日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 9/02 (2006.01)	FO1D 9/02 104	3G202
FO1D 5/18 (2006.01)	FO1D 5/18	
FO1D 5/22 (2006.01)	FO1D 9/02 102	
FO1D 25/12 (2006.01)	FO1D 5/22	
FO2C 7/18 (2006.01)	FO1D 25/12 E	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-513252 (P2017-513252)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月8日 (2014.9.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月8日 (2017.5.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/054459
 (87) 国際公開番号 WO2016/039714
 (87) 国際公開日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

(71) 出願人 599078705
 シーメンス エナジー インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 32826-2399
 フロリダ オーランド アラファヤ トレイル 4400
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
 (74) 代理人 100098501
 弁理士 森田 拓
 (74) 代理人 100116403
 弁理士 前川 純一
 (74) 代理人 100135633
 弁理士 二宮 浩康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラットフォームにおいて、前方、弦中央および後方の冷却チャンバを有する冷却されるタービンペーンプラットフォーム

(57) 【要約】

タービン翼（12）内に配置され、タービン翼（12）の内側端壁および外側端壁（18，20）内に配置されたフィルム冷却チャンネル（16）を有し、一般的にタービンエンジンの定常運転中に後方冷却チャンバ（22）によって集まるごみによってフィルム冷却チャンネル（16）内に詰まりが発生することを防止するために後方冷却チャンバ（22）以外から冷却チャンネル（16）へ冷却流体が供給される、冷却システム（10）が開示されている。冷却システム（10）は、1つまたは複数の弦中央冷却チャンネル（24）を有していてもよく、弦中央冷却チャンネルは、弦中央冷却チャンバ（26）から延びており、後方冷却チャンバ（22）を形成する上流壁（32）よりも内側端壁（18）の下流縁（30）により近く配置された出口（28）を有する。したがって、弦中央冷却チャンネルは、後方冷却チャンバ（22）から冷却流体を受け取ることなく後方冷却チャンバ（22）の半径方向外側の内側端壁（18）の面を冷却してもよく、これにより、後方冷却チャンバ（22）におけるごみによる詰まりの可能性を排除する。

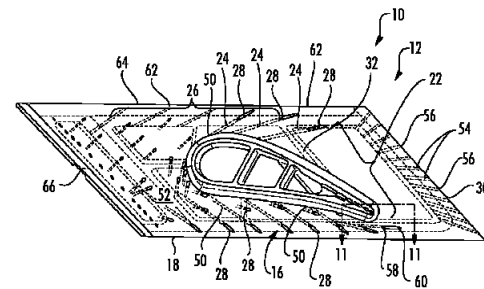


FIG. 10

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービン翼（12）であって、

全体として細長い中空の翼（34）を備え、該翼（34）は、前縁（36）と、後縁（38）と、正圧面（40）と、負圧面（42）と、第1の端部（44）における内側端壁（18）と、前記全体として細長い中空の翼（34）の、前記第1の端部（44）とは略反対側にある第2の端部（46）における外側端壁（20）と、前記細長い中空の翼（34）における少なくとも1つのキャビティ（48）から形成された冷却システム（10）とを有しており、

前記内側端壁（18）は、少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）と、該少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）の上流に配置された少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）とを有しており、

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）は、前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）と、前記内側端壁（18）の下流縁（30）との間に配置されており、

前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）から延びる少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル（24）を備え、該少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル（24）は、前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）における少なくとも1つの入口（50）と、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）を形成する上流壁（32）よりも、前記内側端壁（18）の前記下流縁（30）により近く配置された少なくとも1つの出口（28）とを有しており、これにより、前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル（24）の少なくとも1つの出口（28）を、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）を形成する上流壁（32）の下流に配置しており、

前記全体として細長い中空の翼（34）と交差する前記内側端壁（18）の外面（52）は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）から延びるチャンネルのいかなる出口も備えない孔なしであることを特徴とする、タービン翼（12）。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）から、前記内側端壁（18）の下流縁（30）における少なくとも1つの出口（56）まで延びる、少なくとも1つの後方フィルム冷却チャンネル（54）を備えることをさらに特徴とする、請求項1記載のタービン翼（12）。

【請求項 3】

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）から、前記内側端壁（18）の下流縁（30）における少なくとも1つの出口（56）まで延びる、前記少なくとも1つの後方フィルム冷却チャンネル（54）は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）から延びる複数の後方フィルム冷却チャンネル（54）を含み、該後方フィルム冷却チャンネル（54）はそれぞれ、前記下流縁（30）に出口（56）を有することを特徴とする、請求項2記載のタービン翼（12）。

【請求項 4】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル（24）の前記少なくとも1つの出口（28）は、前記全体として細長い中空の翼（34）と交差する前記内側端壁（18）の外面（52）に配置されていることを特徴とする、請求項1記載のタービン翼（12）。

【請求項 5】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル（24）の前記少なくとも1つの出口（28）は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）の半径方向外側に配置されていることを特徴とする、請求項1記載のタービン翼（12）。

【請求項 6】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンバ（26）から延び、かつ前記全体として細長い中空の翼（34）と交差する前記内側端壁（18）の外面（52）における出口（60）を有する、少なくとも1つの分岐弦中央フィルム冷却チャンネル（58）を備え

ることをさらに特徴とする、請求項 1 記載のタービン翼（12）。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの分岐弦中央フィルム冷却チャネル（58）の前記出口（60）は、前記少なくとも 1 つの後方冷却チャンバ（22）の半径方向外側に配置されていることを特徴とする、請求項 6 記載のタービン翼（12）。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの弦中央フィルム冷却チャネル（24）は、前記全体として細長い中空の翼（34）の前記正圧面（40）の外側において前記内側端壁（18）に配置された少なくとも 1 つの弦中央フィルム冷却チャネル（24）と、前記全体として細長い中空の翼（34）の前記負圧面（42）の外側において前記内側端壁（18）に配置された少なくとも 1 つの弦中央フィルム冷却チャネル（24）とを有することを特徴とする、請求項 1 記載のタービン翼（12）。

【請求項 9】

前記内側端壁（18）の上流縁と下流縁（30）との間に延びる第 1 の結合面に出口を有する複数のフィルム冷却チャネルを備えることをさらに特徴とする、請求項 1 記載のタービン翼（12）。

【請求項 10】

前記外側端壁（20）は、前記少なくとも 1 つの外側端壁冷却チャンバ（72）における入口（70）から、前記全体として細長い中空の翼（34）と交差する前記外側端壁（20）の外面（74）まで延びる複数のフィルム冷却孔（68）を有することを特徴とする、請求項 1 記載のタービン翼（12）。

【請求項 11】

前記外側端壁（20）における前記複数のフィルム冷却孔（68）は、前記外側端壁（20）の下流縁（30）の近くに、かつ前記外側端壁（20）の下流縁（30）の上流に配置された、前記外側端壁（20）の前記外面（74）における下流縁フィルム冷却排出オリフィス（78）の 1 つの列（76）と、前記外側端壁（20）の上流縁（66）の近くに、かつ前記外側端壁（20）の上流縁（66）の下流に配置された、前記外側端壁（20）の前記外面（74）における上流縁フィルム冷却排出オリフィス（82）の 1 つの列（80）と、前記全体として細長い中空の翼（34）の前記前縁（36）と前記外側端壁（20）との交差部（86）の近くに、かつ前記全体として細長い中空の翼（34）の前記前縁（36）と前記外側端壁（20）との交差部（86）の上流に配置された、前記外側端壁（20）の前記外面（74）における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス（84）と、を含むことを特徴とする、請求項 10 記載のタービン翼（12）。

【請求項 12】

前記下流縁フィルム冷却排出オリフィス（78）の前記列（76）は、15 未満の下流縁フィルム冷却排出オリフィス（78）を含み、前記上流縁フィルム冷却排出オリフィス（82）の前記列（80）は、35 未満の上流縁フィルム冷却排出オリフィス（82）を含み、前記複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス（84）は、6 未満の前縁フィルム冷却排出オリフィス（84）を含むことを特徴とする、請求項 11 記載のタービン翼（12）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にタービン翼に関し、より詳細には、タービンエンジンにおいて使用可能な中空のタービン翼のプラットフォームにおける冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、ガスタービンエンジンは、空気を圧縮するための圧縮機と、圧縮空気を燃料と混合し、混合物に点火するための燃焼器と、動力を発生するためのタービンブレードアセンブリとを有する。燃焼器はしばしば、華氏 2500 度を超過し得る高温で作動する。典型

10

20

30

40

50

的なタービン燃焼器構成は、タービンペーンおよびブレードアセンブリを高温に曝す。その結果、タービンペーンおよびブレードは、このような高温に耐えることができる材料から形成されなければならないか、または材料の能力を超える環境において構成部材が生き残ることを可能にするための冷却特徴を有さなければならない。タービンエンジンは、一般的に、シェルから半径方向内方へ延びる固定のタービンペーンの複数の列を有しており、かつロータを回転させるためにロータアセンブリに取り付けられた回転可能なタービンブレードの複数の列を有する。

【0003】

一般的に、タービンペーンは、翼を加熱する高温の燃焼器ガスに曝される。同様に、タービンペーンの端壁は、同じ高温の燃焼器ガスに曝される。図1～図7に示すように、ファウリングは、内側および外側端壁のすぐ外側に冷却空気の保護層を提供するというフィルム冷却孔の能力に否定的に影響することが分かった。特に、後方インピンジメントポケットは、ごみを収集し、後方インピンジメントポケットから外面へ延びるフィルム冷却孔を詰まらせ、閉塞することが分かった。閉塞したフィルム冷却孔は、作動中に大きな熱勾配を形成させ、端壁の寿命を短縮する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

タービンエンジンにおいて使用可能なタービン翼内に配置され、タービン翼の内側および外側端壁内に配置されたフィルム冷却チャンネルを有し、一般的にタービンエンジンの定常運転中に後方冷却チャンバによって集まるごみによってフィルム冷却チャンネル内に詰まりが発生することを防止するために後方冷却チャンバ以外からフィルム冷却チャンネルへ冷却流体が供給される、冷却システムが開示されている。冷却システムは、1つまたは複数の弦中央冷却チャンネルを有していてもよく、弦中央冷却チャンネルは、弦中央冷却チャンバから延びており、後方冷却チャンバを形成する上流壁よりも、内側端壁の下流縁により近く配置された出口を有する。したがって、弦中央冷却チャンネルは、後方冷却チャンバから冷却流体を受け取ることなく、後方冷却チャンバの半径方向外側の内側端壁の面を冷却してもよく、これにより、後方冷却チャンバにおけるごみによる詰まりの可能性を排除する。

【0005】

少なくとも1つの実施の形態では、タービン翼は、前縁と、後縁と、正圧面と、負圧面と、第1の端部における内側端壁と、全体として細長い中空の翼の、第1の端部とは略反対側にある第2の端部における外側端壁と、細長い中空の翼における少なくとも1つのキャビティから形成された冷却システムとを有する、全体として細長い中空の翼から形成されていてもよい。内側端壁は、1つまたは複数の後方冷却チャンバと、後方冷却チャンバの上流に配置された1つまたは複数の弦中央冷却チャンバとを有していてもよい。後方冷却チャンバは、弦中央冷却チャンバと、内側端壁の下流縁との間に配置されていてもよい。冷却システムは、少なくとも1つの弦中央冷却チャンバから延びる弦中央フィルム冷却チャンネルを有していてもよく、少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネルは、少なくとも1つの弦中央冷却チャンバにおける少なくとも1つの入口と、少なくとも1つの後方冷却チャンバを形成する上流壁よりも、内側端壁の下流縁のより近くに配置された少なくとも1つの出口とを有しており、これにより、少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネルの少なくとも1つの出口を、少なくとも1つの後方冷却チャンバを形成する上流壁の下流に配置している。全体として細長い中空の翼と交差する内側端壁の外面は、少なくとも1つの後方冷却チャンバから延びるチャンネルからのいかなる出口もなく孔なしであってもよい。このように、後方冷却チャンバは、詰まりを生じやすい可能性がある、内側端壁の外面に出口を備えるフィルム冷却チャンネルを有さない。

【0006】

冷却システムは、後方冷却チャンバから内側端壁の下流縁における1つまたは複数の出口まで延びる1つまたは複数の後方フィルム冷却チャンネルを有していてもよい。少なくと

も 1 つの実施の形態では、後方冷却チャンバから内側端壁の下流縁における出口まで延びる後方フィルム冷却チャンネルは、後方冷却チャンバから延びる複数の後方フィルム冷却チャンネルを有しており、各後方フィルム冷却チャンネルは、下流縁に出口を有する。

【0007】

弦中央フィルム冷却チャンネルの出口は、全体として細長い中空の翼と交差する内側端壁の外面に配置されていてもよい。弦中央フィルム冷却チャンネルの出口は、少なくとも 1 つの後方冷却チャンバの半径方向外側に配置されていてもよい。1 つまたは複数の分岐弦中央フィルム冷却チャンネルは、弦中央フィルム冷却チャンバから延びていてもよく、全体として細長い中空の翼と交差する内側端壁の外面に出口を有していてもよい。分岐弦中央フィルム冷却チャンネルの出口は、後方冷却チャンバの半径方向外側に配置されていてもよい。

10

【0008】

少なくとも 1 つの実施の形態では、弦中央フィルム冷却チャンネルは、全体として細長い中空の翼の正圧面の外方において内側端壁に配置された 1 つまたは複数の弦中央フィルム冷却チャンネルと、全体として細長い中空の翼の負圧面の外方において内側端壁に配置された 1 つまたは複数の弦中央フィルム冷却チャンネルとを有する。複数のフィルム冷却チャンネルは、内側端壁の上流縁と下流縁との間に延びる第 1 の結合面に出口を有していてもよい。

【0009】

外側端壁は、1 つまたは複数の外側端壁冷却チャンバにおける入口から、全体として細長い中空の翼と交差する外側端壁の外面まで延びる、複数のフィルム冷却孔を有していてもよい。外側端壁における複数のフィルム冷却孔は、外側端壁の下流縁の近くに、かつ外側端壁の下流縁の上流に配置された、外側端壁の外面における下流縁フィルム冷却排出オリフィスの 1 つの列と、外側端壁の上流縁の近くに、かつ外側端壁の上流縁の下流に配置された、外側端壁の外面における上流縁フィルム冷却排出オリフィスの 1 つの列と、全体として細長い中空の翼の前縁と外側端壁との交差部の近くに、かつ全体として細長い中空の翼の前縁と外側端壁との交差部の上流に配置された、外側端壁の外面における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィスと、を備えてもよい。少なくとも 1 つの実施の形態では、下流縁フィルム冷却排出オリフィスの列は、15 未満の下流縁フィルム冷却排出オリフィスを含んでもよく、上流縁フィルム冷却排出オリフィスの列は、35 未満の上流縁フィルム冷却排出オリフィスを含んでもよく、複数の前縁フィルム冷却排出オリフィスは、6 未満の前縁フィルム冷却排出オリフィスを含んでもよい。

20

30

【0010】

使用中、冷却流体は、圧縮機またはその他の冷却流体源から、内側端壁内の弦中央冷却チャンバへ供給されてもよい。次いで、冷却流体は、弦中央冷却チャンネルの入口内へ通過し、弦中央冷却チャンネルを通して流れてもよく、冷却流体は、内側端壁の外面における出口を通じて排出される。冷却流体は、分岐弦中央冷却チャンネルを通して出口を通じて排出されてもよく、これにより、後方冷却チャンバの近くの内側端壁の面をさらに冷却する。弦中央冷却チャンバからの冷却流体は、第 1 の結合面における出口から排出されてもよい。冷却流体は、後方冷却チャンバへ供給されてもよく、内側端壁の下流縁における出口を備える後方冷却チャンネルを通して排出されてもよい。

40

【0011】

冷却流体は、圧縮機またはその他の冷却流体源から、外側端壁内の外側端壁冷却チャンバへ供給されてもよい。冷却流体は、1 つまたは複数の外側端壁冷却チャンバにおける入口から、全体として細長い中空の翼と交差する外側端壁の外面まで延びる複数のフィルム冷却孔のうちの 1 つまたは複数を通じて排出されてもよい。特に、冷却流体は、外側端壁の外面における下流縁フィルム冷却排出オリフィスの列と、外側端壁の外面における上流縁フィルム冷却排出オリフィスの列と、外側端壁の外面における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィスとを通して流れてもよい。冷却流体は、下流縁フィルム冷却排出オリフィスと、上流縁フィルム冷却排出オリフィスと、前縁フィルム冷却排出オリフィスと、正圧

50

面外側端壁冷却オリフィスと、負圧面外側端壁冷却オリフィスとから排出されてもよく、これにより、外側端壁の外面に沿って冷却流体のフィルムを形成する。

【0012】

冷却システムの利点は、冷却システムが、後方冷却チャンバから延びる冷却チャネルを使用することなく後方冷却チャンバの半径方向外側にフィルム冷却空気を提供し、これにより、後方冷却チャンバにおけるごみによる詰まりの可能性を排除するということである。

【0013】

冷却システムの別の利点は、図10および図14に示すように、内側端壁および外側端壁におけるフィルム冷却出口の総数が、図9および図13に示すようにほとんどの従来のシステムよりも少なく、これが製造コストを削減するということである。

10

【0014】

冷却システムのさらに別の利点は、内側端壁および外側端壁におけるフィルム冷却出口の直径が従来の出口よりも大きく、これにより、ごみにより形成される詰まりの可能性を低減し、依然として同じまたは大きな体積の冷却流体を提供しながら冷却孔の数が減少させられることを可能にし、これにより、製造コストを削減し、冷却流体フィルムカバー範囲を改善するということである。

【0015】

これらの実施の形態およびその他の実施の形態を、以下でさらに詳細に説明する。

【0016】

明細書の一部に組み込まれ、明細書の一部を形成する添付の図面は、ここに開示される発明の実施の形態を例示しており、詳細な説明と共に発明の原理を開示する。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】従来のタービン翼の正圧面の透視図である。

【図2】閉塞されたフィルム冷却孔を備える問題の領域が識別された、2つの翼の端壁の平面図である。

【図3】閉塞されたフィルム冷却孔を備える問題の領域が識別された、翼および端壁の部分的な透視図である。

【図4】閉塞されたフィルム冷却孔および損傷された結合面を備える問題の領域が識別された、翼および端壁の部分的な透視図である。

30

【図5】閉塞されたフィルム冷却孔を備える問題の領域を備える、翼および端壁の別の部分的な透視図である。

【図6】フィルム冷却孔を閉塞したごみが配置された端壁におけるインピンジメント冷却チャンバの破断図である。

【図7】フィルム冷却孔を閉塞したごみが配置された端壁におけるインピンジメント冷却チャンバの別の破断図である。

【図8】冷却システムの特徴を有するタービン翼の正圧面の透視図である。

【図9】図1における断面線9-9に沿った、従来の翼の内側シュラウドの断面図である。

40

【図10】図8における断面線10-10における、冷却システムの特徴を有する内側端壁の断面図である。

【図11】図10における断面線11-11における、冷却システムの特徴を有する内側端壁の詳細な断面図である。

【図12】冷却システムの特徴を有する内側端壁の別の詳細な断面図である。

【図13】図1における断面線13-13に沿った、従来の翼の外側シュラウドの断面図である。

【図14】図8における断面線14-14における、冷却システムの特徴を有する外側端壁の断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0018】

図8、図10～図12および図14に示すように、タービンエンジンにおいて使用可能なタービン翼12内に配置され、タービン翼12の内側端壁および外側端壁18、20内に配置されたフィルム冷却チャンネル16を有し、一般的にタービンエンジンの定常運転中に後方冷却チャンバ22によって集まるごみによってフィルム冷却チャンネル16内に詰まりが発生することを防止するために後方冷却チャンバ22以外からフィルム冷却チャンネル16へ冷却流体が供給される、冷却システム10が開示されている。冷却システム10は、1つまたは複数の弦中央冷却チャンネル24を有していてもよい。弦中央冷却チャンネル24は、弦中央冷却チャンバ26から延びており、後方冷却チャンバ22を形成する上流壁32よりも、内側端壁18の下流縁30により近く配置された出口28を有する。したがって、弦中央冷却チャンネル24は、後方冷却チャンバ22から冷却流体を受け取ることなく後方冷却チャンバ22の半径方向外側の内側端壁18の面を冷却してもよく、これにより、後方冷却チャンバ22におけるごみによる詰まりの可能性を排除する。

10

【0019】

少なくとも1つの実施の形態では、タービン翼12は、前縁36と、後縁38と、正圧面 (pressure side) 40と、負圧面 (suction side) 42と、第1の端部44における内側端壁18と、全体として細長い (generally elongated) 中空の翼34の、第1の端部44とは略反対側にある第2の端部46における外側端壁20と、細長い中空の翼34における少なくとも1つのキャビティ48から形成された冷却システム10とを有する、全体として細長い中空の翼34から形成されていてもよい。内側端壁18は、1つまたは複数の後方冷却チャンバ22と、後方冷却チャンバ22の上流に配置された1つまたは複数の弦中央冷却チャンバ26とを有していてもよい。後方冷却チャンバ22は、弦中央冷却チャンバ26と、内側端壁18の下流縁30との間に配置されていてもよい。弦中央フィルム冷却チャンネル24は、1つまたは複数の弦中央冷却チャンバ26から延びていてもよい。弦中央フィルム冷却チャンネル24は、弦中央冷却チャンバ26における1つまたは複数の入口50と、後方冷却チャンバ22を形成する上流壁32よりも、内側端壁18の下流縁30により近く配置された出口28とを有していてもよく、これにより、弦中央フィルム冷却チャンネル24の出口28を、後方冷却チャンバ22を形成する上流壁32の下流に配置している。全体として細長い中空の翼34と交差する、内側端壁18の外面52は、後方冷却チャンバ22から延びるチャンネルからのいかなる出口もなく孔なしであってもよい。特に、冷却システム10は、後方冷却チャンバ22における入口および外面52における出口には冷却チャンネルを有していない。

20

30

【0020】

冷却システム10は、後方冷却チャンバ22から内側端壁18の下流縁30における1つまたは複数の出口56まで延びる1つまたは複数の後方フィルム冷却チャンネル54を有していてもよい。少なくとも1つの実施の形態では、冷却システム10は、後方冷却チャンバ22から延びる複数の後方フィルム冷却チャンネル54を有していてもよく、それぞれの後方フィルム冷却チャンネル54は、下流縁30に出口56を有していてもよい。弦中央フィルム冷却チャンネル24の出口28は、全体として細長い中空の翼34と交差する内側端壁18の外面52に配置されていてもよい。弦中央フィルム冷却チャンネル24の出口28は、後方冷却チャンバ22の半径方向外側に配置されていてもよい。1つまたは複数の分岐弦中央フィルム冷却チャンネル58は、弦中央フィルム冷却チャンバ26から延びていてもよく、全体として細長い中空の翼34と交差する内側端壁18の外面52に出口60を有する。分岐弦中央フィルム冷却チャンネル58の出口60は、後方冷却チャンバ22の半径方向外側に配置されていてもよい。

40

【0021】

図10～図12に示すように、冷却システム10は、全体として細長い中空の翼34の正圧面40の外方において内側端壁18に配置された1つまたは複数の弦中央フィルム冷却チャンネル24と、全体として細長い中空の翼34の負圧面42の外方において内側端壁18に配置された1つまたは複数の弦中央フィルム冷却チャンネル24とを有していてもよ

50

い。別の実施の形態では、冷却システム 10 は、全体として細長い中空の翼 34 の正圧面 40 の外方において内側端壁 18 に配置された複数の弦中央フィルム冷却チャンネル 24 と、全体として細長い中空の翼 34 の負圧面 42 の外方において内側端壁 18 に配置された複数の弦中央フィルム冷却チャンネル 24 とを有していてもよい。冷却システム 10 は、内側端壁 18 の上流縁 66 と下流縁 30 との間に延びる第 1 の結合面 64 に出口 62 を有する複数のフィルム冷却チャンネルを有していてもよい。少なくとも 1 つの実施の形態では、第 1 の結合面 64 は、全体として細長い中空の翼 34 の負圧面 42 にあってもよい。

【0022】

図 14 に示すように、外側端壁 20 は、冷却システム 10 の複数の部分を備えてもよい。特に、外側端壁 20 は、1 つまたは複数の外側端壁冷却チャンバ 72 における入口 70 から、全体として細長い中空の翼 34 と交差する外側端壁 20 の外面 74 まで延びる、複数のフィルム冷却孔 68 を有していてもよい。外側端壁 20 における複数のフィルム冷却孔 68 は、外側端壁 20 の下流縁 30 の近くに、かつ外側端壁 20 の下流縁 30 の上流に配置された、外側端壁 20 の外面 74 における下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 の 1 つの列 76 と、外側端壁 20 の上流縁 66 の近くに、かつ外側端壁 20 の上流縁 66 の下流に配置された、外側端壁 20 の外面 74 における上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 の 1 つの列 80 と、全体として細長い中空の翼 34 の前縁 36 と外側端壁 20 との交差部 86 の近くに、かつ全体として細長い中空の翼 34 の前縁 36 と外側端壁 20 との交差部 86 の上流に配置された、外側端壁 20 の外面 74 における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 と、を含んでもよい。少なくとも 1 つの実施の形態では、下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 の列 76 は、1.5 未満の下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 を有していてもよい。少なくとも 1 つの実施の形態では、下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 の列 76 は、1.0 以下の下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 を有していてもよい。下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 は、約 1 ミリメートル～約 1.5 ミリメートルの直径を有していてもよい。

【0023】

外側端壁 20 の外面 74 における上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 の列 80 は、外面 74 において 3.5 未満の上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 を有していてもよい。別の実施の形態では、外側端壁 20 の外面 74 における上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 の列 80 は、外面 74 において 3.2 未満の上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 を有していてもよい。上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 は、0.5 ミリメートル～1.0 ミリメートルの直径を有していてもよい。

【0024】

少なくとも 1 つの実施の形態では、外側端壁 20 の外面 74 における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 は、1.0 以下の前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 を有していてもよい。別の実施の形態では、外側端壁 20 の外面 74 における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 は、6 未満の前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 を有していてもよい。前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 は、0.5 ミリメートル～1.0 ミリメートルの直径を有していてもよい。下流縁フィルム冷却排出オリフィス 78 の列 76、上流縁フィルム冷却排出オリフィス 82 の列 80 および前縁フィルム冷却排出オリフィス 84 以外の、外側端壁 20 の部分におけるフィルム冷却孔 68 は、約 1.5 ミリメートル～約 2.5 ミリメートルの直径を有していてもよい。外側端壁 20 における複数のフィルム冷却孔 68 は、複数の正圧面外側端壁冷却オリフィス 88 および複数の負圧面外側端壁冷却オリフィス 90 を有していてもよい。

【0025】

使用中、冷却流体は、圧縮機またはその他の冷却流体源から、内側端壁 18 内の弦中央冷却チャンバ 26 へ供給されてもよい。次いで、冷却流体は、弦中央冷却チャンネル 24 の入口 50 内へ通過し、弦中央冷却チャンネル 24 を通って流れてもよく、冷却流体は、内側端壁 18 の外面 52 における出口 28 を通じて排出される。冷却流体は、分岐弦中央冷却チャンネル 58 を通って出口を通じて排出されてもよく、これにより、後方冷却チャンバ 2

10

20

30

40

50

2の近くの内側端壁18の面をさらに冷却する。弦中央冷却チャンバ26からの冷却流体は、第1の結合面64における出口62から排出されてもよい。冷却流体は、後方冷却チャンバ22へ供給されてもよく、内側端壁18の下流縁30における出口56を備える後方冷却チャンネル54を通して排出されてもよい。

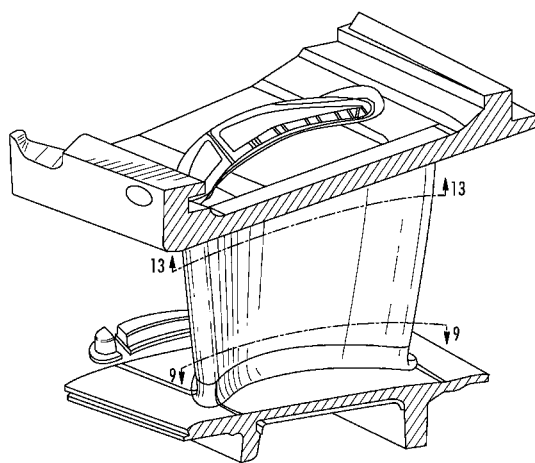
【0026】

冷却流体は、圧縮機またはその他の冷却流体源から、外側端壁20内の外側端壁冷却チャンバ72へ供給されてもよい。冷却流体は、1つまたは複数の外側端壁冷却チャンバ72における入口70から、全体として細長い中空の翼34と交差する外側端壁20の外面74まで延びる、複数のフィルム冷却孔68のうちの1つまたは複数を通して排出されてもよい。特に、冷却流体は、外側端壁20の外面74における下流縁フィルム冷却排出オリフィス78の列76と、外側端壁20の外面74における上流縁フィルム冷却排出オリフィス82の列80と、外側端壁20の外面74における複数の前縁フィルム冷却排出オリフィス84とを通して流れてもよい。冷却流体は、下流縁フィルム冷却排出オリフィス78と、上流縁フィルム冷却排出オリフィス82と、前縁フィルム冷却排出オリフィス84と、正圧面外側端壁冷却オリフィス88と、負圧面外側端壁冷却オリフィス90とから排出されてもよく、これにより、外側端壁20の外面74に沿って冷却流体のフィルムを形成する。

【0027】

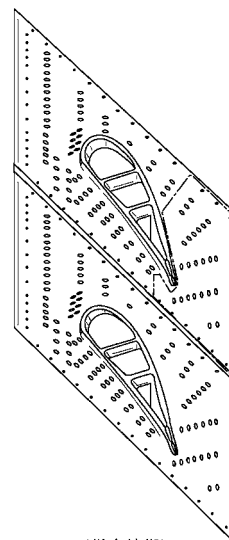
上記説明は、本発明を例示、説明および記述するという目的で提供されている。これらの実施の形態に対する変更および適応は、当業者に明らかになるであろうし、本発明の範囲または思想から逸脱することなく成し得るものである。

【図1】



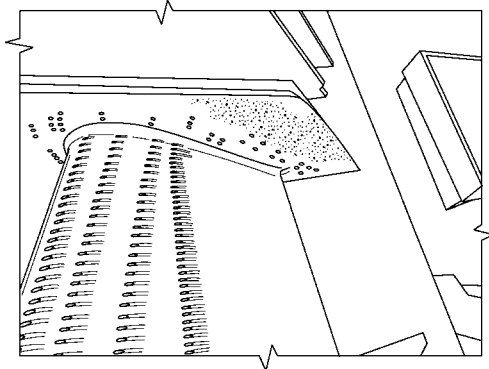
(従来技術)

【図2】



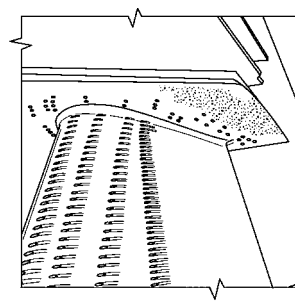
(従来技術)

【図 3】



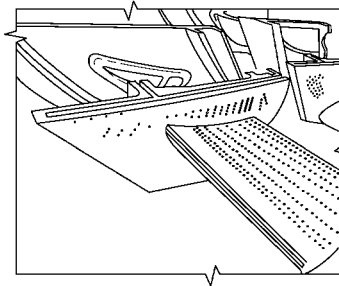
(従来技術)

【図 5】



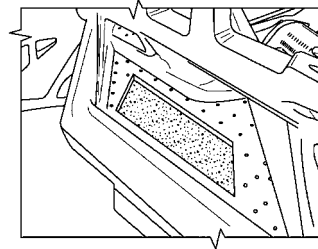
(従来技術)

【図 4】



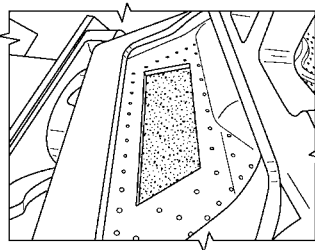
(従来技術)

【図 6】



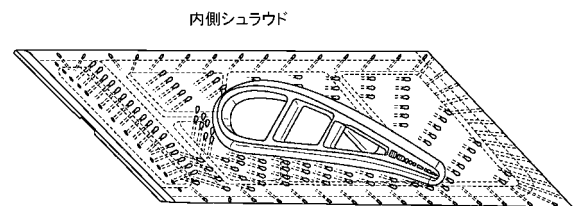
(従来技術)

【図 7】



(従来技術)

【図 9】



(従来技術)

【図 8】

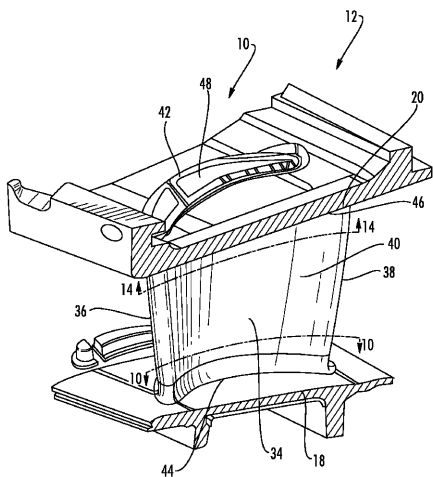


FIG. 8

【図 10】

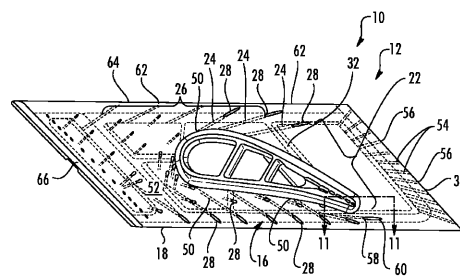


FIG. 10

【図 1 1】

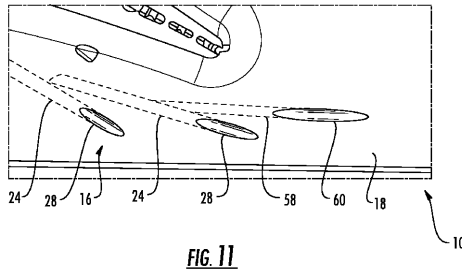


FIG. 11

【図 1 2】

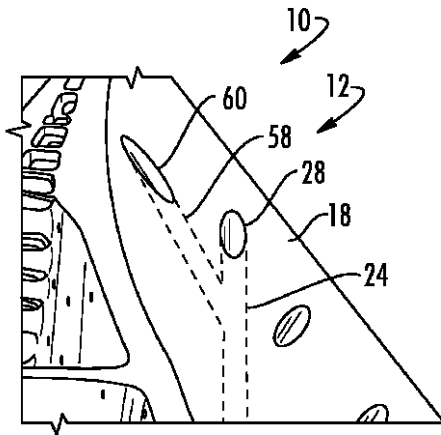
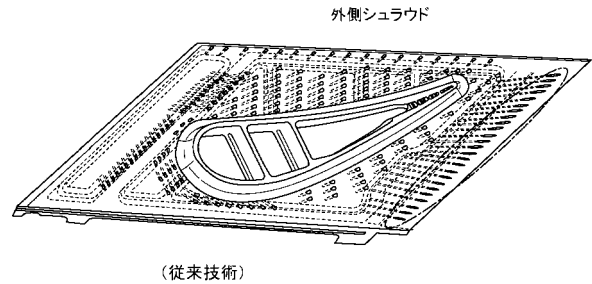


FIG. 12

【図 1 3】



【図 1 4】

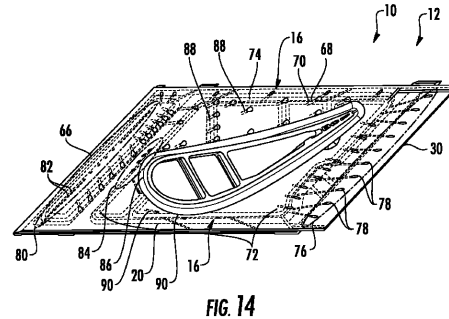


FIG. 14

【手続補正書】

【提出日】平成29年5月8日(2017.5.8)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービン翼（12）であって、

全体として細長い中空の翼（34）を備え、該翼（34）は、前縁（36）と、後縁（38）と、正圧面（40）と、負圧面（42）と、第1の端部（44）における内側端壁（18）と、前記全体として細長い中空の翼（34）の、前記第1の端部（44）とは略反対側にある第2の端部（46）における外側端壁（20）と、前記細長い中空の翼（34）における少なくとも1つのキャビティ（48）から形成された冷却システム（10）とを有しており、

前記内側端壁（18）は、少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）と、該少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）の上流に配置された少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）とを有しており、

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）は、前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）と、前記内側端壁（18）の下流縁（30）との間に配置されており、

前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）から延びる少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャネル（24）を備え、該少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャネル（24）は、前記少なくとも1つの弦中央冷却チャンバ（26）における少なくとも1つの入口（50）と、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ（22）を形成する上流壁（

32)よりも、前記内側端壁(18)の前記下流縁(30)により近く配置された少なくとも1つの出口(28)とを有しており、これにより、前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)の少なくとも1つの出口(28)を、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)を形成する上流壁(32)の下流に配置しており、

前記全体として細長い中空の翼(34)と交差する前記内側端壁(18)の外面(52)は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)から延びるチャンネルのいかなる出口も備えない孔なしであることを特徴とする、タービン翼(12)。

【請求項2】

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)から、前記内側端壁(18)の下流縁(30)における少なくとも1つの出口(56)まで延びる、少なくとも1つの後方フィルム冷却チャンネル(54)を備えることをさらに特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項3】

前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)から、前記内側端壁(18)の下流縁(30)における少なくとも1つの出口(56)まで延びる、前記少なくとも1つの後方フィルム冷却チャンネル(54)は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)から延びる複数の後方フィルム冷却チャンネル(54)を含み、該後方フィルム冷却チャンネル(54)はそれぞれ、前記下流縁(30)に出口(56)を有することを特徴とする、請求項2記載のタービン翼(12)。

【請求項4】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)の前記少なくとも1つの出口(28)は、前記全体として細長い中空の翼(34)と交差する前記内側端壁(18)の外面(52)に配置されていることを特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項5】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)の前記少なくとも1つの出口(28)は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)の半径方向外側に配置されていることを特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項6】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンバ(26)から延び、かつ前記全体として細長い中空の翼(34)と交差する前記内側端壁(18)の外面(52)における出口(60)を有する、少なくとも1つの分岐弦中央フィルム冷却チャンネル(58)を備えることをさらに特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項7】

前記少なくとも1つの分岐弦中央フィルム冷却チャンネル(58)の前記出口(60)は、前記少なくとも1つの後方冷却チャンバ(22)の半径方向外側に配置されていることを特徴とする、請求項6記載のタービン翼(12)。

【請求項8】

前記少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)は、前記全体として細長い中空の翼(34)の前記正圧面(40)の外側において前記内側端壁(18)に配置された少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)と、前記全体として細長い中空の翼(34)の前記負圧面(42)の外側において前記内側端壁(18)に配置された少なくとも1つの弦中央フィルム冷却チャンネル(24)とを有することを特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項9】

前記内側端壁(18)の上流縁と下流縁(30)との間に延びる第1の結合面に出口を有する複数のフィルム冷却チャンネルを備えることをさらに特徴とする、請求項1記載のタービン翼(12)。

【請求項10】

前記外側端壁(20)は、前記少なくとも1つの外側端壁冷却チャンバ(72)におけ

る入口（７０）から、前記全体として細長い中空の翼（３４）と交差する前記外側端壁（２０）の外面（７４）まで延びる複数のフィルム冷却孔（６８）を有することを特徴とする、請求項１記載のタービン翼（１２）。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/054459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01D5/18 F01D25/12 F01D9/04
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 94/17285 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 4 August 1994 (1994-08-04) figure 4	1-12
A	DE 10 2006 004437 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 30 November 2006 (2006-11-30) figure 11	1-12
A	EP 0 894 946 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 3 February 1999 (1999-02-03) figure 3	1-12
A	JP H09 280002 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 28 October 1997 (1997-10-28) figure 2	1-12
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October 2014

Date of mailing of the international search report

05/12/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klados, Iason

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/054459

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/232660 A1 (LIANG GEORGE [US]) 17 September 2009 (2009-09-17) figure 9	1-12
A	----- EP 0 937 863 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 25 August 1999 (1999-08-25) figure 1(a)	1-12
A	----- EP 2 610 437 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 3 July 2013 (2013-07-03) figure 6	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/054459

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9417285	A1	04-08-1994	DE 69403444 D1 03-07-1997 DE 69403444 T2 22-01-1998 EP 0680547 A1 08-11-1995 JP 3531873 B2 31-05-2004 JP H08505921 A 25-06-1996 US 5344283 A 06-09-1994 WO 9417285 A1 04-08-1994
DE 102006004437	A1	30-11-2006	CN 1869409 A 29-11-2006 DE 102006004437 A1 30-11-2006 JP 4302109 B2 22-07-2009 JP 4885200 B2 29-02-2012 JP 2006329183 A 07-12-2006 JP 2009047177 A 05-03-2009 US 2006269409 A1 30-11-2006
EP 0894946	A1	03-02-1999	CA 2250169 A1 06-08-1998 DE 69821687 D1 25-03-2004 DE 69821687 T2 02-12-2004 EP 0894946 A1 03-02-1999 JP 3316405 B2 19-08-2002 JP H10220203 A 18-08-1998 US 6036436 A 14-03-2000 WO 9834013 A1 06-08-1998
JP H09280002	A	28-10-1997	JP 3426841 B2 14-07-2003 JP H09280002 A 28-10-1997
US 2009232660	A1	17-09-2009	NONE
EP 0937863	A2	25-08-1999	CA 2262064 A1 23-08-1999 EP 0937863 A2 25-08-1999 US 6196799 B1 06-03-2001
EP 2610437	A2	03-07-2013	CN 103184894 A 03-07-2013 EP 2610437 A2 03-07-2013 JP 2013139795 A 18-07-2013 RU 2012158287 A 10-07-2014 US 2013171003 A1 04-07-2013

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F 0 2 C 7/18 A

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 グム サラム アザド

アメリカ合衆国 フロリダ オヴィエド レイク グレググ コーヴ 548

(72)発明者 チンーパン リー

アメリカ合衆国 オハイオ シンシナティ カマーゴ パインズ レーン 12

(72)発明者 アラン エイ. スリフト

アメリカ合衆国 ノースカロライナ シャーロット ハイランド メドウ ロード 13902

(72)発明者 ダニエル ジョー

アメリカ合衆国 フロリダ オヴィエド アッシュトン テラス 2880

(72)発明者 ヨハン ケイ. ウェスティン

アメリカ合衆国 フロリダ オーランド テラス スプリング ドライブ 754

(72)発明者 ケイレブ マイアーズ

アメリカ合衆国 オハイオ シンシナティ マーリントン アベニュー 2636

Fターム(参考) 3G202 CA07 CB01 DA03 GA08 GB01 JJ06 JJ08 JJ09 JJ17 JJ19

JJ21