

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 11 日(11.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/196634 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/38 (2006.01) *F04D 29/02* (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/065104
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 6 日(06.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-119563 2013 年 6 月 6 日(06.06.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番
1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大寺 一生(OTERA, Issei); 〒1358710 東京
都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I
内 Tokyo (JP). 森 信儀(MORI, Nobuyoshi); 〒
1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株
式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 馬場 正信(BABA,
Masanobu); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1
番 1 号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 田中 勇
太(TANAKA, Yuta); 〒1358710 東京都江東区豊洲

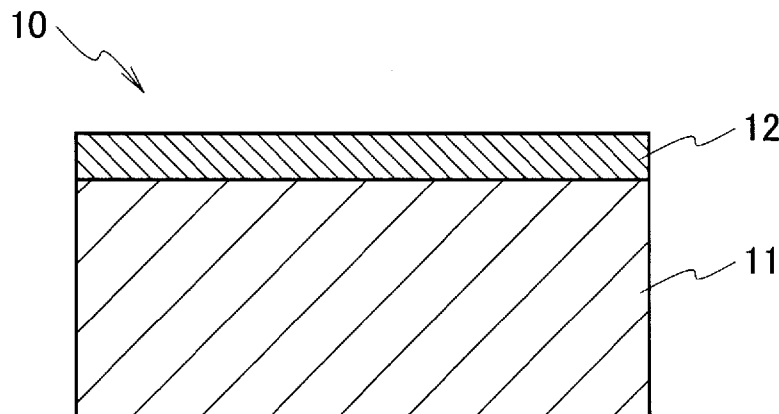
三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
柿沼 和彦(KAKINUMA, Kazuhiko); 〒1358710 東
京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H
I 内 Tokyo (JP). 荒木 隆人(ARAKI, Takahito); 〒
1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株
式会社 I H I 内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et
al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号
虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: AIRCRAFT JET ENGINE COMPRESSOR BLADE AND METHOD FOR PROCESSING SURFACE THEREOF

(54) 発明の名称: 航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法



(57) Abstract: A compressor blade for an aircraft jet engine, with which the deposition of sand during operation in desert areas is prevented, and for which an amorphous layer coating is formed on the blade surface. The amorphous layer includes at least one component from TiAlSiN, TiAlCrN, AlCrSiN, AlTiSiN, TiCN, and DLC, and preferably includes AlTiSiN. Furthermore, the blade surface is formed with a prescribed surface roughness, and a coating can be formed thereupon, with the surface roughness preferably less than 0.1 Ra.

(57) 要約: 航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレードであって、砂漠地帯で運用される場合に砂の堆積を防止するものであって、ブレードの表面にアモルファス層によるコーティングが形成される。アモルファス層は、TiAlSiN、TiAlCrN、AlCrSiN、AlTiSiN、TiCN、DLCの少なくとも一つを含み、AlTiSiNを含むことが好ましい。また、前記ブレードの表面に所定の表面粗さが形成し、さらにその上にコーティングを形成することができ、前記表面粗さは0.1 Raより小さいことが好ましい。



WO 2014/196634 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法に関し、特に砂の堆積を防止するような航空機ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法に関する。

背景技術

[0002] 航空機用ジェットエンジンには、吸気口から排気口に向かう軸に沿って圧縮機、燃焼室、タービンが順に設けられ、このうち圧縮機はさらに低圧圧縮機、中圧圧縮機、高圧圧縮機から構成されている。

[0003] これら圧縮機においては、軸流圧縮機を構成するために金属により形成されたブレードが備えられている。従来、ブレードには、裸の金属が使用され、金属表面に処理はなされていなかった。

[0004] これらのブレードは、高圧の空気をさらに圧縮するものであるので、ブレードの表面に空気中の微粒子が堆積しやすいという性質がある。このような微粒子の堆積は、特に高圧圧縮機において顕著である。

[0005] 例えば、航空機が砂漠地帯で運用される場合には、空気中に大量の砂が含まれるため、高圧圧縮機のブレードへの砂の堆積が見られる。砂の堆積により高圧圧縮機のブレードの形状が変化して空力性能が劣化し、ひいてはジェットエンジンの燃費に悪影響を与えることがあった。ここで、砂漠地帯の砂は、硫酸カルシウム（ CaSO_4 ）を含むことが知られている。

[0006] このような高圧圧縮機のブレードに堆積した砂の層は高密度に押し固められ、強固にブレード表面に固着しており、ジェットエンジンの吸気口から水を散布することでは除去できなかった。砂の堆積を除去するためには、ジェットエンジンを分解してブレードごとに洗浄する必要があった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2010-90892号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] このため、航空機を砂漠地帯で運用する場合、高圧圧縮機のブレードに砂が堆積して空力性能が劣化し、航空機用ジェットエンジンの燃費に悪影響を与えていた。堆積物には基材の硫化腐食を引き起こすカルシウム（Ca）、硫黄（S）成分が多く含まれていた。また、砂が堆積した高圧圧縮機のブレードを洗浄するためにジェットエンジンを分解する必要があり、保守に要する負担が大きかった。

[0009] 本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、砂漠地帯で運用される場合に砂の堆積を防止するような航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本願に係るブレードは、航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレードであって、ブレードの表面にアモルファス層によるコーティングが形成されたものである。前記アモルファス層は、TiAlSiN、TiAlCrN、AlCrSiN、AlTiSiN、TiCN、DLCの少なくとも一つを含むことが好ましい。前記アモルファス層は、AlTiSiNを含むことが好ましい。前記アモルファス層の $\left[\left(\text{強度} \right)^3 / \left(\text{弾性率} \right)^2 \right]$ は、20以上であることが好ましく、40以上であることがさらに好ましい。前記ブレードの表面が所定の表面粗さに形成され、さらにその上にコーティングが形成されることが好ましい。前記所定の表面粗さは、空力性能を悪化させない粗さであることが好ましい。前記表面粗さは0.1Ra以下であることが好ましい。前記圧縮機は、高圧圧縮機であることが好ましい。

[0011] 本願に係る方法は、航空機用ジェットエンジンの圧縮機に備えられるブレードを製造する方法であって、このブレードの表面にアモルファス層による

コーティングを形成するステップを含むものである。

発明の効果

[0012] 本発明によると、航空機用ジェットエンジンのブレードへの砂の堆積を防止し、高圧圧縮機の空力性能の劣化を防止し、ひいてはジェットエンジンの性能を確保することができる。また、航空機用ジェットエンジンのブレードへの砂の堆積を防止することにより、高圧圧縮機を含むジェットエンジンの保守のための負担を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]表面処理されたブレードの拡大断面図である。

[図2]航空機用ジェットエンジンの構造を示す図である。

[図3]ブレードにコーティングを形成する成膜装置を示す図である。

[図4]表面処理されたブレードの断面を示す顕微鏡像である。

[図5]バーナーリグ装置を用いた試験の様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明に係る航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレード及びその表面処理方法の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0015] 図1は、航空機用ジェットエンジンの高圧圧縮機のブレードの拡大断面図であり、ブレード10の一部の断面を拡大して示すものである。なお、この図はブレード10の表面処理を説明するためのものであり、図中のスケールは実際のブレード10に対応するものではない。

[0016] ブレード10は、基材11の表面にアモルファス層による被膜、すなわちコーティング12が形成されている。基材11には、例えばチタン合金が用いられる。コーティング12には、TiAlSiN、TiAlCrN、AlCrSiN、AlTiSiN、TiCN、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）の少なくとも一つを含むアモルファス層が基材11上に形成される。このコーティング12は、AlTiSiNを含むことが好ましい。コーティング12は、例えば1～50μm、好ましくは2～20μmの厚さに形成されることが好ましい。

[0017] 図2は、このようなブレード10が備えられる航空機用のジェットエンジン20の構成を示す図である。ジェットエンジン20には、吸気口から排気口に向きに回転軸に沿って、ファン21、低圧圧縮機22、中圧圧縮機23、高圧圧縮機24、燃焼室25、タービン26が備えられている。ブレード10は、これらのうち高圧圧縮機24に備えられる。

[0018] なお、本実施の形態のブレードは、航空機用ジェットエンジンの圧縮機であれば適用することができ、高圧圧縮機24のブレードに限定されない。例えば、低圧圧縮機22や中圧圧縮機23のブレードに適用することもできる。

[0019] 図3は、ブレード10にコーティングを形成する成膜装置を示す図である。成膜装置30は、チャンバ31内に基材11を格納し、この基材11の表面に蒸着等の物理気相成長法(PVD)によりアモルファス層によるコーティングを形成する。

[0020] 図中の成膜装置30は、チャンバ31内のテーブル32で基材11を支持し、テーブル32を回転軸33により所定速度で回転させている。チャンバ31の内壁には複数の蒸発源34が設けられ、コーティングを形成するための蒸着材料が気化されている。

[0021] 蒸発源34には蒸発源電源35から電源が供給され、また、基材11にはバイアス源36によりバイアス電圧が供給されている。さらに、チャンバ31には吸気口37からガスが供給されるとともに、真空ポンプ38により排気され、チャンバ31内は所定の雰囲気中に保たれている。

[0022] このような成膜装置30のチャンバ31内に格納された基材11は、所定時間にわたって蒸着材料を蒸着されることにより、表面にアモルファス層によるコーティングが形成される。アモルファス層の性質は、堆積速度、成膜速度等によって調整することができる。例えば、基材11上に形成されるコーティングが結晶化することなくアモルファス化するように高速で堆積することができる。

[0023] 図4は、コーティング12が形成されたブレード10の顕微鏡像を示す図

である。この顕微鏡像は、 AlTiSiN 系の材料を蒸着した場合に基材11の表面に形成されるコーティング12の断面を走査電子顕微鏡により約一万倍に拡大したものである。

[0024] 基材11の表面に蒸着した AlTiSiN 系の材料は二層に別れ、基材上に数 μm の厚さの TiAl 系窒化物による層が形成され、この上に1 μm より薄い TiSi 系窒化物の層が形成されている。

実施例 1

[0025] 実施例として、各種材料によりブレード10を構成する基材11を作成することを想定し、当該材料による丸棒形状の試験片61上にコーティング12を形成し、砂の付着性を比較した。この実施例においては、高速バーナーリグ装置を用いて、稼働中の高圧圧縮機における高圧、高速の空気流を再現し、砂を模擬した硫酸カルシウム(CaSO_4)の粉末を試験片61に吹き付けて砂を堆積させた。

[0026] 図5は、バーナーリグ装置を用いた試験片61に対する砂の付着の試験の様子を示す図である。試験は、図のように配置したバーナーリグ装置を用いて2回にわたって試験片61に CaSO_4 の粉末を吹き付けた。粉末の平均粒径は約1.5 μm であった。

[0027] バーナーリグ装置において、図5中(a)に示すように、円周上に試験片61を保持して回転する試験片ホルダ55に向け、燃焼器51から火炎52とともに硫酸カルシウム粉末を噴射し、試験片61に火炎52と硫酸カルシウム粉末が均等に当たるようにした。

[0028] 図5(b)は図5(a)の矢視Aによるものであり、回転シャフト56によって回転駆動される試験片ホルダ55に保持された試験片61は、火炎と硫酸カルシウム粉末を噴射する燃焼器51正面に位置するようになされている。

[0029] 実験の結果、試験片61に形成されたコーティング12の材質と試験片61に対する砂の付着性について、次のような結果が得られた。評価は、コーティング無の試験片に対する重量増加比に基づいて行った。

[表1]

試料	コーティング	コーティング無の試験片を 1としたときの重量増加比	評価
1	Al ₂ O ₃	1.0	効果なし
2	TiAlSiN系	0.4	良好
3	TiAlCrN系	0.65	やや良い
4	AlCrSiN系	1.0	効果なし
5	AlTiSiN系	0.3	最もよい
6	TiCN	0.4	良好
7	耐熱DLC	0.4	良好
8	DLC	0.6	良好
9	TiO ₂	1.0	効果なし
10	SiO ₂	1.0	効果なし

[0030] 試料5のAlTiSiN系の場合に最も砂の付着が少ない結果が得られた。このAlTiSiN系のコーティング12の顕微鏡像は、前記図4に示したものである。また、このAlTiSiN系に次いで、試料2のTiAlSiN系、試料6のTiCN、試料7の耐熱DLC（ダイヤモンドライクカーボン）、試料8のDLCにおいても良好な結果が得られた。さらに、試料3のTiAlCrN系においてもやや良い結果が得られた。

[0031] このような砂の付着性が少ない試験片61の材料を基材11としたブレード10を使用することにより、ブレード10への砂の堆積を防止することができ、ひいては、空力性能の劣化を低減し、ジェットエンジンの燃費の低下させないようにすることができる。

実施例 2

[0032] 実施例2として、コーティング12に含まれる各種材料の耐エロージョン特性を調べた。ここでは、一般的に耐エロージョン特性と関連のあるパラメータ $\left[\frac{(\text{強度})^3}{(\text{弾性率})^2} \right]$ の値を各コーティング12に含まれる成分別に表2に示した。

[0033]

[表2]

コーティング成分	(硬さ) ³ / (弾性率) ²
T i S i N	42.0
T i A l N	14.9
A l C r N	20.3
T i N	6.2
C r N	5.1

[0034] 砂の付着が最も少なかった試料5のA l T i S i N系および付着抑制効果が良好であった試料2のT i A l S i N系のコーティングに含まれるT i S i N成分は、高硬度および高弾性率に寄与し、パラメータ値は高値を示した。すなわち、高硬度・高弾性率は耐エロージョン特性に加えて、砂堆積防止を発現する因子の一つであるといえる。

[0035] 換言すると、前記パラメータ [(強度)³ / (弾性率)²] の値が高値であると、耐エロージョン特性が向上し、砂堆積が防止される。例えば、前記パラメータ [(強度)³ / (弾性率)²] の値は、20以上であることが好ましく、40以上であることがさらに好ましい。

実施例 3

[0036] 実施例3として、砂の付着性に対する表面粗さの影響についてさらに比較した。この実施例では、ブレード10の基材11と同じ材質を有する丸棒形状の試験片61の表面に空力性能を悪化させないような所定の表面粗さを形成し、その上にT i A l Nコーティング12を形成した。そして、コーティングなしの試験片に対する重量変化を測定した。

[0037] 実験の結果、表面粗さと砂の付着性について、次のような関係が得られた。評価は、コーティング無の試験片に対する重量増加比に基づいて行った。

[表3]

コーティング	表面粗さ	コーティング無の試験片 に対する重量増加比	評価
TiAlN	約0.3Ra	約90%	効果なし
TiAlN	約0.1Ra	約60~70%	やや良い

[0038] 表面粗さ約0.3 Raの時は砂の付着が比較的多く、効果が認められなかった。これに対して、表面粗さ約0.1 Raの時は砂の付着に低下が見られ、やや効果が認められた。したがって、表面粗さ約0.1 Ra以下のときに砂の付着の低下を期待できる。

[0039] このようにコーティング12に表面粗さを組み合わせることにより、コーティング12の効果に加えてさらなる砂の付着防止を図ることができる。

[0040] 以上の実施例1～3においては、砂漠地帯の上空に浮遊している砂の成分として想定される硫酸カルシウムを使用したため、これらのコーティング12が砂漠地帯の上空を航行する航空機に有効であることが確認された。

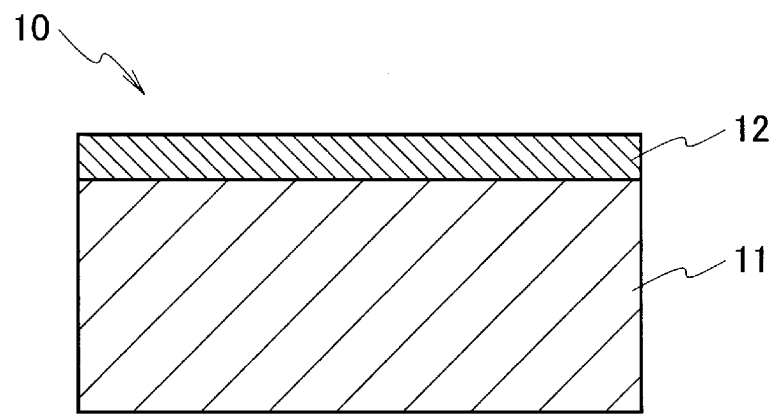
符号の説明

- [0041] 10 ブレード
11 基材
12 コーティング
20 ジェットエンジン
24 高圧圧縮機
30 成膜装置
51 燃焼器
61 試験片

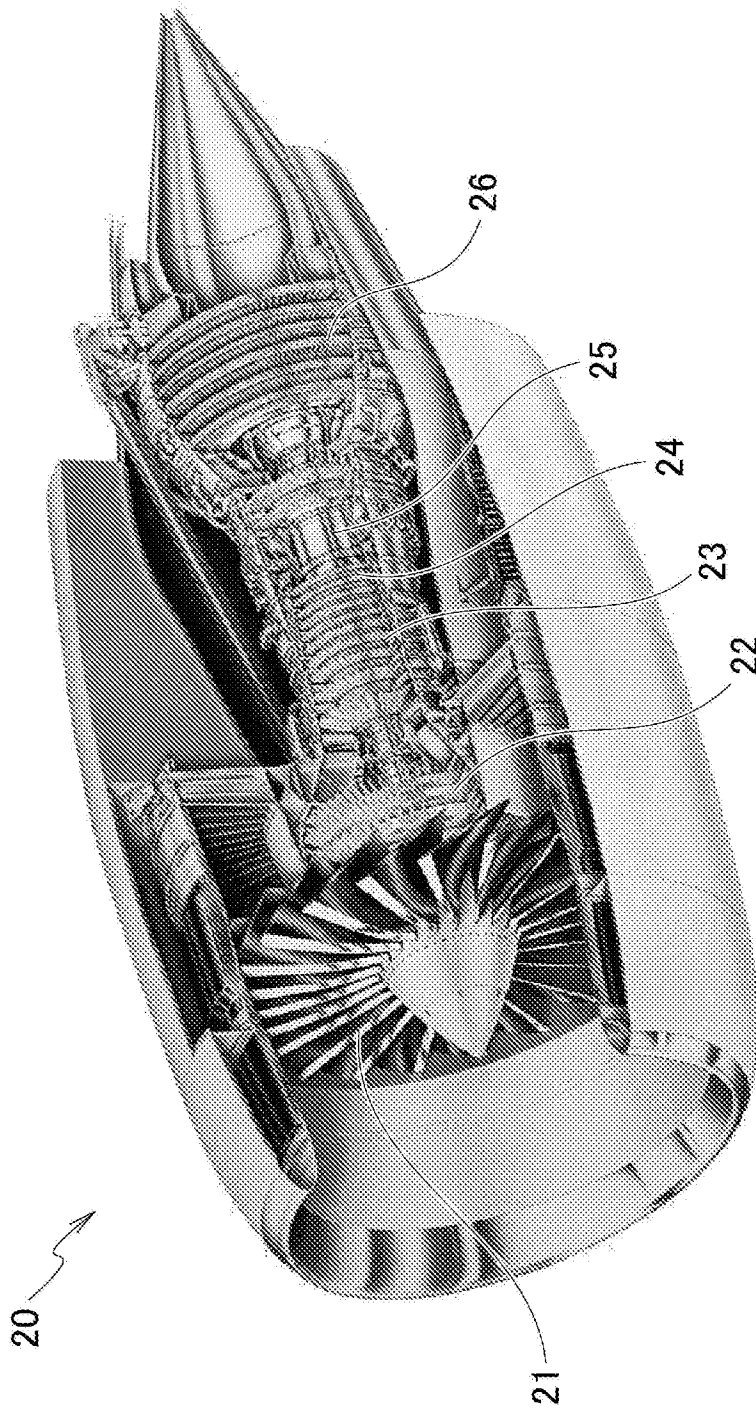
請求の範囲

- [請求項1] 航空機用ジェットエンジンの圧縮機のブレードであって、
 ブレードの表面にアモルファス層によるコーティングが形成された
 こと
 を特徴とするブレード。
- [請求項2] 前記アモルファス層は、 $TiAlSiN$ 、 $TiAlCrN$ 、 $AlCrSiN$ 、 $AlTiSiN$ 、 $TiCN$ 、 DLC の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1に記載のブレード。
- [請求項3] 前記アモルファス層は、 $AlTiSiN$ を含むことを特徴とする請求項2に記載のブレード。
- [請求項4] 前記アモルファス層の $[(\text{強度})^3 / (\text{弾性率})^2]$ は、20以上であることを特徴とする請求項1に記載のブレード。
- [請求項5] 前記アモルファス層の $[(\text{強度})^3 / (\text{弾性率})^2]$ は、40以上であることを特徴とする請求項4に記載のブレード。
- [請求項6] 前記ブレードの表面が所定の表面粗さに形成され、さらにその上にコーティングが形成されたことを特徴とする請求項1に記載のブレード。
- [請求項7] 前記表面粗さは0.1 Ra 以下であることを特徴とする請求項6に記載のブレード。
- [請求項8] 前記圧縮機は、高圧圧縮機であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに一項に記載のブレード。
- [請求項9] 航空機用ジェットエンジンの圧縮機に備えられるブレードの表面処理方法であって、
 このブレードの表面にアモルファス層によるコーティングを形成するステップを含むこと
 を特徴とする方法。

[図1]



[図2]



30

ガス

37

31

38

ポンプ

35

+

-

34

34

33

32

11

36

バイアス源

+

-

TiSi系窒化物

TiAl系窒化物

12

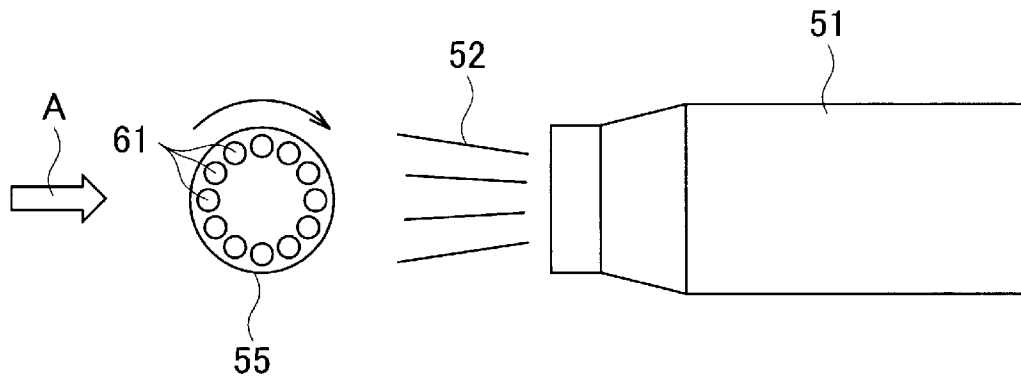
11

5.00um

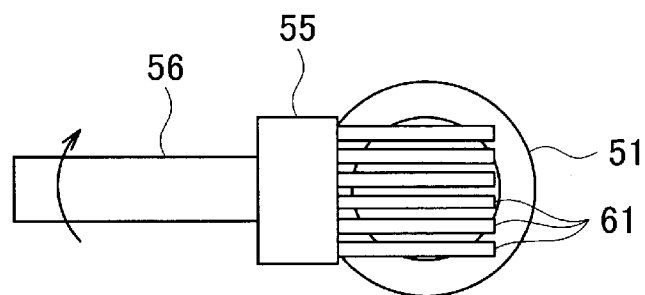
SU6600 10.0kV 15.0mm x10.0k SE

[図5]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/065104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/38(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, F04D29/02(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D29/38, C23C14/06, F04D29/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-138674 A (Tocalo Co., Ltd.), 25 June 2009 (25.06.2009), paragraphs [0001], [0006], [0026] (Family: none)	1, 6-9 2, 3
Y	JP 5140200 B2 (Kobe Steel, Ltd.), 06 February 2013 (06.02.2013), claim 4 & EP 002722415 A1 & WO 2012/173236 A1	2, 3
Y	JP 2010-209913 A (General Electric Co.), 24 September 2010 (24.09.2010), claim 4 & US 2010/0226783 A1	2, 3

☒ 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
25 August, 2014 (25.08.14)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2014 (02.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/065104

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-90892 A (General Electric Co.), 22 April 2010 (22.04.2010), claims & US 2010/0086397 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/38(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, F04D29/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/38, C23C14/06, F04D29/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2009-138674 A（トーカロ株式会社）2009.06.25, 段落【0001】、【0006】、【0026】（ファミリーなし）	1, 6-9 2, 3
Y	JP 5140200 B2（株式会社神戸製鋼所）2013.02.06, 【請求項4】 & EP 002722415 A1 & WO 2012/173236 A1	2, 3
Y	JP 2010-209913 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）2010.09.24, 【請求項4】 & US 2010/0226783 A1	2, 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

所村 陽一

3 0

9 7 1 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-90892 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010.04.22, 【特許請求の範囲】 & US 2010/0086397 A1	1-9