

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4063752号  
(P4063752)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl. F I  
C 2 3 C 14/50 (2006.01) C 2 3 C 14/50 H

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-348357 (P2003-348357)	(73) 特許権者	590005449
(22) 出願日	平成15年10月7日(2003.10.7)		ユナイテッド テクノロジーズ コーポレ イション
(65) 公開番号	特開2004-131847 (P2004-131847A)		UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(43) 公開日	平成16年4月30日(2004.4.30)		アメリカ合衆国, コネチカット 0610 1, ハートフォード, ユナイテッド テク ノロジーズ ビルディング
審査請求日	平成15年10月29日(2003.10.29)	(74) 代理人	100099324
(31) 優先権主張番号	10/266,052		弁理士 鈴木 正剛
(32) 優先日	平成14年10月7日(2002.10.7)	(72) 発明者	スティーブン エム. バーンズ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 コネチカット 0610 7, ウェスト ハートフォード, ユニッ ト 101, ファーミントン アベニュー 1248

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワークピースをコーティングするための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークピースをコーティングするための装置であって、  
コーティング材料源に対して固定された水平位置および垂直位置にワークピースの中心を保持しながら、ワークピースを複数の軸の回りで同時に回転させるための器具を有してなり、

前記器具が、前記部品を前記コーティング材料源の軸に平行な第1の回転軸の回りで回転させるための手段を有してなり、

前記ワークピースが、長手軸を備えたエアfoil部と前記長手軸に対してそれぞれ垂直である第1および第2の面とを有する部品を有してなり、および、

前記器具が、コーティング処理の間において第1および第2の面上の前記第1の軸の長手軸方向に延在する線が前記コーティング処理の間において前記コーティング材料源に対して - 45° から + 45° の角度をなすように前記部品を傾斜させるための手段を有してなる、ことを特徴とする装置。

【請求項2】

前記ワークピースが前縁と後縁とを備えた第1の部分を有しており、および、前記器具が、コーティング処理の間において前記前縁を前記後縁の上方で前記中心の回りで回転させるための手段を含む、ことを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項3】

ワークピースをコーティングするための装置であって、

コーティング材料源に対して固定された水平位置および垂直位置にワークピースの中心を保持しながら、ワークピースを複数の軸の回りで同時に回転させるための器具を有してなり、

前記器具が、前記部品を前記コーティング材料源の軸に平行な第1の回転軸の回りで回転させるための手段と、前記部品が前記第1の軸の回りで回転する一方で前記部品を前記第1の軸に対して所定の角度をなす第2の軸回りで回転させるための手段と、前記部品が前記第1および第2の軸の回りで回転する一方で前記部品の表面上の前記第1の軸の長手軸方向に延在する線が前記第1の軸に対して+45度から-45度の角度をなすように前記部品を傾斜させるための手段とを有してなる、ことを特徴とする装置。

【請求項4】

ワークピースをコーティングするための装置であって、

コーティング材料源に対して固定された水平位置および垂直位置にワークピースの中心を保持しながら、ワークピースを複数の軸の回りで同時に回転させるための器具を有してなり、

前記器具がモジュール式の固定具を有してなり、前記固定具が端板とモジュール式の固定具内に配置される部品のための第1の回転軸を規定するために前記端板の第1の面に取付けられたスタブ軸とを有してなり、および、前記モジュール式の固定具がさらに、前記部品を前記第1の軸の回りで回転させる一方で、前記部品が第1の軸に対して所定の角度をなす第2の軸の回りで回転できると共に前記部品の表面上の前記第1の軸の長手軸方向に延在する線が前記第1の軸に対して-45度から+45度の角度で傾斜できるように前記部品を支持するための手段をさらに含んでいる、ことを特徴とする装置。

【請求項5】

前記部品支持手段が、前記端板の第2の面に対して所定の角度をなして位置決めされた第1のアームと、第1の孔を有し前記第1のアーム内に組み込まれた第1のプシュと、第1のスピンドルとを有し、また、前記第1のスピンドルが、前記第1の孔を通ると共に前記部品が前記第2の軸の回りで回転できるように前記第1のプシュと協働する部分と、前記スピンドルの端部に固定された部品ホルダとを有する、ことを特徴とする請求項4記載の装置。

【請求項6】

前記器具が、第2の端板を有してなる第2の部品支持手段と、前記第2の端板の面に対して所定の角度をなして位置決めされた第2のアームと、第2の孔を有し前記第2のアーム内に組み込まれた第2のプシュと、第2のスピンドルとを有し、また、前記第2のスピンドルが、前記第2の孔を通ると共に、第2の部品が前記第1の軸と所定の角度をなす第4の軸の回りで回転できるように前記第2のプシュと協働する部分を有する、ことを特徴とする請求項5記載の装置。

【請求項7】

複数のワークピースをコーティングするためのモジュール式の固定具であって、

第1の端板を有してなり、

前記第1の端板から離間された第2の端板を有してなり、

前記第1の端板から前記第2の端板に延在する長手軸を有してなり、

前記長手軸と平行な第1の軸の回りで前記固定具の回転を可能とするための手段を有してなり、

前記第1の端板に取付けられた第1のアームを有してなり、前記第1の軸に対して-45°から+45°をなす第2の軸の回りで第1の部品を回転させるため、および前記第1の部品が前記第2の軸の回りで回転する一方で前記第1の部品を前記第1の軸に対して傾斜させるために、前記第1のアーム内には第1の回転手段が組み込まれており、および

前記第2の端板に取付けられた第2のアームを有してなり、前記第1の軸に対して-45°から+45°をなす第3の軸の回りで第2の部品を回転させるため、および前記第2の部品が前記第3の軸の回りで回転する一方で前記第2の部品を前記第1の軸に対して傾斜させるために、前記第2のアーム内には第2の回転手段が組み込まれている、ことを特

10

20

30

40

50

徴とするモジュール式の固定具。

【請求項 8】

前記第 1 の回転手段が、前記第 1 のアーム内の第 1 のブシュと、前記第 1 のブシュと協働するための第 1 の部分を有する第 1 のスピンドルとを有してなり、また、前記第 2 の回転手段が、前記第 2 のアーム内の第 2 のブシュと、前記第 2 のブシュと協働するための第 2 の部分を有する第 2 のスピンドルとを有してなる、ことを特徴とする請求項 7 記載のモジュール式の固定具。

【請求項 9】

第 1 のスピンドルの端部に固定された第 1 の部品ホルダと、前記第 2 のスピンドルの端部に固定された第 2 の部品ホルダとをさらに有してなり、および前記第 2 の軸および前記第 3 の軸が互いに垂直である、ことを特徴とする請求項 7 記載のモジュール式の固定具。

10

【請求項 10】

前記回転を可能とするための手段が前記第 1 の軸の回りで前記モジュール式の固定具を回転させるために前記第 1 の端板の面に取付けられたスタブ軸を有してなり、および前記第 1 の端板から前記第 2 の端板に延在する複数のロッド部材をさらに有してなる、ことを特徴とする請求項 7 記載のモジュール式の固定具。

【請求項 11】

コーティング材料源を設けるステップ、

前記コーティング材料源に対して固定された距離において前記ワークピースを支持するための固定具を設けるステップ、

20

前記ワークピースの中心を前記コーティング材料源から前記固定された距離に維持しながら前記ワークピースを第 1 の軸の回りで回転させるステップ、

前記ワークピースを前記第 1 の軸の回りで回転させながら前記第 1 の軸に対して  $-45^\circ$  から  $+45^\circ$  をなす第 2 の軸の回りで前記ワークピースを回転させるステップ、

前記ワークピースを前記第 1 および第 2 の軸の回りで回転させながら前記第 1 の軸に対する可動域で前記ワークピースを傾斜するステップを有してなる、ことを特徴とするワークピースをコーティングするための方法。

【請求項 12】

前記ワークピースが長手軸と前記ワークピースの長手軸に対して垂直な 2 つの面を有し、前記第 1 の軸の回りで前記ワークピースを回転させるステップおよび前記傾斜させるステップにより前記垂直な各面がコーティングされ、また、前記ワークピースが先端および後端を備えたエアフォイル部を有し、前記第 2 の軸の回りで前記ワークピースを回転させるステップにより先端が後端の上方に転倒する、ことを特徴とする請求項 11 記載の方法。

30

【請求項 13】

前記ワークピースが、前縁、後縁、および長手軸を備えたエアフォイル部と前記長手軸に垂直な 2 つのプラットフォーム面を有するベーンを有してなり、および、前記回転ステップおよび前記傾斜ステップにより前記エアフォイル部および前記プラットフォーム面がコーティングされる、ことを特徴とする請求項 11 記載の方法。

【請求項 14】

40

前記ワークピースが、前縁、後縁、および長手軸を備えたエアフォイル部と前記長手軸に垂直な 2 つのシュラウド面を有するブレードを有してなり、および、前記回転ステップおよび前記傾斜ステップにより前記エアフォイル部および前記シュラウド面がコーティングされる、ことを特徴とする請求項 11 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工業用タービンおよびジェットエンジンに使用される構成部品のような、ワークピース、つまり加工中の物品（加工物）をコーティングするための方法および装置に関するものである。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

工業用タービンやジェットエンジンなどに使用される、ベーンやブレードのような構成部品は、腐食に対する耐性や熱疲労性を改善するため、および他の点における性能を高めるために、一般的にはコーティング処理が施される。経済面から、同時に多数のワークピースをコーティングできる、実行可能な工業的な方法およびシステムが必要とされる。

## 【0003】

モジュール式の固定具を使用して一度に多数のワークピースをコーティングする、多くの異なるシステムが開発されている。このようなシステムは、公開された Burns 等による欧州特許出願第 953,656 号、Burns 等に付与された米国特許第 5,997,947 号、Burns 等に付与された米国特許第 5,849,359 号、および Menchetti 等に付与された米国特許第 5,803,971 号に例示されている。

10

## 【0004】

電子ビーム物理蒸着 (EB-PVD) のようなコーティング技術は視線方向の技術であって、コーティング材料源と視線方向でないワークピースの面はコーティングされない。コーティング材料源から一定の距離で保持されないワークピースは、後に望ましくない特性を示すことが見い出されている。エアロfoil部およびエアロfoil部に垂直なコーティングを必要とする面を有するワークピースの場合は特にこれが顕著である。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0005】

従って、本発明の目的は、ワークピースが割れや破壊をより受け難いコーティングを有するように、ワークピースをコーティングするための方法を提供することにある。

本発明の別の目的は、ワークピースが望ましくない特性をより受け難いコーティングを有するように、ワークピースをコーティングするための方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記の各目的は、本発明の装置および方法により達成される。

本発明によれば、ワークピースをコーティングするための装置は、概略的には、ワークピースの中心をコーティング材料源に対して固定された水平および垂直位置に保持しながら、ワークピースを複数の軸ないし多軸 (multiple axes) の回りで同時に操作するための器具を有してなる。

30

## 【0007】

さらに、本発明によれば、ワークピースをコーティングするための方法は、概略的には、コーティング材料源を設けるステップ、前記コーティング材料源に対して固定された距離においてワークピースを支持するための固定具を設けるステップ、前記ワークピースを前記コーティング材料源から前記固定された距離に維持しながらワークピースを第 1 の軸の回りで回転させるステップ、ワークピースを第 1 の軸の回りで回転させながら第 1 の軸に対して所定の角度をなす第 2 の軸の回りでワークピースを回転させるステップ、ワークピースを第 1 および第 2 の軸の回りで回転させながら前記第 1 の軸に対して公称で約 +45 度から -45 度までの可動域でワークピースを傾斜するステップ、およびコーティング材料の蒸気を形成するステップを有してなる。

40

## 【0008】

本発明の装置および方法の他の詳細、およびそれに伴う他の目的および特長は、以下の詳細な説明および添付図面に説明されている。添付図面では同様な参照番号は同様な構成要素を表している。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0009】

図面を参照して、ジェットエンジンや工業用タービンにおいて使用されるベーンやブレードのような、ワークピースをコーティングするための装置 10 は、図 1 に例示されてい

50

る。この装置 10 は、コーティング材料源 12、およびコーティングされる 1 以上の保持するためのモジュール式固定具 14 を有してなるものである。装置 10 はさらに、コーティング材料の雲（クラウド）を形成するためにコーティング材料を加熱するための手段（図示せず）、およびモジュール式の固定具 14 を回転するためのモータ 18 を含んでいる。

#### 【0010】

モジュール式の固定具 14 により、ワークピース 16 をコーティング材料源 12 に対して水平方向および垂直位置に固定された位置に各ワークピース 16 を保持しながら、コーティング処理の間においてワークピース 16 を 3 つの軸の回りで同時に回転することができる。特に、固定具 14 は、各ワークピース 16、特にその中心を、コーティング材料源 12 から固定された距離に維持する。本発明の好ましい実施形態では、ワークピース 16 の中心は、第 1 の回転軸 36 が後述する第 2 の回転軸 56 または 56' と交差する点に位置される。本発明の固定具 14 は、コーティングされるべきワークピースがコーティング材料源に対して固定された水平位置および垂直位置に留まることを許容しないコーティング装置において使用されていた他の固定具とは異なるものである。この結果、これらの従来の固定具はワークピース上に形成されるコーティングを最適化できず、破壊や割れの可能性（尤度）を最小化できない。

10

#### 【0011】

モジュール式の固定具 14 は、第 1 の端板 20、第 2 の端板 22、中央支持構成要素 24、および複数の軸方向に延在する支持バー 26 から形成されるケージ（かご）である。軸方向に延在する支持バー 26 はそれぞれ固定具 14 の長手軸 28 に平行に延在する。

20

#### 【0012】

第 1 の端板 20 にはスタブ軸 32 が取り付けられている。スタブ軸 32 は嵌合用軸部材 34 によりモータ 18 に接合されており、これにより、モータ 18 はモジュール式の固定具 14 を、固定具 14 の長手軸 28 と一致する軸であって図示した実施形態ではコーティング材料源 12 の軸 27 に平行である第 1 の軸 36 の回りで、回転させる。スタブ軸 32 は、当業分野において公知であるいずれかの適切な手段を使用して、第 1 の端板 20 に連結される。支持部材 38 は、第 1 の端板 20 に溶接されると共に、長手軸 28 のような適切な軸に実質的に平行にスタブ軸 32 が維持されるのを補助するためにスタブ軸 32 に溶接される。

30

#### 【0013】

第 1 の端板 20 の第 2 の面 40 にはアーム 42 が取り付けられる。アーム 42 は、固定具 14 の長手軸 28 に対して所定の角度、好ましくは 45 度で、延在する。第 2 の端板 22 の内側の面 44 に同様なアーム 42 が取り付けられる。

#### 【0014】

図 1 および図 2 を参照して、ブシュ 46 が各アーム 42 のそれぞれに組み込まれてないし一体化されている。各ブシュ 46 は中央アナ 48 を有している。コーティングされるべき各ワークピース 16 は、スピンドル 50 に固定ないし固着されている。ワークピース 16 をスピンドル 50 に固定するために当業分野において公知であるいずれかの適切な手段が使用される。好ましくは、ホルダ 52 がスピンドル 50 の一端に設けられている。ホルダ 52 は、コーティング処理の間においてワークピースを保持するために当業分野において公知であるいずれかの適切な手段が使用される。好ましくは、ホルダ 52 は、参考として本明細書に組み込まれる Burns 等に付与された米国特許第 5,849,359 号に開示されたようなホルダである。スピンドル 50 の反対側の端には、その直径が孔 48 の直径よりも大きい頭部 54 がある。

40

#### 【0015】

スピンドル 52 および各アームの第 1 の端上のブシュ 46 は、第 1 の回転軸 36 と所定の角度をなす第 2 の回転軸 56 を規定し、またスピンドル 52 および他のアーム上のブシュ 46 は第 1 の回転軸 36 に対して所定の角度をなす第 3 の回転軸 56' を規定する。好ましくは、第 2 の軸と第 3 の軸は互いに実質的に垂直ないし直角である。この構成とす

50

ることで、個々のワークピース16は、軸36の回りで回転しながら、同時に、軸56および56'の一方の回りで回転することができる。ワークピース16の軸56あるいは56'の回りで回転は、重力および摩擦により生じるものである。ワークピースが前縁60、後縁62、および中央の長手軸64を備えたブレードまたはペーンである場合、ペーンまたはブレードは、中央の長手軸64上の先端の上方の軸56または56'の先端の回りで転倒(引っくり返)または回転する。

#### 【0016】

ジェットエンジンや工業用タービンのような特定のコーティングすべきワークピースは、プラットフォームやシュラウドのような、エアfoil部58の長手軸64に実質的に垂直に延在する面66および68を有している。従来は、これらの実質的に垂直な面を正しく且つ常にコーティングすることは困難であった。モジュール式の固定具14の構成により、すなわち、軸36の回りの回転およびアーム42の位置づけにより、ワークピース16は、回転軸36に対して且つコーティング材料源12に対して好ましくは+45度から-45度の公称の可動域(行動範囲)で移動または傾斜する。この結果、コーティングを面66および68に適用ないし設けることができ早期に破壊することがなくなる。アーム42の角度に依存して、傾斜動作の範囲は+45度から-45度より大きくまたは小さくすることができる。

#### 【0017】

固定具14は多くの利点をもたらす。第1に、固定具14はワークピース16をコーティング材料源12から固定された距離で保持する。第2に、固定具14は各ワークピース16をコーティング材料源12に対して固定された水平位置および垂直位置において保持する。第3に、固定具14は、ワークピース16をコーティング装置10内の上記固定された水平位置および垂直位置に保持しながら、多軸の回りで各ワークピース16同時に操作することを可能にする。第4に、各ワークピース16は、固定具14の長手軸28に対して+45度から-45度の可動域で繰り返し傾斜される。これらの特長により、本発明のコーティング装置は、略均一なコーティング厚さでの適用(塗布)が容易に可能となり、またペーンやブレードのための優れたエアfoilおよびプラットフォームのコーティング構造をより容易に得ることができる。このようなコーティングは他のシステムを使用して作られたコーティングよりも早期に腐食ないし破壊することがない。さらに、本発明の装置は各サイクルにおいて多数のワークピースをコーティングすることができる。固定具14がモジュール式であるので、典型的には60秒より早い、極めて迅速な部品交換が可能となる。

#### 【0018】

動作においては、コーティング材料源12が装置10の内部に設けられる。1つまたはそれより多くのコーティングすべきワークピース16は、コーティング装置内に配置され、またその長手軸28の回りで回転する。これにより、各ワークピース16は、軸28に一致する軸36の回りで回転できるようになる。さらに、これにより、各ピース16は、第1の軸36に対して所定の角度をなす第2の軸の回りで同時に回転する。さらに、これにより、各ワークピース16は、ワークピースが第1および第2の軸の回りで回転する際に、第1の軸36に対して好ましくは+45度から-45度の可動域で傾斜する。固定具14およびワークピースが回転する一方で、コーティング材料源12が気化ないし蒸発される。電子ビーム物理蒸着、陰極アーク気化(cathodic arc vaporization)などの当業分野において公知であるいずれかの適切な技術が、気化されたコーティング材料を作るために使用される。

#### 【0019】

以上の通り、本発明によれば、上述した各目的、手段、および特長を全て満たす、多軸回転式(multi tumbler)のコーティング装置が提供される。また、以上の説明では本発明を特定の実施形態に基づいて説明したが、当業者には上記説明から他の代替え、変更および変形は自明である。よって、添付の特許請求の範囲はこれら代替え、変更および変形を包含するように意図したものである。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係わる1つ以上のワークピースをコーティングするための装置を例示した説明図である。

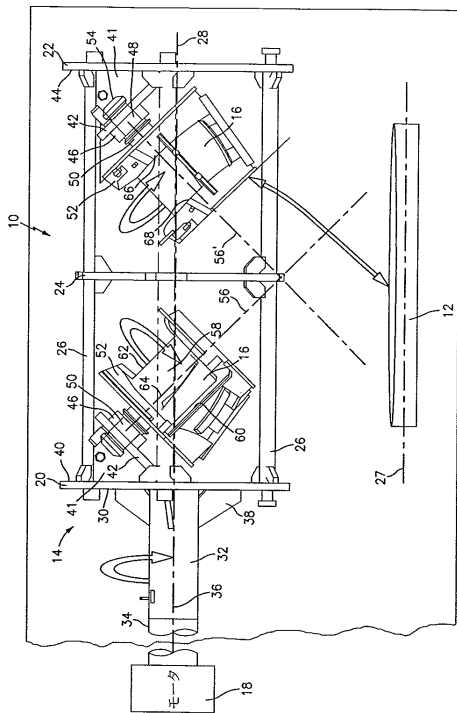
【図2】図1の装置において使用されるスピンドルとブシュの構造部の断面図である。

【符号の説明】

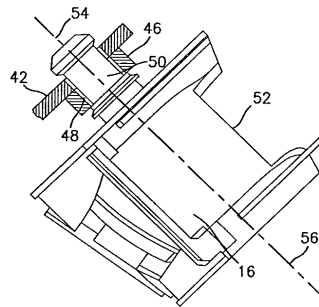
【0021】

- 10 装置
- 12 コーティング材料源
- 14 固定具
- 16 ワークピース
- 18 モータ
- 36 第1の回転軸
- 56 第2の回転軸

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 リチャード ダブル . パーセル  
アメリカ合衆国 コネチカット 06010 , ブリストル , スペリー ロード 247

審査官 鮎沢 輝万

(56)参考文献 特開平10 - 245672 (JP, A)  
実開平04 - 013049 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)  
C23C 14/00 - 14/58