

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4474088号
(P4474088)

(45) 発行日 平成22年6月2日(2010.6.2)

(24) 登録日 平成22年3月12日(2010.3.12)

(51) Int.Cl.

F 1

FO 1 D 11/08 (2006.01)

FO 1 D 11/08

FO 1 D 11/02 (2006.01)

FO 1 D 11/02

FO 2 C 7/28 (2006.01)

FO 2 C 7/28

A

FO 2 C 7/28

C

請求項の数 8 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-31598 (P2002-31598)
 (22) 出願日 平成14年2月8日 (2002.2.8)
 (65) 公開番号 特開2002-309902 (P2002-309902A)
 (43) 公開日 平成14年10月23日 (2002.10.23)
 審査請求日 平成17年1月13日 (2005.1.13)
 (31) 優先権主張番号 09/783277
 (32) 優先日 平成13年2月9日 (2001.2.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC COMPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、リバーロード、1番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (72) 発明者 リチャード・ウィリアム・アルブレヒト、
 ジュニア
 アメリカ合衆国、オハイオ州、フェアフィ
 ールド、パーク・メドウズ・コート、5番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シール歯の摩耗を減少させる方法、ハニカムシールおよびガスタービンエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジン(10)のためのハニカムシール(102)であつて、該シールがおよそ1095°C(2000°F)より低い融解温度を持つ、黄銅及びりん青銅を除く合金材料(130)からなり、

前記合金材料(130)が、およそ871°C(1600°F)より高い融解温度を持つことを特徴とするハニカムシール(102)。

【請求項2】

前記ガスタービンエンジン(10)は複数のシール歯(110)を含んでおり、前記ハニカムシールは、前記シール歯が前記ハニカムシールと摩擦するとき、前記シール歯の作動温度を低下させるように構成されることを特徴とする、請求項1に記載のハニカムシール(102)。

【請求項3】

前記ガスタービンエンジン(10)は複数のシール歯(110)を含んでおり、前記ハニカムシールは、前記シール歯が前記ハニカムシールと摩擦するとき、前記シール歯の摩耗を減少させるように構成されることを特徴とする、請求項1に記載のハニカムシール(102)。

【請求項4】

前記ガスタービンエンジン(10)は複数のロータシール歯(110)を含んでおり、前記合金材料(130)は前記ハニカムシール内の割れ発生性向を低下させることができ

るよう構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載のハニカムシール(102)。

【請求項 5】

ロータ組立体(100)及びステータ組立体を含むガスタービンエンジン(10)であつて、該ステータ組立体がおよそ 1095°C (2000°F)より低い融解温度を持つ、黄銅及びりん青銅を除く合金材料(130)で製作されたハニカムシール(102)を含み、

前記合金材料(130)が、およそ 871°C (1600°F)より高い融解温度を持つことを特徴とするガスタービンエンジン(10)。

【請求項 6】

前記ロータ組立体(100)が複数のシール歯(110)を含んでおり、前記ハニカムシールは、前記シール歯が前記ハニカムシール(102)と摩擦するとき、各々の前記ロータシール歯(110)の作動温度を低下させるように構成されることを特徴とする、請求項 5 に記載のガスタービンエンジン(10)。

10

【請求項 7】

前記ロータ組立体(100)が複数のシール歯(110)を含んでおり、

前記ハニカムシール(102)は、前記シール歯が前記ハニカムシールと摩擦するとき、前記シール歯(110)の摩耗を減少させるように構成されることを特徴とする、請求項 5 に記載のガスタービンエンジン(10)。

20

【請求項 8】

前記ロータ組立体(100)が複数のシール歯(110)を含んでおり、

前記合金材料(130)は、前記シール歯(110)の疲労劣化を減少させるようにさらに構成されることを特徴とする、請求項 5 に記載のガスタービンエンジン(10)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にガスタービンエンジンに関し、より具体的には、ガスタービンエンジンに含まれるハニカムシールに関する。

【0002】

【従来の技術】

ハニカムシールは、航空機、船舶及び産業動力用タービンエンジンに広く使用されている。例えば、一般にガスタービンエンジンは、少なくとも1列のロータブレード、及びロータ組立体中に形成された空洞内の複数のハニカムシールを含む。一般に、 1150°C (2100°F)を超える融解温度を持つハニカム材料、例えば Hastelloy X が、背板に鑄付けされる。エンジンのならし運転中に、第1の回転環状部材に設置されたシール歯は、第2の非回転部材あるいは第1の回転部材の回転速度と異なる回転速度を持つ第2の回転部材のいずれかに設置されたハニカムシールに凹部あるいは溝を切り込む。シール歯を備える第1の回転環状部材により切り込まれた溝は、シール歯とハニカム材料の間の作動間隙を構成し、ハニカム材料がシール歯に対してシールを行うことを可能にし、空気がシール歯及びハニカム材料により形成される空洞間を流れるのを阻止する。

30

【特許文献 1】

特開2001-200798号公報

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

エンジンのならし運転及び正常運転状態の間に、シール歯は低い進入度合でハニカム材料に切り込む。高いあるいは急速な進入度合は、例えば公差を厳しくした結果などの場合に生じる可能性がある。高い進入度合が起こる可能性がある別の場合は、現用のタービンに整備を実施した後とか、タービンモジュール構成部品を置き換えるか、あるいは取替えた後である。高い進入度合での運転中に、シール歯とハニカム材料の間に発生する摩擦熱は、シール歯の温度を正常な作動温度からハニカム材料の融解温度を僅かに下まわる温度値まで上昇させると、シール歯は有効にハニカム材料に切り込まれず、む

50

しろシール歯に接触すると、ハニカムセルは、降伏し「スミアする」ことになる。シール歯は有効にハニカム材料に切り込まれないので、高いシール摩擦トルクが発生し、シール歯とハニカム材料の間に発生する摩擦熱はさらに増大する。

【0004】

シール歯内に生じる温度が上昇すると、シール歯の材料の劣化、疲労割れ及び焼き割れの可能性の原因となる。時間の経過と共に、継続して高温に曝されることによりシール歯は降伏応力を上回る結果となり、従ってシール歯の疲労寿命及び劣化を生じる可能性がある残留応力を招くことになる。さらに、ハニカム材料が、回転部材のブレードから均一な距離でタービンの周りに円周方向に配置されていない場合には、局所的な摩擦が起きる可能性がある。シール歯の局所的摩擦と温度上昇が組み合わさると、ハニカム材料中に正弦温度勾配及び強度の摩擦を引き起こすことになる。さらに、より強度の摩擦の結果、作動間隙が局所的に増加し、空気が回転部材とハニカム材料の間を流れ、シールの有効性を低下させることになる。

【0005】

【課題を解決するための手段】

例示的な実施形態では、ガスタービンエンジンはガスタービンエンジン内に配置されたシール歯の摩耗を減少させるハニカムシールを備える非回転組立体を含む。ガスタービンエンジンの非回転組立体は、ロータ構成部品とステータ構成部品の間に配置されたシール組立体を含む。ロータ構成部品は、回転環状部材から半径方向外方に延びるシール歯を備える回転環状部材を含む。ステータ構成部品は、半径方向内方に延びるハニカムシールを備える非回転部材を含む。ハニカムシールは、およそ 1095°C (2000°F) より低い融解温度をもつ材料で製作される。さらに、前記材料は、およそ 871°C (1600°F) より高い融解温度を持つ。

【0006】

エンジン運転中、回転するシール歯はハニカム材料に接触し、ハニカム材料の融解温度より高くなき温度を発生する。従って、シール歯がハニカム材料に接触するとき、シール歯によりハニカム中に容易に凹部あるいは溝が切り込まれる。溝はブレードのシール歯とハニカム材料の間の作動間隙を構成し、ハニカム材料がシール歯に対してシールを行うことを可能にし、空気がシール歯とハニカム材料の間を流れるのを阻止する。ハニカムシールの融解温度が 1095°C (2000°F) より低いため、回転するシール歯がハニカムシールへ切り込まれるとき発生する温度上昇は、ハニカム材料の融解温度より低い温度に制限される。さらに、ハニカム材料の融解温度が 1095°C (2000°F) より低いために、シール歯内に生じる温度上昇は、より高い融解温度の材料で製作される公知のハニカムシール中に切り込まれるシール歯内に生じる温度上昇に比較して、減少する。その結果的、熱応力によるシール歯の性状劣化及び割れが減少する。

【0007】

【発明の実施の形態】

図1は、低圧圧縮機12、高圧圧縮機14、及び燃焼器16を含むガスタービンエンジン10の概略図である。1つの実施形態では、エンジン10は高圧タービン18及び低圧タービン20を含む。圧縮機12及びタービン20は第1のシャフト21で連結され、圧縮機14及びタービン18は第2のシャフト22で連結される。

【0008】

運転中、空気は低圧圧縮機12を通って流れ、加圧された空気は低圧圧縮機12から高圧圧縮機14へ供給される。高度に加圧された空気は燃焼器16に供給される。燃焼器16からの空気流は回転タービン18及び20を駆動し、ノズル24を通してガスタービンエンジン10から流出する。

【0009】

図2は、ガスタービンエンジン10(図1に示す)のようなガスタービンエンジンに使用することができるロータ組立体100の部分概略図である。例示的な実施形態では、ロータ組立体100は、ハニカムシール102、複数のステータ羽根104、及び少なくとも

10

20

30

40

50

1つの回転部材を含む。回転部材 106 はそこからケーシング 112 に向かって外側方向に延びる少なくとも 1 つのシール歯 110 を持つ先端 108 を含む。ケーシング 112 はステータ羽根 104 及び回転部材 106 の半径方向外側に配置される。

【 0010 】

ハニカムシール 102 は、回転部材 106 の周りに円周方向に延びており、ケーシング 112 に取り付けられる第 1 の端部 114 及び第 2 の端部 116 を含む。ハニカムシールの第 1 端部 114 は第 1 の接合具 118 でケーシング 112 に取り付けられ、ハニカムシールの第 2 端部 116 は第 2 の接合具 120 でケーシング 112 に取り付けられる。第 2 接合具 120 は、ハニカムシール 102 の第 2 端部 116 にはね力を与えて、ステータ羽根プラットフォーム 122 と接触するようにハニカムシール 102 を押し付け、その結果、エンジン 100 が運転していないときに、シール歯 110 はハニカムシール 102 から距離 126 を置いている。1 つの実施形態では、ハニカムシール 102 は、以下にさらに詳細に説明する材料 130 を含み、軸方向突起 132 がケーシング 112 の軸方向凹部 134 の中に受け入れられるように、第 1 端部 114 でケーシング 112 の中に組み込まれる。

10

【 0011 】

エンジンの初期運転中は、図 2 に示すように、シール歯 110 はハニカムシール 102 から距離 126 を置いている。エンジン 100 の運転速度が増加するにつれ、シール歯 110 は半径方向外方に拡張し、ハニカムシール 102 に接触または摩擦し、ハニカムシール 102 中に凹部（図示せず）を切り込み、シール歯 110 とハニカムシール 102 の間に作動間隙（図示せず）を形成する。さらに具体的には、運転中、シール歯 110 はロータ（図示せず）によってケーシング 112 に対して回転し、ステータ羽根 104 はケーシング 112 に対して静止したままである。空気は、ターピン 100 の上流側 138 からターピン 100 の下流側 140 へ流れる。ターピン 100 が作動し十分な作動温度に達した後、シール歯 110 はハニカムシール 102 の中に延び、空気がシール歯 110 とハニカムシール 102 の間を流れるのを阻止する。

20

【 0012 】

図 3 はハニカムシール 102 の拡大端面図である。ハニカムシール 102 は、ハニカム形状 154 に互いに接合された複数の薄い波板片 152 から形成された材料 130 で製作される。ハニカム形状 154 は複数のセル 156 及び各々のセル 156 を隔てる複数のセル壁 158 を含む。1 つの実施形態では、セル 156 は六角形の形状を持つ。それに代えて、セル 156 は、円形、三角形、矩形、五角形、あるいはその他の形状とすることができる。

30

【 0013 】

材料 130 は、ハニカムシール 102 がエンジン運転中によくある過酷な環境条件に耐えることを可能にする真性的性質を持つ。具体的には、材料 130 は広範囲の温度及び圧力へ曝されることに耐えることができ、およそ 1095°C (2000°F) 以下の融解温度を持つ。1 つの実施形態では、材料 130 はおよそ 1055°C (1930°F) の融解温度を持つ合金材料からなる。別の実施形態では、ハニカム材料 130 は真鍛であり、およそ 1650°F の融解温度を持つ。さらに別の実施形態では、ハニカム材料 130 はアルミニウムであり、およそ 566°C (1050°F) の融解温度を持つ。若しくは、材料 130 は耐環境条件性があり、 1095°C (2000°F) より低い融解温度を持ち、およそ 871°C (1600°F) より高い融解温度を持つ、いずれかの他の適切な材料あるいは複合材料である。

40

【 0014 】

ガスターピンエンジンの運転中、シール歯 110 の作動温度は、ハニカムシール 102 と摩擦する間に、ハニカムシール材料 130 の融解温度よりは高くない温度まで上昇する。ハニカムシール 102 の融解温度が 1095°C (2000°F) より低いため、シール歯 110 内に生じる温度上昇は、およそ 1095°C (2000°F) より低く制限され、またシール歯 110 とハニカムシール 102 の間の摩擦中も低く抑えられる。さらに、

50

シール歯カッタの温度上昇が減少するために、ハニカムシール102と摩擦するシール歯カッタ特性への影響は減少する。具体的には、シール歯110に対する熱損傷が減少するので、シール歯の耐久性が改善される。さらに、熱応力によるシール歯110の特性劣化及び割れが減少する。

【0015】

摩擦中のシール歯110の温度上昇の可能性を低下させることにより、シール歯110に対する降伏応力が限度を超える時に発生する、シール歯110内に生じる残留応力も減少する。さらに、温度上昇が少なくなることによりシール歯110とハニカムシール102の間に生じるトルクがより少くなり、従って、シール歯110の摩耗が少なくなる。さらに、温度上昇が低下することによりハニカムシール102内の割れ発生及びハニカムシール102の疲労劣化を減少させることができる。10

【0016】

ハニカムシール102が、距離126（図2に示す）がガスタービンエンジン100の周りで円周方向に均一でない状態で、ガスタービンエンジン100（図1に示す）の中に取り付けられた場合、エンジン100運転中にシール歯110とハニカムシール102の間に局所的な摩擦が起きる可能性がある。局所的摩擦が生じている間にシール歯110とハニカムシール102の間に発生する熱は、シール歯110内に正弦温度勾配を生じる可能性がある。時間の経過と共に、そのような正弦温度勾配が強い場合には、より広い作動間隙を生じる。そのような正弦温度勾配の強さは、シール歯102に入力される熱量に比例する。従って、シール歯110の温度上昇の可能性が減少するので、発生する如何なる正弦温度勾配の強さも低下し、シール歯110とハニカムシール102の間の作動間隙が改善される。20

【0017】

図4は、ガスタービンエンジン10に使用することができるラビリンスシール200を含むガスタービンエンジン10の一部の部分概略図である。ラビリンスシール200は、回転環状部材202の外周面206から半径方向に延びる複数のシール歯204を含む第1の回転環状部材202に適切に取り付けられて、シール歯204の外周部を構成する。

【0018】

ハニカムシール208は、第2の非回転部材210に適切に取り付けられ、半径方向内方に延びてハニカムシール208の内周部を構成する。ハニカムシール208は回転部材202の周りに円周方向に延びており、ハニカムシール102（図2に示す）と実質的に同様に、材料130（図3に示す）で製作される。それに代えて、ハニカムシール208は、第1の回転環状部材202上に配置されたシール歯204と、第1の回転部材202の回転速度と異なる回転速度を持つ第2の回転部材（図示せず）との間の空洞（図示せず）に配置されたラビリンスシール（図示せず）とすることができます。30

【0019】

エンジンの初期運転中、シール歯204の外周部は、ハニカムシール208の内周部の小さい公差内で回転し、それによりエンジン10の軸方向に配置された部分間のシールを行う。エンジン10の運転速度が増加するにつれ、シール歯204は半径方向外方に拡張し、ハニカムシール208に接触または摩擦し、ハニカムシール208中に凹部（図示せず）を切り込み、シール歯204とハニカムシール208の間に作動間隙（図示せず）を形成する。さらに具体的には、運転中、シール歯204は回転部材202によって回転する。タービン10が作動し十分な作動温度に達した後、シール歯204はハニカムシール208の中に延び、空気がシール歯204とハニカムシール208の間を流れるのを阻止する。40

【0020】

上述のガスタービンエンジンは費用効果がよく、信頼性が高い。ステータ組立体は、およそ1095°C(2000°F)より低い融解温度を持つ材料で製作されるハニカムシールを含む。エンジン運転中、シール歯はハニカムシールに接触し、熱を発生してハニカムシールの融解温度より高くない温度までその温度が上昇する。シール歯によりハニカムシ50

ールに溝が切り込まれるので、ハニカムシールはシール歯に対してシールを行って、空気がハニカムシールとシール歯の間を流れるのを阻止する。ハニカムシール材料の融解温度により、摩擦中のシール歯の作動温度は制限される。ハニカムシールの結果として、シール歯は公知のシール歯に比較して低い温度で作動され、より少ない熱応力及び摩耗を受ける。より具体的には、シール歯に対する熱損傷が減少するため、シール歯の耐久性が改善される。さらに、熱応力によるシール歯の特性劣化及び割れが減少する。従って、シール歯の摩擦中に生じる温度上昇の可能性が減少し、発生する如何なる温度勾配の強さも低下し、シール歯とハニカムシールの間の作動間隙が改善される。

【0021】

本発明を種々の具体的な実施形態について説明してきたが、本発明が特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲内の変更により実施できることは、当業者には明らかであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 ガスタービンエンジンの概略図。

【図2】 図1に示すガスタービンエンジンに使用することができる低圧タービンの部分概略図。

【図3】 図2に示す低圧タービン組立体に使用することができるハニカムシール組立体の拡大端面図。

【図4】 図1に示すガスタービンエンジンに使用することができるラビリンスシールの部分概略図。

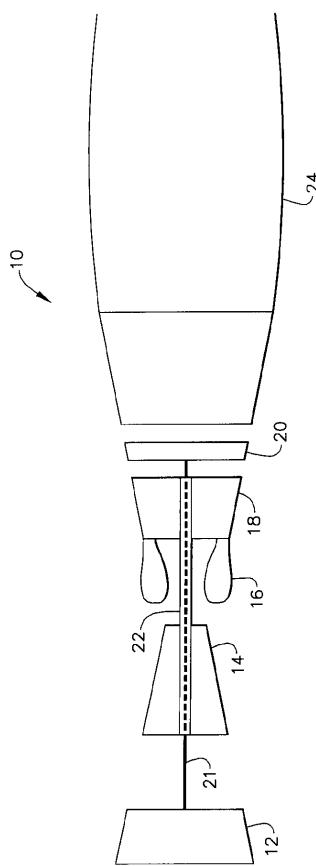
【符号の説明】

20

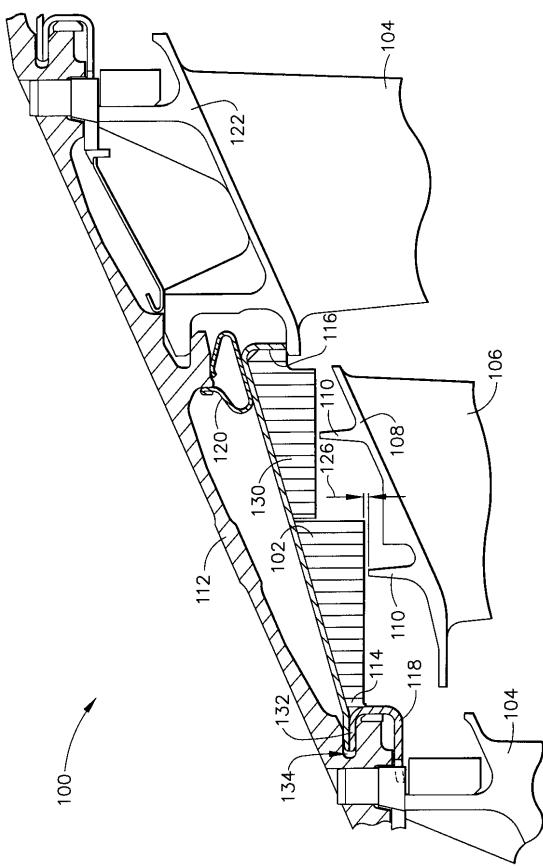
- 100 ロータ組立体
- 102 ハニカムシール
- 104 ステータ羽根
- 106 回転部材
- 108 回転部材の先端
- 110 シール歯
- 112 ケーシング
- 114 第1端部
- 116 第2端部
- 118 第1接合具
- 120 第2接合具
- 130 ハニカム材料

30

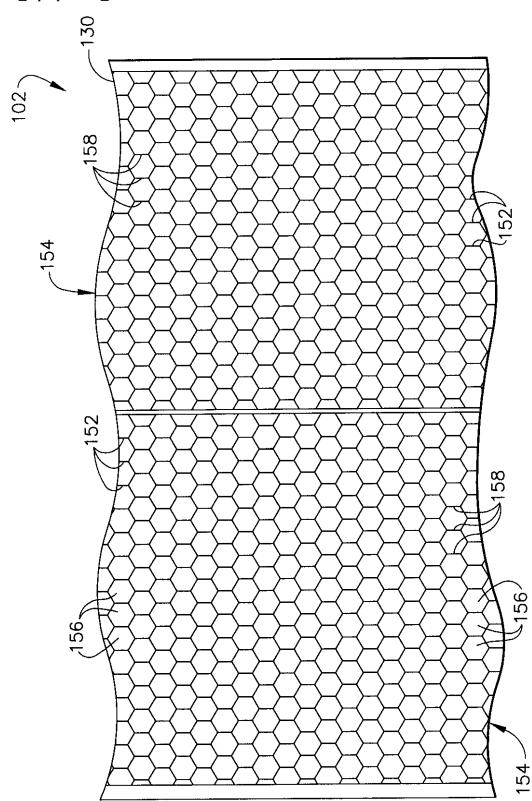
【図1】



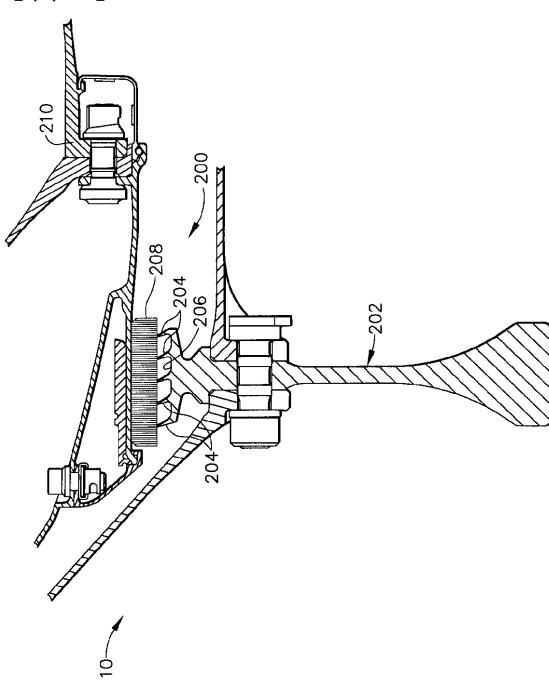
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョセフ・チャールズ・クレサ
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、タイラーズ・クロッシング、6390番
(72)発明者 ロバート・ポール・ツァコル
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、リッチャー・アベニュー、19番
(72)発明者 シェシュ・クリシュナ・スリバトサ
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、グレンミル・コート、8190番
(72)発明者 ダニエル・エドワード・ワインズ
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ホワイトチャペル・ドライブ、5792番
(72)発明者 トマス・トレイシー・ウォーラス
アメリカ合衆国、オハイオ州、メインビル、オーバーブルック・アベニュー、877番

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開2001-123803(JP,A)
特開平08-061092(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 1/00-11/10
F01D 25/00
F02C 7/28,00
F16J 15/40-453,54-56