

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4866860号  
(P4866860)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.

F 1

C 23 C 24/08	(2006.01)	C 23 C 24/08	A
B 22 F 7/04	(2006.01)	B 22 F 7/04	D
C 22 C 19/07	(2006.01)	C 22 C 19/07	H
F 01 D 5/28	(2006.01)	F 01 D 5/28	
F 02 B 39/00	(2006.01)	F 02 B 39/00	U

請求項の数 11 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-546870 (P2007-546870)  
 (86) (22) 出願日 平成17年12月15日 (2005.12.15)  
 (65) 公表番号 特表2008-524444 (P2008-524444A)  
 (43) 公表日 平成20年7月10日 (2008.7.10)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2005/045318  
 (87) 國際公開番号 WO2006/065939  
 (87) 國際公開日 平成18年6月22日 (2006.6.22)  
 審査請求日 平成20年12月12日 (2008.12.12)  
 (31) 優先権主張番号 60/636,398  
 (32) 優先日 平成16年12月15日 (2004.12.15)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505019910  
 デロロ・ステライト・ホールディングズ・  
 コーポレイション  
 DE LORO STELLITE HOLDINGS CORPORATION  
 アメリカ合衆国63026ミズーリ州フェ  
 ントン、スヴィート104、サウス・ハイ  
 ウエイ・ドライブ900番  
 (74) 代理人 100100158  
 弁理士 鮫島 瞳  
 (74) 代理人 100068526  
 弁理士 田村 恒生

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃エンジン用部品への耐高温劣化性の付与

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

内燃エンジンに関連する部品に耐高温劣化性を付与する方法であって、前記部品の表面に、Co系金属合金粉体成分、バインダー及び溶媒を含んで成る金属スラリーを塗布すること、ここで、金属スラリーは、0.05~0.5重量%のB、5~20重量%のCr、22~32重量%のMo、1~4重量%のSi及び残部Coを含んで成るCo系粉末合金粒子を含む；及び

前記Co系金属成分を焼結して、実質的に連続的な100ミクロン~1000ミクロンの厚さのCo系合金被覆を、前記部品の表面に形成すること、ここで、Co系合金被覆は、非デンドライト状、不規則球状、ノジュラー状の金属間相であるラーベス相ノジュールにより特徴づけられるミクロ組織を有する

を含んで成る方法であって、

前記部品は、鋭い突起、空洞及び/又は貫通孔を有し、

前記内燃エンジン部品は、炭素鋼、ステンレス鋼及び合金鋼からなる群から選択される材料の本体を有し

前記被覆は、はめ合い部品に対する耐摩耗性を付与し、

前記焼結は、1204~1260の範囲の温度で行われる方法。

## 【請求項2】

Co系合金は、0.05~0.5重量%のB、5~20重量%のCr、22~32重量

%のM o、1 ~ 4重量%のS i及び残部C oを含んで成る請求項1に記載の方法。

【請求項3】

C o系合金は、B - 0 . 1 5重量%、C r - 8 . 5重量%、M o - 2 8重量%、S i - 2 . 6重量%、及び残部C oを含んで成る請求項1に記載の方法。

【請求項4】

C o系合金は、B - 0 . 1 5重量%、C r - 1 7重量%、M o - 2 8重量%、S i - 3 . 2 5重量%及び残部C oを含んで成る請求項1に記載の方法。

【請求項5】

C o系合金は、B - 0 . 1 5重量%、C r - 1 4重量%、M o - 2 6重量%、S i - 2 . 6重量%、及び残部C oを含んで成る請求項1に記載の方法。

10

【請求項6】

ラーベス相ノジュールは、分散粒子と粒子同士の結合を含み、粒子間の相互結合部は、分散したラーベス相粒子間の複数の細いフィラメント状ラーベス相相互結合部を含む請求項1に記載の方法。

【請求項7】

被覆の厚さは、1 0 0 ~ 3 0 0ミクロンである請求項1に記載の方法。

【請求項8】

被覆の厚さは、2 5 0 ~ 3 0 0ミクロンである請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記焼結は、1 2 0 4で行われる請求項1に記載の方法。

20

【請求項10】

前記焼結は、1 2 6 0で行われる請求項1に記載の方法。

【請求項11】

金属製基材及び請求項1~1 0のいずれかに記載の方法によってその金属製基材上に形成されたC o系合金被覆を含んで成る内燃エンジン部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般に内燃エンジン（又は内燃機関）に関連して使用される、高温における劣化耐性（以下、「耐高温劣化性」ともいう）を有する金属部品に関し、更に詳しくは、不規則形状を有する金属部品にコバルト合金を拡散接合し被覆（又はコーティング）することで、耐高温劣化性を付与する方法に関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

高温用耐摩耗性合金は内燃エンジンの重要部品にしばしば使用される。いくつかの耐摩耗性、耐食性コバルト合金が、トリバロイ（Tribaloy：登録商標）と言う商品名で、デロロ・ステライト社（Deloro Stellite Company, Inc）から市販されている。トリバロイ（登録商標）合金群は、米国特許第3,410,732号、米国特許第3,795,430号、米国特許第3,839,024号及び出願中の米国出願番号第10/250,205号に開示されている。三種類の特定のトリバロイ（登録商標）合金群が、T-400、T-800及びT-400Cなる商品名で市販されている。T-400の公称成分はC r - 8 . 5 %、M o - 2 8 %、S i - 2 . 6 %、残部C oである。T-800の公称成分はC r - 1 7 %、M o - 2 8 %、S i - 3 . 2 5 %、残部C oである。T-400Cの公称成分はC r - 1 4 %、M o - 2 6 %、S i - 2 . 6 %、残部C oである。

40

【0 0 0 3】

上述の合金は、他の合金と同様、合金の硬度を高めるために「ラーベス相」（Laves phase）（発見者フリッツ・ラーベス（Fritz Laves）の名前に由来して命名。）と呼ばれる相を利用する。一般に、ラーベス相は金属間相、即ち、金属-金属相で、ダイヤモンド、六方晶ダイヤモンド、又はこれに関連する構造に配列するA原子と、A原子の周りに四面体構造を形成するB原子からなるA B 2の組成を有する。ラーベス相は強度が高く脆性で

50

あるが、これはその転位のすべり過程の複雑さに一部起因する。図1はトリバロイ（登録商標）において凝固時に形成された不規則形状を有する樹枝（樹木又はデンドライト）状ラーベス相粒子の顕微鏡写真を示す。

【0004】

トリバロイ（登録商標）被覆及び他の保護被覆は、内燃エンジンに関連し耐熱性（又は耐火性）環境下で使用される部品に時として施される。例えば、エンジンバルブは耐用寿命延長のため、保護合金被覆を用いてトリム上にかぶされる。バルブは規則形状を有するため、前記被覆はプラズマ移行アーク溶接によって被覆することができる。しかしながら不規則形状を有する部品に対して、プラズマ移行アーク溶接は手間が掛かるか、あるいは実現不可能である。例えば、鋭い突起、空洞（又はキャビティ）、貫通孔などは、プラズマアークが加工対象物に到達する場所に影響を与えるため、溶接プロセスの妨げになり得る。熱溶射法（又は溶射）は不規則表面の被覆に時として用いられるが、その被覆は単に機械的に接合された被覆となる。機械的に接合された被覆は熱サイクルに起因するスポーリング（又は剥離）を起こしやすい。更に、熱溶射法は視野方向プロセスである。従って、スプレートーチの届かない表面に被覆を行うことはできない。

【0005】

多くの不規則形状部品が、内燃エンジンの内部又は近傍に使用されている。例えば、ガソリン及びディーゼル内燃エンジンの性能向上のためにターボチャージャーが使用される。基本的なターボチャージャーは、排気システム中にタービンを有する。前記タービンは、エンジンの吸気システムにおける空気圧縮機とシャフトを共有する。前記タービンは、排気システム中の排気ガス流を動力とする。このタービンの動力は、前記共有するシャフトを通じて空気圧縮機に伝達され、エンジンの吸気バルブにおける圧力を増大させる。このようにターボチャージャーは、吸気ストローク中にシリンダ内に入る空気の量を増大させることでエンジンの性能を向上させる。

【0006】

ターボチャージャーにはいくつかの異なる設計（又はデザイン）があり、その多くは、タービンを通過する排気ガスの流れを方向付けて、ターボチャージャーの効率その他の運転状況を改善するための羽根（翼又はベーン：vane）を含む。可変ジオメトリー（可変形状又は可変翼）ターボチャージャーは自らの形状を調整して、変化するエンジンの要求に応じてタービンからの排気の流れ方を変える。例えば、米国特許第6,672,059号は可変ジオメトリー ターボチャージャーの一例を開示している。図2（前記059特許の図1の複製）において、タービン10はタービンハウジング12内部のシャフト18に取り付けられたタービンホイール17を含む。渦巻きケーシング（又はらせん状構造）14は、内燃エンジン（図示せず）からの排気ガスを前記タービンハウジング12内に導くためのものである。複数の羽根22が前記タービンハウジング12内の前記タービンホイール17の円周上に（例えば、前記タービンハウジング12内の平板24の孔28に保持（又は受容）されるピン26によって）旋回できる状態に取り付けられる。

【0007】

一般に、前記羽根22の大きさ、形状、取り付け位置は、前記渦巻きケーシング14から前記タービンホイール17への排気の流れを方向付けるように定められている。更に前記羽根22は、前記タービン10を通る排気ガスの流れを調節するため、旋回できるようになっている。059特許に図示されるターボチャージャーの各羽根22は、各ピン26の軸から離れた位置に一体成形される作動タブ30を有する。各作動タブ30は、前記シャフト18と同軸に前記タービンハウジング12内に取り付けられ選択的に回転可能な、ユニゾンリング（unison ring）34の半径方向に角度のあるスロット32によって保持される。前記ユニゾンリング34が作動装置により回転すると、前記作動タブ30がそれぞれスロット32内で前記各ピン26の周りを旋回する。従って、前記ユニゾンリング34が回転することで、前記羽根22が旋回し、これにより前記タービン10内の空気流に所望の変化をもたらすことができる。

【0008】

10

20

30

40

50

前記羽根 22 がこの様に作動すると、前記ピン 26 及び前記作動タブ 30 に応力と摩耗が発生する。前記ターボチャージャーの動作の信頼性を高めるためには、前記羽根 22、ユニゾンリング 34、ピン 26、その他ターボチャージャー部品が、幾多の高温サイクルや、排気ガスの化学的雰囲気、及び前記ターボチャージャーの動作に伴う機械的応力に曝されても、設計通りに機能する必要がある。

#### 【0009】

可変ジオメトリーテーボチャージャーの構成には多くの種類がある。いくつかの例は、米国特許第 4,679,984 号（3 つのピンにより取り付けられた旋回羽根）；米国特許第 4,726,744 号（一体成形された羽根と羽根作動装置の組合せ）；米国特許第 6,709,232 号（羽根側部に取り付けられたレバーアームにより作動する羽根）；米国特許第 4,499,732 号（タービンを通る流れを調整するため、油圧作動装置により軸方向形状を変更する固定式羽根を含むノズル）に図示されている。前述のターボチャージャー設計（そしてその他多数のターボチャージャー設計）を繋ぐ共通点は、その内部の可動部品（例えば、羽根及び羽根作動装置など）が不規則形状（即ち、鋭い突起、空洞及び／又は貫通孔など）を有する点にある。更にターボチャージャーは、内燃エンジン及びその補助システム全体に使用される、多数の複雑かつ不規則形状をした部品を例示するものである。

10

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

20

これらの部品に耐高温劣化性被覆を施すことは望ましいものの、上記の不規則形状は被覆を困難、又は不経済的にする。その結果、多くの不規則形状構成要素は高価な合金を用いたインベストメント鋳造（investment casting）によって作られる。その他の場合には、耐久性を犠牲にして、安価な、しかしながら耐性の低い、材料を用いてこれらの部品が作られる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

##### 発明の要約

従って簡潔にいえば、本発明は内燃エンジンに関連する部品に耐高温劣化性を付与する方法に関する。前記方法は、前記部品の表面に、Co 基金属成分（又は Co 系金属成分）、バインダー及び溶媒を含む金属スラリーを塗布（又は塗工）し、前記 Co 基金属成分を焼結して、実質的に連続的な Co 基合金被覆を本体（ボディー又は物体）の表面に施す方法である。

30

#### 【0012】

もう一つの要旨において、本発明は、約 30 ~ 約 60 重量% の Co 基金属成分、約 0.5 ~ 約 5 重量% のバインダー、約 40 ~ 約 70 重量% の溶媒を含む金属スラリーを、部品の表面に塗布し、加熱して前記溶媒及び前記バインダーを除去し、前記 Co 基金属成分を焼結して、実質的に連続的な Co 基合金被覆を本体の表面に施すことを含むと共に、前記 Co 基合金被覆は一般に、非デンドライト状（非樹枝状又は非樹木状：non-dendritic）、不規則球状、ノジュラーラー状（又は団塊状：nodular）の金属間相により特徴づけられるミクロ組織を有する。

40

#### 【0013】

また本発明は、金属製基材とその表面に施された Co 基金属被覆を含む内燃エンジン部品に向けられており、当該 Co 基金属被覆は、一般に、非デンドライト状、不規則球状、ノジュラーラー状の金属間相により特徴づけられるミクロ組織を有する Co 基合金で、その厚さは約 100 ~ 1000 ミクロンである。

#### 【0014】

本発明のその他の態様及び特徴については一部明らかであり、また、一部は以下に説明する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0015】

本発明の一つの形態は、内燃エンジンに関連する高温（耐熱又は耐火性）環境下で使用される耐高温劣化性構成要素である。厳密には、本発明は各種エンジン各部の様々な部品を包含するもので、従って多くの異なる使用温度に適用できるものである。ただし一般的な事として、前記部品、特に本発明により施された被覆は、例えば600以上<sup>10</sup>の使用温度に定期的に曝されることが可能である点において耐高温劣化性を有する。

## 【0016】

一般に、前記構成要素は金属製本体を含む。例えば、前記金属製本体は、構成要素の所望の形状を有する本体を製造するために適する実質的ないずれかの製造方法で製造される合金鋼本体、ステンレス鋼本体、又は炭素鋼本体を含む。前記金属製本体は外表面を有し、少なくともその一部は拡散接合された耐高温劣化性Co基合金によって被覆されている。任意に、外表面の全てを拡散接合された耐高温劣化性被覆を施すこともできるが、劣化耐性を最も必要とする外表面の選択された部分にのみ被覆を行う方が、より経済的であり得る。

## 【0017】

前記耐高温劣化性被覆は、成形された部品本体に冶金学的に接合した実質的に連続的なCo基合金の被覆である。代表的な合金には、約40～約62重量%のCoを含有するCo基合金が含まれ、これらの合金はステライト(Stellite:登録商標)の商標で市販されている。他の代表的な合金には、約40～約58重量%のCoを含有するもので、トリバロイ(登録商標)の商標で市販されているもののほか、本発明の方法に適用し易くしたステライト(登録商標)及びトリバロイ(登録商標)両者の改良品がある。<sup>20</sup>

## 【0018】

少量のホウ素(B)を前記合金に少量加え、焼結温度を低下させる。このようにすることで、前記金属製本体から前記被覆への過剰な拡散を防ぐことができるよう十分に低い温度で、下記の方法に基づいて、被覆を焼結することができる。一つの好ましい実施形態において、前記合金は約0.05～約0.5重量%の範囲のホウ素を含む。ホウ素含有量が約0.05重量%未満の場合、合金の焼結温度に与える効果が不十分となる。ホウ素含有量が約0.5重量%を越えることは、前記合金の機械的性質及び高温特性に影響を及ぼすので避けられる。

## 【0019】

本発明に使用される合金には、他に高温、摩耗用途に従来より使用される合金成分、例えば、C、Cr、及び/又はW、が含まれる。またMo、Fe、Ni、及び/又はSiを任意に使用し改良を行うことができる。従って、本発明の一つの形態においては、約0.05～約0.5重量%のB、約5～約20重量%のCr、約22～約32重量%のMo、約1～約4重量%のSi及び残部Coを含んで成るCo基合金が使用される。なお本明細書における全ての百分率は、特に指定がない限り重量パーセントを示すものとする。一つの代表的な合金は、約B-0.15%，Cr-8.5%，Mo-28%，Si-2.6%，C-0.04%及び残部Coを含む。もう一つの代表的な合金は、約B-0.15%，Cr-17%，Mo-28%，Si-3.25%及び残部Coを含む。更に、もう一つの代表的な合金は、約B-0.15%，Cr-14%，Mo-26%，Si-2.6%，C-0.08%及び残部Coを含む。もう一つの形態は、Cr-16.2%，Mo-22.3%，Si-1.27%，C-0.21%及び残部Coを含む。<sup>40</sup>

## 【0020】

他の形態では、約0.05～約0.5重量%のB、約25～約33重量%のCr、約0.5～約3重量%のSi、及び約15重量%までの量のWを含んで成るCo-Cr-W-Si合金などのCo基合金を使用する。これらの他の形態は、上述及び実施例2に述べられる非デンドライト状ラーベス相を有さない。特に代表的な合金は、公称成分1.2%C、28%Cr、1.1%Si、及び4.5%Wを有するステライト6に約0.05～0.5重量%のBを加えたものである。もう一つの特に代表的な合金は、公称成分1.4～1.85%C、29.5%Cr、1.5%Si及び8.5%Wを有するステライト12に、<sup>50</sup>

約 0.05 ~ 0.5 重量 % の B を加えたものである。別の特に代表的な合金は、公称成分 2.45 % C、3.1 % Cr、1 % Si、及び 1.3 % W を有するステライト 3 に約 0.05 ~ 0.5 重量 % の B を加えたものである。

【 0021 】

本発明の一つの形態において、以下に説明する製造方法に基づいて Co 基合金により形成される耐高温劣化性被覆はラーベス相粒子を含んで成る。前記耐高温劣化性被覆のミクロ組織は、図 3 及び図 4 に示すように、ラーベス相ノジュール（例えば、ほぼ球状のラーベス相粒子）を含む。前記ノジュールは、一部は分散粒子として、また一部は粒子同士の結合として発生する。更にノジュール間の相互結合部は、結合しない場合は分散するラーベス相ノジュール間に、複数の細いフィラメント状ラーベス相相互結合部を含む。前記ラーベス相粒子は、前記合金における柔らかい非ラーベス相部分に貫入している。前記ラーベス相粒子は、約 HV 1124 の平均硬度値を有しており、また前記被覆の非ラーベス相部分は約 HV 344 の平均硬度値を有する。

【 0022 】

前述したノジュール状ラーベス相粒子が耐高温劣化性被覆の摩耗特性を改善する。先行技術により凝固したトリバロイ（登録商標）などに見られる不規則なデンドライト状ラーベス相粒子（図 1）は割れの原因となる応力ライザー（又は集中部：riser）を形成する傾向にある。これに対し、前記ノジュール状ラーベス相粒子は、応力ライザー部を形成する可能性が低く、従って被覆の割れに対する耐性を高める。

【 0023 】

前記被覆は、代表的には約 100 ミクロン ~ 約 1000 ミクロンの厚さである。一つの形態において前記被覆は、約 100 ミクロン ~ 約 300 ミクロンの厚さ、例えば約 250 ミクロン ~ 約 300 ミクロンの厚さを有する。その上記被覆は構成要素の本体に拡散接合されるが、前記基材からの拡散は、接合線の直近に実質的に限られる。金属製本体から被覆への過剰な拡散は、被覆の耐摩耗性を低下させる。

【 0024 】

前述の特徴を有する耐高温劣化性被覆は、内燃エンジン又はその補助システムに使用される、様々な不規則形状を有する部品を含む、実質上いかなる構成要素にも適用することができる。いくつかの具体的な部品について、以下により詳細に説明する。

【 0025 】

図 5 は気流偏向部（又は空気転向部）124、ピン部 126 及び作動タブ部 128 を形成するように成形された本体 122 を含むターボチャージャー羽根（又は翼）121 を示す。前記気流偏向部 124 は、ターボチャージャーからの排気流を偏向するための大きさと形状を有する翼型表面 134 を有した細長い楔状のものである。前記ピン部 126 は、気流偏向部 124 の側面 136 から実質的に垂直に伸びる細長い円柱状の突起である。前記作動タブ部 128 は気流偏向部 124 の反対側側面 138 から実質的に垂直に伸びる突起である。前記作動タブ部 128 は、ピン部 126 の軸 140 から中心線をずらして平行に設けられている。一つの代表的な形態において、本体 122 の全体を耐高温劣化性被覆で被覆する。

【 0026 】

前記羽根 121 は、図 2 に示した先行技術のターボチャージャーに類似した、可変ジオメトリー（可変形状又は可変翼）ターボチャージャーへの使用に好適である。前記羽根 121 の動作は、ピン部 126 を取り付け孔（図示せず）に挿入し、前記気流偏向部 124 を内燃エンジンの排気流中で旋回できる状態に取り付けることを含む。前記作動タブ部 128 は選択的に回転可能なユニゾンリングのスロットに保持（又は受容）され、当該ユニゾンリングの回転に伴い、前記作動タブが前記ピン部 126 の軸 140 の周りを旋回し、これによって気流偏向部 124 の回転方向を調整する。耐高温劣化性被覆によってもたらされる機械的、熱的及び化学的な複合保護効果により、前記羽根 121 は、その動作中に被りやすい磨耗に対し耐性を有する。

【 0027 】

10

20

30

40

50

他の形態では、本体 122 の選択的な外表面部分に耐高温劣化性被覆を施さない。例えば前記気流偏向部 124 は、一般に前記ピン部 126 及び作動タブ部 128 と同等の応力を被るわけではなく、この部分に被覆を施さない方がより経済的な場合がある。従って耐高温劣化性被覆を前記ピン部 126 及び / 又は作動タブ部 128 のみ、つまり被覆を最も必要とする部分のみに施し、それによって羽根 121 のコストを低減することができる。

#### 【0028】

もう一つのターボチャージャー羽根 221 を図 6 に示す。前記羽根 221 は、本体 222 が気流偏向部 224 と作動タブ部 228 を有する点で、図 5 に示す羽根と類似する。しかし、前記本体 222 は、ピン部を含まない。それに代わり、前記本体 222 は空洞規定部 226 を含み、これにより、前記本体の外表面は、内燃エンジンの排気システム中に、羽根 221 を旋回可能な状態に取り付けるためのはめあい部品（例えばピン）を保持するための空洞 242 を規定する。一つの代表的な例では、前記空洞規定部 226 の外表面部分を含む、前記本体 222 の外表面全体を、耐高温劣化性被覆で被覆する。前記羽根 121 と 221 は実質的に同じ動作をするが、図 6 に示す羽根 221 は、前記空洞 242 に保持されるはめあい部品（例えばピン）に取り付けられており、前記空洞規定部 226 の表面上の前記耐高温劣化性被覆が、前記はめあい部品による摩耗から保護している。また、前記外表面の前記空洞規定部及び / 又は前記作動タブ部のみを被覆し、前記羽根 221 のコストを低減させることができが好ましい場合もある。

#### 【0029】

もう一つの部品は、可変ジオメトリーターボチャージャーの固定羽根式ノズルの軸方向の変形（又は並進）を生じさせるためのノズル作動装置（又はアクチュエーター）である。前記ノズル作動装置の本体は、アーム、ピン及び貫通孔を含む。一つの代表的な形態において、前記本体の全体に前述の耐高温劣化性被覆が施されている。運転中、ピン及び貫通孔は作動システムのはめあい部品によって摩擦する。しかし、耐高温劣化性被覆による機械的、熱的及び化学的な複合保護効果が、前記部品を耐摩耗性にする。他に、前記本体の外表面の選択的部分には耐高温劣化性被覆を施さない場合がある。例えば、ピン部の少なくとも一部及び / 又は貫通孔規定部の少なくとも一部を含む前記本体に、前記耐高温劣化性被覆を部分的に施し、他の部品によって摩耗することのない前記作動装置の部品には被覆を施さないことで、前記作動装置を被覆するコストを低減することが望ましい場合もある。

#### 【0030】

当業者は、上述した部品の形状がターボチャージャーの動作に決定的に重要ではないことを認めるであろう。むしろ、ターボチャージャーの設計（又はデザイン）には様々な種類があり、これに応じ羽根、羽根作動装置、ノズル形状変更作動システムにも幾多の設計がある。本明細書に記述されたものとは異なる形状を有する羽根及び羽根作動装置もまた、本発明の範囲から逸脱することなく、耐高温劣化性被覆で全体又は部分的に被覆することができる。更に、本発明の耐高温劣化性構成要素は、羽根及び羽根作動装置に限定されるものではない。広義に本発明は、内燃エンジンに関連する高温環境に使用される耐高温劣化性構成要素であって、本明細書に記載された前記耐高温劣化性被覆を有する全ての構成要素を含む。

#### 【0031】

本発明による耐高温劣化性被覆の施工（塗工又は塗布）には粉体（又は粉末）スラリー堆積法が用いられる。このスラリー法は、有機バインダー及び溶媒中に懸濁させた粉体 Co 基合金粒子のスラリーを作製することを含む。構成要素の外表面は被覆工程の準備段階で洗浄される。その後前記構成要素に前記スラリーを塗布し、約 30 から約 60 重量 % の Co を主とする金属成分、約 0.5 から約 5 % のバインダー及び約 40 から 70 重量 % の溶媒を表面に有する内燃エンジン部品形状を形成する。次いで前記スラリーを乾燥させる。前記構成要素が乾燥した後、当該構成要素を真空炉で加熱し、キャリアー成分を除去すると共に前記 Co 基合金を焼結する。

#### 【0032】

10

20

30

40

50

前記スラリーは、細かい粉体C<sub>o</sub>基合金粒子を含んで成る。前記C<sub>o</sub>基合金粒子は、場合によりホウ素以外の全ての成分に関して、上述したC<sub>o</sub>基合金と同じ成分を含む。ホウ素は、合金粒子内に存在させるか、又はホウ酸の形態でスラリー中に加えることができる。前記C<sub>o</sub>基合金粒子の平均サイズは、53ミクロン未満（例えば、270メッシュ通過）であることが好ましい。前記有機バインダーは、メチルセルロースなど、焼結するまで前記C<sub>o</sub>基合金粒子を一時的に繋ぐことのできる物質であればよい。前記溶媒は、前記有機バインダーを溶解することができ、前記C<sub>o</sub>基合金粒子が懸濁状態であり得る、液体（例えば、水又はアルコール）である。前記スラリーのこれら主成分の範囲は以下の通りである。

合金粉体：約30～60重量%

10

バインダー：約0.5～約5重量%

溶媒：約40～約70重量%

#### 【0033】

ある特定の形態において、これらの成分は以下の通りである。

合金粉体：約41重量%

20

バインダー：約0.75重量%

溶媒：約58.25重量%

#### 【0034】

前記スラリーは、前記粉末合金粒子、バインダー、及び溶媒を（例えば、塗料ミキサー中の攪拌により）混合することで作成される。混合後、スラリーを放置して気泡を除去する。気泡除去に要する時間は、混合時に導入された気泡の量に依存し、当該気泡の量は、スラリーの混合に使用した方法及び装置に大きく依存する。金属製部品を前記スラリーに浸け、前記スラリーから取り出して、スラリー中の気泡の量を簡単にテストする。前記金属製部品の表面にスラリーが滑らかな被覆の形態で付着すれば、気泡の除去は十分である。

20

#### 【0035】

被覆する部品の金属製本体は清浄で滑らかにすることが必要である。前記金属製本体を（必要な場合）清浄化し滑らかにする方法は、当該金属製本体を作製する際に使用された冶金的方法に応じて異なる。一般には、溶剤等を利用して汚れや油脂を被覆すべき表面から取り除く。前記金属製本体の表面が十分に滑らかでない場合、当該金属製本体表面を研磨又は別の方法で滑らかにする必要がありえる。被覆が金属本体の表面に付着したときに、金属部分の表面が十分に清浄で滑らかであれば、被覆は滑らかであり、金属本体を被覆すべき準備ができている。

30

#### 【0036】

前記スラリーの前記金属製本体への塗布は、好ましくは当該金属製本体を当該スラリーに浸漬することで行われる。代わりに、塗料を対象物に塗布する際に用いられるあらゆる方法を用いて、前記スラリーを前記金属製本体の外表面に塗布（又は塗工）することができる。従って、前記スラリーを、前記金属製本体の外表面に、刷毛塗り、流しこみ、ロール塗り及び／又は噴霧することができる。前記スラリーの粘度は、スラリー中の溶媒の量を調整することによって、塗布の方法に適応するように調節することができる。更に、前記スラリーを、従来からある各種方法、又はそれらの方法の組み合わせを用いて、金属製本体の選択部分のみに塗布することができる。従って、金属製本体の形状（又はジオメトリ）に拘わらず、前記スラリーを当該金属製本体の外表面に容易に塗布できることは価値が高い。特に、前記スラリーを、突起部、本体の空洞規定部、本体の貫通孔規定部に容易に塗布することができる。前記スラリーを前記金属製本体に塗布した後、乾燥（例えば空気乾燥）を行い、前記溶媒を実質的に蒸発させる。

40

#### 【0037】

前記溶媒が蒸発した後、前記部品を炉内に配置し、有機バインダーを除去すると共にC<sub>o</sub>基合金粉末粒子を焼結する。前記C<sub>o</sub>基合金粉末粒子の焼結に必要な焼成の温度及び時間は、前記C<sub>o</sub>基合金の焼結温度を参照することで容易に見積もることができる。前記C

50

○基合金へのホウ素添加は、当該Co基合金の焼結温度を低下させ、それにより前記金属製本体から前記被覆への拡散は接合線部に限定される。このことは、前記金属製本体から前記被覆への過剰な拡散を防止し、それに伴う前記部品の耐摩耗性低下を防止する。炉内の雰囲気は、非酸化性雰囲気（例えば不活性ガス又は真空）であることが好ましい。

【0038】

約B-0.15%、Cr-8.5%、Mo-28%、Si-2.6%、残部Coを含む一つの代表的な合金の焼結は、温度約2300°F(1260)、時間約60分で行われる。約B-0.15%、Cr-17%、Mo-28%、Si-3.25%、残部Coを含むもう一つの代表的な合金の焼結は、温度約2200°F(1204)、時間約60分で行われる。約B-0.15%、Cr-14%、Mo-26%、Si-2.6%、残部Coを含むもう一つの代表的な合金の焼結は、温度約2300°F(1260)、時間約60分で行われる。

10

【0039】

以下に本発明の主な態様を記載する。

1.

内燃エンジンに関連する部品に耐高温劣化性を付与する方法であって、  
前記部品の表面に、Co系金属成分、バインダー及び溶媒を含んで成る金属スラリーを  
塗布すること；及び

前記Co系金属成分を焼結して、実質的に連続的なCo系合金被覆を、部品の表面に形成すること  
を含んで成る方法。

20

2.

金属スラリーは、約30～約60重量%の金属粉体、約0.5～約5重量%のバインダー、及び約40～約70重量%の溶媒を含んで成る上記1に記載の方法。

3.

内燃エンジンに関連する部品に耐高温劣化性を付与する方法であって、  
約30～約60重量%のCo系金属成分、約0.5～約5重量%のバインダー、約40～約70重量%の溶媒を含んで成る金属スラリーを、部品の表面に塗布すること；及び  
加熱して前記溶媒及び前記バインダーを除去し、前記Co系金属成分を焼結して、実質的に連続的なCo系合金被覆を、部品の表面に形成すること  
を含んで成る方法であり、

30

前記Co系合金被覆は、一般に、非デンドライト状、不規則球状、ノジュラー状の金属間相により特徴づけられるミクロ組織を有する方法。

4.

Co系合金は、B、Cr、Mo、Si、C、及びCoを含んで成る上記1～3のいずれかに記載の方法。

5.

Co系合金被覆は、一般に、非デンドライト状、不規則球状、ノジュラー状の金属間相により特徴づけられるミクロ組織を有する上記1又は2に記載の方法。

40

6.

Co系合金は、約0.05～約0.5重量%のB、約5～約20重量%のCr、約22～約32重量%のMo、約1～約4重量%のSi及び残部Coを含んで成る上記1～5のいずれかに記載の方法。

7.

Co系合金は、約B-0.15重量%、Cr-8.5重量%、Mo-28重量%、Si-2.6重量%、及び残部Coを含んで成る上記1～5のいずれかに記載の方法。

8.

Co系合金は、約B-0.15重量%、Cr-17重量%、Mo-28重量%、Si-3.25重量%及び残部Coを含んで成る上記1～5のいずれかに記載の方法。

9.

50

C o 系合金は、約 B - 0 . 1 5 重量%、C r - 1 4 重量%、M o - 2 6 重量%、S i - 2 . 6 重量%、及び残部C o を含んで成る上記1～5のいずれかに記載の方法。

1 0 .

C o 系合金は、B、C r、W、S i、C、及びC o を含んで成る上記1又は2に記載の方法。

1 1 .

C o 系合金は、約0 . 0 5～約0 . 5 重量%のB、約2 5～約3 3 重量%のC r、約0 . 5～約3 重量%のS i、及び約1 5 重量%までのWを含んで成る上記1又は2に記載の方法。

1 2 .

C o 系合金は、約0 . 0 5～約0 . 5 重量%のB、約1 . 2 重量%のC、約2 8 重量%のC r、約1 . 1 重量%のS i、及び約4 . 5 重量%のW、及び残部C o を含んで成る上記1又は2に記載の方法。

1 3 .

C o 系合金は、約0 . 0 5～約0 . 5 重量%のB、約1 . 4～約1 . 8 5 重量%のC、約2 9 . 5 重量%のC r、約1 . 5 重量%のS i、及び約8 . 5 重量%のW、及び残部C o を含んで成る上記1又は2に記載の方法。

1 4 .

C o 系合金は、約0 . 0 5～約0 . 5 重量%のB、約2 . 4 5 重量%のC、約3 1 重量%のC r、約1 重量%のS i、及び約1 3 重量%のW、及び残部C o を含んで成る上記1又は2に記載の方法。

1 5 .

金属製基材及び上記1～1 4 のいずれかに記載の方法によってその金属製基材上に形成されたC o 系合金被覆を含んで成る内燃エンジン部品。

1 6 .

金属基材とその上のC o 系合金被覆を含んで成る内燃エンジン部品であって、C o 系合金被覆は、約1 0 0～約1 0 0 0 ミクロンの厚さを有し、かつ、一般に、非デンドライト状、不規則球状、ノジュラー状の金属間相により特徴づけられるミクロ組織を有するC o 系合金である内燃エンジン部品。

1 7 .

C o 系合金は、約0 . 0 5～約0 . 5 重量%のB、約5～約2 0 重量%のC r、約2 2～約3 2 重量%のM o、約1～約4 重量%のS i 及び残部C o を含んで成る上記1 6 に記載の内燃エンジン部品。

1 8 .

C o 系合金は、約B - 0 . 1 5 重量%、C r - 8 . 5 重量%、M o - 2 8 重量%、S i - 2 . 6 重量%、及び残部C o を含んで成る上記1 6 に記載の内燃エンジン部品。

1 9 .

C o 系合金は、約B - 0 . 1 5 重量%、C r - 1 7 重量%、M o - 2 8 重量%、S i - 3 . 2 5 重量%及び残部C o を含んで成る上記1 6 に記載の内燃エンジン部品。

2 0 .

C o 系合金は、約B - 0 . 1 5 重量%、C r - 1 4 重量%、M o - 2 6 重量%、S i - 2 . 6 重量%、及び残部C o を含んで成る上記1 6 に記載の内燃エンジン部品。

以下、実施例により本発明を更に詳しく説明する。

#### 【実施例】

##### 【0 0 4 0】

###### 実施例1

摩耗試験は、本発明の方法により被覆されたピンと中実タイルとの摩擦対を準備して行った。前記ピンは長さが0 . 7 5 インチ(2 c m)、直径が0 . 2 5 インチ(0 . 6 c m)であった。前記タイルは1 . 2 5 インチ(3 c m)×1 . 2 5 インチ(3 c m)×0 .

10

20

30

40

50

25インチ(0.6cm)であった。前記ピンの長手方向端部を、600の静的空気炉中に14.05Nの力で前記タイルに押しつけた。前記ピンを前記タイル面に垂直な軸の周りに1Hzの周期で60分間回転させた。前記タイルの表面荒さ(Ra)を測定し、これを摩耗による表面損傷の指標(摩耗指標)とした。表面荒さが荒くなる程、より多量の材料の移動を示す。

## 【表1】

ピン/タイル		タイル表面荒さ(Ra)
316ss上のT-400/铸造 T-400	被覆/中実材	0.07
316ss上のT-800/铸造 T-400	被覆/中実材	0.07
316ss上のT-400C/铸造 T-400	被覆/中実材	0.09
铸造 T-400/铸造 T-400	中実材/中実材	0.11
420ss上のT-800/铸造 T-400	被覆/中実材	0.13
YSZ/铸造 T-400	セラミック/中実材	0.14
PL-33/窒化 316ss	中実材/中実材	0.39
ステライト6B/ステライト6B	中実材/中実材	0.73
PL-33/316ss	中実材/中実材	13.23

10

20

(ss:ステンレス鋼)

## 【0041】

これらの結果は、一般に前記被覆がその中実対象物(又は対応物)より耐摩耗性に優れることを示す。特にT-400及びT-400C被覆(又は被覆物)を、铸造(又は铸造物:Cast)T-400と比較すると、被覆の摩耗指標(0.07及び0.09)がその中実対照物の指標(0.11)と比べてより低い。更に、これらの被覆及びT-800被覆は、YSZ、PL-33及びステライト6B中実材に比べ、摩耗が少ないことを示す。T-400被覆の公称成分は、B-0.15%、Cr-8.5%、Mo-28%、Si-2.6%及び残部Coであった。T-800被覆の公称成分は、B-0.15%、Cr-17%、Mo-28%、Si-3.25%及び残部Coであった。T-400C被覆の公称成分はB-0.15%、Cr-14%、Mo被覆が滑らかであるように、26%、Si-2.6%及び残部Coであった。PL-33は自動車産業で一般に使用される、特許品の鉄系合金である。YSZはイットリア安定化ジルコニアを示す。

30

## 【0042】

## 実施例2

公称成分B-0.15%、Cr-17%、Mo-28%、Si-3.25%及び残部CoのT-800について後方散乱電子像顕微鏡写真を撮影し、図7(150倍)及び図8(500倍)に示す。基材には416ステンレス鋼を使用した。Mo濃度の高いことを示す明るい粒子はラーベス相である。有利な点は、これらの粒子が均一に分散し、また铸造物(castings)にしばしば見られるような細長く不規則形状をした粒子が認められない点にある。特に、図7及び図8に示すミクロ組織は、図3及び図4のミクロ組織と同様に、一般に非デンドライト、不規則球状、ノジュラー状の金属間相である高濃度のMoを含むラーベス相を含む。このミクロ組織が本発明による、公称成分B-0.15%、Cr-17%、Mo-28%、Si-3.25%及び残部CoのT-800被覆の延性改善に貢献する。

40

## 【0043】

## 実施例3

416ステンレス鋼基材上にT-800被覆試料を二つ準備した。一つは本発明の被覆方法により、またもう一つはHVOF(高速オキシ燃料; high velocity oxyfuel)熱溶

50

射被覆法により被覆試料を作製した。これら同一の厚さを有する二種類の被覆に同一の力で圧痕を形成した。H V O F熱溶射法により被覆した試料は圧痕で割れが発生した(図9)が、本発明の方法により被覆した試料(図10)には割れは認められず、延性が大幅に改善されていることが実証された。

【0044】

本発明又はその好ましい形態の要素を示す際に用いた、用語「ある」、「一つの」、「前記」及び「当該」は、一つ又はそれ以上の要素があることを意味することを意図する。用語「含んで成る」、「含む」及び「有する」は、包括的であることを意図するもので、掲げられた要素以外の追加の要素があることを意味する。

【0045】

上述の生成物及び方法は、本発明の範囲から逸脱しないで、多くの変形を行うことが可能なので、以上の説明に含まれ並びに添付図面に示される全ての事項は例示的であり、限定的では無いことを意図する。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】図1は、先行技術の方法でトリバロイ(登録商標)合金の凝固時に形成された不規則形状を有するラーベス相粒子の顕微鏡写真である。

【図2】図2は、米国特許第6,672,059号からの複製である、先行技術による可変ジオメトリー・ボチャージャーのタービンの分解斜視図である。

【図3】図3は、耐高温劣化性被覆中のほぼ球状をしたラーベス相粒子の顕微鏡写真である。

【図4】図4は、図3に示したラーベス相粒子の拡大顕微鏡写真である。

【図5】図5は、取り付け用ポストを有する羽根の斜視図である。

【図6】図6は、旋回ピンを保持するための空洞を有する羽根の斜視図である。

【図7】図7は、本発明に従って施された被覆の顕微鏡写真である。

【図8】図8は、本発明に従って施された被覆の顕微鏡写真である。

【図9】図9は、本実施例で行われた延性/ひび割れ試験の結果を示す写真である。

【図10】図10は、本実施例で行われた延性/ひび割れ試験の結果を示す写真である。

【0047】

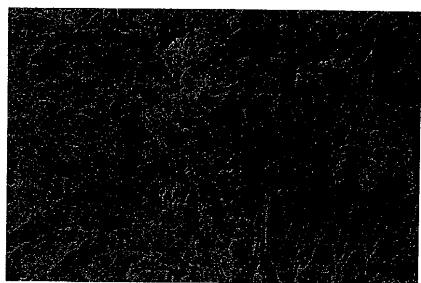
全ての図面を通じて、参照番号は同種の対応する部品を示す。

10

20

30

【図1】  
FIG. 1



【図2】

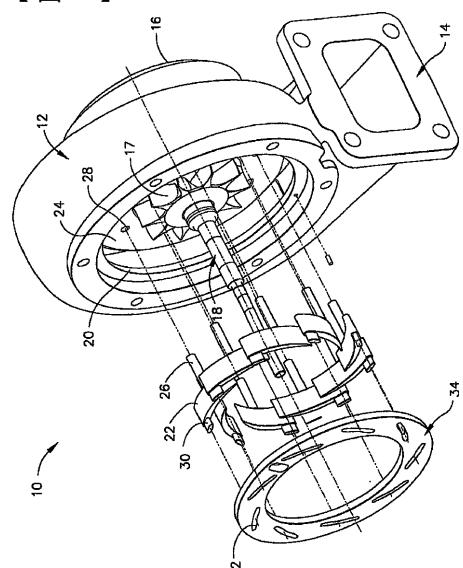
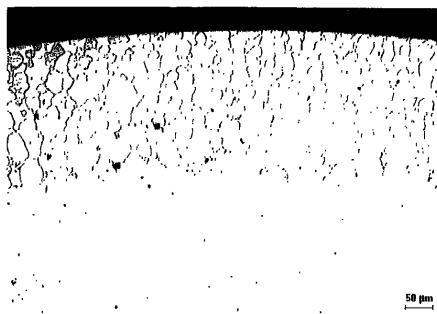
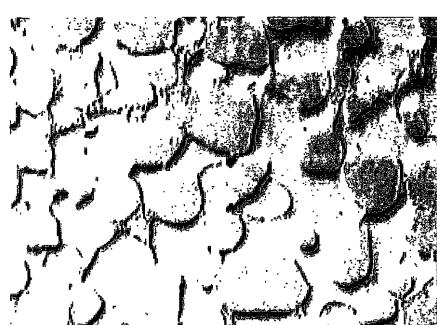


FIG. 2

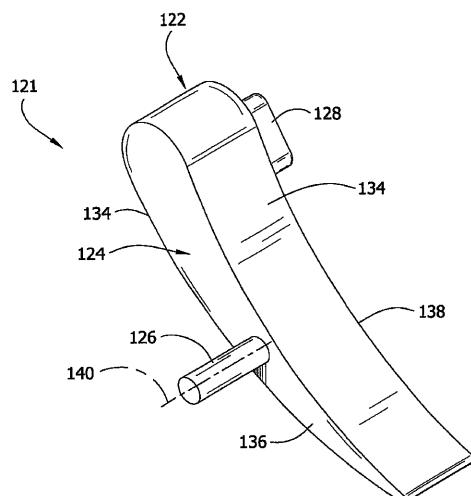
【図3】  
FIG. 3



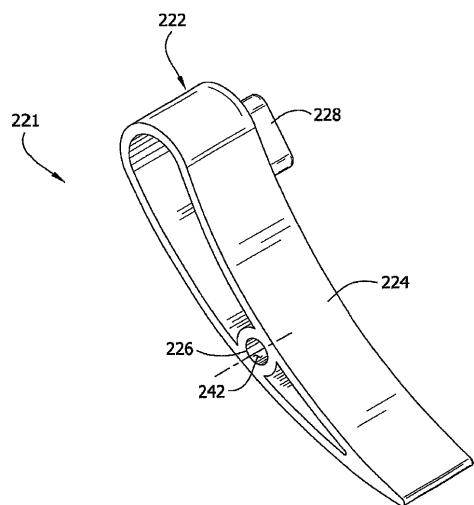
【図4】  
FIG. 4



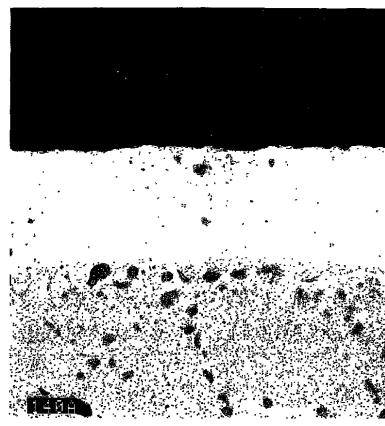
【図5】  
FIG. 5



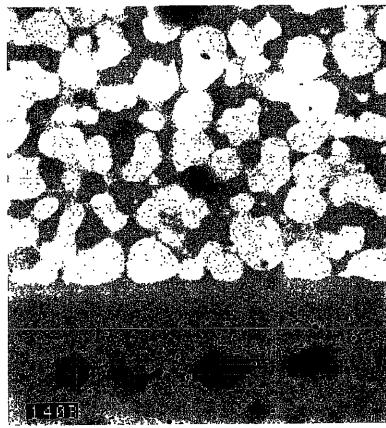
【図6】  
FIG. 6



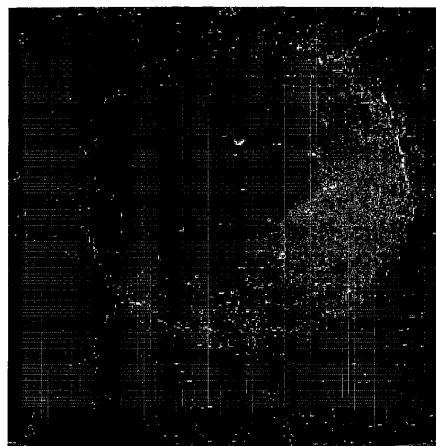
【図7】  
FIG. 7



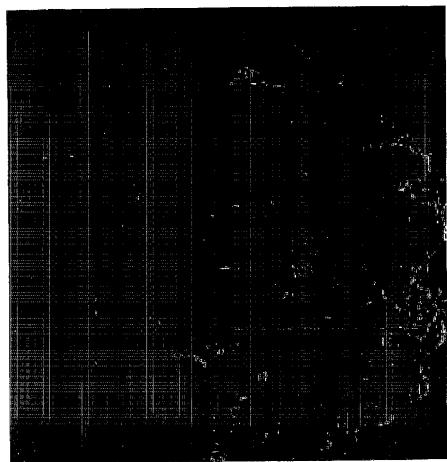
【図8】  
FIG. 8



【図9】  
FIG. 9



【図10】  
FIG. 10



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 01D 25/00 (2006.01) F 01D 25/00 L  
F 01D 9/02 (2006.01) F 01D 9/02

(72)発明者 アブデラキム・ベラドジャハミダ  
カナダ、ケイ8エヌ・1ジー2、オンタリオ、ベルビル、ダンダス・ストリート・イースト471  
番

(72)発明者 ジョゼフ・オーバートン  
カナダ、ケイ8エヌ・1ジー2、オンタリオ、ベルビル、ダンダス・ストリート・イースト471  
番

(72)発明者 ジェイムズ・ビー・シー・ウー  
アメリカ合衆国63141ミズーリ州セント・ルイス、スウェート305、ノース・ニュー・バラ  
ス555番、デロロ・ステライト・ホールディングズ・コーポレイション内

審査官 市枝 信之

(56)参考文献 国際公開第2004/009860 (WO, A1)  
特開2004-153087 (JP, A)  
特開2002-146409 (JP, A)  
特開2001-070879 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 24/00 ~ 30/00  
C23C 4/00 ~ 6/00  
C23C 14/00 ~ 14/58  
B32B 1/00 ~ 35/00  
F01D 1/00 ~ 11/10  
F02C 1/00 ~ 9/58  
F02B 33/00 ~ 41/10  
C22C 19/07  
B22F 7/04