

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-289364

(P2006-289364A)

(43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B05D 1/12 (2006.01)	B05D 1/12	4D075
C23C 24/04 (2006.01)	C23C 24/04	4K044
B05D 1/36 (2006.01)	B05D 1/36	B

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-111467 (P2006-111467)	(71) 出願人	590005449
(22) 出願日	平成18年4月14日 (2006.4.14)		ユナイテッド テクノロジーズ コーポレーション
(31) 優先権主張番号	11/106,911		UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(32) 優先日	平成17年4月14日 (2005.4.14)		アメリカ合衆国, コネチカット 06101, 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
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100096459
			弁理士 橋本 剛
		(74) 代理人	100092613
			弁理士 富岡 潔

最終頁に続く

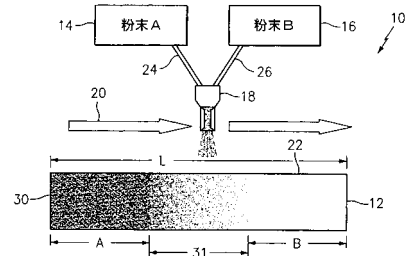
(54) 【発明の名称】 コールドスプレーを用いて傾斜機能材料を生成するための方法およびシステム

(57) 【要約】

【課題】 コールドスプレー技術を用いて基体上に広範ないろいろの目的で複数の材料を堆積させるためのシステムおよび方法が提供される。

【解決手段】 基体上に複数の材料を堆積させる方法およびシステム 10 が記載される。方法は概略、堆積させる第一の粉末材料の供給源 14 を用意し、堆積させる第二の粉末材料の供給源 16 を用意し、材料を形成する粉末の粒子を冶金学的に変化させずに材料を組成変形させることによって材料を堆積させるのに十分な速度で基体 12 上に第一の粉末材料および第二の粉末材料を連続して堆積させる、各ステップを含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

堆積させる第一の粉末材料の供給源を用意し、

堆積させる第二の粉末材料の供給源を用意し、

材料を形成する粉末の粒子を冶金学的に変化させずに材料を組成変形させることによって材料を堆積させるのに十分な速度で基体上に第一の粉末材料および第二の粉末材料を連続して堆積させる、

各ステップを含むことを特徴とする、基体上に複数の材料を堆積させる方法。

【請求項 2】

供給装置ノズルを用意し、前記供給源をこの供給装置ノズルに接続することをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。 10

【請求項 3】

前記連続的堆積ステップは、基体の第一の長さの上に第一の粉末材料を堆積させ、基体の第二の長さの上に第二の粉末材料を堆積させることを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記連続的堆積ステップは、第一および第二の長さの間にある基体の第三の長さの上に第一および第二の粉末材料両方を共堆積させることをさらに含むことを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記連続的堆積ステップは、基体上に第一の粉末材料を堆積させて第一の材料の層を生成し、この第一の材料の層上に第二の粉末材料を堆積させることを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。 20

【請求項 6】

前記の第一の粉末材料を堆積させることは、基体上に接合被覆材料を堆積させて接合被覆層を生成することを含み、前記の第二の粉末材料を堆積させることは、この接合被覆材料の上にトップコート材料を堆積させてトップコート層を生成することを含むことを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

所定長さの期間、前記接合被覆材料および前記接合被覆材料両方を堆積させて前記接合被覆層と前記トップコート層の間に移行領域を生成することをさらに含むことを特徴とする請求項 6 記載の方法。 30

【請求項 8】

前記連続的堆積ステップは、部品の割れ領域に第一のホウ素含有量を有する第一の粉末材料を堆積させ、その後、この割れ領域に第一のホウ素含有量より低い第二のホウ素含有量を有する第二の粉末材料を堆積させることを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

前記供給源用意ステップは、第一の粉末状合金組成を有する第一の供給源と、この第一の合金組成と同じ系統の第二の粉末状合金組成を有する第二の供給源とを用意することを 40 含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

前記供給源用意ステップは、第一の粉末状合金組成を有する第一の供給源と、この第一の合金組成の系統とは異なる系統の第二の粉末状合金組成を有する第二の供給源とを用意することを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

前記基体および前記連続的に堆積された粉末材料から物品を製造することをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 12】

堆積させる第一の粉末材料の供給源と、堆積させる第二の粉末材料の供給源と、材料を 50

形成する粉末の粒子を冶金学的に変化させずに材料を組成変形させることによって材料を堆積させるのに十分な速度で基体上に第一の粉末材料および第二の粉末材料を連続して堆積させる手段と、を含むことを特徴とする、基体上に複数の材料を堆積させるためのシステム。

【請求項 13】

前記堆積手段は、供給装置ノズルを含み、前記供給源のそれぞれは、この供給装置ノズルに接続されることを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

【請求項 14】

供給装置ノズルは、基体に対して可動であることを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

10

【請求項 15】

供給装置ノズルは、基体の表面に向かってまたこの表面から離れるように可動であることを特徴とする請求項 14 記載のシステム。

【請求項 16】

基体は、軸線方向の長さを有しており、供給装置ノズルは、この軸線方向の長さに対して平行な軸線に沿って可動であることを特徴とする請求項 14 記載のシステム。

【請求項 17】

第一の粉末材料および第二の粉末材料は、同じ系統からの合金組成を含むことを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

【請求項 18】

第一の粉末材料および第二の粉末材料は、異なっていることを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

20

【請求項 19】

第一の粉末材料は、接合被覆材料であり、第二の粉末材料は、トップコート材料であることを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

【請求項 20】

第一の粉末材料は、第一のホウ素含有量を有し、第二の粉末材料は、この第一のホウ素含有量より低い第二のホウ素含有量を有することを特徴とする請求項 12 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、コールドスプレー堆積技術を用いて基体 (s u b s t r a t e) 上に傾斜機能材料 (f u n c t i o n a l l y g r a d e d m a t e r i a l) を堆積させるための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

最近、基体上に包含物 (i n c l u s i o n) なしで粉末金属を堆積させる新しい金属被覆 (m e t a l l i z a t i o n) スプレー技術としてコールドガスダイナミックスプレーまたは「コールドスプレー」が導入されてきた。中細 (c o n v e r g i n g / d i v e r g i n g) ノズルによってヘリウムおよび/または窒素の超音速ジェットが形成され、これは、粉末粒子を基体の方へ加速してコールドスプレー堆積物または被覆を生成するのに使用される。堆積物は、塑性変形および結合によって基体および先に堆積された層に付着する。米国特許第 5,302,414 号および第 6,502,767 号は、コールドガスダイナミックスプレー技術を例示している。

40

【0003】

現在、接合被覆 (b o n d c o a t) は、低圧プラズマ溶射 (l o w p r e s s u r e p l a s m a s p r a y) (L P P S) を用いて付与される。LPPS システムの作動および保守は、費用と時間がかかり、処理量が制限される。さらに、LPPS は真空チャンバーを必要とする。与えられたチャンバーの大きさによって、処理できる部品の

50

大きさが制限される。

【0004】

最近、エンジン部品に接合被覆を付与するのに「コールドスプレー」を用いることが本出願人によって提案されてきた。このような接合被覆を付与するためのシステムおよび方法は、「コールドスプレーを用いてエンジン部品に接合被覆を付与する方法 (Applying Bond Coat to Engine Components Using Cold Spray)」という名称で2005年3月23日に出願された同時係属の米国特許出願番号第11/088,380号 (EH-11101(04-322)) に示されている。

【0005】

エンジン作動温度、強度条件および同様のものなどに起因して、エンジン軸線方向の長さに沿って材料変化が必要とされる。一般にこのことは、それぞれが異なる材料から構成される別々の部品を製造し、次いで、一緒にボルト止めまたは溶接することを意味する。ある場合には、二つの材料間の不適合性に起因して、溶接を考慮することすらできず、ボルト止めが唯一の選択肢となる。

【特許文献1】米国特許第5,302,414号明細書

【特許文献2】米国特許第6,502,767号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、本発明の目的は、コールドスプレー技術を用いて基体上に広範ないろいろな目的で複数の材料を堆積させるためのシステムおよび方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した目的は、本発明の方法およびシステムによって達成される。

【0008】

本発明によれば、基体上に複数の材料を堆積させる方法が記載される。方法は概略、堆積させる第一の粉末材料の供給源を用意し、堆積させる第二の粉末材料の供給源を用意し、材料を形成する粉末の粒子を冶金学的に変化させずに材料を組成変形させることによって材料を堆積させるのに十分な速度で基体上に第一の粉末材料および第二の粉末材料を連続して堆積させる、各ステップを含む。

【0009】

さらに本発明によれば、基体上に複数の材料を堆積させるためのシステムが記載される。システムは概略、堆積させる第一の粉末材料の供給源と、堆積させる第二の粉末材料の供給源と、材料を形成する粉末の粒子を冶金学的に変化させずに材料を組成変形させることによって材料を堆積させるのに十分な速度で基体上に第一の粉末材料および第二の粉末材料を連続して堆積させる手段と、を含む。

【0010】

本発明のコールドスプレーを用いて傾斜機能材料を生成する方法およびシステムの他の詳細、およびそれに付随する他の目的および利点は、以下の詳細な説明中に、および同様の参照符号が同様の部材を図示している添付の図面中に述べられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

ここで図面を参照すると、図1には、基体または部品12上に複数の材料を堆積させるためのシステム10が示される。ここで示すようにシステム10は、第一の粉末状材料の第一の供給源14と、第二の粉末状材料の第二の供給源16とを含む。第一および第二の粉末状材料は、粉末状合金組成などのような粉末状金属材料、粉末状セラミック被覆組成などのような被覆組成、その他とすることができる。第一および第二の粉末状材料は、超合金IN 718や、WASPALLOY、IN 100の商品名で販売されている合金、またはTi 6-4、Ti 6-6-4-2、Ti 6-2-4-6などのチタン合金、

10

20

30

40

50

または2000/4000/6000系列のアルミニウム合金などのアルミニウム合金などといった同じ系統(family)から来る二つの粉末状材料とすることができる。代替として、第一および第二の粉末状材料は、異なる粉末金属合金組成などといった異なるものとしてすることができる。例えば、本発明のシステムは、マグネシウム対アルミニウム合金またはチタン対ニッケル合金を堆積させるのに使用できる。第一および第二の材料のために使用する特定の材料は、被覆される基体または部品のための最終用途の関数である。

【0012】

第一および第二の粉末状材料それぞれは、5 μ mから40 μ m(0.2~2.0ミル)の範囲の平均粒子直径を有することができる。粒子は、ヘリウム、窒素、その他の不活性ガス、およびこれらの混合物などの圧縮ガスを用いて超音速の速度に加速できる。ヘリウムは、その低分子量に起因して最高の速度を生成するので好ましい気体である。

10

【0013】

粉末状材料の供給源14および16は、当業技術内で知られる任意の適切な手段によって供給装置ノズル18に接続できる。供給装置ノズル18は、当業技術内で知られる任意の適切なノズルを含むことができる。供給装置ノズル18は、基体12に対して静止していてもよい。代替として、供給装置ノズル18は、基体12に対して移動することができる。例えば、供給装置ノズル18は、基体または部品12の表面22により近づきまたはその表面22からより離れるよう移動するように構成することができる。それに加えて、基体または部品12は、軸線方向の長さLを有しており、供給装置ノズル18は、軸線方向の長さLに対しておよび/または第一および第二の粉末材料を堆積させる表面22に対して、平行な方向20に移動するように構成することができる。

20

【0014】

上述したように、供給源14および16は、供給ライン24および26などのような当業技術内で知られる任意の適切な手段を用いて供給装置ノズル18に接続できる。供給源14および16それぞれから供給装置ノズル18に供給される材料の量を調節する手段をシステム10に組み込むことができる。調節手段は、当業技術内で知られる任意の適切な調節手段を含むことができる。

【0015】

粉末状材料は、改造された溶射供給装置などといった従来技術で知られる任意の適切な手段を用いてノズル18に供給できる。供給装置圧力は、主ガスまたはヘッド圧力より一般に15psi高く、この圧力は通常、粉末組成に依存して、200psiから500psiの範囲にある。主ガスは好ましくは、ガス温度が600から1250 $^{\circ}$ F、好ましくは700 $^{\circ}$ から1000 $^{\circ}$ F、最も好ましくは725から900 $^{\circ}$ Fの範囲にあるように、加熱される。ガスは、ノズル18の喉部を過ぎて膨張した後に急速に冷却しかつ凝固しないように、加熱できる。正味の効果は、一つまたは複数の粉末組成を堆積する基体または部品12上の望ましいの表面温度である。

30

【0016】

粒子を堆積させるのに使用する主ガスは、0.001SCFMから50SCFMの流量で、好ましくは15SCFMから35SCFMの範囲の流量で、ノズル18を通過できる。上述の流量は、主ガスとしてヘリウムを使用する場合に好ましい。主ガスとして窒素を使用する場合、窒素は、0.001SCFMから30SCFM、好ましくは4.0から30SCFMの流量で、ノズル18を通過できる。

40

【0017】

ノズル18の圧力は、200から500psi、好ましくは200から400psi、最も好ましくは275から375psiの範囲とすることができる。粉末状材料は、10から100グラム/min、好ましくは15から50グラム/minの範囲の速度で、ノズル18に供給できる。

【0018】

粉末状材料は、非酸化性キャリアーガスを用いてノズル18に供給できる。キャリアーガスは、ヘリウムを使用する場合、0.001SCFMから50SCFM、好ましくは8

50

から12SCFMの流量で導入できる。窒素を使用する場合、キャリアーガス流量は、0.001から30SCFM、好ましくは4.0から10SCFMの範囲とすることができる。

【0019】

ノズル18から放出される粉末状材料の速度は、825から1400m/s、好ましくは850から1200m/sの範囲とすることができる。

【0020】

ノズル18は、被覆する部材または部品の表面から所定の距離に保持できる。この距離は、スプレー距離として知られており、10mmから50mmの範囲とすることができる。

10

【0021】

操作において、コールドスプレー方法を用いて表面22上に第一の粉末状材料を堆積させることができ、粉末状材料粒子は、何ら冶金学的な変化を受けずに塑性変形される。次いで、再度、粉末状材料の粒子が何ら冶金学的な変化を受けずに粉末状材料の粒子を塑性変形させることにより、表面22上に、または、基体または部品12の表面上に形成された第一の粉末状材料の層上に、第二の粉末状材料を堆積させることができる。所望ならば、所定長さの期間、第一および第二の材料両方を共堆積(c o - d e p o s i t)させて、第一の粉末状材料の層と第二の粉末状材料の層の間に移行領域31を形成できる。

【0022】

ここで図1を参照すると、基体または部品12の第一の長さ(領域A)に沿って堆積された第一の粉末状材料の層30と、第一の長さに隣接する基体または部品12の第二の長さに沿って共堆積された第一および第二の粉末状材料の層が形成される移行領域31と、第二の粉末状材料の層が堆積される基体または部品12の第三の長さ(領域B)とを有する基体または部品12が例示される。図1から理解できるように、本発明のシステムを用いて、物品の正味の長さ亘って一つの材料からもう一つの材料へと徐々に移行する複数の粉末堆積物を有する物品を形成できる。この物品は、単一の部品片からアッセンブリ全体を製造できるプリフォームとして使用できる。

20

【0023】

図1のシステムはまた、基体または部品12の表面22に接合被覆層を施し、次いで、この接合被覆層の上にトップコート(top coat)層を施すのに使用できる。接合被覆層は、供給源14内に置かれる当業技術内で知られる任意の適切な粉末組成から形成できる。同様に、トップコート層は、供給源16内に置かれる当業技術内で知られる任意の適切な粉末組成から形成できる。接合被覆材料は、M C r A l Y材料(ここでMは、N i および/またはC o、またはこれらの変形物(v a r i a t i o n)である)とすることができる。トップコート材料は、組成において金属またはセラミックとすることができる。トップコート層は、表面22上に最初に堆積させることができる。所望ならば、所定長さの期間、トップコート層の上にトップコート層材料および接合被覆層材料を共堆積させて、移行領域を形成できる。その後、この界面層上にトップコート層を堆積できる。このような場合、基体または部品12は、タービンブレードまたはベーンとすることができる。

30

40

【0024】

図1のシステムは、図2および図3に示すように、所望の長さ(領域38)、部品12の表面22上に傾斜機能材料を堆積させるのに使用できる。傾斜機能材料は、異なる材料から製造される別の部品44への溶接を可能とするのに使用でき、表面22上に堆積される移行領域45を含むことができる。移行領域45の形成の際、供給源14および16の一方をゆっくりと減少させかつ他方を増加させる。結果として、混合された材料の領域が存在する。図3に示すように、部品44は、溶接、ろう付け、または機械的な固定具を必要としない当業技術内で知られる任意の他の技術などによって、端部43に結合することができる。図3に示すようなものなどのような製造された物品は、それがボルト止め接続の必要を削除するので高度に望ましい。

50

【 0 0 2 5 】

ここで図 4 を参照すると、修理のシナリオでは、図 1 のシステムは、修理の必要な部品 1 2 の割れ (c r a c k) 領域 5 0 に付与されるろう付け粉末のホウ素組成を調節するのに使用できる。例えば、高ホウ素含有量材料を割れ 5 0 の丁度表面に付与し、割れ 5 0 の残りの部分に低ホウ素含有量材料を充填することができる。このような仕方ではホウ素含有量の全体を低減させることによって、修理領域の強度が増加し、それによって、優れた修理が達成される。

【 0 0 2 6 】

本発明の方法により利用される結合機構は、厳密に固体状態であり、これは、粒子が塑性変形するけれども溶融はしないことを意味する。粒子上に形成される、または部品または部材の表面上に存在するどのような酸化物層も粉砕され、新鮮な金属対金属の接触が非常に高圧でなされる。

10

【 0 0 2 7 】

本発明のシステムおよび方法は、それによって、エンジン作動温度、強度条件その他を満足させるのに必要なエンジン部品の軸線方向の長さに沿って変化する材料を有することができるので有利である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 基体上に複数の材料を堆積させるためのシステムの概略図である。

【 図 2 】 異なる材料から製造された別の部品への溶接を可能とするために部品の表面に傾斜機能材料を堆積させるためのシステムの概略図である。

20

【 図 3 】 図 2 のシステムによって形成された構造に溶接される部品の概略図である。

【 図 4 】 部材の割れを修理するためのシステムの概略図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

1 0 ... システム

1 2 ... 部品

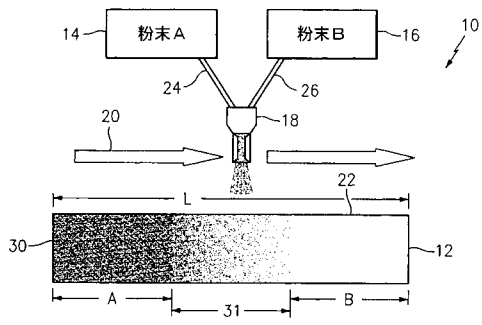
1 4 ... 第一の粉末状材料の第一の供給源

1 6 ... 第二の粉末状材料の第二の供給源

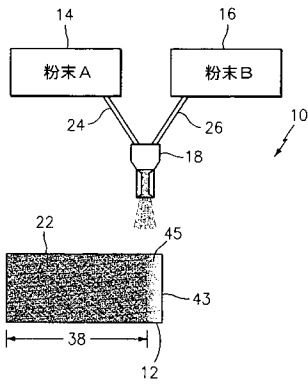
1 8 ... ノズル

30

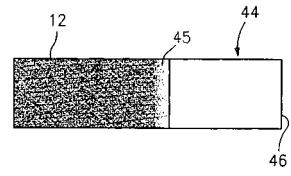
【 図 1 】



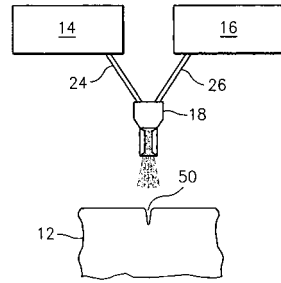
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドリュー デビッカリ
アメリカ合衆国, コネチカット, ノース ブランフォード, ユニット 442, ブランフォード
ロード 229

(72)発明者 ジェフリー ディー・ハイネス
アメリカ合衆国, フロリダ, スチュアート, パーム ロード 6

Fターム(参考) 4D075 AA01 AA35 EA02 EC01 EC10
4K044 BA01 BA11 BB11 CA23 CA51 CA71