

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4970050号
(P4970050)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 E
G 0 2 B 26/10 (2006.01)	G 0 2 B 26/10 C
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	G 0 2 B 26/10 1 0 8
B 2 3 K 26/08 (2006.01)	G 0 2 B 26/10 1 0 4 Z
	B 2 3 K 26/00 P

請求項の数 20 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-549436 (P2006-549436)	(73) 特許権者	506236314
(86) (22) 出願日	平成17年1月6日(2005.1.6)		ゼネラル レーザートロニクス コーポレーション
(65) 公表番号	特表2007-517674 (P2007-517674A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(43) 公表日	平成19年7月5日(2007.7.5)		112 サンノゼ スイート 5 ジュリー
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/000511		コート 830
(87) 国際公開番号	W02005/070093	(74) 代理人	100067736
(87) 国際公開日	平成17年8月4日(2005.8.4)		弁理士 小池 晃
審査請求日	平成20年1月7日(2008.1.7)	(74) 代理人	100086335
(31) 優先権主張番号	60/535,725		弁理士 田村 榮一
(32) 優先日	平成16年1月9日(2004.1.9)	(74) 代理人	100096677
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊賀 誠司
(31) 優先権主張番号	11/030,710		
(32) 優先日	平成17年1月5日(2005.1.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザコーティング剥離のための色感知

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面からコーティングを除去するレーザベースのコーティング除去装置において、

- a . レーザパルスを発生するレーザ光源と、
- b . 上記レーザパルスが上記表面上の第 1 の位置に衝突し、該第 1 の位置からコーティングの一部を剥離するように、該レーザパルスを、レーザ光パスに沿って、該表面上の第 1 の位置に向ける走査光学素子と、
- c . 照明光が上記表面上の第 1 の位置に当たるように、該照明光を、照明光パスに沿って照射する 1 つ以上の照明器と、
- d . 上記照明光が当たった結果、上記表面から反射した光を受光し、該反射光を測定する光検出器と、
- e . 上記走査光学素子を含み、上記表面からの反射光を上記光検出器に向ける色感知パスと、

f . 上記レーザ光源、上記走査光学素子及び上記光検出器に接続され、該レーザ光源及び走査光学素子に制御信号を供給する制御論理回路とを備え、

上記表面から上記光検出器までの全体の色感知パスは、上記 1 つ以上の照明器から該表面までの全照明光パスから独立していることを特徴とするコーティング除去装置。

【請求項 2】

上記表面の第 1 の位置からコーティングが除去されたかを判定するために、上記測定された反射光を所定のパラメータと比較する比較器を更に備えることを特徴とする請求項 1

10

20

記載のコーティング除去装置。

【請求項 3】

上記第 1 の位置からコーティングが除去されていないと判定された場合、上記制御論理回路は、上記表面の該第 1 の位置に上記レーザパルスを向ける第 1 の制御信号を上記走査光学素子に供給することを特徴とする請求項 2 記載のコーティング除去装置。

【請求項 4】

上記表面の上記第 1 の位置及び各次の位置は、コーティング除去パターンに基づいて決定されることを特徴とする請求項 3 記載のコーティング除去装置。

【請求項 5】

上記第 1 の位置又は各次の位置からコーティングが除去されていないと判定された場合、上記制御論理回路は、上記コーティングが除去されない各位置の記録リストを維持し、該記録リストにリストされている各位置に、更なるレーザパルスが向けられるようにすることを特徴とする請求項 4 記載のコーティング除去装置。

10

【請求項 6】

上記走査光学素子は、1 つ以上の反射型スキャナを含むことを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 7】

上記 1 つ以上の反射型スキャナは、

レンズと、

ミラーアレーとを備えることを特徴とする請求項 6 記載のコーティング除去装置。

20

【請求項 8】

上記走査光学素子は、1 つ以上の屈折型スキャナを含むことを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 9】

上記 1 つ以上の屈折型スキャナは、

レンズと、

プリズムアレーとを備えることを特徴とする請求項 8 記載のコーティング除去装置。

【請求項 10】

上記走査光学素子は、集光光学素子を含むことを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

30

【請求項 11】

上記反射光を、上記レーザ光パスから離れて、上記光検出器に向けるビームスプリッタを更に備える請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 12】

上記 1 つ以上の照明器は、上記照明光を、上記表面に直接照射することを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 13】

上記 1 つ以上の照明器は、上記照明光を、上記走査光学素子によって上記表面に照射することを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 14】

上記レーザ光源と上記走査光学素子間に接続され、上記レーザ光源からのレーザパルスを上記走査光学素子に入射させる光ファイバケーブルを更に請求項 1 記載のコーティング除去装置。

40

【請求項 15】

上記 1 つ以上の照明器は、1 つの広スペクトル照明器からなることを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 16】

上記光検出器は、上記表面の相対的な明度を測定する 1 つのセンサからなることを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 17】

50

上記光検出器は、複数の異なる波長で反射率を測定する分光光度計センサからなることを特徴とする請求項 15 記載のコーティング除去装置。

【請求項 18】

上記 1 つ以上の照明器は、赤色照明光を照射する赤色スペクトル照明器と、青色照明光を照射する青色スペクトル照明器とからなることを特徴とする請求項 1 記載のコーティング除去装置。

【請求項 19】

上記光検出器は、赤色スペクトル照明の照射から生じる反射赤色光と、青色スペクトル照明の照射から生じる反射青色光とを、時間的に分解することを特徴とする請求項 18 記載のコーティング除去装置。

10

【請求項 20】

上記表面の剥離された部分を集める不要物回収機構を更に備える請求項 18 記載のコーティング除去装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、同じ発明者により、2004年1月9日に出願された米国仮特許出願番号 60/535、725号、発明の名称「レーザコーティング剥離のための色感知 (Color Sensing for Laser Decoating)」の優先権を主張する。2004年1月9日に
出願された米国仮特許出願番号 60/535、725号、発明の名称「レーザコーティング剥離のための色感知 (Color Sensing for Laser Decoating)」は、引用することによって、本出願に援用される。

20

【技術分野】

【0002】

本発明は、レーザを用いたコーティングの剥離 (ablating) に関する。特に、本発明は、レーザ及び色感知装置 (color sensing system) を用いた、表面からのコーティングの除去に関する。

【背景技術】

【0003】

柔軟な石英ファイバを介して伝送することによって、任意の波長の放射エネルギーを送出することが容易になっている。このエネルギーは、光ファイバの出射端から円錐状に広がるように発散される。エネルギー強度は、通常、出射端においては、光ファイバの中心軸に対して対称である (例えば、アジマス方向に一様に分布する)。アジマス角に直交する放射エネルギーの分布は、非常に不均一であり、エネルギー強度は、光ファイバの中心軸において最も強く、光ファイバの中心軸に対する発散角 (divergence angle) が大きくなるに従って急激に減少し、この減少は、発散角のコサインのべき関数 (power cosine function) によって近似される。

30

【0004】

屈折型媒体 (例えば、光学レンズ) を、可動反射型媒体 (例えば、ミラー) と組み合わせて用いて、入射ビーム軸の周りに配置された放射エネルギーを、対象となるターゲットに集束するとともに、向けるエネルギービーム導波路構造 (energy beam guiding structures) が、知られている。光学レンズは、通常、発散する放射エネルギーを、入射ビーム軸に平行な放射エネルギーを有する第 2 のビームに変換 (平行に (collimate)) する。第 2 のビームのエネルギーは、第 2 のビームの光軸に交わる横断面内にあるターゲット表面に定義される横断面積に亘って分散される (distributed)。この定義された領域のサイズは、通常、レンズの直径によって制限される。可動反射型媒体は、輸送機構に接続され、通常、ラスタパターン走査モードにおいて、平行ビームの方向を、時間の関数として変更するように配置される。反射型媒体は、通常、複数の走査サイクルに亘って平均化された第 2 のビームのエネルギーが、所望のターゲット表面積に亘って、集中度が低く、エネルギーの強度分布がより均一となるように、動的に位置決めされる。更に、1 つ以上の集光 (集束) レ

40

50

レンズを用いて、平行ビームのエネルギーをターゲット表面の小さな点に集束させることができる。ミラー及びレンズの組合せを用いて、両方の効果を実現することができる。反射素子及び屈折素子を組み合わせる主な目的は、限られた横断領域の幅に亘るビームの強度分布を変更し、ターゲット表面上で走査領域を移動させ、より広い領域に亘って、集中度が低く、エネルギーの強度分布をより均一にすることである。

【0005】

従来のレーザー走査ヘッドでは、ビームは、通常、筐体に可動に搭載された2つのラスタ走査ミラーから反射され、これらのうち、第1のミラーは、入力ビームが入射され、それを第2のミラーに反射し、そして、第2のミラーは、ビームをターゲットに向けて反射する。

10

【0006】

レーザーベースのコーティング除去装置は、大出力レーザーからの光のパルスを用いて、ターゲットの表面から、塗料又は他のコーティングを除去し又は蒸発させる。各パルスは、通常、 $0.1 \sim 100 \text{ mm}^2$ といった小さい領域からコーティングを除去する。レーザーは、各パルス毎に異なる領域に向けられ、除去プロセスは、表面全体からコーティングが除去されるまで繰り返される。

【0007】

コーティング除去にレーザーを用いる利点は、パルスが衝突する小さい領域で、各レーザーパルスが、予測可能な厚さのコーティングを除去できるという点である。これにより、例えば、下塗り (primer) を残し、上塗り (topcoat) だけを除去する等、選択的な剥離が可能になった。

20

【0008】

例えば、米国特許第5,643,476号、米国特許第6,288,362号及び米国特許出願番号10/272,329には、選択的な剥離のために、選択基準として色を用いる手法が開示されている。これらの従来のプロセスでは、テレビジョンカメラを用いて剥離する領域を観察し、コンピュータを用いて画像を解析する。この手法の短所は、テレビジョンカメラの視野と、レーザーキャナの視野との間で対応関係を維持することが困難であるという点である。表面に何らかの歪み (curvature) 又は変化 (movement) があると、テレビジョンカメラ及びレーザー走査の座標間で不一致が生じる。この結果、意図した部分を削除できなかつたり、意図しない部分を削除してしまつたりするといった問題が生じる。

30

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施の形態は、表面からコーティングを除去するコーティング除去装置及びコーティング除去方法を提供する。また、レーザー走査光学素子は、好ましくは、走査光学素子条件と、局所的な表面色パラメータとの間の対応関係を明らかにする色センサの感知パスとして機能する。

【0010】

集光光学素子及び走査光学素子 (focusing and scanning optics) の位置によって、塗布面 (coated surface) のターゲット位置 (target location) までのレーザー光パスが定まる。ターゲット位置にレーザー光パルスを出射する直前に、1つ以上の照明器によって、塗布面のターゲット位置に照明光を照射する。照明光は、反射され、走査光学素子及び集光光学素子によって集光される。反射光は、レーザー光パスからある位置で分離され、光検出器に入射される。好ましくは、ビームスプリッタを用いて、反射光の向きをレーザー光パスから光検出器に変える。そして、検出された照明光信号を所定の条件と比較し、この信号を用いて、この特定のターゲット位置にレーザー光パルスを出射するか否かを決定する。

40

【0011】

この設計には、幾つかの可能な変形例がある。1つの構成では、走査光学素子は、反射型スキャナ (reflecting scanners) としても機能するミラーを備える。他の構成では、

50

走査光学素子は、透過型の光学素子によって光を屈折する屈折型スキャナ (refracting scanners)を備える。他の変形例では、反射光を生成する照明光を用いる。照明光は、好ましくは、表面に照射される。これに代えて、照明光は、集光光学素子及び走査光学素子を介して照射してもよい。また、集光光学素子及び走査光学素子を介して照明光を照射し、光検出器が表面からの反射光を直接受光してもよい。

【0012】

レーザ光源は、好ましくは、集光光学素子に光学的に接続されている。これに代えて、レーザ光源は、光ファイバケーブルを介して、集光光学素子及び走査光学素子に接続してもよい。この代替の構成では、光検出器及びビームスプリッタは、光ファイバケーブルのレーザ光源側に配置されている。

10

【0013】

照明及び検出プロセスは、幾つかの手法で実行することができる。このプロセスは、例えば単純な1つのセンサと、単一波長又は広範囲の波長の照明光とによって実行することができる。このような構成では、1つの光検出器と、広スペクトル照明器とによって、表面の相対的明度だけを測定するグレースケールセンサを構成する。より複雑な実施の形態では、分光光度計センサ (spectrophotometer sensor) によって、反射率を数百の異なる波長で測定してもよい。好ましい実施の形態では、赤色及び青色の2つの色を測定のために用いる。

【0014】

これらの色は、様々な手法で分解することができる。ある手法では、フィルタを用いて色を分解し、分解された各色を対応する検出器に供給する。他の手法として、回折格子を用いて、色を分解してもよい。好ましい実施の形態では、1つの検出器を用いて、色を時間的に分解する。この好ましい実施の形態では、まず、赤色照明器を駆動し、赤色を測定し、次に、青色照明器を駆動し、同じ検出器で青色を測定する。これに代えて、先に青色照明器を駆動し、青色を測定し、次に赤色照明器を駆動して赤色を測定してもよい。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の実施の形態として、共通の光学パスを用いて、塗布面 (coated surface) にレーザパルスを供給し、塗布面から反射した照明光を、光検出器及び解析器に向ける装置及び方法を説明する。好ましくは、この装置は、レーザ光源と、ビームスプリッタと、走査光学素子と、不要物除去装置と、1つ以上の照明器と、光検出器と、比較器と、制御論理回路とを備える統合機器 (integrated device) である。これに代えて、レーザ光源を統合機器の外部に設け、光ファイバケーブルを用いてレーザ光源を統合機器に接続してもよい。

30

【0016】

集光光学素子及び走査光学素子 (focusing and scanning optics) は、レーザ光パスが塗布面の第1の位置に向けられるように配置される。塗布面の第1の位置にレーザ光パルスを出射する直前に、照明器は、好ましくは、塗布面の第1の位置に向けて照明光を照射する。照明光は、集光光学素子及び走査光学素子によって反射及び集光され、レーザ光パスの所定の位置で、ビームスプリッタによって分離される。分離された反射光は、光検出器に向けられる。比較器は、塗布面の第1の位置にレーザを出射するか否かを判定するために、光検出器によって検出された反射光を所定の条件と比較する。

40

【0017】

制御論理回路は、各レーザパルスを発生させる制御信号をレーザ光源に供給する。また、制御論理回路は、レーザパルスを塗布面の所定の位置に向けるために、走査光学素子を適切に調整する (align) 制御信号を走査光学素子に供給する。レーザパルスが塗布面に衝突した後、制御論理回路は、次のレーザパルスを塗布面の第2の位置に向けるように走査光学素子を再調整する (realign) 制御信号を走査光学素子に供給する。走査光学素子が再調整されると、制御論理回路は、塗布面の第2の位置に向ける次のレーザパルスを発生させる制御信号をレーザ光源に供給する。塗布面に対するプロセスは、所定のコーティ

50

ング除去パターンに基づいて継続される。このパターン内の各位置において、反射光は、集光及び解析される。各位置において、好ましくは、比較器は、十分な量のコーティングが除去されているか否かを判定する。ある位置において、十分な量のコーティングがまだ除去されていないと判定された場合、その位置にレーザーパルスが出射され、そして、次の位置で同様の判定が行われる。一方、ある位置において、十分な量のコーティングが除去されていると判定された場合、レーザーパルスは出射されず、次の位置で同様の判定が行われる。このプロセスは、領域内の所定の割合の位置がレーザーの出射を必要としなくなるまで、この領域に対して、繰り返される。そして、領域内の所定の割合の位置がレーザーの出射を必要としなくなると、プロセスは、次の領域に移動する。これに代えて、判定メモリを用いて、塗布面の位置から十分な量のコーティングがまだ除去されていないと比較器が 10
判定した場合、制御論理回路が記録リストにその位置を登録し、コーティング除去パターンに基づいて実行される次のサイクル中に、記録リストに登録されている位置だけにレーザーパルスを出射するようにしてもよい。

【0018】

コーティングを剥離すると、不要副産物 (waste byproduct) が生じる。不要物除去装置は、好ましくは、除去された表面から不要副産物を回収し、回収された不要物を、外部に連結された不要物容器に供給する。これに代えて、不要物除去装置は、回収された不要副産物用の局部保管容器 (local storage) を備えていてもよい。

【0019】

図1は、本発明の実施の形態に基づくコーティング除去装置のブロック図である。コーティング除去装置10は、レーザー光源12と、ビームスプリッタ14と、走査光学素子16と、照明器18と、光検出器20と、比較器22と、制御論理回路24と、不要物回収器26とを備える統合機器 (integrated device) である。図1では、要素間の実線は、光路を表し、破線は、データ信号パスを表す。レーザー光源12は、光30として表されるレーザーパルスを発生する。光30は、ビームスプリッタ14を通過して、走査光学素子16に入射する。走査光学素子16は、光30が塗布面50の特定の位置52に衝突するように、光30を配向及び集光する。レーザー走査パス (laser scanning path) は、レーザーパルスが、塗布面50に到達するまでに横断するパスとして定義される。 図1に示すように、レーザー走査パスは、ビームスプリッタ14と走査光学素子16とを通るパスを含んでいる。 20
30

【0020】

レーザー光学の分野では周知であるように、光30が衝突する位置52の表面積は、位置52のコーティングを剥離する所望の機能を実行するために、必要に応じて、可能な限り狭く又は広くすることができる。 衝突する表面積を広くすると、表面積に当たる光強度が低下し、衝突する表面積を狭くすると、表面積に当たる光強度が高くなる。 光強度は、様々な応用例の仕様を満たすために調整可能なパラメータである。なお、所定の表面積に供給される光強度は、所定の表面積だけではなく、レーザー光源の仕様及び統合機器内の損失にも部分的に依存する。

【0021】

光30は、位置52に衝突すると、位置52に対応するコーティングの一部を剥離する。各レーザーパルスは、一定量のコーティングを除去すると見込まれる。除去されるコーティングの量は、光30が衝突した表面積及び位置52におけるコーティングの深さによって決まる。除去される深さは、光30の強度、光30が衝突する表面積及びコーティングの性質等に基づいて算出できる。実際の動作では、除去されるコーティングの実際の深さは、計算上の深さとは異なることがある。除去するコーティングの下層には、異なる材料を含み又は異なる色を有する異なるコーティング (下塗り)、若しくはコーティングが施された元の表面材料がある。いずれの場合も、下塗り又は元の材料の表面は、除去するコーティングによって反射される光とは異なる波長の光を反射することが見込まれる。したがって、除去するコーティングが実際に完全に除去されたことは、位置52から反射される光の波長を測定することによって判定することができる。 照明器18は、塗布面50の 40
50

位置 5 2 に照明光 3 2 を照射する。照明光 3 2 は、位置 5 2 で反射され、反射光 3 4 として、走査光学素子 1 6 を通して、ビームスプリッタ 1 4 に入射する。反射光 3 4 は、ビームスプリッタ 1 4 において、分離され、又は向きを変更された反射光 3 6 として、レーザ走査パスから向きを変えられる。反射光 3 6 は、光検出器 2 0 に向けられ、光検出器 2 0 は、反射光 3 6 の特性を測定する。光検出器 2 0 は、測定した特性に対応するデータを、データライン 4 0 を介して比較器 2 2 に供給する。

【 0 0 2 2 】

色感知パス (color sensing path) は、塗布面 5 0 から光検出器 2 0 に反射光が横断するパスとして定義される。図 1 に示すように、色感知パスは、走査光学素子 1 6 及びビームスプリッタ 1 4 を通るパスを含んでいる。好ましい実施の形態では、色感知パスは、レーザ走査パスを含む光学系を含んでいる。

10

【 0 0 2 3 】

比較器 2 2 は、反射光の測定された特性を、予め定義されたパラメータ及び閾値と比較する。予め定義されたパラメータ及び閾値は、比較器 2 2 の内部に保存してもよく、比較処理で用いるために、独立したメモリから読み込んでもよい。このメモリは、好ましくは、コーティング除去装置 1 0 内に設けられた周知の種類メモリである。予め定義されたパラメータ内に含まれているのは、除去するコーティングの特性、例えば、コーティングの色である。

【 0 0 2 4 】

比較器 2 2 による比較の結果は、データライン 4 2 を介して、制御論理回路 2 4 に供給される。この比較により、位置 5 2 からコーティングが十分に除去されたかが判定される。この判定のために、反射光の波長が測定される。この反射光の波長は、光 3 0 の衝突によってコーティングの一部が剥離された後の、塗布面 5 0 の位置 5 2 における最上層 (top layer) の色を示す。この測定された最上層の色が、保存されたコーティングパラメータによって定義されている除去するコーティングの色と実質的に同じである場合、除去するコーティングの一部が位置 5 2 に未だ残っていると判定される。この場合、このコーティング除去装置 1 0 は、この位置 5 2 にレーザパルスを出射した後、次の位置に移動する。このプロセスは、領域内の所定の割合の位置がレーザの出射を必要としなくなるまで、この領域に対して、繰り返される。そして、領域内の所定の割合の位置がレーザの出射を必要としなくなると、プロセスは、次の領域に移動する。

20

30

【 0 0 2 5 】

比較器 2 2 によって実行された比較により、最上層色が、予め定義されたコーティングの色とは実質的に異なると判定された場合、位置 5 2 には、これ以上レーザパルスを当てる必要がないと判定される。レーザパルスが位置 5 2 に衝突した後、又はレーザパルスを位置 5 2 に出射する必要がないと判定された後、制御論理回路 2 4 は、データライン 4 4 を介して走査光学素子 1 6 に制御信号を送り、この制御信号は、次のレーザパルスが塗布面 5 0 の位置 5 2 とは異なる位置に向けられるように、走査光学素子 1 6 を再調整する指示を与える。走査光学素子 1 6 が次の位置に再調整された後、レーザパルスを新たな位置に向けて出射する必要があるか否かが判定される。

【 0 0 2 6 】

40

一実施の形態においては、走査光学素子 1 6 が再調整されると、色感知回路の遅延により、色感知位置、例えば位置 5 2 と、次の出射位置との間にオフセットが生じる。この誤差が大きすぎると、性能が不十分となる。この問題を解決するために、隔離位置に対して色感知位置をオフセットさせ、先読み機能 (look ahead function) を実行してもよい。また、走査方向又は速度が変化する状況では、これらの条件を考慮するとよい。これらの状況では、色センサを移動させてオフセットを変更してもよく、又は異なる走査速度及び方向のために複数のセンサを使用してもよい。

【 0 0 2 7 】

図には示さないが、走査光学素子 1 6 内の個々の光学素子は、1 つ以上の個々の光学素子を物理的に動かす周知の如何なる手法を用いて、調整してもよい。例えば、光学素子に

50

駆動歯車を連結し、駆動歯車にモータを連結してもよい。この場合、制御論理回路 24 からの制御信号は、モータを用いて駆動歯車を動かす指示を与える。

【0028】

不要物回収器 26 は、レーザーパルスが塗布面 50 に衝突し、コーティングの最上層が剥離されることによって生じた不要副産物を回収する。不要物回収器 26 は、回収された不要副産物を収容する局部保管容器を備える。変形例として、図 2 に示すように、不要物回収器 112 は、外部の不要物容器 124 に連結された不要物除去装置として機能し、回収された不要副産物を外部の不要物容器 124 に輸送してもよい。この不要物回収器 112 の動作について、以下に詳細に説明する。

【0029】

図 2 は、本発明他の実施の形態に基づくコーティング除去装置 100 を示している。コーティング除去装置 100 は、ヘッドコンポーネント 110 と、ボディコンポーネント 120 とを備える。ボディコンポーネント 120 は、レーザー光源 122 と、不要物容器 124 とを備える。光ファイバケーブル 116 と、不要物輸送管 114 と、データライン 118 とによって、ボディコンポーネント 120 とヘッドコンポーネント 110 は接続されている。光ファイバケーブル 116、不要物輸送管 114 及びデータライン 118 は、好ましくは、1本のリンクとして、纏めて結束されている。また、ボディコンポーネント 120 は、好ましくは、電力線（図示せず）を介してヘッドコンポーネント 110 に電力を供給する。また、ボディコンポーネント 120 とヘッドコンポーネント 110 間の結束されたリンクには、好ましくは、電力線も含まれている。これに代えて、ヘッドコンポーネント 110 は、ボディコンポーネント 120 の電源から独立した他の電源（図示せず）を備えていてもよい。

【0030】

ヘッドコンポーネント 110 は、ビームスプリッタ 14 と、走査光学素子 16 と、照明器 18 と、光検出器 20 と、比較器 22 と、制御論理回路 24 とを備え、これらは、図 1 に関連して説明した具体例と同様に機能する。光ファイバケーブル 116 は、レーザー光源 122 からの光 30（レーザーパルス）を出射する。制御論理回路 24 は、データライン 118 を介してレーザー光源 122 に上述と同様の手法で制御信号を供給し、すなわち、制御論理回路 24 は、データライン 46（図 1）を介して、レーザー光源 12（図 1）に、制御信号を供給する。

【0031】

照明器 18 からの照明光及び光検出器 20 による反射光の検出は、幾つかの異なる手法で実現できる。照明器 18 は、単一波長の光を発生する 1つの照明器であってもよく、広範囲の波長の光を発生する複数の個別の照明器であってもよい。同様に、光検出器 20 は、光を検出する 1つ又は複数のセンサから構成することができる。広スペクトル照明器と共に単一センサを用いる手法では、表面の相対的明度を測定するグレースケールセンサを用いてもよい。他の実施の形態として、異なる数百の波長で反射率を測定する分光光度計センサ（spectrophotometer sensor）を用いてもよい。好ましい実施の形態では、赤色及び青色の 2 色の照明光を用い、これらを感知する。照明器 18 の好ましい構成は、2つの赤色照明器及び 2つの青色照明器を含む。これに代えて、これより多い又は少ない赤色照明器及び青色照明器を用いてもよい。なお、コーティング除去装置 100 が塗布面の最上層の色を判定することができれば、如何なる照明光及びセンサを用いてもよい。

【0032】

照明光の色は、周知の如何なる手法を用いて分解してもよい。一手法では、光検出器内にフィルタを設け、フィルタは、色を分解し、分解された各色を対応するセンサに供給する。他の手法として、回折格子を用いて色を分解してもよい。好ましい実施の形態では、光検出器 20 内の単一センサを用いて、色を時間的に分解する色分解を実行する。この場合、まず、赤色照明器を駆動し、光検出器 20 のセンサで対応する反射光を測定する。次に、青色照明器を駆動し、同じセンサで対応する反射光を測定する。この順序は、逆にしてもよく、すなわち、赤色光の前に青色光を測定してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

図2に示すように、ヘッドコンポーネント110は、不要物回収器112を備え、不要物回収器112は、不要物輸送管114が連結されている。不要物回収器112は、レーザーパルスが塗布面50に衝突したことによって生じる不要副産物を回収する。回収された不要副産物は、不要物輸送管114を介して不要物容器124に輸送される。不要物回収器112及び不要物回収器26(図1)は、好ましくは、引用することによって本願に援用される、同じ出願人によって2002年10月15日に出願された係属中の米国特許出願番号第10/272,329号、発明の名称「回転走査同軸屈折光学素子を有するレーザー走査ヘッド(Laser Scanning Head with Rotary Scanning Coaxial Refractive Optics)」に記載されている不要物回収器と同じ種類のものである。

10

【 0 0 3 4 】

好ましい実施の形態では、集光されたレーザービームがターゲット表面に衝突することによって、通常、レーザービームの入射方向とは逆方向に、剥離不要副産物が飛び出す。この不要副産物は、筒先(nosepiece、図示せず)の排出開口(exit aperture)からヘッドコンポーネント110に入り、好ましくは、内部でパージガス流と混合される。筒先は、好ましくは、不要副産物を拾った後に、パージガス流の方向を変更するような内部構造を有する。排出される不要物を含むパージガス流は、筒先の後方に、筐体内の流路に向けて送られる。この流路により、パージガス流は、不要物輸送管114に排出され、ボディコンポーネント120内の不要物容器124に輸送される。ボディコンポーネント120内の真空ポンプ(図示せず)は、サービスホースを通してパージガス流を吸い込む。

20

【 0 0 3 5 】

筒先の内部には、排出開口に隣接して、収集ノズル(converging nozzle)が装着されている。排気流(exhaust stream)は、収集ノズルを通して排出開口の方に保護用の高速気流を吸い込み、ターゲットスポットからのガス及び粒子状物質が走査光学素子16及び走査光学素子16を駆動する駆動歯車に到達し、これらを汚染することを防止する。

【 0 0 3 6 】

パージガスは、好ましくは、ヘッドコンポーネント110の筐体の側面に配置された管状の吸気口を通して供給される。遠隔機器ユニットに接続されたホースにより、不燃ガスを供給し、又は作業領域において許容できる場合、吸気口は、周囲空気が開かれている。

【 0 0 3 7 】

好ましい不要物回収器26、112のより詳細な構成については、上述した米国特許出願番号第10/272,329号に記載されている。

30

【 0 0 3 8 】

走査光学素子16(図1、図2)内では、塗布面50に光30を向け、及び塗布面50からの反射光34をビームスプリッタ14に向ける様々な異なる光学的構成を用いることができる。このような構成の1つとして、図3に示すように、集光光学素子及び反射型スキャナ(reflecting scanners)、例えばミラー等を用いてもよい。

【 0 0 3 9 】

他の構成として、図4に示すように、集光光学素子及び屈折型スキャナ(refracting scanners)、例えばプリズム等を用いてもよい。なお、走査光学素子16は、走査光学素子16がレーザー光パルスを第1の光学的位置(ビームスプリッタ14)から塗布面に向け、塗布面からの反射光を第1の光学的位置に向けるように、任意の数の光学素子を用いて、様々な異なる光学的構成で構成することができる。

40

【 0 0 4 0 】

図3は、第1の構成の走査光学素子を含むコーティング除去装置を示している。走査光学素子16(図1及び図2)は、集光光学素子202、208と、反射型スキャナ204、206とを備える。図3は、コーティング除去装置100(図2)に適用される走査光学素子16の第1の構成を示している。この第1の構成は、コーティング除去装置10(図1)にも同様に適用することができる。図面を簡潔にするために、図3では、コーティング除去装置100の全ての要素は示していない。

50

【 0 0 4 1 】

集光光学素子 2 0 2 は、光 3 0 を平行にし、平行光を反射型スキャナ 2 0 4 に向ける。光 3 0 は、反射型スキャナ 2 0 4、2 0 6 によって集光光学素子 2 0 8 に反射される。集光光学素子 2 0 8 は、所定の位置、例えば塗布面 5 0 の位置 5 2 に光 3 0 を向けるとともに、集光する。塗布面 5 0 上の正確な位置及び塗布面 5 0 に衝突する光の大きさは、制御論理回路 2 4 が送る制御信号によって制御される集光光学素子 2 0 2、反射型スキャナ 2 0 4、2 0 6 及び集光光学素子 2 0 8 の調整 (alignments) によって定まる。なお、図 3 では、集光光学素子 2 0 2、2 0 8 をそれぞれ 1 つの要素として示しているが、集光光学素子 2 0 2、2 0 8 の一方又は両方は、1 つ以上の光学素子から構成してもよいことは当業者にとって明らかである。同様に、図 3 では、2 つの反射型スキャナ 2 0 4、2 0 6 を示しているが、これより多い又は少ない反射型スキャナを用いてもよいことも明らかである。

10

【 0 0 4 2 】

また、図 3 には、照明器 1 8 の第 1 の構成も示している。この第 1 の構成では、照明器 1 8 は、2 つの赤色照明器 2 1 2 と、2 つの青色照明器 2 1 4 とを備える。

【 0 0 4 3 】

走査光学素子の第 2 の構成を含むコーティング除去装置を図 4 に示す。図 4 に示すコーティング除去装置は、図 3 の集光光学素子 2 0 2、反射型スキャナ 2 0 4、2 0 6 及び集光光学素子 2 0 8 が、集光光学素子 3 0 2、屈折型スキャナ 3 0 4、3 0 6 及び集光光学素子 3 0 8 に置換されている点を除いて、図 3 のコーティング除去装置と同様の構成を有している。集光光学素子 3 0 2 は、光 3 0 を平行にし、平行光を屈折型スキャナ 3 0 4 に向ける。光 3 0 は、屈折型スキャナ 3 0 4、3 0 6 によって屈折され、集光光学素子 3 0 8 に向けられる。集光光学素子 3 0 8 は、所定の位置、例えば塗布面 5 0 の位置 5 2 に光 3 0 を向けるとともに、集光する。塗布面 5 0 上の正確な位置及び塗布面 5 0 に衝突する光の大きさは、制御論理回路 2 4 が送る制御信号によって制御される集光光学素子 3 0 2、屈折型スキャナ 3 0 4、3 0 6 及び集光光学素子 3 0 8 の調整によって定まる。集光光学素子 3 0 2、3 0 8 及び屈折型スキャナ 3 0 4、3 0 6 の好ましい動作については、上述した米国特許出願番号第 1 0 / 2 7 2、3 2 9 号に記載されている。なお、図 4 では、集光光学素子 3 0 2、3 0 8 をそれぞれ 1 つの要素として示しているが、集光光学素子 3 0 2、3 0 8 の一方又は両方は、1 つ以上の光学素子から構成してもよいことは当業者にとって明らかである。同様に、図 4 では、2 つの屈折型スキャナ 3 0 4、3 0 6 を示しているが、これより多い又は少ない屈折型スキャナを用いてもよいことも明らかである。

20

30

【 0 0 4 4 】

図 5 は、コーティング除去装置 3 0 0 の変形例を示している。この変形例では、ビームスプリッタ 1 4、光検出器 2 0、比較器 2 2 及び制御論理回路 2 4 は、(図 2 のコーティング除去装置 1 0 0 のヘッドコンポーネント 1 1 0 のようなヘッドコンポーネント内ではなく) ボディコンポーネント 3 2 0 内に配置されている。コーティング除去装置 3 0 0 は、反射光 3 4 が検出及び解析のためにボディコンポーネント 3 2 0 に向けられる点を除いて、コーティング除去装置 1 0 0 (図 2) と同様に動作する。図 5 のボディコンポーネント 3 2 0 内に配置された制御論理回路 2 4 は、データライン 3 3 0 を介して、ヘッドコンポーネント 3 1 0 の走査光学素子 1 6 に制御信号を送る。集光光学素子 3 2 2 は、ボディコンポーネント 3 2 0 内に設けられており、光 3 0 を光ファイバケーブル 1 1 6 の第 1 の端部に集光する。また、集光光学素子 3 2 2 は、光ファイバケーブル 1 1 6 から入射される反射光 3 4 をビームスプリッタ 1 4 に向ける。

40

【 0 0 4 5 】

このコーティング除去装置 3 0 0 と同様に、コーティング除去装置 1 0 (図 1) は、レーザ光源 1 2 及びビームスプリッタ 1 4 が光ファイバケーブルによって走査光学素子 1 6 に光学的に接続された構成とすることができる。このような構成では、光検出器 2 0 は、光ファイバケーブルのレーザ光源側に配置することができる。

【 0 0 4 6 】

50

動作において、コーティング除去装置は、塗布面の所定の位置にレーザパルスを向ける。レーザパルスは、ビームスプリッタ、集光光学素子及び走査光学素子を含むレーザ走査パスに基づいて、所定の位置に向けられる。レーザパルスは、所定の位置に衝突し、この所定の位置のコーティングの一部又は全部を剥離する。所定の位置から適切な量のコーティングが除去されたことを判定するために、照明器は、所定の位置に照明光を照射する。照明光に由来する反射光は、色感知パスに沿って光検出器に入射する。色感知パスは、好ましくは、レーザ走査パスの光学部品の一部又は全部を含む。ビームスプリッタは、レーザ走査パスから、測定を行う光検出器に反射光を向け直す (re-directs)。光検出器は、これらの測定値を、解析を行う比較器に送り、比較器は、検出された光の特性を所定のパラメータ及び閾値と比較する。

10

【 0 0 4 7 】

好ましい実施の形態では、反射光の色を測定し、除去するコーティングの既知の色と比較する。検出された光が既知の色と同じ色のものであると比較器が判定した場合、塗布面の所定の位置にコーティングが未だ残っていると判定される。この場合、この所定の位置にレーザパルスが出射される。一方、検出された光が既知の色と同じ色ではないと比較器が判定した場合、塗布面の所定の位置にはコーティングが残っていないと判定され、したがって、この位置にレーザパルスを出射する必要はない。いずれの場合も、制御論理回路は、集光光学素子及び走査光学素子に対し、塗布面の次の位置に対応するように再調整を指示する。

20

【 0 0 4 8 】

レーザパルスの衝突によって剥離されたコーティングは、不要物除去機構によって、不要副産物として回収される。不要物除去機構は、好ましくは、レーザ走査パス及び色感知パスを含む共通のヘッドアセンブリ内に統合されている。

【 0 0 4 9 】

先に詳細に説明したように、レーザ光源によって発生された各レーザパルスは、塗布面の所定の位置に向けられる。第1の位置からコーティングを除去した後に、制御論理回路は、集光光学素子及び走査光学素子に対し、次のレーザパルスが第1の位置とは異なる第2の位置に向けられるように、それらを調整することを指示する。殆どの用途では、塗布面の全体からコーティングを除去することが多い。すなわち、塗布面が10フィート×10フィートの表面積を有する場合、100平方フィートの領域全体に亘って塗布面を除去する。この場合、隣接する各位置において、コーティングを順次除去することが最も効率的である。換言すれば、第2の位置は、第1の位置に隣接する。なお、必ずしもこの通りではない。幾つかの用途では、全表面積のコーティングを除去することが望まれない場合もある。すなわち、表面積の一部だけのコーティングを除去する必要がある場合がある。除去するコーティングの正確なパターンは、あらゆる所望のパターンとすることができる。制御論理回路は、好ましくは、保存されたアルゴリズム又はプログラムに基づいて、所望のパターンに基づく制御を行う。

30

【 0 0 5 0 】

図6は、例示的なコーティング除去パターンを示している。大きなボックスは、7単位×7単位の表面積を有する塗布面を表している。奇数番号が付された影付きのボックスは、コーティングを除去する塗布面上の位置を表している。偶数番号が付された影無しのボックスは、コーティングを除去する必要がない塗布面上の位置を表している。コーティング除去装置がボックス1においてコーティングの除去を開始し、コーティングを除去した後に、集光光学素子及び走査光学素子を調整する次の位置は、奇数番号のボックスの1つである。殆どの場合、次の位置は、ボックス3、9、15のいずれかであるが、この順序及び開始位置は変えることができる。これにより、塗布面の特定の位置からのみコーティングが除去され、塗布面を「荒加工する (roughed up)」ことができる。

40

【 0 0 5 1 】

図1～図5に示す具体例では、照明光は、照明器18によって塗布面50に直接照射されている。また、本発明では、走査光学素子16を介して照明光を照射するように照明器

50

18を構成してもよい。また、走査光学素子16を介して照射された照明光は、塗布面50からの直接反射光を集光して、光検出器で検出するようにしてもよい。

【0052】

集光光学素子及び反射型スキャナを含む第1の構成及び集光光学素子及び屈折型スキャナを含む第2の構成に基づいて、走査光学素子16を説明したが、走査光学素子16は、集光光学素子、反射型スキャナ及び屈折型スキャナの如何なる組合せからも構成することができる。また、図3及び図4は、それぞれ異なる集光光学素子202/208のセットと、集光光学素子302/308のセットを示しているが、2つのセットのそれぞれは、集光光学素子の1つのセットに置き換えてもよい。

【0053】

ある特定の状況では、反射光の感知は、レーザ走査パスとは異なる色感知パスを設けることによって、容易にすることができる。この場合、レーザ走査パスの光路と、色感知パスの光路とからなる別々の光路を有する他のコーティング除去装置が構成される。

【0054】

図1～図5には示していないが、ビームスプリッタから反射光を光検出器に向けるために、幾つの光学素子、例えばレンズ及び/又はミラーを用いてもよい。

【0055】

本発明の構成及び動作原理を明瞭に説明するために、様々な詳細を含む特定の実施例を用いて本発明を説明した。このような特定の実施例の説明及びその詳細は、特許請求の範囲を限定するものではない。本発明の主旨及び範囲から逸脱することなく、例示的に選択された実施例を変更できることは、当業者にとって明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の実施の形態に基づくコーティング除去装置のブロック図である。

【図2】本発明の他の実施の形態に基づくコーティング除去装置のブロック図である。

【図3】第1の構成の走査光学素子を含むコーティング除去装置の構成を示す図である。

【図4】第2の構成の走査光学素子を含むコーティング除去装置の構成を示す図である。

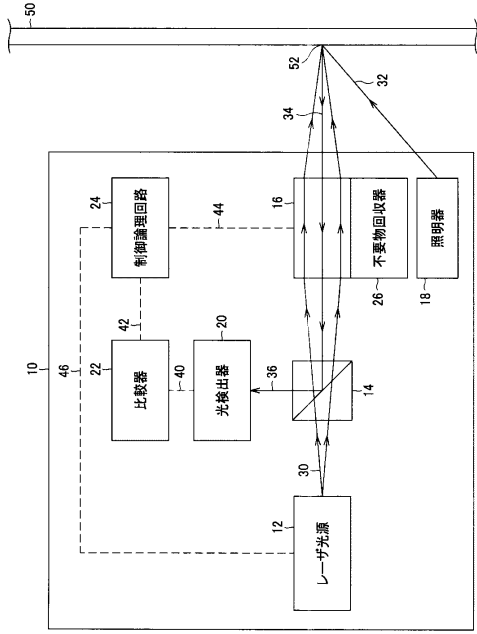
【図5】本発明の他の実施の形態に基づくコーティング除去装置のブロック図である。

【図6】例示的なコーティング除去パターンを示す図である。

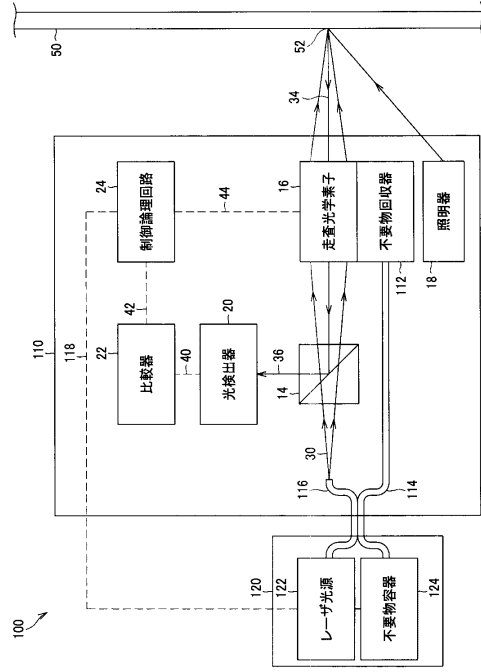
10

20

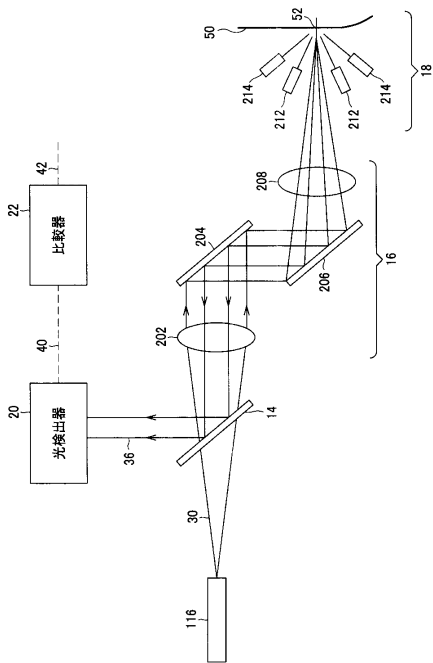
【 図 1 】



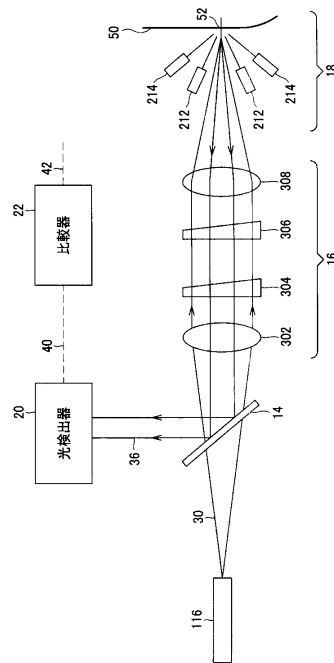
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 2 3 K	26/06	Z
B 2 3 K	26/08	K
B 2 3 K	26/00	M

(72)発明者 トーマス、ジェームズ、ダブリュー、

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 2 4 ロス アルトス ロヨラ ドライブ 7 2 8

(72)発明者 ウール、ミッチェル、アール、

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 8 6 サニーヴェイル ピエリノ アヴェニュー 7
5 5

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開平 1 0 - 3 0 9 5 1 6 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 0 6 8 8 2 9 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 1 4 6 5 3 7 (J P , A)

特表平 0 7 - 5 0 6 2 9 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23K 26/00-26/42

G02B 26/10