

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7325420号
(P7325420)

(45)発行日 令和5年8月14日(2023.8.14)

(24)登録日 令和5年8月3日(2023.8.3)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 5/00 (2006.01) B 2 5 J 5/00 Z

B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 A

請求項の数 19 (全50頁)

(21)出願番号	特願2020-538772(P2020-538772)	(73)特許権者	520101786
(86)(22)出願日	平成30年9月25日(2018.9.25)		キャンヴァス コンストラクション イン
(65)公表番号	特表2020-535031(P2020-535031 A)		コーポレイテッド
(43)公表日	令和2年12月3日(2020.12.3)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
(86)国際出願番号	PCT/US2018/052751		1 1 0 サンフランシスコ トウウェンテ
(87)国際公開番号	WO2019/060920	(74)代理人	100094569
(87)国際公開日	平成31年3月28日(2019.3.28)		弁理士 田中 伸一郎
審査請求日	令和3年9月6日(2021.9.6)	(74)代理人	100103610
(31)優先権主張番号	62/562,981		弁理士 ▲吉▼田 和彦
(32)優先日	平成29年9月25日(2017.9.25)	(74)代理人	100109070
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 須田 洋之
		(74)代理人	
			松下 満
		(74)代理人	100098475

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動壁仕上げシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

壁アセンブリの可撓性基板にコーティングを塗布するための自動仕上げシステムであって、前記自動仕上げシステムは、

コーティング材料を格納するように構成された壁土源、
プラットフォーム、

地上に配置され移動するように構成された台車、及び

前記プラットフォームと前記台車との間に配置され、前記プラットフォームを上下に移動させるように構成されたリフト、

を含むベースユニットと、

ベース端部と遠位端部との間に延在する長尺ロボットアームであって、前記ロボットアームの前記ベース端部が前記プラットフォーム上の前記ベースユニットに結合された前記ロボットアームと、

前記ロボットアームの前記遠位端に結合されたコーティングエンドエフェクタであって、前記コーティングエンドエフェクタは、吹き付けガンを含み、前記吹き付けガンは、前記吹き付けガンの混合ノズルからコーティング材料の吹き付けを生成するように構成され、前記吹き付けガンは、前記ロボットアームを介して前記壁土源から延びる壁土管と接続され、前記吹き付けガンは、前記壁土管を介して前記壁土源からコーティング材料を受け取って前記コーティング材料の吹き付けを生成するように構成され、前記混合ノズルは、前記壁土源から受け取った前記コーティング材料を、少なくとも促進剤と、染料または顔

料の一方または両方と、前記混合ノズルで混合するように構成され、前記促進剤は、前記塗布されたコーティング材料の凝結時間を、前記促進剤を含まない塗布されたコーティング材料の凝結時間と比べて早める、前記コーティングエンドエフェクタと、

1つ以上のビジョンシステムと、

1つ以上のセンサと、

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備え、前記コンピュータプランナは、

前記1つ以上のビジョンシステム及び前記1つ以上のセンサから、複数の可撓性基板片が配置された壁アセンブリの構成に関する情報を含む標的表面データを取得し、

前記可撓性基板片に配置された1つ以上のセンサから、前記複数の可撓性基板片に関連する環境状態に関する情報を含む環境状態データを取得し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニットを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタの前記吹き付けガンにより生成されるコーティング吹き付けを、前記複数の可撓性基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、前記標的表面データ及び前記環境状態データに少なくとも部分的に基づいて、自動的に生成し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニットを自動的に駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行し、

前記コーティングエンドエフェクタはさらに誘導要素を含み、前記誘導要素は、前記標的表面または前記壁アセンブリの隣接部分に係合して、前記標的表面のコーティング時に前記コーティングエンドエフェクタを誘導するように構成される、

前記自動仕上げシステム。

【請求項2】

前記可撓性基板片は、2層可撓性基板により定義され、前記2層可撓性基板は、

平面多孔質層と、

平面少孔質層と、

を含み、前記平面少孔質層は、前記多孔質層に結合され、前記多孔質層は、前記壁アセンブリから外向きに面し、前記可撓性基板片に塗布されたコーティング材料が前記多孔質層に入り込むことができるように孔を有し、前記少孔質層は、前記壁アセンブリの間柱に取り付けられ、前記可撓性基板片に塗布された前記コーティング材料が前記少孔質層に浸透して入り込むことがないように、前記コーティング材料に対して不浸透性である、

請求項1に記載の自動仕上げシステム。

【請求項3】

前記コーティングエンドエフェクタはさらに、前記吹き付けガンの前記ノズルにより生成される前記コーティング材料の吹き付けで生じる吹き付け飛沫を捕捉するために、前記吹き付けガンの端部及び前記ノズルの周りに配置された吸引フードを備える、請求項1に記載の自動仕上げシステム。

【請求項4】

前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニットを駆動して、前記複数の可撓性基板片にコーティングを塗布する前記命令を生成することは、さらに、前記自動仕上げシステムが前記可撓性基板片を前記壁アセンブリに張り付けていた間に取得されたデータに基づく、請求項1に記載の自動仕上げシステム。

【請求項5】

ベースユニットと、

ベース端部と遠位端部との間に延在する位置決めステージであって、前記位置決めステージの前記ベース端部が前記ベースユニットに結合された前記位置決めステージと、

前記位置決めステージの前記遠位端部に結合され、標的表面にコーティング材料を塗布するように構成されたコーティングエンドエフェクタと、

1つ以上のビジョンシステムと、

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備える自動コーティング塗布システムであって、前記コンピュータプランナは、

前記1つ以上のビジョンシステムから、1つ以上の基板片が配置された壁アセンブリの構成に関する情報を含む標的表面データを取得し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を前記1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、前記標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、自動的に生成し、

前記エンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを自動的に駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行し、

前記コーティングエンドエフェクタはさらに誘導要素を含み、前記誘導要素は、前記標的表面または前記壁アセンブリの隣接部分に係合して、前記標的表面のコーティング時に前記コーティングエンドエフェクタを誘導するように構成される、

10

前記自動コーティング塗布システム。

【請求項6】

前記1つ以上の基板片は、2層基板により定義され、前記2層基板は、

平面多孔質層と、

平面少孔質層と、

を含み、前記平面少孔質層は、前記多孔質層に結合され、前記多孔質層は、前記壁アセンブリから外向きに面し、前記基板片に塗布されたコーティング材料が前記多孔質層に入り込むことができるように孔を有する、

20

請求項5に記載の自動コーティングシステム。

【請求項7】

前記コンピュータプランナはさらに、基板エンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片を前記壁アセンブリに結合する命令を、自動的に生成し、

前記基板エンドエフェクタは、前記基板エンドエフェクタアセンブリのロール本体内に備え付けられた基板材料のロールを備え、前記基板材料のロールは、前記壁アセンブリに付けられ、前記壁アセンブリに結合された前記1つ以上の基板片が生成される、

請求項5に記載の自動コーティングシステム。

【請求項8】

30

前記コーティングエンドエフェクタは、1つ以上の空気ノズルに囲まれたコーティングノズルを備え、前記1つ以上の空気ノズルは、前記コーティングノズルにより生成されるコーティング吹き付けの周りに気流カーテンを生成し、前記気流カーテンは、前記コーティング吹き付けの吹き付け飛沫の制御、前記コーティング吹き付けの配向、または前記コーティング吹き付けの前記サイズ及び／または形体の制御を行うように構成される、請求項5に記載の自動コーティングシステム。

【請求項9】

前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片にコーティングを塗布する前記命令を生成することは、さらに、前記自動コーティングシステムが前記1つ以上の基板片を前記壁アセンブリに張り付けていた間に取得されたデータに基づく、請求項5に記載の自動コーティングシステム。

40

【請求項10】

前記コンピュータプランナはさらに自動的に、前記標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、前記1つ以上の基板片に塗布するコーティングの量を決定し、前記1つ以上の基板片に塗布するコーティングのコーティング形状を決定し、前記コンピュータプランナはさらに、前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片にコーティングを塗布する前記命令を、前記決定したコーティング塗布量及び前記決定したコーティング形状に少なくとも部分的に基づいて、生成する、請求項5に記載の自動コーティングシステム。

50

【請求項 1 1】

前記自動コーティングシステムはさらに、前記コーティング材料を混合し、前記混合したコーティング材料を前記コーティングエンドエフェクタに供給する混合システムを備え、

前記コンピュータプランナは、前記自動コーティングシステムの1つ以上のセンサから取得された環境状態データに基づいて、前記混合システムにより生成された前記コーティング材料の混合パラメータを変更する、

請求項 5 に記載の自動コーティングシステム。

【請求項 1 2】

前記システムは、ツールを使用して、接触を介して前記基板上に前記コーティングを塗布または加工する、請求項 5 に記載の自動コーティングシステム。

【請求項 1 3】

ベース端部と遠位端部との間に延在する位置決めステージと、

前記位置決めステージの前記遠位端部に結合され、標的表面にコーティング材料を塗布するように構成されたコーティングエンドエフェクタと、

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備えるコーティングシステムであって、前記コンピュータプランナは、

前記コーティングエンドエフェクタ、及び前記位置決めステージを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、取得された標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、生成し、

前記エンドエフェクタ及び前記位置決めステージを駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行し、

前記コーティングエンドエフェクタはさらに誘導要素を含み、前記誘導要素は、前記標的表面または前記標的表面に隣接する表面に係合して、前記標的表面のコーティング時に前記コーティングエンドエフェクタを誘導するように構成される、

前記コーティングシステム。

【請求項 1 4】

前記コーティングエンドエフェクタはさらに、乾燥源を備え、前記乾燥源は、前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に前記コーティングエンドエフェクタにより塗布されたコーティング材料に、熱及び／または乾燥した空気をあてるように構成される、請求項 1 3 に記載のコーティングシステム。

【請求項 1 5】

前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片は、壁アセンブリに張り付けられる前に事前含浸コーティング材料が前記基板に塗布された事前含浸基板を含み、前記基板内の前記事前含浸コーティング材料は、前記コーティングシステムが前記基板に液体材料を吹き付けることにより、剛性コーティングに変えられる、請求項 1 3 に記載のコーティングシステム。

【請求項 1 6】

前記コーティング材料は、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片に前記コーティング材料を塗布する前に、染料または顔料で着色される、請求項 1 3 に記載のコーティングシステム。

【請求項 1 7】

前記コーティング材料を静電的に帯電し、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片を接地して、前記コーティング材料のコーティング粒子を、前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に向かって加速させる、請求項 1 3 に記載のコーティングシステム。

【請求項 1 8】

前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に前記コーティング材料を塗布する間、直線混合ノズルで前記コーティング材料に促進剤が混合され、前記促進剤は、前記塗布されたコーティング材料の凝結時間を、前記促進剤を含まない塗布されたコーティング材料の凝結時間と比べて早める、請求項 1 3 に記載のコーティングシステム。

【請求項 19】

前記標的表面を画定する1つ以上の基板片は、前記1つ以上の基板片に関連する少なくとも1つの環境状態を測定する1つ以上のセンサを備え、前記1つ以上のセンサは、前記1つ以上の基板片にコーティング材料を塗布する間、前記コーティングシステムに環境状態データを提供し、

前記コンピュータプランナは、さらに、

前記コーティングエンドエフェクタ、及び前記位置決めステージを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する修正された命令を、前記環境状態データに少なくとも部分的に基づいて、生成し、

前記修正された命令を介して、前記エンドエフェクタ及び前記位置決めステージを駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行する、

請求項13に記載のコーティングシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2017年9月25日に出願された米国仮特許出願第62/562,981号の利益を主張し、この出願は、その全体があらゆる目的のために、参照により本明細書に組み込まれるものとする。

【0002】

本出願は、本出願と同時期に出願された米国本特許出願に関連し、これらの出願の代理人整理番号は、0111061-001US0、0111061-002US0、0111061-003US0、0111061-004US0、0111061-005US0、0111061-006US0、及び0111061-007US0であり、それぞれの出願番号は、15/942,158、15/942,193、15/941,886、15/942,318、15/942,087、15/942,286、及び15/941,974であり、それぞれの題は、“AUTOMATED DRYWALL PLANNING SYSTEM AND METHOD”、“AUTOMATED DRYWALL CUTTING AND HANGING SYSTEM AND METHOD”、“AUTOMATED DRYWALL MUDDING SYSTEM AND METHOD”、“AUTOMATED DRYWALL SANDING SYSTEM AND METHOD”、“AUTOMATED DRYWALL PAINTING SYSTEM AND METHOD”、“AUTOMATED DRYWALLING SYSTEM AND METHOD”、及び“AUTOMATED INSULATION APPLICATION SYSTEM AND METHOD”である。これらの出願は、その全体があらゆる目的のために、参照により本明細書に組み込まれるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0003】

【図1】自動表面設置及び仕上げシステムの一実施形態を示す例示的な斜視図である。

【図2】自動壁仕上げシステムの別の実施形態を示す例示的な斜視図である。

【図3】一実施形態による、自動壁仕上げシステムのシステムを示す例示的なブロック図である。

【図4】ロボットアームの端部に結合するように構成された複数のエンドエフェクタを含む、一実施形態による自動壁仕上げシステムのシステムを示す例示的なブロック図である。

【図5】一実施形態による、表面を設置する方法のブロック図を示す。

【図6】図6a及び6bは、様々な実施形態による、基板の例示的な実施形態を示す。

【図7】図7a及び7bは、吹き付け器を使用して接合化合物を厚い層で塗布する自動化化合物塗布プロセスの一実施形態を示す。

【図8】図8a及び8bは、壁アセンブリを作成するために基板を設置する例示的な方法

における一連のステップを示す。

【図 9】図 9 a 及び 9 b は、壁アセンブリを作成するために基板を設置する例示的な方法における一連のステップを示す。

【図 10】一実施形態による、基板にコーティングを塗布する壁仕上げシステムの一実施形態を示す。

【図 11】基板縁部間の継ぎ目に接合テープを自動的に分配し付着させるように構成されたコーティングエンドエフェクタの一実施形態を示す。

【図 12】ロボットアーム上に結合された吹き付けガンを含むコーティングエンドエフェクタの一実施形態を示す。

【図 13】ロボットアーム上に結合された吹き付けガンを含むコーティングエンドエフェクタの別の実施形態を示す。

【図 14】塗布部位においてコーティング、水、及び任意の添加剤の成分を混合するための直線ノズルの例を示す。

【図 15】ビジョンシステムを使用して、ノズルから出てくるコーティング吹き付けのパターンを監視し、吹き付けガン、またはコーティング線もしくはコーティング源などの関連システムに伴う詰まり、ノズル摩耗、低圧、または他の問題を検出し得る吹き付けパターン検出機構を含むコーティングエンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 16】吹き付け飛沫を捕捉するために吹き付けガンの端部及びノズルの周りに配置された吸引フードを含む真空システムを備えるコーティングエンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 17】吹き付けガンのノズルの表面の周りに、及びノズルの表面を越えて、部分的に延びる吹き付けガードを備えるコーティングエンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 18】コーティング化合物を塗布するためのコーティングフラットボックスを備えるコーティングエンドエフェクタの例を示す。

【図 19】第 1 の送風器及び第 2 の送風器を備えるコーティングエンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 20】ノズルのカセットが吹き付けガンの端部に取り付けられたノズルカセットシステムを備えるコーティングエンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 21】吹き付けガンの一部であり得るノズル回転システムを備えるコーティングエンドエフェクタの別の例示的な一実施形態を示す。

【図 22】基板のロールがエンドエフェクタのロール本体内に備え付けられ、ローラの下に供給される、基板付与器エンドエフェクタの例示的な一実施形態を示す。

【図 23】基板エンドエフェクタが、壁アセンブリの間柱、ヘッダ、及び／またはフッタの間または上に基板を送達するための指針として、壁アセンブリの間柱を利用する、自動壁仕上げシステムの例示的な一実施形態を示す。

【図 24】吹き付けガンの一部であり得る流体流ノズル及びコーティングノズルを備えるコーティングエンドエフェクタの別の例示的な一実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0004】

図面は縮尺通りに描かれておらず、しかも同様の構造または機能の要素は、例示目的のために図面を通して同様の参照番号で通常表されることに、留意されたい。図面は、好ましい実施形態の説明の簡易化のみを意図していることに、留意されたい。図面は、説明される実施形態のあらゆる態様を例示するものではなく、本開示の範囲を限定するものではない。

【0005】

下記の開示は、いくつかの実施形態において壁の作成、または壁の仕上げなどに使用され得る自動乾式壁作成仕上げシステムに関する。壁アセンブリ上の乾式壁片の構成及び配置の計画、乾式壁片の切断、乾式壁片の張り付け、張り付けられた乾式壁片に対する壁土作業の実行、壁土が施された乾式壁片に対する砂研磨の実行、及び砂研磨された乾式壁片

10

20

30

40

50

の塗装のうちの1つ以上を含むさらなる例が、乾式壁作成に使用され得る。

【0006】

本開示の様々な態様は、壁を作成するために多孔質基板材料上にプラスタ、スタッコ、パレックス、または石膏などを吹き付ける表面仕上げシステム及び方法に関する。いくつかの例では、基板材料は、メッシュ、紙、布面、ラス、ボタンボード、岩ラス、レインスクリーン、乾式壁ボード、または多孔質面などを含み得る。基板材料は、様々な例において湾曲したまたは複雑な輪郭に倣う可撓性を有し得る。壁の一部を作成するために、材料は、ロールまたはシートで移送され、耐荷重構造に固定され得る。基板は、織物構造ケーブル、または織物電気ケーブルなども含み得る。基板には、湿度、温度、導電率、及び音などを測定するセンサが装備され得、これは、吹き付けプロセス中にフィードバックを提供するため、壁における漏れ、部屋の温度及び湿度、環境的問題を検出する壁内センサとして利用するため、または他の好適な目的のために、使用され得る。

10

【0007】

一実施形態の仕上げ方法によれば、基板は、木材、金属、コンクリート、または任意の構造材料に取り付けられ、コーティングが基板上に吹き付けられる。コーティング材料は、プラスタ、石膏、コンクリート、スタッコ、または他の好適な無機調合物を含み得る。コーティングはまた、ラテックス及びアクリルなどのポリマー、並びに接着剤及び他の結合剤を含む接着添加剤を含み得る。コーティングは、パレックス、またはアクリル合成スタッコなどの合成材料を含み得る。

【0008】

一態様は、基板上へのコーティングの自動的な混合、送達、塗布、硬化、及び／または乾燥を行うためのシステム及び方法に関する。一実施形態では、自動表面仕上げシステムを使用して、多孔質基板上へのコーティングの混合、送達、塗布、及び乾燥が実行され得る。自動表面仕上げシステムを使用して、基板の縁部間の継ぎ目へのテープの付着、テープ及び基板上へのコーティングまたはプラスタの塗布、乾燥プロセスの促進、またはこれらのプロセスの任意の組み合わせが、実行され得る。自動表面仕上げシステムを使用して、コーティングの塗布、及びレベル0～レベル5を含む任意のレベルの乾式壁仕上げの達成も、実行され得る。自動表面仕上げシステムは、壁土として知られる接合化合物、または熱い壁土としても知られる凝結型化合物を使用し得る。いくつかの例では、プラスタ、石膏、またはポリマーコーティングなども使用され得る。本明細書で論述される接合化合物には、事前混合化合物、トッピング化合物、テーピング化合物、多用途化合物、多目的化合物、及び凝結型化合物が含まれ得る。自動表面仕上げシステムは、乾式壁、ラス、メッシュ、または別の好適な基板上に塗布されるプラスタ、セメント、スタッコ、及び塗料を含む他のコーティングでも、使用され得る。自動表面仕上げシステムは、コーティングの調製方法、基板へのコーティングの送達方法、及びコーティングの凝結、硬化、または乾燥方法に、対応し得る。

20

30

【0009】

本開示で説明される方法は、自動システムを使用して、手動または自動で実施することができる。自動システムは、ロボットマニピュレータ、ビジョンシステム、基板切断ツール、構造材料への基板取り付けツール、測定システム、移動台車、コーティング材料ポンプ、動力駆動仕上げツール、動力駆動吹き付け器、及びこれらの構成要素の任意の組み合わせを備え得る。ロボットアーム及び可動ベースは、加圧流体、電動モータ、ケーブル駆動、ベルト駆動、ソレノイド、ボイスコイル、または動力源の任意の好適な組み合わせを使用して、駆動し得る。自動表面仕上げシステムは、電気式動力またはガス式動力であり得、外部源からの加圧流体も利用し得る。自動システムは、x-y-zステージを使用してツールが配置されたガントリの形態を取ることもできる。ツールホルダーは、さらなる自由度を有して、ツールもしくはエンドエフェクタを配向する、またはツールの位置を変更することができる。

40

【0010】

開示される自動システム及び方法は、基板材料のレイアウトの計画から、構造部材への

50

基板の取り付け、コーティングの吹き付け、及びコーティングの仕上げまで、壁アセンブリまたは構造の他の部分の準備、作成、及び仕上げのステップの全てまたはいずれかを含み得る。仕上げステップには、こて塗り、砂研磨、研磨仕上げ、ノックダウン、質感仕上げの適用、スムージング、圧縮、平準化、こて仕上げ、縁取り、溝または遊間の切断、塗装、及びステンシル加工などが含まれ得るが、これらに限定されない。自動システムを使用して、仕上げツールを制御することで、材料の塗布、除去、及び仕上げの制御が可能となる。

【0011】

ビジョンシステム、測定センサ、及び／または部屋または構造のモデルを使用して、表面を覆うためにどのように基板材料を切断すべきかが決定され得る。ビジョンシステム（1つ以上のカメラ、LIDAR、レーダ、またはソナーなど）を使用して、間柱を含む構造材料のモデルが作成され、構造を基板及びコーティングで覆うためにどのようにシステムを使用すべきかが決定され得る。自動システムは、コンピュータプランナを使用することができ、これは、ビジョンシステムにより取り込まれたモデル及び建物の図面のうちの1つまたは両方を利用して、自動システムが吹き付け壁プロセスのステップの全てまたはいずれかを実行する方法を決定する。自動システムを使用して、基板材料の縁部の切断、整備、及び／または仕上げが行われ得る。基板の切れ目または継ぎ目の数を最小限に抑えるため、または継ぎ目の位置を制御するために、基板のレイアウトが最適化され得る。基板材料は、手動で、または自動システムを用いて、構造に張り付けられ得る、すなわち取り付けられ得る。基板は、釘、ネジ、ホチキス針、接着剤、留め金、または任意の他の好適な固定部品で取り付けられ得る。基板材料は、切れ目で重複し得る、または継ぎ目を生じ得る。

【0012】

図1及び図2を参照すると、ベースユニット120と、ロボットアーム140と、エンドエフェクタ160とを含む自動表面仕上げシステム100の例が示される。ベースユニット120は、プラットフォーム122と、台車124とを備え、台車124は、プラットフォーム122と台車124との間に配置されたリフト126を有する。台車124は、地面に配置され、軸X及び軸Yにより画定されるXY平面内を移動するように構成され得、リフト126は、プラットフォーム122を、軸X及び軸Yに直交する軸Zに沿って上下に移動させるように構成され得る。

【0013】

図1及び図2の例では、台車124は、複数の車輪128を備え得、これは、台車124及び表面仕上げシステム100を地面上でXY平面内にて移動させるために使用され得る。このような動作は、電動であり得る、または非電動であり得る。例えば、いくつかの実施形態では、表面仕上げシステム100は、台車124の自動動作、ユーザからの入力に基づく電動動作、及び／またはユーザによる物理的動作に基づく非電動動作を行うように構成され得る。さらに、本明細書のいくつかの例では車輪128を有する例が示されるが、台車124は、任意の好適な構造、またはシステムなどを介して電動及び／または非電動動作を行うように構成され得ることを、明確に理解されたい。

【0014】

図1及び図2の例では、軸Zに沿って台車124に対してプラットフォーム122を上下移動させることができるシザーリフトを備えるリフト126が示される。このような動作は、電動であり得る、または非電動であり得る。例えば、いくつかの実施形態では、表面仕上げシステム100は、リフト126の自動動作、ユーザからの入力に基づくリフト126の電動動作、及び／またはユーザによるリフト126の物理的動作に基づく非電動動作を行うように構成され得る。さらに、本明細書にはシザーリフトの例が示されるが、任意の好適なリフトシステムは、制限なしにリフト126を備えることができることを、明確に理解されたい。

【0015】

プラットフォーム122は、ロボットアーム140のベース端部142でロボットアーム

10

20

30

40

50

ム 1 4 0 と結合し得るハブ 1 3 0 を備え得る。ハブ 1 3 0 は、様々なシステムがハブ 1 3 0 と結合することを可能にする入力インタフェース 1 3 2 を備え得、本明細書でより詳細に論述されるように、これにより、このようなシステムが提供するリソースを、ロボットアーム 1 4 0 及び／またはロボットアーム 1 4 0 の遠位端部 1 4 4 にて結合されたエンドエフェクタ 1 6 0 に提供することが可能となる。例えば、空気圧源、動力源、真空源、塗料源、またはコーティングもしくは接合化合物源などを、ハブ 1 3 0 に結合することができる。図 1 は、ハブ 1 3 0 に空気圧縮器 1 3 4 及び真空源 1 3 6 が結合された例を示す。図 2 は、ハブ 1 3 0 に空気圧縮器 1 3 4 が結合された例を示し、これは、ロボットアーム 1 4 0 の空気圧式アクチュエータ 1 4 6 に動力を提供し、及び／またはロボットアーム 1 4 0 の遠位端部 1 4 4 におけるエンドエフェクタ 1 6 0 に圧縮空気を提供するために、使用され得る。

10

【 0 0 1 6 】

様々な実施形態では、ロボットアーム 1 4 0 には、空気圧式アクチュエータ、及び電気アクチュエータなどを含み得る任意の好適なロボットアームまたは位置決めステージシステムが含まれ得る。ロボットアーム 1 4 0 は、任意の好適な数の自由度を有し得る。図 1 及び図 2 の例は、空気圧式アクチュエータユニット 1 4 6 がアーム結合器 1 4 8 により分離されている例を示すが、この例示的な構成は、本開示の範囲及び趣旨に含まれる多種多様なロボットアーム 1 4 0 または位置決めステージを限定するものとして解釈されるべきではない。

【 0 0 1 7 】

本明細書でより詳しく論述されるように、エンドエフェクタ 1 6 0 は、ロボットアーム 1 4 0 の遠位端部 1 4 4 にて結合され得る。いくつかの例では、自動表面仕上げシステム 1 0 0 は、モジュール式及び／または多用途エンドエフェクタ 1 6 0 を備え得、これは、様々な乾式壁作成、建設、または他の作業のために構成され得る。例えば、本明細書で論述されるように、エンドエフェクタ 1 6 0 は、基板の計画、基板の張り付け、張り付けられた基板へのコーティングまたは接合化合物の塗布、コーティングの砂研磨、及び塗装などのために、構成され得る。本明細書の様々な例は乾式壁作成及び建設に関するが、表面仕上げシステム 1 0 0 のさらなる実施形態は、建設作業、製造作業、園芸作業、農業作業、及び家庭作業などを含む任意の好適な作業のために、構成することができる。従って、乾式壁作成及び建設に関する本明細書の論述は、システム 1 0 0 の構成対象となり得る多種多様な作業を限定するものとして解釈されるべきではない。

20

30

【 0 0 1 8 】

図 3 を参照すると、表面仕上げシステム 1 0 0 のブロック図が示され、表面仕上げシステム 1 0 0 内では、エンドエフェクタ 1 6 0 に接続されたロボットアーム 1 4 0 に、ベースユニット 1 2 0 が接続されている。ビジョンシステム 3 2 4、センサ 3 2 6、及び動作システム 3 2 8 に操作可能に接続された制御システム 3 2 2 を備えるベースユニット 1 2 0 が示される。制御システム 3 2 2 に操作可能に接続されたセンサ 3 4 6 及び動作システム 3 4 8 を備えるロボットアーム 1 4 0 が示される。制御システム 3 2 2 に操作可能に接続されたビジョンシステム 3 6 4、センサ 3 6 6、動作システム 3 6 8、及び 1 つ以上のエンドエフェクタデバイス 3 7 0 を備える例示的なエンドエフェクタ 1 6 0 が示される。

40

【 0 0 1 9 】

様々な実施形態では、制御システム 3 2 2 と、それぞれのビジョンシステム 3 2 4、3 6 4、それぞれのセンサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6、それぞれの動作システム 3 2 8、3 4 8、3 6 8、及びエンドエフェクタデバイス 3 7 0 との間の接続には、有線接続及び／または無線接続を含む任意の好適な種類の接続が含まれ得る。例えば、このような接続は、それぞれの要素間の情報のデジタル通信及び／またはアナログ通信用に構成され得る。

【 0 0 2 0 】

ビジョンシステム 3 2 4、3 6 4 には、1 つ以上の可視スペクトルカメラ、レーダ、光検出及び測距 (L I D A R) システム、ソナー、赤外線カメラ、熱カメラ、ステレオカメラ、構造化光カメラ、及びレーザスキャナなどを含む 1 つ以上の好適なビジョンシステム

50

が含まれ得る。ビジョンシステム 3 2 4、3 6 4 は、同じまたは異なる要素を備え得る。さらに、いくつかの実施形態では、ビジョンシステム 3 2 4、3 6 4 のうちの一方または両方は、存在しなくてもよい。いくつかの実施形態では、ロボットアーム 1 4 0 は、ビジョンシステムを備え得る。

【0 0 2 1】

様々な実施形態では、センサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6 には、湿度、温度、気流、レーザカーテンの 1 つ以上のセンサ、近接センサ、力及びトルクセンサ、圧力センサ、リミットスイッチ、ロタメータ、スプリング及びピストン流量計、超音波流量計、タービン式流量計、パドルホイール式流量計、面積式流量計、容積式流量計、渦式流量計、ピトー管もしくは差圧式流量計、磁気式流量計、湿度センサ、導電率センサ、及び深度もしくは厚みセンサを含む任意の好適なセンサが含まれ得る。センサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6 は、同じまたは異なる要素を備え得る。さらに、いくつかの実施形態では、センサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6 のうちの 1 つ以上は、存在しなくてもよい。

【0 0 2 2】

様々な実施形態では、動作システム 3 2 8、3 4 8、3 6 8 には、電気モータ、空気圧式アクチュエータ、及び圧電式アクチュエータなどのうちの 1 つ以上を含む任意の好適な動作システムが含まれ得る。例えば、いくつかの実施形態では、ベースユニット 1 2 0 の動作システム 3 2 8 は、リフト 1 2 6 と、台車 1 2 4 の車輪 1 2 8 を駆動するモータとを備え得る（図 1 及び図 2 を参照）。別の例では、図 1 及び図 2 の例に示されるように、ロボットアーム 1 4 0 の動作システム 3 4 8 は、空気圧式アクチュエータ 1 4 6 を備え得る。様々な実施形態では、エンドエフェクタ 1 6 0 の動作システム 3 6 8 は、エンドエフェクタ 1 6 0 を動かす、向きを変える、回転させる、あるいは設定するように構成されたモータまたは他のシステムを備え得る。いくつかの実施形態では、動作システム 3 2 8、3 4 8、3 6 8 のうちの 1 つ以上は、存在しなくてもよい。

【0 0 2 3】

本明細書で論述されるように、1 つ以上のエンドエフェクタデバイス 3 7 0 には、切断デバイス、張り付けデバイス、コーティングデバイス、砂研磨デバイス、塗装デバイス、及び吸引デバイスなどを含む様々な好適なデバイスが含まれ得る。他の好適なデバイスが、エンドエフェクタ 1 6 0 に含まれてもよく、エンドエフェクタ 1 6 0 が使用され得る任意の所望の作業に基づいて選択され得る。

【0 0 2 4】

本明細書でより詳しく論述されるように、制御システム 3 2 2 は、ビジョンシステム 3 2 4、3 6 4、及びセンサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6 からデータを受信することができ、動作システム 3 2 8、3 4 8、3 6 8、及び 1 つ以上のエンドエフェクタデバイス 3 7 0 を駆動して、基板の計画、基板の張り付け、張り付けられた基板へのコーティングまたは接合化合物の塗布、コーティングの砂研磨、及び塗装などを含む様々な作業を実行することができる。従って、制御システム 3 2 2 は、表面仕上げシステム 1 0 0 を駆動して、様々な好適な作業を実行することができ、このような作業の部分または全ては、自動化され、ユーザとのインタラクションの有無にかかわらず実行される。制御システムには、1 つ以上のプロセッサと、命令を記憶する 1 つ以上のメモリとを含む様々な好適なコンピューティングシステムが含まれ得、1 つ以上のプロセッサにより命令が実行されると、本明細書で詳しく論述されるように、自動表面仕上げシステム 1 0 0 により作業が実行される。さらに、制御システム 3 2 2 は、ベースユニット 1 2 0 の一部として示されるが、さらなる実施形態では、制御システムは、ロボットアーム 1 4 0 またはエンドエフェクタ 1 6 0 の一部であり得る。また、さらなる例は、複数の制御システム及び／または制御サブシステムを含むことができ、これは、ベースユニット 1 2 0、ロボットアーム 1 4 0、及び／またはエンドエフェクタ 1 6 0 のうちの 1 つ以上に、好適に配置され得る。

【0 0 2 5】

図 4 を参照すると、例示的なブロック図は、ロボットアーム 1 4 0 に結合されたベースユニット 1 2 0 を含む自動表面仕上げシステム 1 0 0 のシステムを示し、ロボットアーム

140の遠位端部144に結合するように構成された複数のエンドエフェクタ160を含む。この例では、エンドエフェクタ160は、切断エンドエフェクタ160C、張り付けエンドエフェクタ160H、コーティングエンドエフェクタ160M、砂研磨エンドエフェクタ160S、及び塗装エンドエフェクタ160Pを含む。

【0026】

図4に示されるように、ベースユニット120は、真空源422と、塗料源426と、コーティング源430と、動力源434と、1つ以上のベースユニットデバイス438とを備え得る。様々な実施形態では、真空源422、塗料源426、コーティング源430、及び動力源434のうちの1つ以上が、ハブ130（図1及び図2）に接続して、ロボットアーム140の遠位端部144に結合されたエンドエフェクタ160に、及び／またはロボットアーム140に、リソースを提供し得る。例えば、真空源422は、ロボットアーム140を介して端部424Eへ延びる真空管424と結合され得、端部424Eは、本明細書で論述されるように、エンドエフェクタ160と結合し得る。塗料源426は、ロボットアーム140を介して端部428Eへ延びる塗料管428と結合され得、端部428Eは、本明細書で論述されるように、エンドエフェクタ160と結合し得る。コーティング源430は、ロボットアーム140を介して端部432Eへ延びるコーティング管432と結合され得、端部432Eは、本明細書で論述されるように、エンドエフェクタ160と結合し得る。

【0027】

動力源434は、ロボットアーム140を介して端部436Eへ延びる動力線436と結合され得、端部436Eは、本明細書で論述されるように、エンドエフェクタ160と結合し得る。さらに、動力源434は、ロボットアーム140のアームデバイス442（例えばセンサ346及び動作システム348）に、及びベースユニット120のベースユニットデバイス438（例えば制御システム322、ビジョンシステム324、センサ326、及び動作システム328）に、動力を提供し得る。様々な実施形態では、動力源は、1つ以上の電池を備え得、及び／または作業現場の壁コンセントに差し込むように構成され得る。例えば、電源コードが動力源434に接続され得、これにより、表面仕上げシステム100は、壁コンセント、発電機、または外部電池などを介して、作業現場のローカル電力により電力供給されることが可能となる。しかし、いくつかの実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、完全自己動力供給式であり得、作業現場で外部電源なしで作動するように構成され得る。さらなる実施形態では、ロボットアーム140及び／またはエンドエフェクタ160は、ベースユニットの動力源434とは別個であり得る個別の動力源を備え得る。

【0028】

様々な実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、建設における表面の設置及び仕上げに関連する複数の作業を実行するように構成され得る。このような実施形態では、乾式壁作成に関連する1つ以上の作業または作業の部分を実行するために、複数の異なるエンドエフェクタ160に結合してこれら进行操作することができるベースユニット120及びロボットアーム140を有することが望ましくあり得る。例えば、表面仕上げに関連するそれぞれの作業または作業の部分を実行するために、切断エンドエフェクタ160C、張り付けエンドエフェクタ160H、コーティングエンドエフェクタ160M、砂研磨エンドエフェクタ160S、及び塗装エンドエフェクタ160Pが、ロボットアーム140に遠位端部144で選択的に結合され得る。

【0029】

例えば、切断エンドエフェクタ160Cの切断デバイス462に動力を供給するために、切断エンドエフェクタ160Cが、ロボットアーム140の遠位端部144に結合され、動力線436に接続され得る。切断エンドエフェクタ160Cは、自動表面仕上げシステム100により制御され、基板を切断し得る、または他の切断動作を実行し得る。いくつかの例では、切断エンドエフェクタ160Cは、切断エンドエフェクタ160Cにより行われる切断で生じる破片を吸い込むために、真空線424を介して真空源422に接続

された切断用吸引器を備え得る。

【0030】

あるいは、張り付けエンドエフェクタ160Hの張り付けデバイス464に動力を供給するために、張り付けエンドエフェクタ160Hが、ロボットアーム140の遠位端部144に結合され、動力線436に接続され得る。張り付けエンドエフェクタ160Hは、自動表面仕上げシステム100により制御され、基板の張り付け、または基板の張り付けの支援などを行い得る。

【0031】

あるいは、コーティングエンドエフェクタ160Mのコーティングデバイス468及び／またはコーティング塗布器466に動力を供給するために、コーティングエンドエフェクタ160Mが、ロボットアーム140の遠位端部144に結合され、動力線436に接続され得る。コーティングエンドエフェクタ160Mは、自動表面仕上げシステム100により制御され、張り付けられた基板片間の接合箇所への接合化合物（「壁土」としても知られる）の塗布などを含む、表面仕上げに関連する「壁土加工」または「コーティング作業」を実行し得る。さらに、コーティングエンドエフェクタはまた、接合テープの付着などを行うように構成され得る。さらに、コーティングエンドエフェクタ160Mは、コーティングエンドエフェクタ160Mにより生じる余剰接合化合物またはコーティングを吸い込むために、真空線424を介して真空源422に接続されたコーティング用吸引器469を備え得る。

【0032】

あるいは、砂研磨エンドエフェクタ160Sの砂研磨デバイス470に動力を供給するために、砂研磨エンドエフェクタ160Sが、ロボットアーム140の遠位端部144に結合され、動力線436に接続され得る。砂研磨エンドエフェクタ160Sは、自動表面仕上げシステム100により制御され、コーティングの砂研磨などを行い得る。さらに、砂研磨エンドエフェクタ160Sは、砂研磨エンドエフェクタ160Sにより行われる砂研磨で生じる破片を吸い込むために、真空線424を介して真空源422に接続された砂研磨用吸引器472を備え得る。

【0033】

あるいは、塗装エンドエフェクタ160Pの塗料吹き付け器474及び／または塗装デバイス476に動力を供給するために、塗装エンドエフェクタ160Pが、ロボットアーム140の遠位端部144に結合され、動力線436に接続され得る。塗装エンドエフェクタ160Pは、自動表面仕上げシステム100により制御され、乾式壁または他の表面の塗装を行い得る。さらに、塗装エンドエフェクタ160Pは、塗装エンドエフェクタ160Pにより行われる塗装で生じる過剰な塗料吹き付けを吸い込むために、真空線424を介して真空源422に接続された塗装用吸引器478を備え得る。

【0034】

図4の例示的な自動表面仕上げシステム100は、5つのモジュール式エンドエフェクタ160を有することが示されるが、他の実施形態は、任意の好適な複数のモジュール式エンドエフェクタ160を含むことができ、このようなエンドエフェクタ160は、任意の好適な構成を有し、任意の好適な作業または目的のために使用される。さらなる例では、自動表面仕上げシステム100は、ロボットアーム140に永続的または取り外し可能に結合することができる単一のエンドエフェクタ160を備え得る。さらに、いくつかの例では、所与のエンドエフェクタ160は、複数の作業を実行するように構成され得る。例えば、一実施形態では、エンドエフェクタ160は、コーティング作業、砂研磨、及び塗装を行うように構成され得る。従って、図4の例は、本開示の範囲及び趣旨に入る多種多様な他の実施形態を限定するものとして、解釈されるべきではない。

【0035】

図5を参照すると、乾式壁作成の方法500が示され、これは、本明細書で論述されるように、自動表面仕上げシステム100により全体的または部分的に実行され得る。例示的な方法500またはその部分は、自動表面仕上げシステム100により、ユーザとのイ

10

20

30

40

50

ンタラクションの有無にかかわらず、自動的に実行され得る。

【0036】

方法500は、510から始まり、ここで基板片の構成及び配置が計画される。本明細書で論述されるように、様々な例において、基板は、メッシュ、紙、布面、ラス、ボタンボード、岩ラス、レインスクリーン、多孔質面、乾式壁ボードのうちの1つ以上を含み得る。例えば、いくつかの実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、作業現場の自動スキャン及びマッピング（例えば家または建物の要素のフレーム化）、並びに、壁、及び天井などを生成するために作業現場で配置される基板の形体及びサイズの自動計画を行うように、構成され得る。このようなスキャン及びマッピングは、ビジョンシステム324、364（図3）などの使用を含み得る。基板の形体及びサイズの計画は、スキャン及びマッピングに少なくとも部分的に基づき得、自動表面仕上げシステム100のコンピューティングデバイス100、または自動表面仕上げシステム100から近接またはリモートに存在し得る他の好適なデバイスにより、実行され得る。いくつかの実施形態では、このような計画は、自動表面仕上げシステム100により生成されたものではない建物の図面またはマップに、少なくとも部分的に基づき得る。

10

【0037】

方法500は520に進み、ここで基板片が切断される。このような切断は、前述のスキャン、マッピング、及び計画に、少なくとも部分的に基づき得る。さらに、このような切断は、作業現場で自動表面仕上げシステム100により（例えば切断エンドエフェクタ160Cを介して）行われ得る、または作業現場からリモートに存在するシステムにより

20

【0038】

530では、壁、及び天井などを画定するために、間柱、梁、柱、壁板、まぐさ、及び根太などを含む作業現場に、生成された基板片が張り付けられ得る。ネジ、釘、または他の好適な留め具を使用して、基板は張り付けられ得る。いくつかの実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、基板を張り付けるように構成され得、これには、基板の配置、及び所望の位置での基板の結合が含まれる。いくつかの例では、自動表面仕上げシステム100は、ユーザが基板を張り付けることを支援するように構成され得、これには、ユーザが基板片を所定の位置に固定する間、基板及び／またはツールを所定の位置に保持することが含まれる。様々な例では、張り付けエンドエフェクタ160Hを使用して、この

30

【0039】

540では、張り付けられた基板に、コーティング作業が行われ得る。例えば、プラスチック、スタッコ、パレックス、または石膏などのコーティング（「壁土」としても知られる）が、隣接する基板片間の継ぎ目または接合箇所に対し、基板上に塗布され得、及び／またはネジなどの留め具上に塗布され得る。様々な例では、コーティングエンドエフェクタ160Mを使用して、このようなコーティング作業が行われ得る。

【0040】

550では、コーティングに対し、砂研磨が行われ得る。例えば、張り付けられた基板に湿式接合化合物が塗布される場合では、接合化合物を乾燥させた後に、自動表面仕上げシステム100の砂研磨エンドエフェクタ160Sにより砂研磨を行うことができる。様々な例では、塗装に備えて、接合化合物を滑らかにし、基板片上に平面あるは一貫した形状を作るように、砂研磨が実行され得る。560では、砂研磨された基板片が、塗装され得る。例えば、様々な例において、自動表面仕上げシステム100の塗装エンドエフェクタ160Pを使用して、コーティングが塗装され得る。

40

【0041】

いくつかの実施形態では、基板上にコーティングを吹き付けた後、こて、稜角、及び他の好適なツールを使用して、コーティングを基板内に加工することができる。このプロセスは、手動で、または自動化システム100を使用して、行われ得る。ツールは、電気、圧縮空気、液圧、またはこれらの組み合わせを使用して、駆動され得る。ツールには、湿

50

度、圧力、粘度、粗さ、力、及び光反射率を計測するセンサが装備され得る。コーティングは、乾燥した後、所望の仕上がり、質感、及び材料特性を生み出すために、手動または動力ツールで処理され得る。表面を加工するのに、作業者がツールを使用してもよく、自動システム 100 がツールを使用してもよい。システム 100 は、砂研磨器、研磨仕上げ器、または動力こてなどのツールを使用し得る。ツールまたは自動システム（複数可）100 は、真空システムを利用して、粒子または煙を捕捉し得る。ツール上のセンサを使用して、表面上でツールを使用する際の力、圧力、速度が制御され得る。システム 100 は、センサを利用して、異なる段階でのコーティングの仕上がりまたは質感を取り込み得る。コーティングの表面仕上がりを持定するために、カメラ、レーザシステム、質感分析器、反射率センサ、導電率測定、及び／または他の接触式または非接触式システムが使用され得、これらは、ツール及びプロセスのフィードバックとして使用され得る。

10

【0042】

コーティングは、基板または他の表面上に塗布する前及び／または後に、塗料、染料、または顔料などと組み合わせられ得る。コーティングが基板または他の表面に塗布された後に、表面を仕上げるために、続けてコーティングを、塗料またはシーラントと共に吹き付けることもできる。染料で着色されたプラスタ、または石膏などを吹き付けて、単一のコーティングで色付きの表面を作成することができる。他の添加剤をコーティングに混合して、硬化または乾燥時間、表面仕上がり、及び材料特性などを制御することもできる。材料特性には、硬度、反射率、遮音性、断熱性、耐火性、質感、及び仕上がりなどが含まれ得る。コーティングの硬化または乾燥促進は、受動的または能動的であり得る光活性化または温度活性化により、コーティングを吹き付ける際に空気へ露出することにより、あるいは、混合中に、吹き付け中に、または追加のコーティングとして、化学促進剤、硬化剤、または触媒を加えることなどにより、達成され得る。

20

【0043】

複合材料を作成するために、基板への塗布の前、最中、または後に、短繊維及び他の粒子をコーティングに加えることができる。繊維は、コーティングの強度を高めるように作用し得、基板材料への機械的結合を生み出し得る。繊維は、ポンプでノズルへ送られ得る混合物に直接加えられ得る、またはこのような繊維は、ノズルで塗布され得る。基板は、コーティングが付着できる繊維または形質で、被覆され得る。

【0044】

硬化照明器、ヒータ、または送風器などのツールが、送達に続くように吹き付け器と同じツール上に搭載され得る、あるいは、システム 100 の別の好適な部分に、またはシステム 100 とは別個に、搭載され得る。さらに、吹き付け後に、ロボットシステム 100 を使用して、このようなヒータ、送風器、照明器、または他の好適なツールもしくはデバイスを、基板または表面上で移動させることができる。ベースユニット 120 の速度を制御して、ツールのそれぞれの所与の作業時間を設定することができる。粉末材料を、水の代わりに揮発性溶媒と混合することにより、硬化または乾燥時間を制御することもできる。

30

【0045】

図 5 の方法 500 は、表面の張り付け及び仕上げに関するが、パーティクルボード、合板、シートロック、ラミネート、タイル、壁ボード、金属シート、及びラスなどの張り付けに関する方法を含む他の張り付け及び仕上げ方法も、同様に自動表面仕上げシステム 100 で用いることができることを、明確に理解されたい。同様に方法は、プラスタ、ポリマーコーティング、セメント、スタッコ、及び有機コーティングなどを含む様々なコーティングでを使用することができる。従って、図 5 の方法 500 は、限定するものとして解釈されるべきではない。

40

【0046】

一態様では、本開示は、基板上へのコーティングの自動的な混合、送達、塗布、硬化、及び／または乾燥を行うためのシステム及び方法に関する。一実施形態では、自動表面仕上げシステム 100 を使用して、基板上へのコーティングの混合、送達、塗布、及び乾燥が実行され得る。自動表面仕上げシステム 100 を使用して、基板間の継ぎ目へのテープ

50

の付着、テープ及び基板上への接合化合物またはプラスタの塗布、乾燥プロセスの促進、またはこれらのプロセスの任意の組み合わせが、実行され得る。自動表面仕上げシステム100を使用して、接合テープ及び接合化合物の付着、及びレベル0～レベル5を含む任意のレベルの乾式壁仕上げの達成も、実行され得る。自動表面仕上げシステム100は、壁土として知られる接合化合物、または熱い壁土としても知られる凝結型化合物を使用し得る。本明細書で論述される接合化合物には、事前混合化合物、トッピング化合物、テッピング化合物、多用途化合物、及び多目的化合物が含まれ得る。自動表面仕上げシステム100は、乾式壁、ラス、メッシュ、または別の好適な基板上に塗布されるプラスタ、セメント、スタッコ、及び塗料を含む他のコーティングでも、使用され得る。自動表面仕上げシステム100は、コーティングの調製方法、基板へのコーティングの送達方法、及びコーティングの凝結、硬化、または乾燥方法に、対応し得る。

10

【0047】

作業の環境状態を確定するために、自動表面仕上げシステム100は、湿度センサ、温度センサ、または気流センサなどを含み得る。このようなセンサには、自動表面仕上げシステム100のベースユニット120、ロボットアーム140、及び／またはエンドエフェクタ160内のセンサ326、346、366（例えば図3を参照）が含まれ得る。自動コーティングシステムは、これらの環境センサを使用して、最適な接合化合物混合比、供給速度などの設定経路パラメータ、塗布するコーティングの厚さ、ブレードの形状及び圧力、並びに吹き付け器設定を、決定し得る。環境情報をコーティングパラメータと組み合わせ使用して、コーティングの乾燥時間及び凝結時間を特定または推定することができ、これにより、自動表面仕上げシステム100は、次のステップを開始するべき時を計画することが可能となる。

20

【0048】

自動表面仕上げシステム100はまた、熱画像カメラまたは温度計（接触式または非接触式）を使用して、被覆された継ぎ目の含水率、熱伝導率を測定すること、またはカメラを使用して色の違いを検出することなどにより、コーティングが凝結した時及び乾燥した時を特定し得る。混合物から水が蒸発すると、化合物の温度は、周囲の材料の温度よりも低くなり得るため、熱測定を使用して、コーティングの温度を周囲の材料と比較することにより、含水率が推測され得る。

【0049】

開始状態及び環境に関する情報の一式を所与として、コーティング乾燥プロセスのモデルを使用して、乾燥時間または硬化時間も推定され得る。同様に、コーティングのモデルを、環境及び基板情報と組み合わせ使用して、コーティングの乾燥縮小が推定され得る。

30

【0050】

部屋の状態を制御するために、環境センサは、HVACシステム、ヒータ、空調器、または扇風器などと併せて、使用され得る。センサの読み取り値により、これらのシステムのうちのいずれか、またはこれらのシステムの組み合わせが始動され、品質、乾燥時間または凝結時間の短縮、または操作者の快適さに関して、所望の状態に部屋が維持され得る。いくつかの実施形態では、このような環境制御システムは、自動表面仕上げシステム100の一部であり得る、または、自動表面仕上げシステム100の外部に配置され得、これは、環境制御システムが作業現場に存在することを含む。従って、様々な実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、自動表面仕上げシステム100の一部であるまたは外部に存在する環境制御システムを制御するように構成され得、これは、有線及び／または無線通信を介して行うことを含む。

40

【0051】

コーティングシステムは、コーティングの混合、送達、塗布、平滑化、乾燥、硬化、またはこれらの任意の組み合わせをコーティングシステムが行うことを可能にする様々なツールを備え得る。このようなツールは、ロボットマニピュレータ、ロボットアーム、位置決めステージ、ガントリ、またはこれらの任意の組み合わせを使用して、配置及び制御され得る。単一のエンドエフェクタ160または任意の多数のエンドエフェクタ160を使

50

用して、整合された経路または個々の経路を介して、作業が完了され得る。動力駆動され得るまたは操作者により手動で移動され得る可動ベースユニット120を使用して、ロボットアーム140またはツールステージは部屋の周りを移動され得る。例えば、いくつかの実施形態では、自動表面仕上げシステム100のコーティングシステムは、1つ以上のコーティングエンドエフェクタ160Mと、コーティング源430（図4を参照）を含むベースユニット120に関連する要素とを含み得る。

【0052】

可動ベースユニット120、1つ以上のエンドエフェクタ160、及び／または1つ以上のロボットアーム140は、ユーザのそばで安全な動作を確保するセンサ（例えば図3で論述されたセンサ326、346、366）を含み得る。安全センサには、レーザカーテン、近接センサ、力及びトルクセンサ、圧力センサ、またはリミットスイッチなどが含まれ得るが、これらに限定されない。さらに、自動表面仕上げシステム100は、エンドエフェクタ160、ロボットアーム140、及び／または可動ベースユニット120に対する1人以上のユーザの位置を追跡するシステムを含み得、これには、LIDAR、レーダ、ソナー、またはこれらの任意の組み合わせなどの速度制限器及び／またはビジョンシステム（例えば図3のビジョンシステム324、364）が含まれる。

【0053】

本明細書で論述されるように、モバイルベース120は、動力式または非動力式であり得る垂直リフト126を含み得る。垂直リフト126を使用して、ロボットアーム140と、エンドエフェクタ160と、エンドエフェクタ160、プラットフォーム122、またはガントリなどの上に配置され得るコーティングシステムの部分とを、昇降させることができる。リフトには、位置センサが装備され得、これは、リフト126の高さを取り込み制御するために使用され得る。例えば、このようなセンサには、図3に示されるセンサ326が含まれ得る。

【0054】

自動表面仕上げシステム100のコーティングシステムの要素は、制御システム322を使用して制御され得、制御システム322は、様々な入力（例えばセンサ326、346、366、及び／またはビジョンシステム324、364からの入力）を受け取って、台車124、ロボットアーム140、並びにコーティングエンドエフェクタ160Mのコーティングデバイス468及び／またはコーティング塗布器466に関連するプラットフォーム122のツール経路及び／またはツールパラメータを決定し、これらは所望のコーティング特性を達成するために必要である。

【0055】

様々な実施形態では、自動表面仕上げシステム100は、基板片、及び基板片間の接合箇所といった標的表面のマップを作成し得る。このマップまたはモデルは、ビルディングインフォメーションモデリング（BIM）及び／または2D、3D図面をプランナシステムにインポートすることにより、作成され得る。マップは、コンピュータビジョンまたはマッピングセンサを利用して部屋をスキャンすることで、システム（例えば自動表面仕上げシステム100）により直接作成され得る。スキャン技術には、ステレオカメラ、構造化光カメラ、LIDAR、レーダ、ソナー、レーザスキャナ、熱画像デバイス、またはこれらの構成要素の任意の組み合わせを含む好適なデバイスが含まれ得る。例えば、いくつかの実施形態では、このようなスキャンシステムまたはビジョンシステムには、ビジョンシステム324、364が含まれ得る。

【0056】

いくつかの例では、アップロードされた3Dまたは2D図面をフィールドデータと組み合わせ、より正確な環境マップが作成され得る。主要な地物及びユーザ入力を使用して、様々な情報源からのデータが組み合わせられ得る。マップは、枠組み間柱、基板接合箇所、開口部、突起、並びにパイプ、電線管、換気ダクト、及び壁または天井に設置された任意の他の構成要素の位置を含み得る。これらの位置は、アップロードされた図面、部屋のスキャン、及びユーザ入力などに由来し得る。マップの作成を促進するために、ユーザは

10

20

30

40

50

、画像の分析、地物の物理的またはデジタル的なタグ付けを通して、地物の識別を手伝うことができる。ユーザは、レーザ、タグ、マーカ、またはこれらの組み合わせを含むがこれらに限定されない様々な好適な方法を用いて、構成要素を物理的にタグ付けすることができる。ユーザが部屋を動き回って地物の位置を示すと、スキャンシステムまたはビジョンシステムは、これらのタグを取得し得る、またはこれらのタグを追跡し得る。マッピングシステムまたはプランナは、部屋でどのように基板片が張り付けられたかを示すレイアウトを入力として使用して、継ぎ目の位置を特定することもできる。このレイアウトは、自動表面仕上げシステム 100、または自動表面仕上げシステムとは別個のシステムからの入力であり得る。枠組みの位置、使用するアンカーの種類、及び基板のレイアウトにより、壁の平面性、平坦度、及び高い箇所または低い箇所の位置に関する情報が提供され得、これは、ツール経路及びツールパラメータを決定するために使用され得る。

10

【0057】

自動表面仕上げシステム 100 は、コンピュータプランナ（例えばベースユニット 120 の制御システム 322 により実施される）を含み得、これは、システム 100 にアップロードされたマップ、またはシステム 100 により作成されたマップを利用して、所望のコーティング塗布を達成するためのツール経路及び／またはツールパラメータを決定し得る。プランナは、部屋の全体マップからツール経路を作成し、その後、エンドエフェクタ 160、ロボットアーム 140、及び／または可動ベース 120 が所定の位置に一旦配置されると、更新された局所測定値を所与として、これらの経路を更新し得る。基板が付けられた後に、部屋のレイアウトプランナまたはスキャンにより特定された壁の平坦度、ユーザ入力、継ぎ目位置に関するデータ（例えばビジョンシステム 324、364 のうちの一方または両方により取得されたデータ）が、ビジョンシステムによりプランナに通知され得る。自動表面仕上げシステム 100 が接合箇所、継ぎ目、低い箇所、高い箇所、及び他の形質を滑らかにするようにコーティングを塗布して、視覚的に平坦な壁を作成することを可能にするツール経路及び／またはツールパラメータが、プランナにより決定され得る。

20

【0058】

例えば、ツール経路には、ベースユニット 120、ロボットアーム 140、及び／またはエンドエフェクタ 160 を駆動して、コーティングの塗布、及び接合テープの付着などを含む所望の作業を実行するように動かす動作システム 328、348、368 のうちの 1 つ以上に対する命令に対応する情報、または命令を特定するために使用される情報が、含まれ得る。ツールパラメータには、本明細書でさらに詳しく論述されるように、ノズル選択、ノズルサイズ設定、及びコーティング流量を含むエンドエフェクタ 160 の構成要素に関する様々な設定（例えばコーティングエンドエフェクタ 160 M のコーティング塗布器 466 及びコーティングデバイス 468 に関する設定）が含まれ得る。

30

【0059】

ツール経路及び／またはツールパラメータはまた、完成したコーティング作業に、または完成した壁アセンブリに、望ましいまたは必要な仕上がりに基づいて、決定され得る。例えば、変化する光、強烈な光、または明るい光にさらされる壁または天井の領域は、ツールの平面性、ツールの重複、塗布される化合物の厚さ及び特性、質感を、より厳密に制御することで、より高品質に仕上げられ得る。

40

【0060】

表面へのコーティングの塗布では、所望の仕上がりを達成するために、表面の砂研磨、平滑化、または研磨仕上げの方法が通知され得る。例えば、コーティング作業中に生成されたツール経路及び／またはツールパラメータは、砂研磨用のツール経路及び／またはツールパラメータを生成するための入力として使用することができ、これにより、いくつかの例では、化合物の乾燥方法、化合物の種類、化合物の硬度、及び塗布される化合物の層など、化合物の塗布、形質、化合物の特性に応じて、砂研磨を調整することが可能となり得る。

【0061】

50

例えば、自動表面仕上げシステム１００は、コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍにより壁土作業を実行するためのツール経路及び／またはツールパラメータを決定することができ、これらの決定されたツール経路、ツールパラメータ、及び／またはこれらに関連するデータを使用することで、自動表面仕上げシステム１００により砂研磨エンドエフェクタ１６０Ｓを使用して実行される１つ以上の砂研磨作業のためのツール経路及び／またはツールパラメータが、決定され得る。

【００６２】

同様に、コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍによりコーティング作業を実行するためのツール経路及び／またはツールパラメータを決定することは、様々な好適な入力に基づき得、これには、基板の張り付け、または基板が張り付けられた壁アセンブリへの断熱材の適用に関連するツール経路及び／またはツールパラメータなどが含まれる。例えば、自動表面仕上げシステム１００は、張り付けエンドエフェクタ１６０Ｈにより基板の張り付けを実行するためのツール経路及び／またはツールパラメータを決定することができ、これらの決定されたツール経路、ツールパラメータ、及び／またはこれらに関連するデータを使用することで、自動表面仕上げシステム１００によりコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍを使用して実行される１つ以上のコーティング作業のためのツール経路及び／またはツールパラメータが、決定され得る。

【００６３】

砂研磨システム（例えば砂研磨エンドエフェクタ１６０Ｓ）が化合物を所望の平面に砂研磨し下すことを可能にするために、自動表面仕上げシステム１００は、コーティング作業中に、従来人間の作業者が手動で塗布できる厚さより分厚い化合物の層または形状を、塗布し得る。例えば、いくつかの例では、手動で塗布される接合化合物の壁土は、高い箇所からテーパ状に形成され得る。自動表面仕上げシステム１００は、通常よりも厚い層を塗布することで、砂研磨システムが壁土の高い箇所を砂研磨し下して、隣接する表面と一様の高さにすることを可能にし得る。

【００６４】

例えば、本明細書に組み込まれる関連出願は、継ぎ目を形成する一対の乾式壁片への壁土塗布形状の例を示し、広い領域にわたり接合化合物の高い箇所を徐々になくすように、接合テープを含み得る連続する層の上に接合化合物が塗布される。その後、砂研磨を使用して、最終形状に平滑化され得る。接合化合物の高い箇所は、継ぎ目、形質、隆起した間柱、欠陥、またはこれらの任意の組み合わせを含む様々な特徴により引き起こされ得る。いくつかの実施形態では、このような壁土塗布は、自動塗布に望ましくない場合があるが、さらなる実施形態では、このような壁土塗布形状が、自動表面仕上げシステム１００などの自動システムにより使用され得る。

【００６５】

本明細書で論述されるように、メッシュ、紙、プラスチック、布面、ラス、ボタンボード、岩ラス、レインスクリーン、乾式壁ボード、または多孔質面などを有する基板を含む壁アセンブリを生成するために、様々な種類の基板が使用され得る。例えば、図６aでは、多孔質層６１１と、少孔質層６１２とを含む２層基板６１０の例が示される。多孔質層６１１は、コーティング材料が入り込んで接着することができる孔を有し得る一方、壁または間柱に取り付けられ得る少孔質層６１２は、無孔であり、コーティング材料に対し不浸透性であり得、よってコーティング材料は、少孔質層６１２を通して染み込むまたは浸透することはない。例えば、少孔質層６１２は、コーティング材料が基板の反対側に到達することを止めることができる。さらなる実施形態では、少孔質層６１２は孔を有し得、よって、コーティング材料が少孔質層６１２の少なくとも一部を染み通る、染み込む、または浸透することができる。

【００６６】

多孔質層６１１及び少孔質層６１２を備える多層基板６１０のこのような構成は、本明細書に説明されるように、基板６１０への流体コーティング材料の塗布を可能にするのに望ましくあり得、流体コーティング材料が乾燥して硬化または非流体化すると、多孔質層

10

20

30

40

50

6 1 1 は、乾燥したコーティング材料の支持マトリックスを提供して、乾燥したコーティング材料の強度を高め、及び／または乾燥したコーティング材料を少孔質層 6 1 2 に、従って少孔質層 6 1 2 が結合された壁または間柱に、結合することを支援することができる。
【0067】

多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 を備えるこのような多層基板 6 1 0 は、様々な好適な構成を有し得る。例えば、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 は、接着剤、または溶接などにより結合された物理的に別個の層であり得る。他の例では、多孔質層 6 1 1 の一部は、多孔質層 6 1 1 の一部に埋め込むことができる、または多孔質層 6 1 1 は、少孔質層 6 1 2 に一体化した部分を有し得、少孔質層 6 1 2 から延び得る。

【0068】

また、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 のうち的一方または両方は、剛性または可撓性であり得る。例えば、少孔質層 6 1 2 は、剛性の乾式壁ボードまたは木材片を含み得、多孔質層 6 1 1 は、柔軟な布または中綿を含み得る。さらなる例では、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 の両方が、可撓性であり得る（例えば、少孔質層 6 1 2 は、不浸透性または半浸透性の紙またはプラスチックを含み得、多孔質層 6 1 1 は、好適な材料から成る可撓性かつ浸透性のマトリックスまたはメッシュを含み得る）。多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 の両方が可撓性であることは、このような構成により、基板 6 1 0 をロールで保管し、ロールを介して間柱または壁に付けることができ、これは基板 6 1 0 の切断を含んでも含まなくてもよい、望ましくあり得る。

【0069】

様々な例は、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 が一緒に結合された基板 6 1 0 を壁または間柱に付けることを含むが、さらなる実施形態では、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 は別個に付けられ得る。例えば、少孔質層 6 1 2 が最初に付けられ得、次に多孔質層 6 1 1 が少孔質層 6 1 2 に付けられ得る。

【0070】

様々な実施形態は、壁または天井などの異なる表面に対応するために、または目標の仕上がりを制御するために、基板 6 1 0 の特性を選択、設定、または変更することを含み得る。基板における多孔度、吸収特性、メッシュサイズ、湿潤性、接着特性、アンカー間隔、基板の厚さ、及び材料組成を制御することで、所望の仕上がりが達成され得る、または垂直面と水平面への異なる対応が行われ得る。コーティングの厚さを設定するために、メッシュまたは多孔質面（例えば多孔質層 6 1 1）の背後に、下地材料（例えば少孔質層 6 1 2）が使用され得る。基板 6 1 0 の材料の厚さ及び／または基板 6 1 0 と間柱などの構造表面との間隔も、コーティングの厚さを制御するために、使用され得る。基板 6 1 0 は、表面の厚さを制御する方法として、2 つ以上の異なる材料またはメッシュサイズを有し得る。例えば、基板 6 1 0 は、2 層、3 層、4 層、5 層、または 6 層などを含む、任意の好適な複数の異なる層を有し得る。

【0071】

いくつかの実施形態では、基板 6 1 0 には、湿度、温度、導電率、または音などを測定できる 1 つ以上のセンサが装備され得、これは、吹き付けプロセス中にフィードバックを提供するため、壁における漏れ、部屋の温度及び湿度、または環境的問題を検出する壁内センサとして利用するため、または他の好適な目的のために、使用され得る。例えば、多孔質層 6 1 1 及び少孔質層 6 1 2 のうち的一方または両方は、任意の好適な種類のセンサを備え得る。いくつかの例では、このようなセンサはそれぞれ、システム 1 0 0 と無線で通信し得る。他の例では、このようなセンサは、壁アセンブリデバイス、ホームオートメーションシステム、または他の好適なシステムに、操作可能に接続され得（例えば無線で、または有線を介して）、表面仕上げシステム 1 0 0 は、このようなシステムまたはデバイスと無線で通信し得る。

【0072】

また、図 6 a の例は、複数の層を有する基板 6 1 0 を示すが、さらなる例は、図 6 b に示されるような単一層を有する基板を含むことができ、図 6 b が示す基板 6 1 0 は、本質

10

20

30

40

50

的に低浸透性の層 6 1 2 から成る。しかし、さらなる実施形態では、基板は、本質的に多孔質層 6 1 1 または少孔質層 6 1 2 から成り得る。

【0073】

図 7 a 及び図 7 b は、壁土吹き付け 7 0 0 を生成する吹き付け器を使用して、コーティング 6 3 0 を厚い層で塗布する例示的な接合化合物塗布プロセスを示す。様々な実施形態では、このような塗布プロセスが、自動乾式壁作成システム 1 0 0 により実行され得る。継ぎ目 6 2 0 を画定する基板片 6 1 0 A、6 1 0 B に塗布されるコーティング 6 3 0 の厚さにより、砂研磨システムを使用して、コーティング 6 3 0 の高い箇所を水平面まで砂研磨することが可能となり得る。コーティング 6 3 0 の高い箇所は、継ぎ目 6 2 0、形質、隆起した間柱、欠陥、またはこれらの任意の組み合わせにより引き起こされ得る。

10

【0074】

基板 6 1 0 及び吹き付けコーティング 6 3 0 は、単層コーティングを塗布するためのスタンドアロン型の壁コーティングシステムで、または多層コーティングの壁コーティングシステムの一部で、使用され得る。多層コーティングの壁コーティングシステムでは、同じまたは異なる材料の 2 つ以上の層が、手動及び／または自動で塗布される。これにより、望ましい構造特性を有するようにコーティング 6 3 0 を基板 6 1 0 に自動塗布した後に、望ましい美的仕上がり特性を有するようにコーティング 6 3 0 を塗布することが、可能となり得る。

【0075】

いくつかの実施形態では、図 7 a、図 7 b に示されるように、または本明細書で論述される他の好適な方法により、基板 6 1 0 にはコーティング 6 3 0 が塗布され得、及び／または基板 6 1 0 には、張り付けられる前に、コーティング材料 6 3 0 が事前に含浸され得る、もしくは 1 つのコーティングに続いて第 2 の材料が含浸され得る。基板 6 1 0 には、プリプレグ複合材料と同様の材料を含浸させることができる。基板 6 1 0 内のコーティング材料 6 3 0 は、コーティング材料 6 3 0 上に液体材料を吹き付けることで、活性化または湿潤され、含浸材料は剛性コーティングに変えられ得る。コーティング 6 3 0 を静電的に帯電させ、基板 6 1 0 を接地して、コーティング粒子を基板 6 1 0 に向けて加速させることにより、接着性が高まり、及び／またはコーティング 6 3 0 の吹き付け飛沫が削減され得る。コーティング 6 3 0 は、静電帯電を促進させる添加剤を含み得る。

20

【0076】

自動表面仕上げシステム 1 0 0 により作成された 2 D または 3 D マップは、ドア、窓、コンセント、または隅などの認識可能な地物を利用して、物理的環境に登録され得る。このような登録はまた、部屋などに配置されたマーカ、タグ、レーザ輪郭線を使用しても行われ得る。自動表面仕上げシステム 1 0 0 の投影及び／または映像化システムは、地物またはマーカを見つけることができ、これらの見つけた地物またはマーカを使用して、作成されたマップの位置を特定することができる。自動表面仕上げシステム 1 0 0 は、ユーザインタフェースを利用して、ユーザが、環境に対するマップまたは投影の位置特定、及び任意の問題または不一致の解決を手伝うことを可能にし得る。ユーザは、物理的マーカを利用して、自動表面仕上げシステム 1 0 0 に主要な地物を知らせて、自動表面仕上げシステム 1 0 0 が環境に対して図面の位置を特定することを可能にし得る。自動表面仕上げシステム 1 0 0 はまた、ロボットマニピュレータまたはエンドエフェクタ 1 6 0 を使用して、標的の地物、マーカ、または表面を見つけて、それらの位置を自身のベースユニット 1 2 0 に対して特定することができ、この位置特定は、レーザ測距器、コンピュータビジョン、L I D A R、レーダ、ソナー、ステレオビジョン、オドメトリ、I M U、またはこれらの任意の組み合わせを含むがこれらに限定されない位置特定システムを使用して、行われ得る。

30

40

【0077】

ロボットアーム 1 4 0 は、コンプライアントすなわち力が制限されたエンドエフェクタ 1 6 0 を使用して、環境との安全な接触を可能にし、これにより、自動表面仕上げシステム 1 0 0 が、標的の表面、地物、または構成要素の位置を正確に特定し、基板またはエン

50

ドエフェクタ160を損傷することなく位置決定の誤差に対応することが可能となる。ロボットアーム140及びコンプライアントドエフェクタ160を利用して物理的構成要素の位置を特定することにより、システム100は、点、線、または平面を確定し、よって、環境に対して仮想的図面の位置を特定することができる。ツール経路は、仮想的図面から物理的図面へと、更新され得る。接触した表面へのツール経路の再適合により、システム100が、モデル化された環境と物理的環境との間の誤差及び不一致に対処することが可能となり得る。システム100のこのようなツール、機能、または要素は、部屋幅全体マップ及び局所的測定を使用して、迅速な現場校正を可能にし得る。ツール経路の再適合により、エンドエフェクタ160、可動ベース120、またはロボットアーム140の位置決定の誤差は、許容され得る。エンドエフェクタ160を含むシステム100は、レーダ、ソナー、熱画像化を利用して、基板の背後にあるもの（例えば乾式壁）を確定することができ、この情報を使用して、仮想的マップを更新して、基板上または基板周辺での作業中にいずれの電気、配管、または換気にも損傷を与えないことを確保することができる。

【0078】

プランナは、ツール態勢またはツール経路を、自動表面仕上げシステム100に（例えばエンドエフェクタ160、ロボットアーム140、ベースユニット120に）出力し得、これには、接合コマンド、標的態勢及びエンドエフェクタの位置、またはこれらの任意の組み合わせが含まれるが、これらに限定されない。システム100は、コーティングツール（例えばコーティングエンドエフェクタ160Mのコーティングデバイス468及び／またはコーティング塗布器466）を移動させ配置するために、ロボットアーム140及び／またはエンドエフェクタ160と併せて使用され得る、またはロボットなしで使用され得るガントリシステムまたは位置決めステージにも、経路を出力し得る。プランナは、ガントリ、位置決めステージ、ロボットアーム140、エンドエフェクタ160を配置するために、または仕上げプロセスでユーザを支援するツールを動かすために、または自動表面仕上げシステム100の一部であってもなくてもよい映像化及び照明機器を配置するために、可動ベース120にも経路を出力し得る。可動ベース120及び垂直リフト126は、ユーザ、ロボットアーム140、エンドエフェクタ160、またはこれらの組み合わせと連携して作動して、作業を実行し得る。プランナシステムは、自動表面仕上げシステム100の様々な構成要素（例えばベースユニット120、ロボットアーム140、及び／またはエンドエフェクタ160）を制御して、エンドエフェクタ160またはその部分を所定の力及びモーメント下で所望の位置へ移動させる標的目標に合わせた動作及び力を可能にする。可動ベースユニット120は、概略の位置決めステージとして使用され得、ロボットアーム140及びエンドエフェクタ160の高さを設定する垂直リフト126は、精密な位置決めステージとして機能し得る。

【0079】

図8a、図8b、図9a、及び図9bを参照すると、複数の基板片610A、610B、610C、610Dを含む壁アセンブリ800の例が示される。図8aに示されるように、壁アセンブリ800は、ヘッダ810及びフッタ820を備え得、その間には複数の間柱830が延びている。図8bに示されるように、基板610は、複数の留め具（例えば乾式壁ネジ）を介して間柱830に結合することができ、留め具は、基板610を通して間柱830内に延びる。基板610は、図8bの例の垂直継ぎ目620V及び水平継ぎ目620Hを含む1つ以上の継ぎ目620を画定し得る。いくつかの実施形態では、図9aに示されるように、継ぎ目620上にコーティング作業が行われ、基板610の部分は、コーティング630を付けない状態で残され得る。さらにまたはあるいは、図9bに示されるように、継ぎ目620の周りに加えて、基板610の部分にコーティングが塗布され得る。

【0080】

図10は、コーティング吹き付けまたはコーティングラインを生成するように構成されたコーティングエンドエフェクタ160Mを有する自動表面仕上げシステム100の例示

的な一実施形態を示す。この例示的な実施形態では、化合物吹き付けまたは化合物押し出しエンドエフェクタ160を有するロボットアーム140を備えるシステム100が示される。垂直リフト126を有する可動ベース120上に備え付けられたロボットアーム140及びエンドエフェクタ160が示される。ベースユニット120は、本明細書で論述されるように、自動表面仕上げシステム100のための支持システムを支え得る。

【0081】

図11に示されるコーティングエンドエフェクタ160Mの実施形態160M1などのエンドエフェクタ160は、ツールを利用して、基板片610の間の継ぎ目620に接合テープ640を自動的に分配し付着させ得る。この例示的な実施形態160M1では、コーティング630が、フラットボックス1110から分配され得、接合テープ640が、ローラ1120から分配され得る。接合テープ640は、継ぎ目620上に接合テープ640及び接合化合物630を付けるのに使用され得るブレード1130の前に、化合物と接触し得る。ブレード1130は、テープ640を平滑化し得、接合化合物630を継ぎ目620に塗布し得る。

【0082】

一実施形態では、接合テープ640は、第1の基板片610A及び第2の基板片610Bにより画定される接合箇所620上に、コーティング630で被覆された後に、ロール1120から送り出され得る。いくつかの実施形態では、コーティング630は、テープ640より前に送達され得、テープ640は、ブレードまたはこて1130を使用して基板片610及び継ぎ目620の表面上に平坦化され得る。バンジョーシステム及びバズーカシステムなどのツールを使用して自動的にテープ640を付着させるためにも、システム100のエンドエフェクタ160または他の部分が使用され得る。エンドエフェクタ160、ロボットアーム140、及び／またはベースユニット120のデバイス、センサ、ビジョンシステム、または他の要素により、エンドエフェクタ160及びその部分の位置を追跡することにより、プランナは、テープ640及び／またはコーティング630の位置、並びにその一方または両方が付けられた状況を更新した部屋マップを作成することが可能となり得る。

【0083】

1つ以上のビジョンシステム324、364はまた、タグまたはマーカを使用して、エンドエフェクタ160またはユーザが1つ以上の基板片610の表面及び／または継ぎ目620上にテープ640を付着させるのを追跡し得、この情報は、プランナに通信され記憶され得る。エンドエフェクタ160及び／またはロボットアーム140を使用して、エンドエフェクタ160のツールまたはデバイスの配向、及びテープ640を付着させる時に表面上に加える力を制御することができ、これは、いくつかの例では、所望に応じてテープ640をコーティング630内に確実に埋め込めるのに、望ましくあり得る。表面仕上げシステム100は、別個のツールまたはエンドエフェクタ160に関連するツールを使用して、コーティング630で被覆することができる接着剤を有するまたは有さない剛性、多孔質、及び／またはメッシュの接合テープ640を付着させ得る。

【0084】

接合テープ640は、自動表面仕上げシステム100により、及び／または操作者により、付着され得る。さらに、いくつかの実施形態では、ビジョンシステム324、364が接合テープ640を識別しやすいように、接合テープ640には、着色、染色、または印付けが行われ得る。いくつかの実施形態では、異なる色のテープ640、または異なる識別特徴（例えば質感、画像、またはバーコードなど）を有するテープ640を使用して、特定の接合箇所620の識別もしくは特性、または1つ以上の基板片610の他の特徴に関する情報が、自動表面仕上げシステム100に提供され得る。例えば、突き合わせ接合箇所は、第1の色テープ640で被覆され得、テープ状接合箇所は、第2の色テープ640で被覆され得、工場接合箇所は、第3の色テープ640で被覆され得る。エンドエフェクタ160はまた、テープ640に加えて、またはテープ640の代替として、繊維を含むコーティング630を使用し得る。1つ以上のビジョンシステム324、364を使

用して、基板片 6 1 0 の間の継ぎ目 6 2 0 が特定され得、このようなビジョンシステム 3 2 4、3 6 4 からのデータを使用して、テープ付着中のエンドエフェクタ 1 6 0 の誘導が行われ得る。エンドエフェクタ 1 6 0 はまた、マーカ、隅、または開口部などの関連特徴を使用して環境に対して位置を特定されたプランナの表面マップを使用して、誘導され得る。

【0085】

コーティング 6 3 0 は、様々な要素、デバイス、またはツールを有する様々なエンドエフェクタ 1 6 0 を使用して、接合テープ 6 4 0、継ぎ目 6 2 0、及び／または基板片 6 1 0 の表面上に、送達または塗布され得る。例えば、図 1 2 は、ロボットアーム 1 4 0 上に結合された吹き付けガン 1 2 1 0 を含むコーティングエンドエフェクタ 1 6 0 M の一実施形態 1 6 0 M 2 を示す。トリガ 1 2 2 0 は、アクチュエータ 1 2 3 0（例えばサーボ、ソレノイド、または空気圧シリンダなど）により作動され得、アクチュエータ 1 2 3 0 は、トリガ 1 2 2 0 を引いて、ノズル 1 2 4 0 を開き、コーティング吹き付け 7 0 0 を生成し得る。

10

【0086】

別の例では、図 1 3 は、ロボットアーム 1 4 0 上に結合された吹き付けガン 1 2 1 0 を含むコーティングエンドエフェクタ 1 6 0 M の別の実施形態 1 6 0 M 3 を示す。内部トリガ（図示せず）は、アクチュエータ（例えばサーボ、ソレノイド、または空気圧シリンダなど）により作動され得、アクチュエータは、ノズル 1 2 4 0 を開き、コーティング吹き付け 7 0 0 を生成し得る。図 1 2 及び 1 3 の例では、ベースユニット 1 2 0 に配置されたコーティング源 4 3 0 からコーティング（例えば接合化合物など）を供給し得るコーティング管 4 3 2 を介して（図 4 参照）、吹き付けガン 1 2 1 0 及びノズル 1 2 4 0 にコーティングが供給され得る。

20

【0087】

様々な実施形態では、吹き付けガン 1 2 1 0 は、エアレス吹き付けシステムまたはエアアシスト吹き付けシステムを備え得る。ポンプを使用して、コーティング 6 3 0 が、コーティング源 4 3 0 から吹き付けガン 1 2 1 0 へ移動され得る。いくつかの例では、コーティング 6 3 0 は、高圧で送り出すことができ、これにより、コーティング 6 3 0 を吹き付けるまたはエアロゾル化することが可能となる。いくつかの例では、接合化合物の粒子速度が高いと、滑らかな仕上がりを得ることができ、これはいくつかの例では望ましくあり得る。

30

【0088】

圧力、流量、及び配管システム抵抗などは、自動表面仕上げシステム 1 0 0 により調整または制御され、吹き付けガン 1 2 1 0 に送達され、かつノズル 1 2 4 0 から吹き付け 7 0 0 として射出されるコーティング 6 3 0 の速度及び量は、変更することができる。自動表面仕上げシステム 1 0 0 は、任意の好適なアクチュエータ（例えばサーボ、ソレノイド、空気シリンダ、リニアアクチュエータ、またはこれらの任意の組み合わせ）を使用して、吹き付けガン 1 2 1 0 のノズル 1 2 4 0 の開閉を行い得る。図 1 2 の例に示されるように、手動の吹き付けガン 1 2 1 0 は、電気機械システム 1 2 3 0 を使用してトリガ 1 2 2 0 を引くように装備され得、これにより、システム 1 0 0 は、コーティング送達のタイミング、並びにノズル 1 2 4 0 の開閉を制御することが可能となる。

40

【0089】

図 1 3 の例に示されるように、自動の吹き付けガン 1 2 1 0 も、直接システム 1 0 0 により使用され、制御され得る。これにより、ロボットアーム 1 4 0 とエンドエフェクタ 1 6 0 及び／またはベースユニット 1 2 0 を使用して、基板片 6 1 0 及び／または 1 つ以上の基板片 6 1 0 により画定される継ぎ目 6 2 0 の上に、コーティング 6 3 0 が吹き付け 7 0 0 として吹き付けられ得る。コーティング 6 3 0 は、接合テープ 6 4 0 を付着させる前及び／または後に、吹き付けられ得る。いくつかの例では、自動表面仕上げシステム 1 0 0 は、メッシュまたは多孔質テープ 6 4 0 を使用して、接合テープ 6 4 0 の下の隙間（例えば継ぎ目 6 2 0 など）を埋めるように、接合テープ 6 4 0 を通してコーティング 6 3 0

50

を吹き付けることを可能にする。

【0090】

吹き付けガン1210は、扇形、または釣鐘形などを含む様々な好適なノズル1240を使用し得る。システム100はまた、ノズル1240の形体を制御することができる調整可能な吹き付けガン1210を使用し得る。いくつかの例では、コーティング吹き付け700の形体は、ノズル1240の形体を物理的に変えることにより、制御され得る。コーティング吹き付け700の形体はまた、コーティング吹き付け700に作用することができる気流などを使用して、制御され得る。

【0091】

いくつかの実施形態では、異なるノズル1240を有するカセットを吹き付けガン1210上に設置することができ、これにより、自動表面仕上げシステム100は、所望のノズル1240を選択して、吹き付け700の形体を制御することが可能となる。一連のスライド機構を使用して、扇形も調整され、ノズル1240の扇幅及び開口が設定され得る。釣鐘の直径も、拡大するオリフィスサイズを有する可変円錐により、調整され得る。ロボットアーム140及び／またはベースユニット120を使用して、標的表面に対しノズル1240をより近くまたはより遠くに移動させて、扇状または釣鐘状吹き付けパターンをそれぞれより狭くまたはより広くすることもできる。システム100は、ノズル1240のアレイまたは一連のノズル1240を利用して、より大きい表面にわたりコーティングを吹き付け得る。ノズル1240は、個別に制御及び調整され得る、またはこのようなノズル1240は、ユニットとして制御され得る。

【0092】

ノズル1240により送達されるコーティング吹き付け700のパターンの特性を確定するために、一連の試験が実行され得る。一実施形態では、1つ以上のビジョンシステム324、364を使用して、コーティング吹き付け700のパターンが特徴付けられ、本明細書で論述されるように、ノズル1240、吹き付けガン1210、またはコーティング源430などに関連するツールパラメータを含む調整パラメータに対するフィードバックが提供され得る。別の実施形態は、試験ボード上のセンサアレイ（例えばピエゾセンサまたは他の力センサ）を利用することができ、これは、コーティング吹き付け700のパターンがセンサに衝突する時に加えられる力を測定するために使用され得る。力パターンを使用して、表面に衝突している時のコーティング吹き付け700のパターンの形状が推定され得る。これらのセンサからのフィードバックを使用して、1つ以上の吹き付けノズル1240、吹き付けガン1210、またはコーティング源430などの形状が調整され得る。

【0093】

自動表面仕上げシステム100は、吹き付けガン1210を含む様々なツールに混合されたコーティング630を送達することができる混合器、及びポンプなどを有し得る。このような混合器、及びポンプなどは、ベースユニット120に配置された、またはシステム100の外部に配置されたコーティング源430の一部であり得る。混合器は、センサを利用して、水、スラリー化合物もしくは乾燥化合物、及び任意の添加剤の混合比を制御し得、任意の添加剤は、化合物の構造の強化、化合物の着色、または凝結時間もしくは乾燥時間の短縮などを行う。混合器は、コーティング630を規定する成分もしくは混合物、またはその部分の質量、体積、密度、または粘度を測定することにより、混合比を制御し得る。混合システムは、事前に混合されたコーティング630を利用し得、所望に応じて水及び／または添加剤を加え得る。

【0094】

自動表面仕上げシステム100はまた、ノズル1240で化合物の成分を混合するように設計された吹き付けガン1210を使用し得る。例えば、図14は、塗布部位においてコーティング化合物630、水、及び任意の添加剤を混合するための直線ノズル1240の例を示す。ノズル1240は、いくつかの例では取り外し可能であり、清浄され得る、または使い捨てされ得る。

【0095】

様々な実施形態では、ノズル1240は、制御可能な比率の水、空気、スラリーコーティング化合物もしくは乾燥コーティング化合物、並びにコーティングを変更する添加剤を送達し得、コーティングの変更には、コーティングの構造の強化、コーティングの着色、または凝結時間もしくは乾燥時間の短縮もしくは延長が含まれる。本明細書で論述されるノズル1240は、任意の好適な種類のコーティング、化合物630、または吹き付けることができる他の材料と共に使用され得、このような材料には、熱い壁土、プラスタ、または凝結して水で洗い流すことができない硬化化合物が含まれるが、これらに限定されない。

【0096】

化合物線432、ノズル1240、またはポンプなどには、流量、圧力、及び他の望ましいパラメータを測定するセンサが装備され得る。圧力センサを使用して、化合物線432に沿って圧力が監視され得、これにより、圧力、流量の変化の検出、並びに詰まりの検出が可能となる。いくつかの例では、オリフィスプレートを一連の圧力センサと組み合わせて使用して、コーティングシステムを通る流量の測定が行われ得る。他の流量センサには、ロタメータ、スプリング及びピストン流量計、超音波流量計、タービン式流量計、パドルホイール式流量計、面積式流量計、容積式流量計、渦式流量計、ピトー管もしくは差圧式流量計、または導電性コーティング用の磁気式流量計が含まれ得るが、これらに限定されない。コーティング線432内の流量、圧力、またはエンドエフェクタ160（例えば吹き付けガン1210）の反力における変化の検出を使用して、詰まりが発生したことが特定され得る。吹き付けガン1210は、吹き付け時に反力を生成し得、この反力が変化すると、システム100は、吹き付け700が変化したことを特定することができ、これは、詰まりまたは他の問題を示し得る。

【0097】

コーティング吹き付け700のパターンを監視して、ノズル1240の詰まりまたは摩耗を検出することもできる。例えば、図15は、ビジョンシステム364を使用して、ノズル1240から出てくるコーティング吹き付け700のパターンを監視し、吹き付けガン1210、またはコーティング線432もしくはコーティング源430などの関連システムに伴う詰まり、ノズル摩耗、低圧、または他の問題を検出し得る吹き付けパターン検出機構1505を含むコーティングエンドエフェクタ160Mの例示的な一実施形態160M4を示す。

【0098】

いくつかの例では、コーティング吹き付け700の流れが監視され得、標的壁上のコーティング吹き付けのパターンが監視され得る。コーティング吹き付け700の流れ及び／またはコーティング吹き付け700のパターンは、ビジョンセンサ364を使用して監視され得、ビジョンセンサ364には、熱センサ、水分センサ、または静電容量センサなどを含むがこれらに限定されない任意の好適なビジョンシステムが含まれ得る。

【0099】

一実施形態では、コーティング吹き付け700の形状を取り込むように、コーティング吹き付け700の流れの隣に、カメラが配置され得る。画像処理を使用して、コーティング吹き付け700の流れの形体が変化した時が特定され得る。別の実施形態では、コーティング吹き付け700の流れを横断してレーザカーテンが配置され得、扇状吹き付けまたは釣鐘状吹き付けの任意の部分に沿って流れが中断された場合、レーザは、その経路を完成し、コーティング吹き付け700の流れの反対側にあるセンサにより検出される。

【0100】

ミキサ、ポンプ、コーティング線432、及びノズル1240、並びに他の好適な要素には、ノズル1240またはコーティング線432を詰まらせ得る破片または粒子を捉えるのに使用され得るフィルタが取り付けられ得る。ポンプの入り口、ミキサの出口及び入り口、コーティング線432の直前、ノズル1240の直前、またはコーティングシステムに沿ったもしくはコーティングシステム内の任意の箇所に、フィルタは配置され得る。

自動表面仕上げシステム１００は、フィルタの前及び後の圧力を監視して、フィルタを交換する必要がある時を検出し得る。目詰まりしたフィルタを検出するために、流量センサも使用され得る。自動表面仕上げシステム１００は、逆流を起こして、コーティング線４３２、ノズル１２４０、フィルタ、または他の構成要素から詰まりを取り除き得る。

【０１０１】

吹き付けガン１２１０または他のコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、真空システム４６９、または吹き付けガードなども含み得、これは、吹き付け飛沫を最小限に抑え、空気中の過剰なコーティング６３０の量を低減するために使用され得る。例えば、図１６は、吹き付け飛沫を捕捉するために吹き付けガン１２１０の端部及びノズル１２４０の周りに配置された吸引フード１６０５を含む真空システム４６９を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍの例示的な一実施形態１６０Ｍ５を示す。吸引フード１６０５は、吹き付けガン１２１０を囲み得、調整可能な吸引設定を含み得る。吸引フード１６０５は、吸引フード１６０５に真空を提供するために真空源４２２に接続された真空線４２４に結合され得る。

【０１０２】

図１７は、吹き付けガン１２１０のノズル１２４０の表面の周りに、及びノズルの表面を越えて、部分的に延びる吹き付けガード１７０５を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍの例示的な一実施形態１６０Ｍ６を示す。この例では、概して三角形であり、吹き付けガードがエンドエフェクタ１６０Ｍに結合されている箇所から扇状に広がっている吹き付けガード１７０５が示される。いくつかの例では、吹き付けが不要な表面上への吹き付け飛沫を防ぐために、吹き付けガード１７０５は、システム１００またはユーザにより選択的に展開され得る。吹き付けガード１７０５は、サーボ、空気圧シリンダ、ソレノイド、または他の電気機械アクチュエータを介することを含むがこれらに限定されない様々な好適な方法で、展開され得、これにより、吹き付けガード１７０５は、所定の位置に回転あるいは展開され得る。

【０１０３】

様々な実施形態では、コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、様々な好適な構成の真空システム４６９及び吹き付けガード１７０５のうち的一方または両方を備え得る。自動表面仕上げシステム１００が他の表面または地物の近くで吹き付けを行っている時に、ガード１７０５及び／または真空システム４６９は展開され得る。吹き付けガード１７０５及び／または吸引フード１６０５などの真空システムは、リニアアクチュエータ、ソレノイド、空気シリンダ、または他の好適な電気機械アクチュエータを使用して格納され得る。いくつかの実施形態では、モータまたはサーボを作動させることにより吹き付け器１２１０に隣接する位置に吹き付けガード１７０５を回転させることができるように、吹き付けガード１７０５は、回転ステージ上に備え付けられ得る。従って、いくつかの例では、吹き付けガン１２１０の周囲の吹き付けガードの位置は、システム１００及び／またはユーザにより選択され得る。

【０１０４】

いくつかの実施形態では、塗布されたコーティング６３０上をならすブレードを使用して、コーティング６３０は、塗布及び／または平滑化され得る。このようなブレードは、吹き付けガン１２１０を有するエンドエフェクタ１６０の一部であり得る、または別個のエンドエフェクタ１６０であり得る。いくつかの実施形態では、コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、層にコーティング６３０及びテープ６４０を同時に付け得る、または先に付着されたテープ６４０上にコーティング６３０を塗布し得る。コーティングブレードの形体、形状、及びサイズを制御して、コーティング６３０の所望の形状が送達され得る。同様に、コーティングブレードに加わる圧力または力も制御して、塗布されるコーティング６３０の厚さ及び形状を変更することができ、これは、１つ以上のビジョンシステム３２４、３６４、またはセンサ３２６、３４６、３６６などから取得された、システム１００からのデータに基づき得る。

【０１０５】

自動表面仕上げシステム１００はまた、図１８の例示的な実施形態１６０Ｍ７に示されるように、コーティング６３０を塗布するコーティングフラットボックス１８０５を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍを含み得る。様々な実施形態では、自動表面仕上げシステム１００は、ボックス１８０５を継ぎ目６２０に沿って移動させ得る。アクチュエータ１８１０は、ブレード１８１５の形体及び／または位置を制御して、継ぎ目６２０上に塗布されるコーティング６３０の形状を調整し得る。ボックス開口サイズ、ブレードサイズ、及びブレード形体などの様々なツールパラメータを制御して、様々なサイズのボックスが再現され得、これを使用して、基板６１０の大部分にわたり継ぎ目６２０により作られた欠陥を薄くするまたは一体化する形状が作られ、平坦度が再現される。

【０１０６】

エンドエフェクタボックス１８０５は、コーティングポンプ及びコーティング線４３２を使用して、自動的に供給され得る。コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍはまた、コーティング６３０の塗布作業中に確実にボックス１８０５を基板６１０と接触させるセンサ３６６（例えば近接センサ、力センサ、接触センサ）を含み得る。さらに、エンドエフェクタ１６０またはベースユニット１２０のビジョンシステム３６４、３２４を使用して、コーティング６３０の塗布作業中に確実にフラットボックス１８０５を基板６１０の表面と接触させることもできる。

【０１０７】

いくつかの実施形態では、コーティングエンドエフェクタ１６０は、吹き付け器１２１０及び／またはノズル１２４０を通してコーティング６３０を送達し、次いで物理的ブレード、こて、エアブレード、ローラ、または任意の他の種類の形成機構を利用して、コーティング６３０を平滑化し、形状を整え得る。コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、周囲の表面を基準面として利用し得る。例えば、ローラ、ホイール、またはブレードなどは、参照のために、基準面に押接され得る。これらの接触点は、コーティング塗布領域から離れて延在し得、これにより、欠陥または接合箇所６２０から離れた基準面の使用が可能となる。コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、正しいまたは最適な基準面が使用されるように、接触点の位置を制御し得る。接触点に加わる力及び圧力も制御され得る。取り付け構造のたわみを監視することにより、力は、直接測定または推定され得る。

【０１０８】

コーティングツールは、標的表面に加えられる力の量を制限、設定、または制御する構造と、直列に備え付けられ得る。構造は、ブレード、ローラ、及びこてなどにより表面に加えられる法線力を制限、設定、または制御することができ、及び／または標的表面に沿ってツールにより加えられる力並びに加えられるトルクを制限、設定、または制御することができる。このようなブレードまたはローラは、固定または可変の圧力設定を有する空気袋、空気緩衝装置、空気シリンダ、空気ペローズに備え付けられ得る。圧力容器の圧力及び通常領域により、ツールが標的表面に加える力の量が、設定され得る。ブレードまたはローラはまた、標的表面に加えられる力を設定、制限、または制御するために、ばね、調整可能なばね、または緩衝装置などに備え付けられ得る。力はまた、シリンダ、ペローズ、またはリザーバを含むがこれらに限定されない圧力制御液圧システムを使用して、設定、制限、または制御され得る。一実施形態では、表面輪郭及び定法線力の高速追跡のために、短ストロークで低質量のエンドエフェクタリニアアクチュエータ機構が使用され得る。複数のブレードまたはローラを有する実施形態では、ツールは、単一の力制限構造に備え付けられ得る、または各ヘッドまたは複数のツールが、別々の構造に備え付けられ得る。ツールまたはツール群を別々の構造に備え付けることにより、加えられる力及びモーメントを、個別に設定、制限、または制御することが可能となり得る。

【０１０９】

コーティングツールは、壁に対するブレードまたはローラの所望の配向を確保するために、センサ３６６及び／またはビジョンシステム３６４を含み得る。例えば、１つの塗布方法は、壁に対するツールの平面性を確保することを含むが、機構は、ブレードまたはローラを、表面に対して特定の目標角度にも設定し得る。ビジョンシステム３６４を利用し

10

20

30

40

50

て平面性が画定され、表面の平面が検出され、次いでシステム１００の自由度を使用してツール位置が合わせられ得る。平面性は、エンドエフェクタ１６０の１つ以上のセンサ３６６（例えば壁に対するツールヘッドの位置を確定する近接センサ、距離センサ、または接触センサの一式）を利用しても、確定され得る。ブレードまたはローラの配向は、ロボットアーム１４０の関節角度を設定することにより、エンドエフェクタ１６０の動力駆動ジンバルまたは動力駆動関節により、及び／またはロボットアーム１４０の端部に対してツールがチップ及びチルト動作を行うことを可能にする受動的ジンバルにより、直接制御され得る。システム１００の位置に誤差があるにもかかわらず、受動的ジンバルにより、接触ツールが標的表面の平面を追従することが可能となり得る。

【０１１０】

別の実施形態では、接触の位置は、ブレードまたはローラと、表面との相対的配向を確定することができるセンサ３６６、３４６、３２６及び／またはビジョンシステム３６４、３２４のうちの１つ以上からのフィードバックを使用して、能動的ジンバルを通じて制御され得る。ツール及び／またはエンドエフェクタ１６０の配向がシステム１００に通知されるように、動力駆動のまたは受動的なジンバルまたはエンドエフェクタの自由度は、符号化され得る（例えばセンサ３６６を介して）。

【０１１１】

コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍはまた、ローラなどのアウトリガーを利用し、隣接する表面または隆起した縁部を基準として使用して、コーティング６３０の塗布を誘導し、正確な隅処理を達成し得る。これらのローラには、力、接触、または近接度などを測定または特定するためのセンサ３６６及び／またはビジョンシステム３６４が装備され得る。付加的に、または代替的に、表面仕上げシステム１００がそのセンサ３６６、３４６、３２６（例えば力及びトルク感知）及び／またはビジョンシステム３６４、３２４を利用して、基準面に対し圧力または力を維持している間、このようなローラは、受動的に接触し得る。コーティング自動システムがハードウェアの制限に衝突することなく確実にプロセスを実行できるように、エンドエフェクタ１６０、ロボットアーム１４０、及び／またはベースユニット１２０の部分に対するツール配向に関して取得または特定された情報を使用して、ツール経路、ツールパラメータ、及び／または他のシステム設定が変更され得る。

【０１１２】

受動的実施形態及び能動的実施形態の両方において、エンドエフェクタ１６０のジンバルまたは他の部分の角度位置は、記録され（例えばセンサ３６６またはビジョンシステム３６４を介して）、標的表面の平面が、位置特定及び確定され得る。ジンバルの角度位置は、回転軸上のエンコーダ、レーザ距離計、静電容量センサ、ＩＭＵ、外部ビジョンシステム、ソナーセンサ、ポテンシオメータ、モータ負荷、またはこれらの任意の組み合わせを含むがこれらに限定されない要素を使用して、記録され得る。

【０１１３】

ジンバルシステムは、動的効果を最小限に抑えるように、ばね、ダンパー、またはこれらの組み合わせを使用して、調整され得る。複数のブレードまたはローラを有するいくつかの実施形態では、全てのツールが、単一のジンバル構造に備え付けられ得る、または各ツールまたはツール郡が、別々のジンバルに備え付けられ得る。ブレードまたはローラを別々のジンバルに備え付けることにより、ツールの表面平面を、個別に設定、制限、または制御することが可能となり得る。コーティング塗布ツールは、表面に加えられる力を制限、設定、または制御する前述のコンプライアントシステムと直列に、ジンバル上に備え付けられ得る。

【０１１４】

いくつかの実施形態では、コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍは、ヒータ、硬化照明器、送風器、またはこれらの組み合わせを含むがこれらに限定されない要素を含み得る。例えば、図１９は、第１の送風器１９０５及び第２の送風器１９１０を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍの例示的な一実施形態１６０Ｍ８を示す。第１の送風器は

10

20

30

40

50

、コーティングエンドエフェクタ160Mにより基板610に塗布されたコーティング630に対し、冷たい及び／または乾燥した空気をあてるように、構成され得る。第2の送風器1910は、コーティング630が塗布された基板610の表面に対し、熱い及び／または乾燥した空気をあてるように、構成され得る。図19に示されるように、コーティングエンドエフェクタ160Mは、コーティング630の形状を整えるために使用され得る追従ナイフ1920を含み得るコーティング塗布器1915を含み得る。様々な実施形態では、コーティング630が塗布されている基板610の表面を予熱し乾燥させることにより、コーティング塗布プロセスは改善され得る。第1の送風器1905を介して、塗布されたコーティング630を冷却及び／または乾燥させることは、コーティング630の乾燥及び／または硬化プロセスを早めるのに望ましくあり得、コーティング630の仕上がり向上を向上させ得る。

10

【0115】

様々な実施形態では、ヒータ、扇風器、UV照明器、マイクロ波エミッタ、またはこれらの要素の組み合わせを含むがこれらに限定されない要素はまた、自動表面仕上げシステム100とは別個の部分であり得る。これらの構成要素は、エンドエフェクタ160、ロボットアーム140、可動ベース120、位置決めステージ122、またはガントリなどの上に備え付けられ得る、または部屋の中に据え付けられ、自動表面仕上げシステム100とは別個であり得る。これらの構成要素の目的は、コーティング630の硬化時間、乾燥時間、または凝結時間を早めることであり得るが、テープ640またはコーティング630を付ける表面を準備するように使用されることでもあり得る。エンドエフェクタ160の一実施形態は、コーティング塗布の前に、コーティングエンドエフェクタ160Mによりコーティング630が塗布される基板610の表面を予熱するヒータを利用する。コーティング塗布箇所は、塗布されたコーティング630の上に作用し得る送風器により、その後処理され得る。コーティングエンドエフェクタ160Mはまた、コーティング塗布の前及び後に2つのヒータを利用し得る、あるいは2つの扇風器、またはこれらの組み合わせを利用し得る。扇風器、ヒータ、または照明器のツールパラメータまたは設定は、センサ366、346、326、及び／またはビジョンシステム364、324のうちの1つ以上からの情報を使用して、計画システムにより（例えば制御システム322により）決定され得る。例えば、環境センサ（例えば温度、及び湿度など）と、処方されたコーティング組成及び塗布された厚さとを使用して、ヒータ、クーラ、または送風器などの環境制御ツールまたはシステムのツールパラメータが決定され得る。別の例では、コーティングエンドエフェクタは、コーティング630の温度を評価し、コーティング630の含水率を計算する熱画像カメラを備え得る。自動表面仕上げシステム100はまた、湿度センサ、導電率センサ、並びにレーザ距離計、ソナー、レーダ、及びLIDARなどの深度または厚さセンサを有し得る。このようなセンサまたはビジョンシステムから取得された測定値、感知、またはデータに少なくとも部分的に基づいて、ツール経路、ツールパラメータ設定、コーティング組成、扇風器、ヒータ、及び照明設定などが、リアルタイムで調整され得る。

20

30

【0116】

自動表面仕上げシステム100は、焼き石膏などの添加剤を利用して、コーティング630のコーティングの凝結時間を早め得る。促進剤は、調製中にコーティング630に混ぜられ得る、ノズル1240において追加され得る、堆積後のコーティング630に塗布され得る、またはこれらの任意の組み合わせが行われ得る。自動表面仕上げシステム100は、環境情報を利用して、追加する促進剤の量、及びプロセスのどの時点で促進剤を導入すべきかを、決定し得る。言い換えると、1つ以上のビジョンシステム324、364、及び／またはセンサ326、346、366からのデータにより、コーティング630の組成、調製、及び塗布のパラメータは、自動的に修正される。いくつかの例では、コーティング630が標的表面上に塗布された後に、促進剤は、コーティング630上に吹き付けられ得る。

40

【0117】

50

自動表面仕上げシステム１００は、コーティング塗布前に基板片６１０に備え付けられたセンサ（例えば湿度または導電率センサ）を利用することができ、これは、基板６１０及び／または基板６１０に塗布されたコーティング６３０の含水率の追跡を提供し得る。このようなセンサは、標的表面に直接備え付けられ得る、接合箇所６２０に埋め込まれ得る、または同じパラメータのプロセス開始時に被覆されるクーポンに備え付けられ得る。このようなセンサは、無線通信システムに接続され、信号／データを自動表面仕上げシステム１００へ送信し得る。このようなセンサにより収集された含水率及び他の情報を使用して、扇風器、送風器、ヒータ、硬化照明器、またはＨＶＡＣシステムなどの設定が制御または調整され得る。乾燥速度も使用して、コーティング６３０の組成が調整され得る。含水率を監視することにより、システム１００は、次のステップ（例えば砂研磨、または塗装など）を開始できる時間を、正確に推測することが可能となり得る。

10

【０１１８】

自動表面仕上げシステム１００はまた、ビジョンシステム（熱画像カメラなど）を使用して、または温度計（接触式または非接触式）などのセンサを使用して、被覆された継ぎ目６２０の熱伝導率を測定することにより、またはビジョンシステムを使用して色の違いを検出することにより（例えばコーティング６３０の湿潤状態と乾燥状態との間で起こる色の変化により）、コーティングが凝結した時及び乾燥した時を特定し得る。様々な測定値を使用して、コーティング６３０の特定された温度を基板６１０などの周囲材料と比較することにより、コーティング６３０の含水率が推測され得る。例えば、コーティング６３０の混合物から水または他の溶媒が蒸発すると、コーティング６３０の温度は、周囲材料の温度よりも低くなり得る。開始状態及び環境に関する情報の一式を所与として、コーティング乾燥プロセスのモデルを使用して、乾燥時間または硬化時間も推定され得る。作業現場での部屋の状態を制御するために、環境センサ及び／またはビジョンシステムは、ＨＶＡＣシステムもしくはヒータ、空調器、または扇風器などと組み合わせて使用され得る。センサの読み取り値により、これらのシステムのうちのいずれか、またはこれらのシステムの組み合わせが自動的に始動され、品質、乾燥時間の短縮、または操作者の快適さに関して、所望の状態に部屋が維持され得る。

20

【０１１９】

様々な実施形態では、自動表面仕上げシステム１００は、１つ以上のビジョンシステム３２４、３６４、及び／またはセンサ３２６、３４６、３６６を使用して、化合物塗布の前及び後の基盤の壁の状態を確定し、好適なツール経路及び／またはツールパラメータを決定し得る。システム１００は、コンピュータビジョン、構造化光、ステロカメラ、画像、照明及び影、ＬＩＤＡＲ、レーダ、ソナー、ポイントクラウド、またはこれらの任意の組み合わせを使用して、標的表面の状態を確定し得る。これらの状態確定には、コーティング塗布ツールまたは別の表面に対する表面平面の確定、高い箇所または低い箇所、湾曲、及び欠陥の検出が、含まれ得る。ビジョンシステム３２４、３６４のうちの１つ以上を使用して、表面の形状マップが作成され、高い箇所及び低い箇所が特定され得る。マップは、基板６１０が張り付けられた後に、作成され得る。マップはまた、接合箇所６２０の位置及び種類、並びに部屋内の地物を特定する基板レイアウトシステムからの入力であり得る。システム１００が部屋の周りを移動した時、または移動する時、１つ以上のビジョンシステム３２４、３６４により、マップは更新され得る。システム１００はまた、ローラ、近接センサ、接触センサ、及び表面形状測定器などを利用して、表面の形状を測定し得る。ロボットアーム１４０、エンドエフェクタ１６０、及び／またはベースユニット１２０を使用して、符号化リニアステージ上のローラまたは他の機構と接触し、次いでこれらは表面上で移動され、表面形状マップが作成され得る。これは、接合箇所または継ぎ目に対して行われ、形状が特定され得る。次いで、システム１００は、視覚的に平坦な壁アセンブリを作成するために、コーティング６３０をどのように塗布しテープ付けるべきかを計算し得る。

30

40

【０１２０】

基板６１０上でコーティングの厚さを達成するために、システム１００は、低い箇所に

50

より多くのコーティング 630 を構築し、高い箇所により少ないコーティング 630 を構築するように、コーティング 630 の送達を最適化し得る。システム 100 はまた、接合位置の情報を使用して、接合箇所 620 に特有の高さの変動に対処するように、コーティング送達の形状を調整し得る。次いで、エンドエフェクタ 160 を使用して、壁に対し特定の形状のコーティング 630 が塗布され得る。これは、吹き付け器 1210 の形状、こてブレードの形体及びサイズ、エンドエフェクタ 160 と基板 610 との距離、コーティング 630 の流量、ツール速度、所与のスポットを通過する回数、またはコーティング 630 の一貫性を制御することにより、行われ得る。ロボットアーム 140 及び／またはエンドエフェクタ 160 は、力制御を利用して、所望の量のコーティング 630 を送達するために、または所望の表面質感または粗さを達成するために、必要な圧力を加え得る。

10

【0121】

厚さ測定も使用して、所与のスポットに送達するコーティング 630 の量が決定され得る。システム 100 はまた、後続の塗布の重複を考慮して、送達されるコーティング 630 の形状を調整し得る。重複領域が最終的な所望の厚さを達成するように、縁部のコーティングの厚さは、削減または薄くされ得る。この手法は、ロボット作業空間の間の移行ポイントでの重複誤差の許容度を高めるためにも使用され得る。自動システム 100 は、部屋、化合物混合、及び所望の化合物形状に関する情報を利用して、コーティング 630 の収縮に対処するのに望ましい塗布形状を決定し得る。システム 100 はまた、センサまたはビジョンシステムから取得した環境情報と共に収縮モデルを使用して、コーティング 630 が乾燥する時の収縮を予測し得る。送達される形状は、最終的な収縮後の形状が、視覚的に平坦な壁を達成する所望の形状であるように、塗布されるコーティング 630 の厚さを増やすことにより、収縮に対処し得る。化合物混合定義は、環境状態（センサ及び／またはビジョンシステムからのデータに基づいて特定される）及び層仕上がり要件を所与として、最適な結果を得るために、石膏、焼き石膏、及び水の含量のリアルタイムな自動調整を含み得る。

20

【0122】

システム 100 には、動作を改善し、品質を保証するために使用され得るビジョンシステム 324、364、及び／またはセンサ 326、346、366 が装備され得る。化合物の塗布作業中、システム 100 は、エンドエフェクタ 160 に直接備え付けられたセンサ 366（例えば力及びトルクセンサ）を使用して、またはロボットアーム 140 上のセンサ 346 を使用して、及び／またはロボットアーム 140 のロボット関節のセンサ 346 により決定された力及びトルク推定値を使用して、こて塗りまたはテーピング中に所望の力を加え得る。ビジョンシステム 324、364、及び／またはセンサ 326、346、366 は、ブレードもしくはローラに対し、またはトルク測定及び 6 軸感知を含む複数の軸に対し、垂直な力を監視し得る。力感知を使用して、エンドエフェクタ 160 の 1 つ以上のツールにより加えられる力または圧力が制御され得る。また、最小限の力または接触の読み取り値を使用して、コーティング 630 の流出が許可される前に接触していることが確認され得、特定の閾値を下回る力または接触損失により、接合化合物の流出は停止され得る。自動表面仕上げシステム 100 は、力情報を使用して、所与の力が所望の方向に確実に加えられるようにシステム 100 の動き及び速度が駆動される力制御状態で、作動し得る。同様に、力感知を使用して、物体、障害物、または交差する壁または天井との接触が検出され得る。ロボットアーム 140、ベースユニット 120、及び／またはエンドエフェクタ 160 の様々な部分に加わる力及びトルクを監視することにより、システム 100 は、隣接する壁または天井とシステム 100 が接触したことを検出し、それに応じてツール経路を変更し得る。また測定値を使用して、予想外の接触が検出され、システム 100 の停止または接触点からの後退などの安全動作が引き起こされ得る。エンドエフェクタ 160 を含むシステム 100 はまた、センサ（例えば接触センサまたは近接センサ）及び／またはビジョンセンサを使用して、エンドエフェクタ 160 が表面、障害物、物体、または作業者に接触していることを検出し、並びに隣接する表面までの距離、またはその表面との接触を検出し得る。力センサ、接触センサ、変位センサ、または近接センサは

30

40

50

、エンドエフェクタ１６０のアウトリガーに備え付けられ、エンドエフェクタ１６０の前方の障害物、物体、または隣接表面を感知し得る。システム１００は、隣接する壁を検出し、追従し、基準として使用して、コーティング塗布を誘導し、正確な隅処理を達成し得る。例えば、いくつかの実施形態では、エンドエフェクタ１６０は、誘導要素を備えることができ、これは、標的表面、または隣接する壁などに係合して、標的表面のコーティング時にエンドエフェクタ１６０を誘導することができるように構成される。例えば、このような誘導要素は、エンドエフェクタ１６０から延びるアームを含み得、アームは、アームの端部にローラを有し、これは、コーティング誘導として壁アセンブリの標的表面または部分に係合するように構成される。

【０１２３】

ベースユニット１２０、ロボットアーム１４０、及び／またはエンドエフェクタ１６０は、複数の制御戦略を利用して、様々な作業を完了し得る。速度、加速度、及び加加速度の制約を所与として軌跡を追従するように、位置制御を使用してシステム１００に命令が下され得る。システム１００は、所望のロボット状態及びツール位置を達成するように関節に命令を与えることにより、関節レベルで制御され得る、またはユーザまたはプログラムがエンドエフェクタの位置及び配向を制御することを可能にするより高いレベルで、制御が行われ得る。システム１００は、システム１００が作業に関連するツールを制御する作業空間内で、制御され得る。この手法は、各関節がその標的目標に到達することではなく、標的表面に対して所望のツール位置、配向、または速度などを達成することに、重点を置き得る。システム１００は、力制御を利用して、標的表面、障害物、隣接する表面、及び物体などに加えられる力を、制御し得る。加えられる力は、単一または複数の軸で制御され得る。ハイブリッド制御モードも使用され得る。例えば、システム１００は、所与の力を超えない限り、所与の位置を達成するように命令され得る。

【０１２４】

ビジョンシステム３２４、３６４の一方または両方を使用して、コーティング６３０が塗布された場所及び様子が、取り込まれ得る。壁上に塗布された吹き付けパターンを監視することにより、システム１００は、詰まり、ノズルもしくはブレードの摩耗、または他の問題を検出し得る。一例では、サーマルカメラを使用して、標的材料とは異なる温度であり得る塗布されたコーティング６３０が検出され得る。化合物の温度は、検出を容易にするために制御され得る。化合物の温度を監視することで、コーティング６３０の含水率に関する情報も得ることができる。コーティング６３０は、標的表面とコーティング６３０とに差異を生み出す処方された着色剤または添加剤を有し得、これにより、コーティング６３０で被覆された領域の検出が容易となる。コーティング６３０が乾いた時、並びにコーティング６３０が砂研磨された後、色が変化し得る。システム１００はまた、コーティング６３０の異なる層に異なる色を有する層の形態でコーティング６３０を塗布し、コーティング６３０の塗布または砂研磨中に除去されたコーティング６３０の量の検出を容易にし得る。このような静電容量測定、レーダ測定、抵抗測定、湿度測定、導電率測定、ソナー測定、またはこれらの任意の組み合わせなどの感知も、コーティング６３０の厚さを確定するために使用され得る。表面を照明するために、システム１００上にまたは外部に、照明器が備え付けられ得、これにより、ビジョンシステム３２４、３６４の一方または両方を使用して、コーティングされた表面、高い箇所、低い箇所、ツールマーク、コーティングの粗さ、オレンジ皮形状、及び欠陥の検出が可能となる。

【０１２５】

システム１００は、エンドエフェクタ１６０により達成される適用範囲を監視し、ツール経路及びツールパラメータを更新して、所望のコーティング形状が塗布されていることを確実にし得る。例えば、システム１００は、吹き付けパターンが所望の形体、厚さ、サイズに合うまで、吹き付け器の扇形及び／または釣鐘形を、動的に調整し得る。システム１００はまた、吹き付け器１２１０を標的表面に対しより近くにまたはより遠くに移動させて、吹き付けパターンを変更し得る。システム１００はまた、材料の流量、圧力、または吹き付けツール速度などを調整して、所望の厚さを達成し得る。また、正しい重複が確

実に達成されているように、ツール経路及び／またはツールパラメータが更新され得る。

【0126】

システム100は、ツール経路及びツールパラメータをリアルタイムで更新して、コーティング630の仕上がりを向上させるために、接触、力、ジンバル変位情報、ツール配向、モータ負荷、湿度及び温度の読み取り値、塗布されたコーティング630の測定値を、システム100へ（例えば制御システム322へ）通信するフィードバック機構も利用し得る。システム100は、ツールの位置及び配向、取り込まれた表面状態、並びにモデルを使用して、ロボットツール経路を更新し、コーティング630の塗布中に所望の位置及び／または接触が維持されていることを確実にし得る。

【0127】

システム100はまた、別のコーティング630塗布、自動表面仕上げシステム100を使用した再作業、またはユーザにより手動で行われる再作業を要する領域を特定し得る。ユーザはまた、システム100のユーザインタフェースを使用して、ユーザが再作業を要すると特定した領域、または再度コーティングを要する領域を示し得る。システム100は、この入力を、以前の作業に関する他の情報と共に使用して、新たなツール経路を作成し得る。ユーザ及びシステムの両方のフィードバックは、機械学習アルゴリズムに入力され、初期状態一式を所与として将来表面をコーティングするためのより良いモデルが作成され得る。

【0128】

自動表面仕上げシステム100は、ユーザインタフェースを利用して、作業者がシステム100の制御、プログラム、デバッグ、計画、及びセットアップを行うことを可能にし得る。システム100をセットアップするために取られるべきステップ全ての情報が、ユーザインタフェースを使用して、ユーザに与えられ得る。各ステップは、完了時にチェックオフすることができ、ユーザは、各ステップに関するさらなる情報を要求することができる。ユーザが、エンドエフェクタ160、ロボットアーム140、及び／または可動ベースユニット120の位置を決めるのを支援するため、システム100の作業空間は、カメラフィールド上に重ねて表示され得る、または標的表面上に投影され得る。作業空間は、光またはレーザを使用して投影され得る。システム100はまた、特定のステップを自動的に実行することができ、ユーザインタフェースは、各ステップの進捗を報告し、並びに作業を実行するためにユーザが従うことができるステップに関するガイダンスを提供し得る。ユーザインタフェースを使用して、システム100をセットアップし、必要な任意の較正ルーチンを実行することができる。また、インタフェースを使用して、壁の検出、経路パラメータまたは経路自体のユーザ定義、ツール経路の自動生成、ツールパラメータのユーザ入力、及びユーザ入力一式を所与としたツールパラメータの自動最適化を含むジョブが計画され得る。

【0129】

ユーザインタフェースは、グラフィカルユーザインタフェースであり、作業現場及び作業空間の2Dまたは3D表現を含み得る。表現は、カメラフィールド、並びにセンサデータを使用して作成されたコンピュータモデル及び再構成を含み得る。インタフェースは、経路、品質映像、進捗、またはロボットモデルなどを、カメラまたは作業空間モデル上に、重複表示することができる。作業が完了すると、経路は、異なる色または異なる様式の線で強調表示され、とりわけ完了領域、品質達成領域、問題領域が示され得る。

【0130】

任意の問題、課題、またはバグが、ユーザインタフェースで報告され得る。また、エンドエフェクタ160、可動ベース120、及び／またはロボットアーム140に対する照明並びに音を使用して、問題、エンドエフェクタ160、ベースユニット120、及び／またはロボットアーム140の動作、作業が進行中であること、システム100が起動状態または停止状態であること、ツール経路を実行中または一時停止中であること、システム100に注意または材料の補充が必要であること、及びシステム状態の任意の他のインジケータが、示され得る。ユーザインタフェースはまた、実行中の作業における進捗、作

10

20

30

40

50

業及びツールのパラメータ、及び品質メトリクに関する情報を、表示し得る。環境状態も、インタフェースにより表示され記憶され得る。システム１００は、空気質、温度、及び湿度を含む状態を是正するまたは改善するために取るべきステップを、ユーザに示し得る。システム１００が不適切または安全ではない状態を検出した場合、システム１００は、ユーザに警告して次のステップに関するガイダンスを提供するメッセージを、表示し得る。システム１００は、とりわけ作業時間の短縮、品質の向上、及び材料使用量の最小化を含むプロセス改善に使用できるパラメータを見つけるために、最適化機能を使用し得る。ユーザインタフェースはまた、実行された作業、品質メトリク、環境状態、完了、及び実績ログに関するレポートを作成し得る。情報には、ロボット作業空間、ツール経路、進捗、手法の順序、塗布量及び厚さ、吹き付け圧力及び流量、ツールにより加えられる力、適用範囲記録、経路速度、追跡エラー、作業の完了時間、ツール時間、準備時間、収集された吸引廃棄材料、清浄時間が含まれ得る。ユーザインタフェースは、フィルタ状態に関しても表示することができ、フィルタが交換または清浄される必要があると、システム１００は、警報または命令を引き起こし得る。

【０１３１】

ユーザは、コンピュータ、タブレット、タッチスクリーン、モバイルデバイス、ペンダント、ジョイスティック、コントローラ、またはシステム１００の直接上にあるボタンを使用して、システム１００とインタフェースし得る。作業者はまた、ロボットアーム１４０またはエンドエフェクタ１６０の関節を直接動かすことにより、ロボットアーム１４０及び／またはエンドエフェクタ１６０を配置するまたは教え込むことができる。ユーザインタフェース、コントローラ、またはボタンを使用して、位置の記録、並びに制御モード及び作業の変更も行うことができる。

【０１３２】

拡張現実システムを使用して、システム１００により生成されたツール経路図面、命令、元のＢＩＭまたは図面、またはこれらの組み合わせが、作業者に示され得る。拡張現実には、ヘッドセット、スマートゴーグル、または投影などを使用して表示され得る。作業者に、手動のコーティング塗布を要する領域が示され得る。ユーザはまた、化合物塗布を容易にするために、ボードの背後にある間柱、枠組み、パイプ、ダクト、電気システムの位置を重複表示することができる。手動及び自動の両方のコーティングツールは、タグ、ＩＭＵ、または他のセンサを使用してマップ内で追跡され得、誤った位置または間違っただツール設定でコーティング６３０の塗布が試みられる場合、操作者に警告が発せられ得る。システム１００またはツールはまた、レーダ、ソナー、熱画像を利用して、基板の背後にあるものを確定し得る。

【０１３３】

自動表面仕上げシステム１００はまた、映像化、経路、もしくは命令、またはこれらの組み合わせを生成して、ユーザが手動作業を完了するように誘導し得る。映像化には、作業領域をラベルでマーキングした２Ｄまたは３Ｄマップが含まれ得る。映像化システムは、標的表面への図面の投影も含むことができ、これは、レーザシステム、プロジェクタ、またはユーザが装着する拡張現実ヘッドセットまたはゴーグルにより行われ得る。

【０１３４】

コーティング時間、圧力材料流量、コーティング特性、及び詰まりを追跡して、ノズル１２４０またはブレード１１３０を清浄または交換するべき時を知らせることができる。例えば、図２０は、ノズル１２４０のカセットが吹き付けガン１２１０の端部に取り付けられたノズルカセットシステム２００５を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍの例示的な一実施形態１６０Ｍ９を示す。カセットシステム２００５は、使用のためにノズル１２４０を吹き付けガン１２１０に送達するように回転され得る（例えば電気機械システムを介して）。

【０１３５】

図２１は、吹き付けガン１２１０の一部であり得るノズル回転システム２１０５を備えるコーティングエンドエフェクタ１６０Ｍの別の例示的な一実施形態１６０Ｍ１０を示す

。この例では、システム１００は、アクチュエータアセンブリ２１１０（例えばサーボまたは他の電気機械アクチュエータ）を利用して、ノズル１２４０の部分２１１５を回転（例えば１８０度回転）させ、コーティング６３０がノズル部分２１１５を逆流して、詰まりを取り除く手伝いをするを可能にし得る。

【０１３６】

様々な実施形態では、ノズルまたはブレードの摩耗モデルが、塗布されるコーティング６３０の種類及び特性、並びにこのようなコーティング６３０が塗布された時の状態を、入力として取り入れることもできる。システム１００の１つ以上のビジョンシステム３６４、３２４を使用して、仕上がり、ツールパターンが検出され、ノズル１２４０またはブレード１１３０を交換、回転、清浄、あるいは修正する必要があるかが確定され得る。ユーザインタフェースは、ノズル１２４０またはブレード１１３０の摩耗を表示し、これらを交換する必要がある時は、ユーザに警告し得る。コーティングエンドエフェクタ１６０Ｍはまた、ノズル１２４０またはその部分を自動的に交換または清浄する機構を含み得る。一実施形態（例えば図２０）は、交換ノズル１２４０を有するカセットを使用することができ、交換ノズル１２４０は、所定の位置に回転され得る。吹き付け器１２１０はまた、ノズルまたはその部分（例えばチップまたは供給管）を回転させて、詰まりを取り除く機構２１０５を有し得る（例えば図２１）。ノズルの一掃または交換は、人間の介入なしにシステム１００により自動的に、またはシステム１００とユーザとの共同作業として、実行され得る。

【０１３７】

システム１００は、レポートを生成し、ＢＩＭパッケージを含む他のソフトウェアプラットフォームとインタフェースし得る。検査及び認証に使用することができるレポートが作成され得る。標準テスト、または認証に通るために必要な情報を提供するように、レポートをカスタマイズすることができる。レポートシステムはまた、現在の作業進捗の実況更新、及び実況カメラフィードを提供することができる。この情報は、アセットパフォーマンス及び作業進捗の追跡を支援するために、使用され得る。他の取引、次のステップの計画を容易にする、または検査もしくは他の作業をスケジューリングするために、データは、ＢＩＭシステムまたは他のソフトウェアに報告され得る。レポートは、塗布されたコーティング６３０の完全なマップと、作業を完了するために利用されたツール及び経路のパラメータとを含み得る。品質チェックを容易にするため、または課題を追跡するために、さらなる画像または映像が記録され得る。システム１００は、作業を完了するために使用されたパラメータを記録することができ、記録されたパラメータは、機械学習ソフトウェアに入力され、システム１００が過去の仕事から学習することを可能にし得る。レポートは、ワークフロー及びスケジューリングを最適化するためにも使用され得る。システムの最適化機能は、とりわけ作業時間の最小化、他の取引開始を可能にするための作業現場の一部での作業完了、費用の最小化、アセット及び労働力の最適な使用を含む、所望のニーズを満たすように、更新され得る。システムのレポートはまた、環境状態、及び状態を所与としてプロセスがどのように変更されたかに関する情報を含み得る。

【０１３８】

システム１００は、表面を被覆するために使用されたプロセスパラメータ、並びに動作の順序を示すレポートを作成し得る。レポートは、ＢＩＭ、３Ｄ及び２Ｄマップまたは図面、画像、映像を含み得る。システム１００により提供されるマップは、壁の背後にある構成要素の位置、並びに継ぎ目の位置を顧客に提供して、パネルまたはボードの取り外しを容易にすることにより、修繕及び保守を容易にするように、使用され得る。

【０１３９】

構築された状態及び測定値を反映する更新された部屋モデルは、壁を砂研磨する際使用するために、または納品時の品質証明のために、エクスポートされ得る。収縮の有無にかかわらず塗布された化合物の厚さの完全マップは、システム１００、または別個の自動砂研磨システムに入力され得、自動砂研磨システムは、砂研磨により所望の仕上がりを達成するために必要なツール経路及びパラメータを計画し得る。システム１００は、部屋のマ

ッピングから、基板の切断及び張り付け、表面の仕上げ及び塗装までの全プロセスを計画するより大きなシステムと連携して作動することができる。システム100は、接合化合物、プラスタ、石膏、コンクリート、スタッコ、セメント、塗料、ポリマーコーティング、ラッカー、ワニス、またはこれらの任意の組み合わせを含み得る1つ以上のコーティング630を含むがこれらに限定されない任意の好適な材料で、表面をコーティングするために使用され得る。コーティング630はまた、ラテックスまたはアクリルなどのポリマー、及び／または接着剤及び他の結合剤を含む接着添加剤を含み得る。コーティング630は、パレックス、またはアクリル合成スタッコなどの合成材料を含み得る。システム100は、乾式壁、ボード、ラス、メッシュ、または他の基板を含むがこれらに限定されない任意の好適な基板上に、コーティング（複数可）を塗布し得る。システム100はまた、壁紙、またはポリマーフィルムなどの他のコーティングを塗布するためにも、使用され得る。

10

【0140】

システムはまた、ロボットアームに備え付けられたエンドエフェクタを利用して、構造部品に対し基板を広げて取り付け得る。図22は、基板610のロールがエンドエフェクタ160のロール本体2220内に備え付けられ、ローラ2230の下に供給される、基板付与器エンドエフェクタ160Rの例示的な一実施形態を示す。基板エンドエフェクタ160Rは、標的表面上に移動され得、ローラ2230は、壁アセンブリ800の間柱830の間もしくは間柱830の上の場所、または他の好適な位置に、基板610を押し付ける。例えば、基板610は、間柱830の間を垂直もしくは水平に、または間柱の上を水平もしくは垂直に、塗布され得る（例えば図8b、図9a、及び図9bに示されるように）。様々な例では、基板エンドエフェクタ160Rは、絶縁エンドエフェクタ160Iを誘導するために、間柱830または他の好適な枠組み要素、または他の地物を基準として使用し得る。

20

【0141】

いくつかの実施形態では、基板610の幅は、間柱830の間の間隔幅、または壁の高さなどに一致するように設定され得る。例えば、基板エンドエフェクタ160Rは、ブレード、レーザ、または他のカッターを備え得、これは、基板610の付与前、付与中、または付与後に、基板610を所望サイズに切断するのに使用され得る。さらに、接着剤により、基板610は、壁アセンブリ800内または他の好適な位置に結合され得る。例えば、基板610のロールは、付与前または付与中に接着剤で事前に含浸され得、基板エンドエフェクタ160Rは、基板610の前に接着剤を塗布して、基板610を間柱830などに固定する支援を行い得る。

30

【0142】

いくつかの例では、接着剤が、エンドエフェクタ160により吹き付けることで塗布され得る。いくつかの例は、接着剤吹き付けガンを含む別個のエンドエフェクタ160を含み得る、または、接着剤吹き付けガンは、基板エンドエフェクタ160Rの一部であり得、基板610を付けている表面上に基板610の正面に接着剤を塗布するように、及び／またはローラ2230の前に基板610上に接着剤を塗布するように構成される。

【0143】

図23は、基板エンドエフェクタ160が、壁アセンブリ800の間柱830、ヘッダ810、及びフッタ820の間または上に基板610を送達するための指針として、壁アセンブリ800の間柱830を利用する、自動壁仕上げシステム100の例示的な一実施形態を示す。図23に示されるように、エンドエフェクタ160は、ローラ2320を有するアーム2310を備え得、ローラ2320は、吹き付け器1210を誘導するために間柱830の内側面に対して押し付けられ得る。様々な実施形態では、基板エンドエフェクタ160は、周辺の表面を基準として利用することができ、ローラ、ホイール、またはブレードなどは、参考のために、このような基準表面または地物に対し接触するように押し付けられ得る。

40

【0144】

50

このような接触点は、基板付与領域から離れて延在し得、これにより、吹き付け器 1 2 1 0 がコーティング 6 3 0 を塗布している場所から離れた基準の使用が可能となる。例えば、図 2 3 は、ローラ 2 3 2 0 が、基準として使用する間柱 8 3 0 のうちの 1 つに接触している間、吹き付け器 1 2 1 0 が間柱 8 3 0 の間の中央に間隔を置いて配置されることを可能にし得るアーム 2 3 1 0 を有するエンドエフェクタ 1 6 0 を示す。

【0 1 4 5】

様々な実施形態では、エンドエフェクタ 1 6 0 は、正しいまたは最適な基準面が使用されるように、接触点の位置を制御し得る。例えば、アーム 2 3 1 0 は、間柱 8 3 0 または他の接触面から所望のオフセットを提供するために、伸縮可能であり得る。さらに、接触点に加わる力及び圧力も、制御され得る。例えば、取り付け構造のたわみなどを監視することにより、直接的または間接的に力が測定または推測され得る。図 2 3 に示されるように、一実施形態では、吹き付けエンドエフェクタ 1 6 0 は、ローラ 2 3 2 0 を利用して、壁アセンブリの間柱 8 3 0 または他の部分に沿って、吹き付け器 1 2 1 0 を誘導し得る。いくつかの例では、システム 1 0 0 は、力及び位置ハイブリッド制御で作動して、間柱 8 3 0 を追従し、間柱 8 3 0 に応じて標的領域にコーティング 6 3 0 を吹き付け得る。

【0 1 4 6】

様々な実施形態では、システム 1 0 0 は、基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を付けた後に、基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 をトリミングする切断ツールを含み得る。例えば、システム 1 0 0 は、基板付与パラメータの一式を所与として、並びに／あるいは、基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 が付けられた後に部屋を直接マッピングすることにより、部屋のマップまたはモデルを作成し得る。基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を有する部屋のモデルまたはマップを使用して、壁の完了並びにドア及び窓などの設置を可能にするためにトリミングまたは切断が必要な領域が特定され得る。いくつかの例では、基板切断ツールは、間柱 8 3 0 の前縁部、または他の好適な枠組み要素を追従して、間柱 8 3 0 の平面を越えて突出する基板材料 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を切断し得る。一実施形態では、基板／コーティング切断システムは、間柱 8 3 0 の端部に沿って押されるブレードを備え得、これは、間柱 8 3 0 の面を越えて延びる基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を取り除き得る。様々な実施形態では、基板／コーティング切断ツールは、動力式または非動力式であり得る。基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を通して基板切断ツールを駆動させるために、ロボットアーム 1 4 0 及び／またはエンドエフェクタ 1 6 0 が使用され得る。さらに、基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 を切断して、電気ボックス、ワイヤ、枠組み、導管、パイプ、または任意の他の機械部品、電気部品、もしくは配管部品のための隙間が作られ得る。

【0 1 4 7】

1 つ以上のビジョンシステム 3 6 4、3 2 4、センサ 3 2 6、3 4 6、3 6 6、及び／または部屋または構造のモデルを使用して、標的表面（例えば間柱 8 3 0 の上または間、壁アセンブリ 8 0 0 に結合された基板 6 1 0 の上など）を適切に被覆するための基板 6 1 0 及び／またはコーティング材料 6 3 0 の量が決定され得る。様々な実施形態では、このような推定値を使用して、材料（例えば基板 6 1 0、及びコーティング 6 3 0 など）が事前注文され、仕事の期間が推定され得る。現場の環境状態が監視され、硬化時間及び乾燥時間が特定され、作業期間または作業の残り時間が推定され得る。基板 6 1 0 及び／またはコーティング 6 3 0 の乾燥時間、凝結時間、及び／または硬化時間に作用するために、現場の温度、湿度、光、及び気流などが制御され得る。除湿器、ヒータ、扇風器、送風器、クーラ、加湿器、照明器、またはこれらの組み合わせが、システム 1 0 0 または部屋に備え付けられ、環境状態が制御され得る。

【0 1 4 8】

コーティング材料 6 3 0 は、（例えばコーティング材料 6 3 0 が存在する第 1 層、第 2 層、及び第 3 層に応じて）異なる性能特性を有し得、異なる仕上がり質感を達成することを可能にする。コーティング材料 6 3 0 は、エアレスシステムまたはエア駆動システムを使用して、吹き付けられ得る。コーティング材料 6 3 0 はまた、建築物特有の設計意図を

達成することを可能にし得る防音、難燃性、重量分布、及び材料硬度に関する規約コンプライアンスに基づいて、異なる性能特性を有し得る。コーティング 630 の送達機構は、質感吹き付け器、塗料吹き付け器、コンクリート吹き付け器、及び特別目的吹き付け器などを含み得る。混合コーティング 630 は、ノズル 1240 に直接ポンプで送られ得る、または、ノズル 1240 で、もしくはノズル 1240 を越えた所で、液体に混ぜられ得る。ノズル 1240 は、カートリッジまたは供給管を利用して、粉末、スラリー、または添加剤を送達し得る（例えば図 14 に示されるように）。カートリッジまたは混合ノズルは、使い捨てであり得る。コーティング混合物 630 を制御して、粘度、含水量、及び混合組成などを含む所望の材料特性が達成され得る。監視された環境状態に応じて、材料組成も制御され得る。所望の基板材料、幾何形体、配向（垂直、水平、傾斜）、スケジュール、及び目標仕上がりを用いて、最適なコーティング混合が決定され得る。

10

【0149】

ノズル 1240 またはポンプには、コーティング材料送達レートを制御するためのセンサが装備され得る。このようなセンサは、圧力、流量、質量レート、及びトリガ位置などを監視し得る。ノズルオリフィス開口部を制御して、コーティング材料送達レート、コーティング粒子速度、コーティング混合組成、及びコーティング質感などが設定され得る。ノズルオリフィスを制御して、コーティング吹き付け形体、及びコーティング吹き付けサイズなどを含む所望のコーティング材料送達が作られ得る。オリフィスのサイズは、モータ、サーボ、またはバルブなどを使用して、制御され得る。いくつかの例では、オリフィスのサイズは、2 つの円錐間の距離を変更することにより、変えられ得る。

20

【0150】

システム 100 は、扇形及び釣鐘形を含む様々なノズルの形体及びサイズを使用して、コーティングを送達し得る。ツールは、操作者またはシステム 100 が吹き付け器の先端を変更するのに使用できるノズルカールセルを含み得る（例えば図 20 で示されるように）。コーティング材料 630 は、基板 610 にわたり均一に堆積され得、これにより、基板 610 の表面は確実に、防火評価、断熱評価、または遮音評価を証明できる一定の厚さで被覆され得る。

【0151】

いくつかの実施形態では、真空システムを使用して、吹き付け飛沫が制御され得る（例えば図 16 に示されるように）。例えば、吸引入り口は、ノズルの隣に備え付けられ得、ノズルに追従するまたはノズルを囲むフードを利用して、吹き付け飛沫を取り込み得る。真空システムはまた、可動ベースに備え付けられてもよい。さらなる実施形態では、気流を使用して、コーティングの吹き付け飛沫の制御、コーティング吹き付けの配向、またはコーティング吹き付けのサイズ及び／または形体の制御が行われ得る。

30

【0152】

例えば、図 24 は、1 つ以上の空気ノズル 2440 に囲まれたコーティングノズル 1240 を備える吹き付けガン 1210 を有するコーティングエンドエフェクタ 160M の例示的な一実施形態 160M11 を示す。図 24 に示されるように、1 つ以上の空気ノズル 2440 は、コーティング吹き付け 700 の周りに気流カーテン 2430 を生成することができ、これにより、コーティング吹き付け 700 の吹き付け飛沫の制御、コーティング吹き付け 700 の配向、またはコーティング吹き付け 700 のサイズ及び／または形体の制御などが行われ得る。例えば、1 つ以上の空気ノズル 2440 は、所望の効果を生み出すために、必要に応じてコーティング吹き付け 700 を選択的に集束または変更し得る。

40

【0153】

気流カーテン 2430 は、1 つ以上の空気ノズル 2440 により様々な好適な方法で生成され得る。例えば、いくつかの実施形態では、複数の別個の空気ノズル 2440 が、コーティングノズル 1240 の周りに配置され得る。別の実施形態では、リングノズルが、コーティングノズル 1240 を囲む空気ノズル 2440 を確定し得る。1 つ以上の空気ノズル 2440 は、ベースユニット 120 に配置された圧縮空気源から、またはシステム 100 の周りのもしくはシステム 100 とは離れた他の好適な場所を含む様々な好適な供給

50

源を介して、供給され得る。また、さらなる実施形態では、任意の好適な流体を使用して、流体カーテン 2 4 3 0 が生成され得る。

【0154】

システム 1 0 0 は、コーティングノズル 1 2 4 0 の詰まりを取り除く清浄または一掃システム及びプロセスを含み得る。いくつかの例では、このような清浄または一掃システムを使用して、材料のポンプからノズルまでのシステム全体が一掃または洗浄され得る。システム 1 0 0 は、吹き付けシステムが一掃されるべき時を自動的に検出し得（例えば圧力センサまたは時間を介して）、これに応じて、吹き付けシステムの清浄ルーチンを自動的に実行し得る。清浄ルーチンはまた、清浄プロセスの終わりに、または問題が生じた時に、操作者により引き起こされ得る。コーティング 6 3 0 の吹き付けの格納及び生成に関連するシステム 1 0 0 の部分（例えば化合物源 4 3 0、化合物線 4 3 2、またはポンプなど）は、システム 1 0 0 内でコーティング 6 3 0 の硬化または乾燥が起こらないように、環境に対して密封されるように設計され得る。

10

【0155】

本開示の実施形態は、以下の条項を考慮して説明され得る。

1. 壁アセンブリの可撓性基板にコーティングを塗布するための自動仕上げシステムであって、前記自動仕上げシステムは、

コーティング材料を格納するように構成された壁土源、
プラットフォーム、

地上に配置され移動するように構成された台車、及び

20

前記プラットフォームと前記台車との間に配置され、前記プラットフォームを上下に移動させるように構成されたリフト、

を含むベースユニットと、

ベース端部と遠位端部との間に延在する長尺ロボットアームであって、前記ロボットアームの前記ベース端部が前記プラットフォーム上の前記ベースユニットに結合された前記ロボットアームと、

前記ロボットアームの前記遠位端に結合されたコーティングエンドエフェクタであって、前記コーティングエンドエフェクタは、吹き付けガンを含み、前記吹き付けガンは、前記吹き付けガンの混合ノズルからコーティング材料の吹き付けを生成するように構成され、前記吹き付けガンは、前記ロボットアームを介して前記壁土源から延びる壁土管と接続され、前記吹き付けガンは、前記壁土管を介して前記壁土源からコーティング材料を受け取って前記コーティング材料の吹き付けを生成するように構成され、前記混合ノズルは、前記壁土源から受け取った前記コーティング材料を、少なくとも促進剤と、染料または顔料の一方または両方と、前記混合ノズルで混合するように構成され、前記促進剤は、前記塗布されたコーティング材料の凝結時間を、前記促進剤を含まない塗布されたコーティング材料の凝結時間と比べて早める、前記コーティングエンドエフェクタと、

30

1つ以上のビジョンシステムと、

1つ以上のセンサと、

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備え、前記コンピュータプランナは、

40

前記1つ以上のビジョンシステム及び前記1つ以上のセンサから、複数の可撓性基板片が配置された壁アセンブリの構成に関する情報を含む標的表面データを取得し、

前記可撓性基板片に配置された1つ以上のセンサから、前記複数の可撓性基板片に関連する環境状態に関する情報を含む環境状態データを取得し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニットを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタの前記吹き付けガンにより生成されるコーティング吹き付けを、前記複数の可撓性基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、前記標的表面データ及び前記環境状態データに少なくとも部分的に基づいて、自動的に生成し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニット

50

を自動的に駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行する、
前記自動仕上げシステム。

【0156】

2. 前記可撓性基板片は、2層可撓性基板により定義され、前記2層可撓性基板は、
平面多孔質層と、
平面少孔質層と、

を含み、前記平面少孔質層は、前記多孔質層に結合され、前記多孔質層は、前記壁アセンブリから外向きに面し、前記可撓性基板片に塗布されたコーティング材料が前記多孔質層に入り込むことができるように孔を有し、前記少孔質層は、前記壁アセンブリの間柱に取り付けられ、前記可撓性基板片に塗布された前記コーティング材料が前記少孔質層に浸透して入り込むことがないように、前記コーティング材料に対して不浸透性である、

10

条項1に記載の自動仕上げシステム。

【0157】

3. 前記コーティングエンドエフェクタはさらに、前記吹き付けガンの前記ノズルにより生成される前記コーティング材料の吹き付けで生じる吹き付け飛沫を捕捉するために、前記吹き付けガンの端部及び前記ノズルの周りに配置された吸引フードを備える、条項1または2に記載の自動仕上げシステム。

【0158】

4. 前記コーティングエンドエフェクタ、前記ロボットアーム、及び前記ベースユニットを駆動して、前記複数の可撓性基板片にコーティングを塗布する前記命令を生成することは、さらに、前記自動仕上げシステムが前記可撓性基板片を前記壁アセンブリに張り付けていた間に取得されたデータに基づく、条項1～3のいずれかに記載の自動仕上げシステム。

20

【0159】

5. ベースユニットと、

ベース端部と遠位端部との間に延在する位置決めステージであって、前記位置決めステージの前記ベース端部が前記ベースユニットに結合された前記位置決めステージと、

前記位置決めステージの前記遠位端部に結合され、標的表面上にコーティング材料を塗布するように構成されたコーティングエンドエフェクタと、

1つ以上のビジョンシステムと、

30

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備える自動コーティング塗布システムであって、前記コンピュータプランナは、

前記1つ以上のビジョンシステムから、1つ以上の基板片が配置された壁アセンブリの構成に関する情報を含む標的表面データを取得し、

前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を前記1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、前記標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、自動的に生成し、

前記エンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを自動的に駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行する、

40

前記自動コーティング塗布システム。

【0160】

6. 前記1つ以上の基板片は、2層基板により定義され、前記2層基板は、

平面多孔質層と、

平面少孔質層と、

を含み、前記平面少孔質層は、前記多孔質層に結合され、前記多孔質層は、前記壁アセンブリから外向きに面し、前記基板片に塗布されたコーティング材料が前記多孔質層に入り込むことができるように孔を有する、

条項5に記載の自動コーティングシステム。

【0161】

50

7. 前記コンピュータプランナはさらに、基板エンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片を前記壁アセンブリに結合する命令を、自動的に生成し、

前記基板エンドエフェクタは、前記基板エンドエフェクタアセンブリのロール本体内に備え付けられた基板材料のロールを備え、前記基板材料のロールは、前記壁アセンブリに付けられ、前記壁アセンブリに結合された前記1つ以上の基板片が生成される、

条項5または6に記載の自動コーティングシステム。

【0162】

8. 前記コーティングエンドエフェクタは、1つ以上の空気ノズルに囲まれたコーティングノズルを備え、前記1つ以上の空気ノズルは、前記コーティングノズルにより生成されるコーティング吹き付けの周りに気流カーテンを生成し、前記気流カーテンは、前記コーティング吹き付けの吹き付け飛沫の制御、前記コーティング吹き付けの配向、または前記コーティング吹き付けの前記サイズ及び／または形体の制御を行うように構成される、条項5～7のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0163】

9. 前記コーティングエンドエフェクタはさらに誘導要素を含み、前記誘導要素は、前記標的表面または前記壁アセンブリの隣接部分に係合して、前記標的表面のコーティング時に前記コーティングエンドエフェクタを誘導するように構成される、条項5～8のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0164】

10. 前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片にコーティングを塗布する前記命令を生成することは、さらに、前記自動コーティングシステムが前記1つ以上の基板片を前記壁アセンブリに張り付けていた間に取得されたデータに基づく、条項5～9のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0165】

11. 前記コンピュータプランナはさらに自動的に、前記標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、前記1つ以上の基板片に塗布するコーティングの量を決定し、前記1つ以上の基板片に塗布するコーティングのコーティング形状を決定し、前記コンピュータプランナはさらに、前記コーティングエンドエフェクタ、前記位置決めステージ、及び前記ベースユニットを駆動して、前記1つ以上の基板片にコーティングを塗布する前記命令を、前記決定したコーティング塗布量及び前記決定したコーティング形状に少なくとも部分的に基づいて、生成する、条項5～10のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0166】

12. 前記自動コーティングシステムはさらに、前記コーティング材料を混合し、前記混合したコーティング材料を前記コーティングエンドエフェクタに供給する混合システムを備え、

前記コンピュータプランナは、前記自動コーティングシステムの1つ以上のセンサから取得された環境状態データに基づいて、前記混合システムにより生成された前記コーティング材料の混合パラメータを変更する、

条項5～11のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0167】

13. 前記システムは、ツールを使用して、接触を介して前記基板上に前記コーティングを塗布または加工する、条項5～12のいずれかに記載の自動コーティングシステム。

【0168】

14. ベース端部と遠位端部との間に延在する位置決めステージと、
前記位置決めステージの前記遠位端部に結合され、標的表面にコーティング材料を塗布するように構成されたコーティングエンドエフェクタと、

コンピュータプランナを実行するコンピューティングデバイスと、

を備えるコーティングシステムであって、前記コンピュータプランナは、

前記コーティングエンドエフェクタ、及び前記位置決めステージを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する命令を、取得された標的表面データに少なくとも部分的に基づいて、生成し、

前記エンドエフェクタ及び前記位置決めステージを駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行する、

前記コーティングシステム。

【0169】

15. 前記コーティングエンドエフェクタはさらに、乾燥源を備え、前記乾燥源は、前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に前記コーティングエンドエフェクタにより塗布されたコーティング材料に、熱及び／または乾燥した空気をあてるように構成される、条項14に記載のコーティングシステム。

【0170】

16. 前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片は、壁アセンブリに張り付けられる前に事前含浸コーティング材料が前記基板に塗布された事前含浸基板を含み、前記基板内の前記事前含浸コーティング材料は、前記コーティングシステムが前記基板に液体材料を吹き付けることにより、剛性コーティングに変えられる、条項14または15に記載のコーティングシステム。

【0171】

17. 前記コーティング材料は、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片に前記コーティング材料を塗布する前に、染料または顔料で着色される、条項14～16のいずれかに記載のコーティングシステム。

【0172】

18. 前記コーティング材料を静電的に帯電し、前記標的表面を画定する1つ以上の基板片を接地して、前記コーティング材料のコーティング粒子を、前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に向かって加速させる、条項14～17のいずれかに記載のコーティングシステム。

【0173】

19. 前記標的表面を画定する前記1つ以上の基板片に前記コーティング材料を塗布する間、直線混合ノズルで前記コーティング材料に促進剤が混合され、前記促進剤は、前記塗布されたコーティング材料の凝結時間を、前記促進剤を含まない塗布されたコーティング材料の凝結時間と比べて早める、条項14～18のいずれかに記載のコーティングシステム。

【0174】

20. 前記標的表面を画定する1つ以上の基板片は、前記1つ以上の基板片に関連する少なくとも1つの環境状態を測定する1つ以上のセンサを備え、前記1つ以上のセンサは、前記1つ以上の基板片にコーティング材料を塗布する間、前記コーティングシステムに環境状態データを提供し、

前記コンピュータプランナは、さらに、

前記コーティングエンドエフェクタ、及び前記位置決めステージを駆動して、前記コーティングエンドエフェクタを介してコーティング材料を1つ以上の基板片に塗布することを含む少なくとも1つのコーティング作業を実行する修正された命令を、前記環境状態データに少なくとも部分的に基づいて、生成し、

前記修正された命令を介して、前記エンドエフェクタ及び前記位置決めステージを駆動して、前記少なくとも1つのコーティング作業を実行する、

条項14～19のいずれかに記載のコーティングシステム。

【0175】

説明された実施形態は、様々な変更及び代替的形態を許容可能であり、その具体的な例が、図面に例として示されており、本明細書において詳しく説明されている。しかしながら、説明される実施形態は、開示される特定の形態または方法に限定されるべきではなく

10

20

30

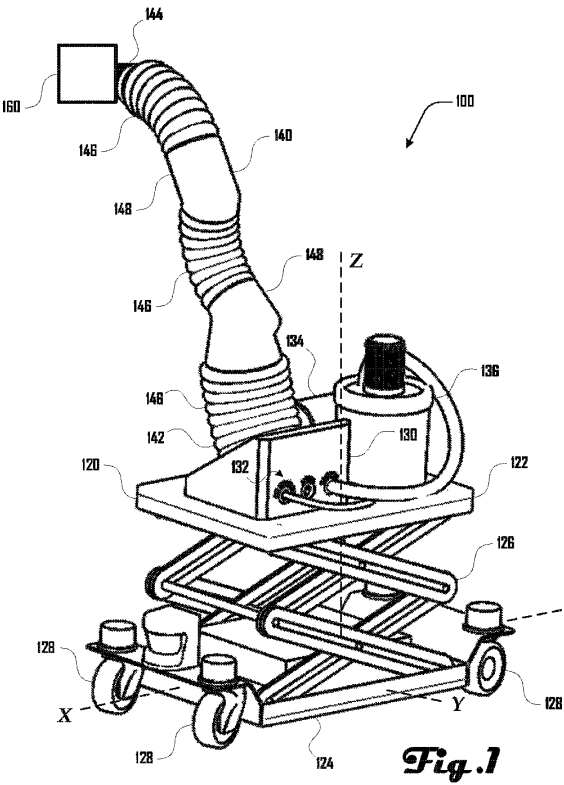
40

50

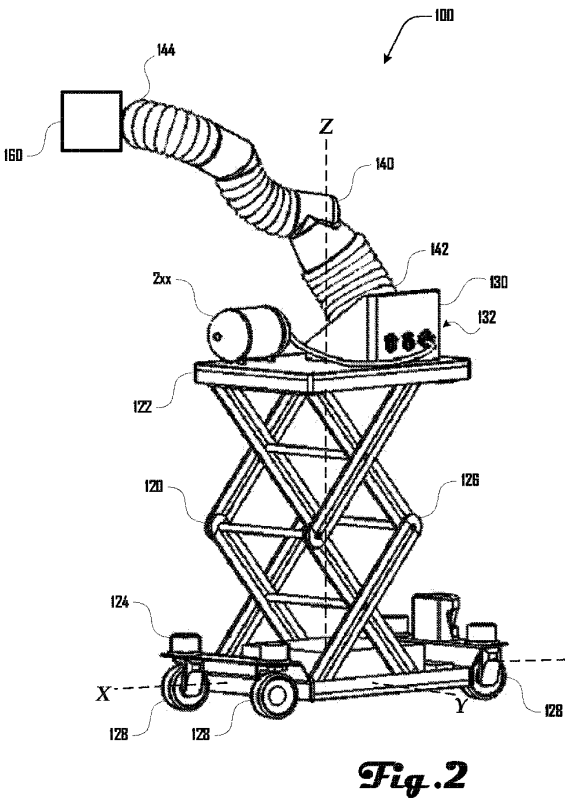
、反対に、本開示は、全ての変更、均等物、及び代替物を包含することを理解されたい。

【図面】

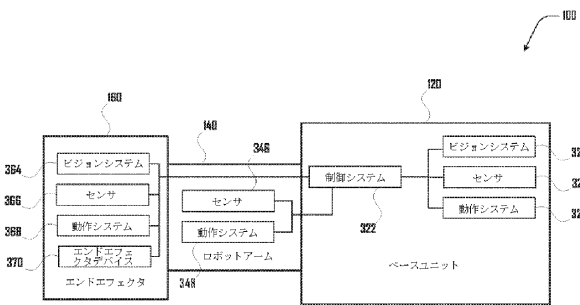
【図 1】



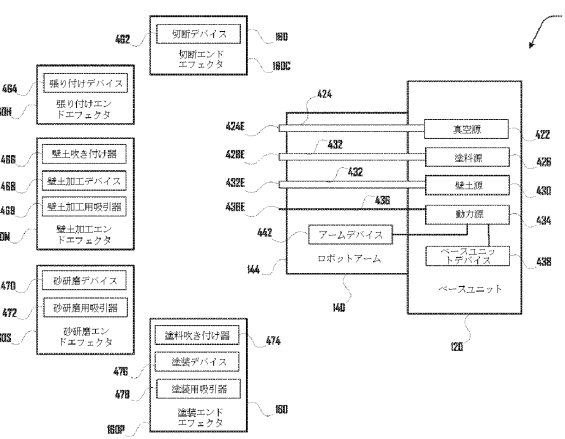
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

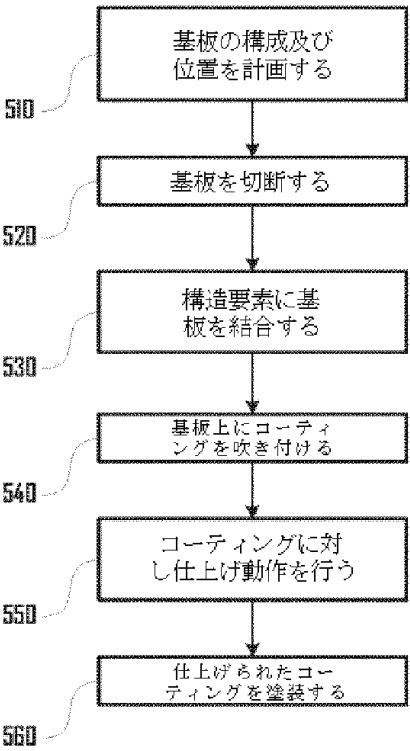
20

30

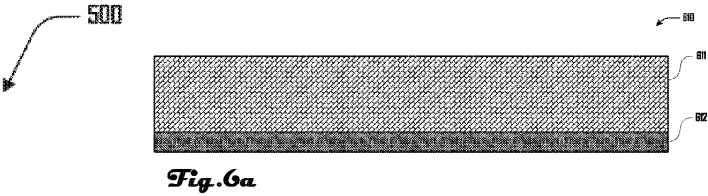
40

50

【図 5】



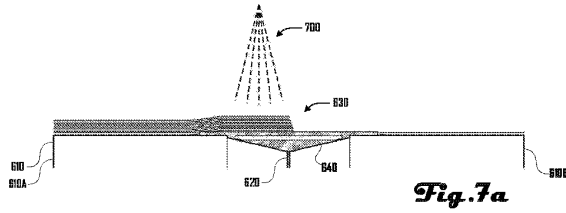
【図 6 a】



【図 6 b】



【図 7 a】



10

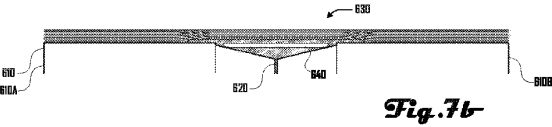
20

30

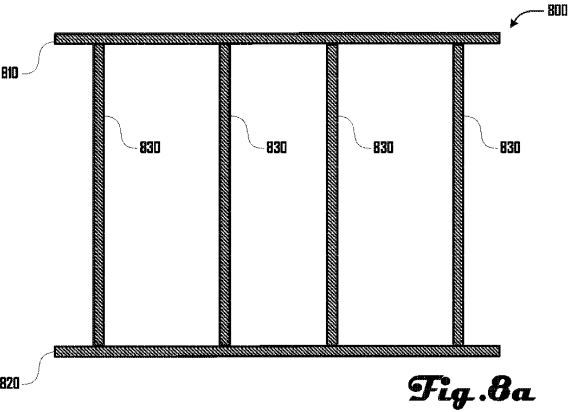
40

50

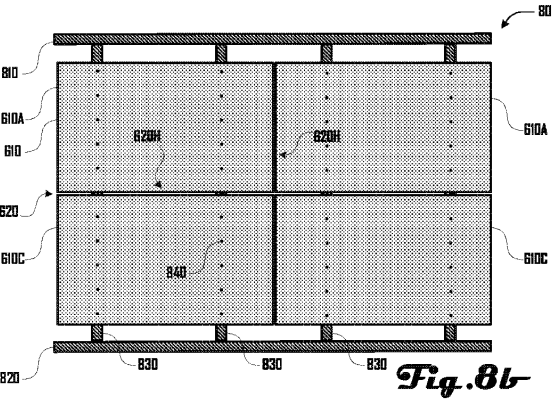
【図 7 b】



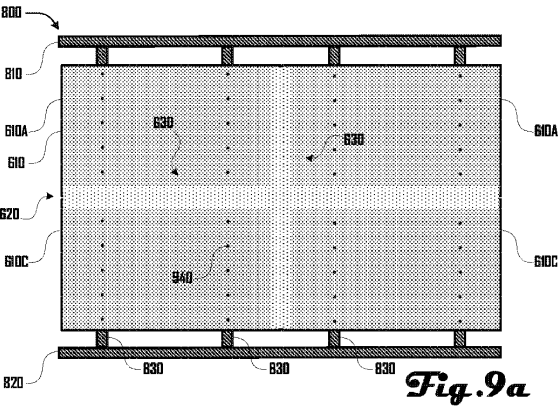
【図 8 a】



【図 8 b】



【図 9 a】



10

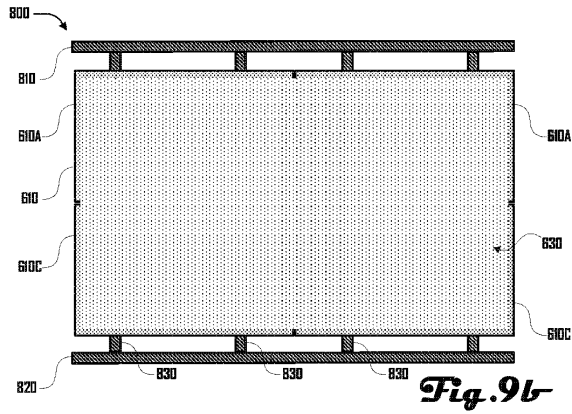
20

30

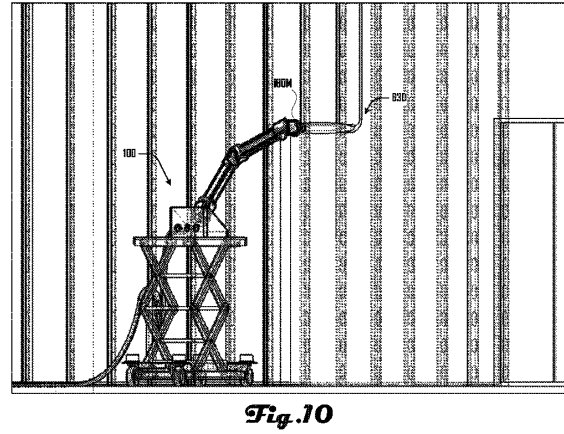
40

50

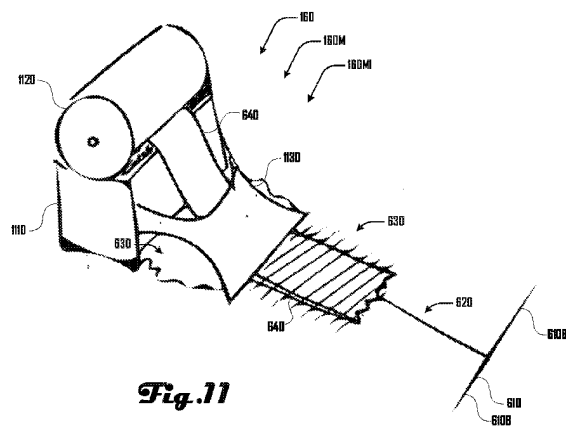
【図 9 b】



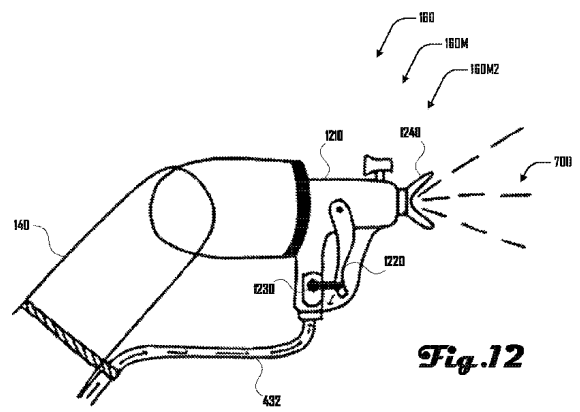
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

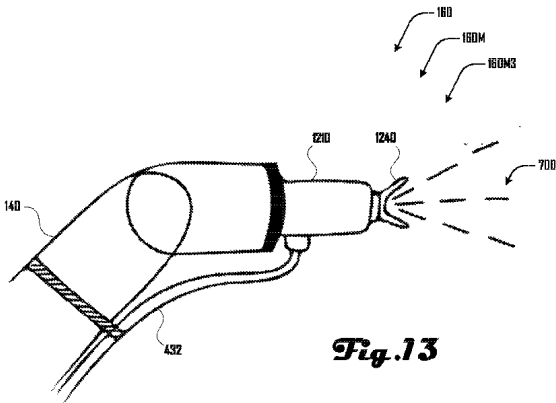
20

30

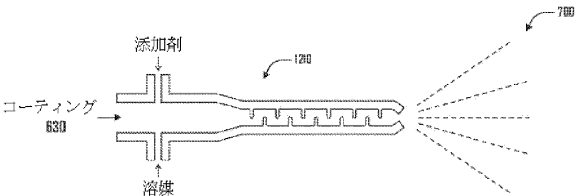
40

50

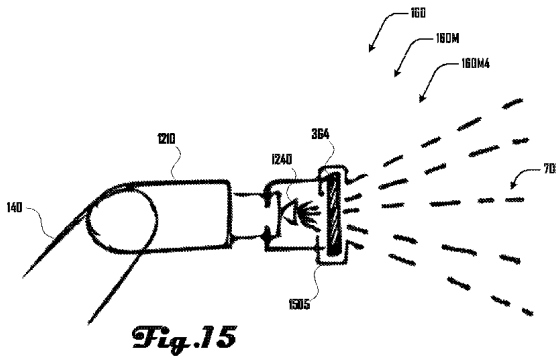
【図 13】



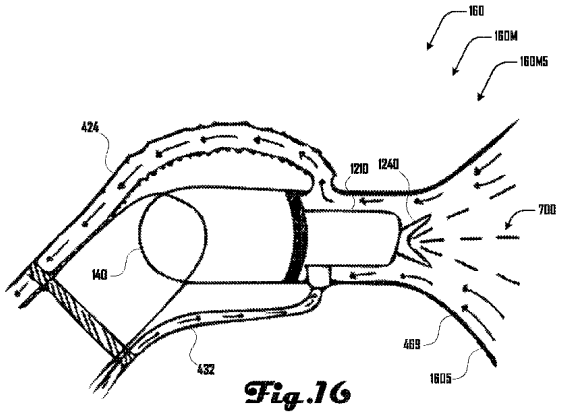
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

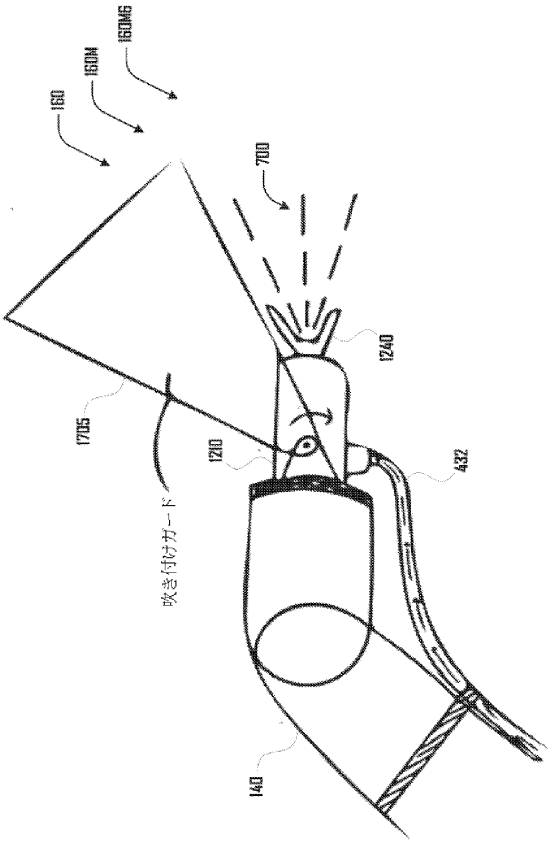
20

30

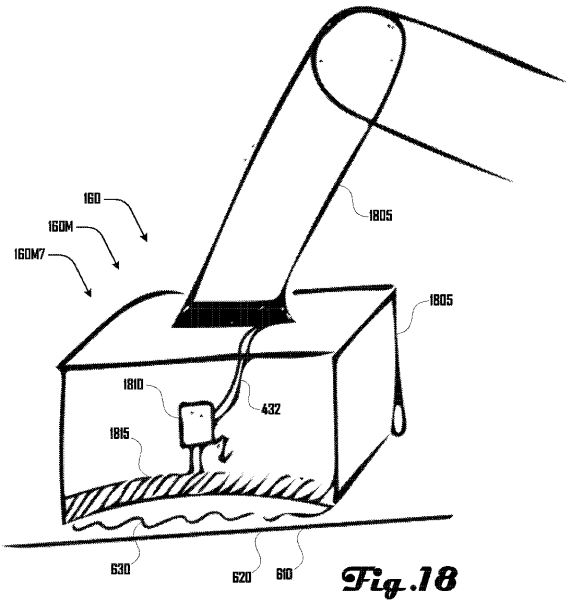
40

50

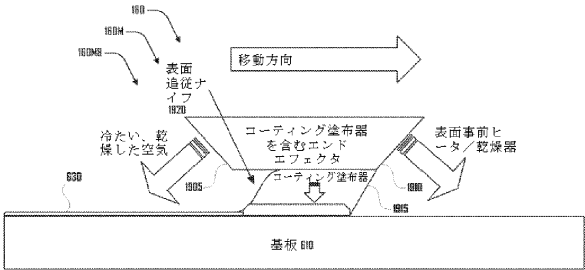
【図 17】



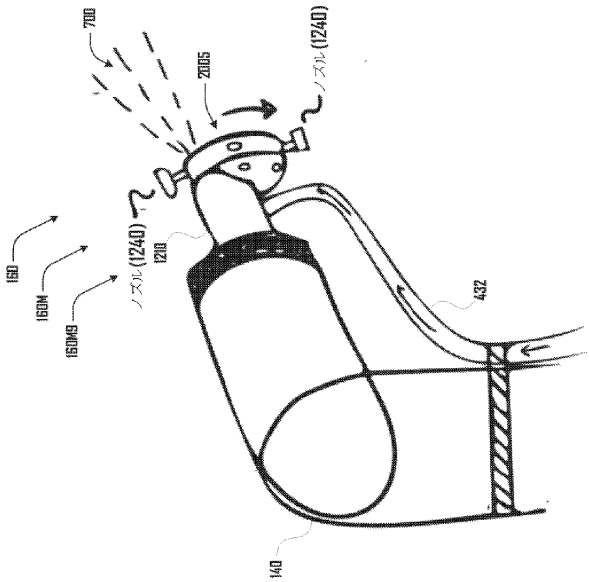
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

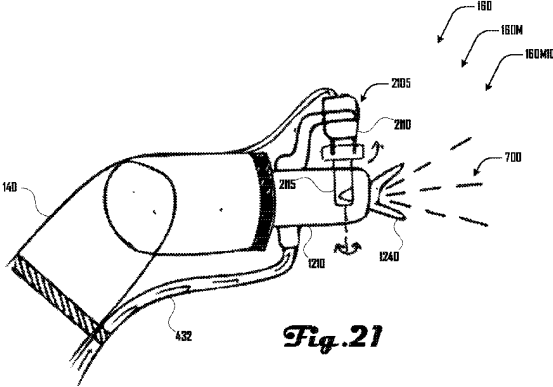
20

30

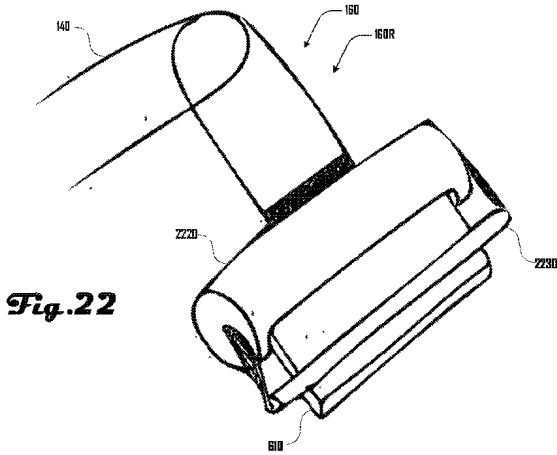
40

50

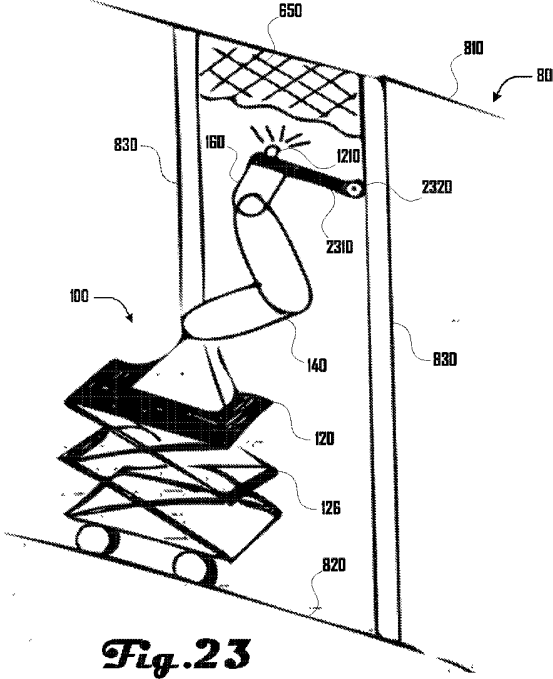
【図 2 1】



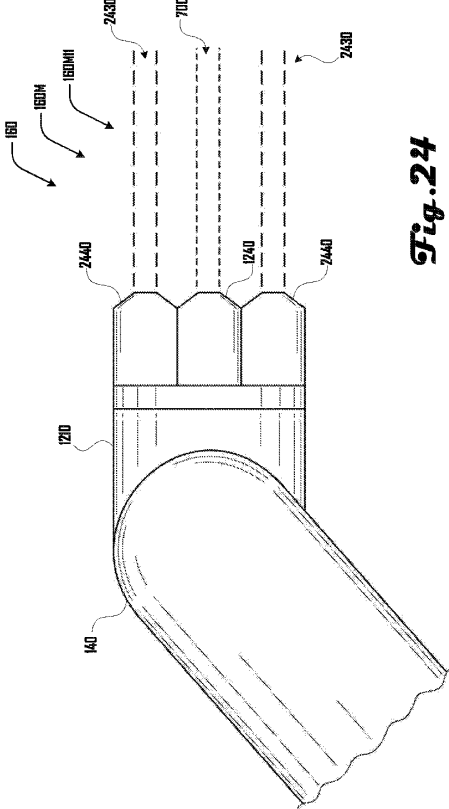
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 倉澤 伊知郎
(74)代理人 100130937
弁理士 山本 泰史
(74)代理人 100144451
弁理士 鈴木 博子
(72)発明者 アルバート ケヴィン ビー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 1 1 7 サンフランシスコ グローブ ストリート 1 9 3 0
アパートメント 3
(72)発明者 ベネットセン ヘンリック
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 1 1 0 サンフランシスコ トゥウェンティース ストリート 3 1 0 1
(72)発明者 ハイン ガブリエル エフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 0 エル セリート リバティース ストリート 9 0 0
(72)発明者 ポンパ ジョナサン ビー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 0 8 0 8 ロング ビーチ イースト スプリング ストリート 6 9 3 1
(72)発明者 テレリア マリア ジェイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 6 1 レッドウッド シティ ネバダ ストリート 6 2 9
(72)発明者 ワーナー デイヴィッド
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 9 0 3 サン ラファエル プロフェッショナル センター
パークウェイ 3 6
審査官 國武 史帆
(56)参考文献 ITMO20100102 (IT, A1)
特開平07-066585 (JP, A)
特開平06-269709 (JP, A)
米国特許第09243412 (US, B1)
米国特許出願公開第2010/0098871 (US, A1)
特表2016-526121 (JP, A)
米国特許出願公開第2017/0114553 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02