

明 細 書

発明の名称：面状液膜形成方法および面状液膜形成装置

技術分野

[0001] 塗布対象物上に面状液膜を形成するための面状液膜形成方法および面状液膜形成装置に関する。

背景技術

[0002] 物体の表面に液体材料を適用して面状の液膜を形成するコーティング工程が知られている。

例えば、特許文献1は、プリント回路基板に実装された電気部品を湿気などから保護するための被覆を施す方法に関するもので、コーティング材料を非接触で射出する射出弁を基板に対して動かしながら、コーティング材料の液滴を形成するステップを繰り返すことにより、コーティング材料の被覆を基板の表面に施す方法である。

[0003] ところで、従来、液体材料を基板に対して噴出するジェットングディスペンサ（ジェット式吐出装置）により線引き塗布を行うことが行われていた。吐出口が1つのジェット式吐出装置により線引き塗布を行うと、塗布時間が長くなるため、複数の吐出口を有するジェット式吐出装置により線引き塗布を行うことも行われている。出願人は、特許文献2において、直線であるノズル配置線に沿って複数の吐出口を配置し、ノズル配置線を描画線の描画方向と一致させることで高速に線状塗布を行う塗布方法を提案した。

しかしながら、特許文献2の塗布方法により形成した塗布線の断面は、半円状あるいは半楕円状となり、幅に比べて高さが大きい（例えば、塗布線の断面の高さと幅との比が1に近い）という問題があった。

[0004] そこで、出願人は、幅に対する高さ比が小さい断面形状の線引き塗布が可能な塗布方法を特許文献3で提案した。特許文献3は、幅に対して高さの低い断面形状の線引き塗布を行う方法に関するもので、複数の吐出口が配置される直線と直交する方向にジェット式吐出装置と塗布対象物とを相対移動さ

せながら、複数の吐出口から液体材料を連続吐出して液体材料を結合させることにより線状液膜を形成するものである。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特表2007-524506号公報
特許文献2：国際公開第2015/137271号
特許文献3：国際公開第2018/221432号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 昨今、比較的粘度の高い液体材料を用いて面状の液膜を形成することが求められている。しかしながら、比較的粘度の高い液体材料を用いた場合、従来用いられてきたスプレー装置では、期待する噴射ができないという問題があった。この点、ジェット式吐出装置によれば、比較的粘度の高い液体材料の液滴を吐出することが可能である。
- [0007] しかしながら、上記特許文献1に記載の装置は、吐出口が単一であることから、広い範囲に効率よく面状液膜を形成するには適していなかった。また、上記特許文献2または特許文献3に記載の装置を用いて面状の液膜を形成した場合、凹凸が少ない滑らかな表面とならず、要求される平面度などの精度を満たせないという問題がある。このような問題は、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂等の高粘性材料において特に顕著である。

そこで本発明は、従来よりも表面に凹凸の少ない面状液膜を形成するための面状液膜形成方法および面状液膜形成装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 発明者は当初、特許文献3に記載の装置を用いて面状に塗布することを試みた。図7は、特許文献3に記載の装置により、線状液膜を形成する過程を説明する図である。図7(a)に示すように、塗布対象物701上に着地した複数の液滴702a、702b（この例では2つ）が接触して結合し始め

ると、互いの滴（702a, 702b）に向かうような流れが生じ、中央付近でぶつかり合う。すると、図7（b）に示すように、ぶつかり合った流れは中央付近で盛り上がりを生じ、その結果、線状液膜703の断面形状は凸状の山のような形状になる場合がある。図7（c）に示すように、ぶつかり合った流れが中央付近で盛り上がりを生じなかったとしても、線状液膜703の断面形状は半楕円に近い形状になる。そして、図7の断面形状を有する線状液膜703を複数回繰り返して面状液膜を形成した場合、面状液膜の表面に許容できない凹凸ができるという問題が発生する。このことを図8を参酌しながら説明する。

[0009] 図8は、特許文献3に記載の装置で隣接する線状液膜703を複数本（この例では2本）形成することで面状液膜704を形成する過程を説明する図である。図8（a）に示すように、塗布対象物701上に塗布された盛り上がり部がある複数の線状液膜703a, 703b（この例では2本）が接触して結合すると、図8（c）に示すように、結合してできた面状液膜704は、許容できない凹凸のある表面になった。図8（b）に示すように、半楕円に近い形状の線状液膜703a, 703bが結合した場合も同様である。

そこで発明者は、試行錯誤のすえ、結合した線状液膜の凹部に少量の液体材料を吐出するとの着想を得て、本発明の技術思想を創作した。すなわち、本発明は、以下の技術手段から構成される。

[0010] 本発明の面状液膜形成方法は、複数の吐出口を有するジェット式吐出装置を用いて塗布対象物上に面状液膜を形成する方法であって、前記複数の吐出口のいずれもが、直線であるノズル配置線上に配置され、且つ、塗布対象物上に着地した液体材料が結合して線状液膜を形成可能な距離に配置されることが、前記複数の吐出口から同時に吐出された複数の液塊が、前記塗布対象物に着地する前に接触しないように液体材料を吐出し、前記塗布対象物上で着地した液体材料を結合させることにより単位線状液膜を形成する単位線状液膜形成工程、前記ノズル配置線と直交する方向に前記ジェット式吐出装置と前記塗布対象物とを相対移動させながら、前記単位線状液膜形成工程を連続

して実行することにより複数の単位線状液膜を結合してなる特定面状液膜を形成する特定面状液膜形成工程、を有することを特徴とする。

[0011] 上記面状液膜形成方法において、前記特定面状液膜形成工程を複数回実行することにより、前記ノズル配置線の方に隣接する複数の特定面状液膜を形成することにより複数の特定面状液膜を結合してなる結合面状液膜を形成する結合面状液膜形成工程、を有することを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記結合面状液膜形成工程において、前記ジェット式吐出装置と前記塗布対象物とを第一の方向に移動しながら特定面状液膜を形成し、続いて第一の方向と逆方向である第二の方向に移動しながら特定面状液膜を形成することを繰り返すことを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記結合面状液膜形成工程において、形状の異なる特定面状液膜を結合させて結合面状液膜を形成することを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記結合面状液膜の表面の凹凸が、前記結合面状液膜の膜厚の $1/10$ 以下であることを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記複数の吐出口が、左端部に配置される左端大径吐出口と、右端部に配置される右端大径吐出口と、左端大径吐出口および右端大径吐出口の間に配置される小径吐出口と、を備えて構成され、前記各大径吐出口の直径がいずれも同径であることを特徴としてもよい。

[0012] 上記面状液膜形成方法において、前記複数の吐出口が、左端部に配置される左端大径吐出口と、右端部に配置される右端大径吐出口と、左端大径吐出口および右端大径吐出口の間に配置される1つ以上の大径吐出口と、複数の小径吐出口と、を備えて構成されており、前記各大径吐出口の直径がいずれも同径であり、隣り合う2つの大径吐出口の間に、前記小径吐出口が配置されていることを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記単位線状液膜形成工程において、前記大径吐出口から吐出された複数の大滴が前記塗布対象物上に着地した後に

、前記小径吐出口から吐出された小滴を着地させることで前記単位線状液膜を形成することを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記複数の大滴が前記塗布対象物上で結合した際に表面に凹部ができるように前記複数の大滴を吐出し、当該凹部に前記小滴が着地するように吐出することを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記各大径吐出口の直径が、前記小径吐出口の直径の1.2～2倍であることを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記大径吐出口が等間隔に配置されており、隣り合う前記大径吐出口間の距離が、前記大径吐出口の直径の2～12倍であることを特徴としてもよい。

上記面状液膜形成方法において、前記液体材料の粘度が、1000 mPa・s以上であることを特徴としてもよい。

[0013] 本発明の面状液膜形成装置は、ジェット式吐出装置と、前記ジェット式吐出装置と塗布対象物とを相対移動させる相対駆動装置と、を備え、前記ジェット式吐出装置が、直線であるノズル配置線上に配置された複数の吐出口を有するノズルと、前記複数の吐出口と複数の吐出流路を介して連通する液室と、前記液室内を進退動する前記液室よりも幅狭のプランジャロッドと、上記面状液膜形成方法を実施するための塗布プログラムが記憶された制御装置とを備えることを特徴とする。

上記面状液膜形成装置において、前記ノズルが、前記複数の吐出口を備える複数の吐出管と、前記複数の吐出管が突出するように配置された先端部を有するノズル部材と、を備えることを特徴としてもよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、ジェット式吐出装置を用いて、従来よりも表面の凹凸が少なく、断面形状が矩形状に近い、薄く広い面状液膜を形成することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態に係る吐出装置の部分断面図である。

[図2]第1実施形態に係る吐出装置のノズル部を説明する説明図である。(a)は断面図を示し、(b)は、底面図を示す。

[図3]第1実施形態に係る塗布装置の概略斜視図である。

[図4]第1実施形態に係る塗布方法により塗布される液滴が線状液膜を形成するまでの過程を説明する断面図である。(a)は液滴が吐出された直後を示し、(b)は液滴が飛翔しているところを示し、(c)は大滴が着地した時点を示し、(d)は小滴が大滴に接触した時点を示し、(e)は液滴同士が結合している途中を示し、(f)は液滴が液膜を形成した時点を示す。

[図5]第1実施形態に係る塗布方法により塗布される特定面状液膜が結合面状液膜を形成するまでの過程を説明する説明図であり、上段は平面図、下段は断面図を示す。(a)は追加の特定面状液膜を形成したところを示し、(b)は特定面状液膜同士が結合して結合面状液膜となったところを示し、(c)は更に追加の特定面状液膜を形成したところを示し、(d)は追加の特定面状液膜が結合して結合面状液膜となったところを示す。

[図6]ノズルの変形例を説明する底面図である。(a)は、大径吐出口が3つの場合を示し、(b)は、大径吐出口が4つの場合を示す。

[図7]従来技術の方法により塗布される液滴が線状液膜を形成するまでの過程を説明する断面図である。(a)は2つの液滴が結合し始めた時点を示し、(b)は2つの液滴が結合して凸状形状となった時点を示し、(c)は2つの液滴が結合して半楕円形状となった時点を示す。

[図8]従来技術の方法により塗布される線状液膜が面状液膜を形成するまでの過程を説明する断面図である。(a)は凸状断面の線状液膜を2本塗布した時点を示し、(b)は半楕円断面の線状液膜を2本塗布した時点を示し、(c)は2本の線状液膜が結合して面状液膜となった時点を示す。

[図9]第2実施形態に係る吐出装置のノズル部を説明する説明図である。(a)は断面図を示し、(b)は、底面図を示す。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に、本発明を実施するための形態例を説明する。なお、本明細書にい

うジェット式吐出装置とは、ノズルと連通する液室内に位置する、液室より幅狭なプランジャロッド（弁体）の先端部を進出移動させ、次いで急激に停止して液体材料に慣性力を印加して吐出する吐出装置をいう。

[0017] 《第1実施形態》

（1）吐出装置

本実施形態の吐出装置101は、図1に示すように、ロッド108を上下方向に駆動させる駆動部102と、駆動されたロッド108の作用により液体材料を吐出する吐出部103とから主に構成される。

[0018] 駆動部102は、内腔107を有する駆動部本体104を備える。内腔107は、内部にピストン106を収容し、ピストン106が上下方向に摺動できるようになっている。ピストン106には、ロッド108が固設される。ロッド108は、例示の形状に限定されず、例えば、先端が半球状、先細り形状であってもよい。内腔107は、ピストン106によりバネ室109と空気室110とに分けられている。バネ室109は、ピストン106の上側に形成され、ロッド108を下降駆動させるためのバネ111を収容している。バネ111には、例えば、圧縮コイルバネ、空気バネや板バネを用いることができる。バネ室109の上部には、ロッド108の移動を規制し、移動距離であるストロークを調整するためのストローク調整ネジ112が設けられる。ストロークの調整は、ストローク調整ネジ112の下端113とロッド108の上端114との距離を変えることにより行う。

[0019] 空気室110は、ピストン106の下側に形成され、ロッド108を上昇駆動させるための圧縮空気を流入させる。空気室110への圧縮空気の流入は、圧縮空気源129から給気管116を通り、切換弁115を介して行われる。空気室110からの圧縮空気の流出は、切換弁115を介して、排気管117を通して行われる。切換弁115には、例えば電磁弁や高速応答弁などを用い、制御線118で接続された制御装置128において開閉の制御を行うことができる。空気室110に流入した圧縮空気がバネ室109へ流出しないよう、ピストン106の側面にシール部材119を設ける。

[0020] 吐出部１０３は、液室１２０を有する吐出部本体１０５を備える。液室１２０には、ロッド１０８の下部が挿通されており、ロッドの下端部１３７を進出移動させ、次いで急激に停止することで液体材料に慣性力を印加して複数の液滴を吐出する。この際、ロッドの下端部１３７を液室１２０の壁面に当接させてもよいし、ロッド１０８の進出移動を所望位置で停止するための機構を設けてもよい。液室１２０の内径は、液室１２０内に位置するロッド１０８の直径よりも十分に大きいので、ロッド１０８の側周面と液室１２０の内側面とが接触しない状態で、ロッド１０８が上下動することができる。液室１２０の上部には、ロッド１０８が挿通する挿通孔１２１が設けられる。挿通孔１２１の下部には、液室１２０から駆動部１０２側へ液体材料を漏出させないためのシール部材１２２が設けられる。液室１２０の側面には、液室１２０と液体材料を貯留する貯留容器１２６とを連通させる供給流路１２３が設けられる。本実施形態では、貯留容器１２６は、吐出部本体１０５の側面に設けられる延設部１２４に取り付けられ、延設部１２４内部に設けられた流路１２５を介して供給流路１２３と連通する。貯留容器１２６には、液体材料を圧送するための圧縮空気が、制御装置１２８において所望の圧力に調整された後、アダプタチューブ１２７を通じて供給される。液体材料は、貯留容器１２６から延設部１２４内の流路１２５を通り、供給流路１２３を経て液室１２０へと流入する。液室１２０の下部には、バルブシート１３１とノズル部材１３０がノズル固定具１３２により着脱自在に固定されている。弁体着座タイプのジェット式吐出装置とする場合、摩耗したバルブシート１３１を適時に交換することが可能である。

[0021] ノズル部材１３０およびバルブシート１３１の詳細について図２を参照しながら説明する。

本実施形態のバルブシート１３１には、液室１２０と後述するノズル部材１３０の大径吐出流路（１３５ａ、１３５ｂ）と連通する二つの大径連通孔（１３３ａ、１３３ｂ）および小径吐出流路１３６と連通する一つの小径連通孔１３４が貫設される。バルブシート１３１は、液室１２０の下端部とノ

ズル部材 130 との間に挟まれるようにして固定される。なお、バルブシート 131 を設けず、液室 120 とノズル部材 130 の各吐出流路（135 a、135 b、136）とを直接連通させるようにすることもできる。

[0022] 本実施形態のノズル部材 130 は、円筒状の胴部 142 と、胴部 142 の下端から下方へ伸びる先端部 144 とから構成される。胴部 142 の上端は、液室 120 の下端部に設けられた段部 143 に嵌合するような形状となっている。また、胴部 142 の内側は、凹状をしており、バルブシート 131 を保持する。先端部 144 の内部には、二つの大径吐出流路（135 a、135 b）と一つの小径吐出流路 136 が相互に平行となるように設けられている。先端部 144 の外面に、撥水性材料をコーティングしたり、撥水性を発揮するような表面処理を施してもよい。先端部 144 に撥水性を持たせ、先端部 144 への余分な液体材料の付着を防ぐことで、連続塗布を行ったときに生じる問題を防ぐことが可能となる。

二つの大径吐出流路（135 a、135 a）の上端は、バルブシート 131 の二つの大径連通孔（133 a、133 b）にそれぞれ連通し、一つの小径吐出流路 136 の上端は、バルブシート 131 の一つの小径連通孔 134 に連通している。一方、二つの大径吐出流路（135 a、135 b）の下端は、外部に連通する二つの大径吐出口（138 a、138 b）をそれぞれ構成し、一つの小径吐出流路 136 の下端は、外部に連通する一つの小径吐出口 139 を構成する。各吐出流路（135 a、135 b、136）は、上端から下端まで同径の円柱状流路から構成されており、例えば、大径吐出流路 135 a、135 b の直径は 0.35～0.70 mm、小径吐出流路 136 の直径は 0.25～0.35 mm の範囲となるように設定している。別の言い方をすると、大径吐出流路 135 a、135 b の直径は、小径吐出流路 136 の直径の 1.2～2 倍となるように設定している。ただし、いずれの設定も上記の範囲に限定されず、用いる液体材料の性質や所望とする塗布形状により適宜変更され得るものである。

[0023] 二つの大径吐出口（138 a、138 b）は、中心軸線 141 を挟んで対

称な位置に配置され、一つの小径吐出口 139 は、中心軸線 141 と同軸に配置される。すなわち、各吐出口（138 a、138 b、139）は、中心軸線 141 を通る一つの直線 140（以下では、この直線をノズル配置線 140 と呼ぶ）上に並べて配置される。ここで、二つの大径吐出口（138 a、138 b）間の距離（左側の大径吐出口 138 a の右端と、右側の大径吐出口 138 b の左端との間の距離）は、少なくとも各吐出口（138 a、138 b、139）から同時に吐出された複数の液滴同士が空中で結合して一つの液滴を構成しない距離、例えば、大径吐出口 138 a、138 b の直径の 2～12 倍に設定される。さらには、液体材料の粘度、ノズル部材 130 と塗布対象物 401 との距離等を考慮し、大径吐出口（138 a、138 b）から吐出された二つの大滴（402 a、402 b）が塗布対象物 401 上で結合する条件を制御装置 313 に設定する。この際、大径吐出口（138 a、138 b）から吐出された二つの大滴（402 a、402 b）が結合した際に、表面に凹部ができるような条件を設定することが好ましい。

[0024] 一つの小径吐出口 139 は、後述する理由により（図 4 参照）、二つの大径吐出口（138 a、138 b）の中間（すなわち、ちょうど真ん中）にあり、言い換えると、どちらの大径吐出口（138 a、138 b）からも距離が等しい位置に配置することが好ましい。

本実施形態では、ノズル部材 130 の先端部 144 は、図 2（b）に示すように、底面側から見ると略矩形であり、先端部第 1 方向側面（145 a、145 b）およびノズル配置線 140 と平行な先端部第 2 方向側面（146 a、146 b）とを有している。

[0025] 本実施形態では、大径吐出口 138 を二つ、小径吐出口 139 を一つとしたが、これらに限定されず、大径吐出口 138 が 3 以上、小径吐出口 139 が 2 以上としてもよい。例えば、図 6（a）は、大径吐出口 138 が三つ、小径吐出口 139 が二つの場合を示す。図 6（b）は、大径吐出口 138 が四つ、小径吐出口 139 が三つの場合を示す。いずれの場合においても、各吐出口（138、139）は、一つのノズル配置線 140 上に並んで配置さ

れる。いずれの場合においても、各吐出口（１３８、１３９）は、各吐出口と同径の吐出流路により液室１２０と連通されている。小径吐出口１３９は、両隣の大径吐出口１３８のいずれからも距離が等しい位置に配置される。また、各吐出口（１３８、１３９）は、等間隔に配置されることが好ましい。等間隔に配置することで、特定面状液膜４０５の表面の凹凸を少なくすることができる。また、図６に例示するように吐出口の数を増やすことで、図２の構成と比べ、１回の塗布で形成できる液膜の面積が増え、少ない回数で面状の塗布を行うことができる。例示したいずれの変形例においても、複数の大径吐出口１３８の直径は同径であり、かつ、複数の小径吐出口１３９の直径は同径である。また、例示したいずれの変形例においても、各吐出口（１３８、１３９）はノズル配置線１４０上に配置されている。なお、本発明の効果を得るためには、各吐出口（１３８、１３９）の僅かな配置のズレも許容されないという訳ではなく、複数の吐出口が実質的に直線上に配置された態様も本発明の技術的範囲には含まれる。

[0026] （２）吐出動作

本実施形態の吐出装置１０１は、ロッド１０８を上下動させ、ロッド１０８の先端１３７をノズル部材１３０の吐出流路（１３５、１３６）と連通するバルブシートの連通孔（１３３ａ、１３３ｂ、１３４）に向かって進出移動させることで、複数の吐出口（１３８ａ、１３８ｂ、１３９）から複数の液滴を同時に飛翔吐出させる吐出装置である。

以下では、ロッド１０８をバルブシート１３１に当接させるタイプにおける、一回の液体材料（３つの液滴）を吐出する際の動作について説明する。ロッド１０８がバルブシート１３１に当接し、連通孔（１３３ａ、１３３ｂ、１３４）を閉鎖している状態を初期状態とする。

[0027] 切換弁１１５へ制御装置１２８から動作開始信号が送信されると、弁が流入位置へ切り換わって圧縮空気が空気室１１０へ流入する。圧縮空気により、ピストン１０６は、バネ１１１を圧縮しながら上昇移動し、それに伴ってロッド１０８の下端部１３７がバルブシート１３１から離間し、連通孔（１

33a、133b、134)を開放する。ロッド108は、その上端114がストローク調整ネジ112の下端113に当接するまで上昇移動する。設定時間経過後、切換弁115へ動作終了信号が送信されると、弁が排出位置に切り換わって空気室110内の圧縮空気を大気中へ放出する。ピストン106は、バネ111の反発力によって下がり、それに伴ってロッド108の下端部137がバルブシート131に当接し、連通孔(133a、133b、134)を閉鎖する。すると、液体材料は、吐出流路(135a、135b、136)の下端から流出し、やがて吐出口(138a、138b、139)から離れて3つの液滴となり、対象に向かって飛翔吐出される。以上が、ロッド108をバルブシート131に当接させるタイプの吐出装置における、液体材料を吐出する際の一回の動作である。

[0028] 上記タイプの吐出装置において、ロッド108の移動量(すなわちストローク量)、ロッド108を上昇位置或いは下降位置で維持する時間、貯留容器126へ供給する圧縮空気の圧力の大きさなどを制御することにより、吐出する液体材料の量を制御することができる。吐出動作中においては、各吐出流路(135a、135b、136)の中心線が鉛直線と一致するように、ノズル部材130を配置する。

[0029] (3) 塗布装置

本実施形態の塗布装置301は、図3に示すように、液体材料を吐出する吐出装置101と、該吐出装置101と塗布対象物311が載置されるワークテーブル310とを相対的に移動させるXYZ駆動装置(相対駆動装置)303とから主に構成される。

[0030] XYZ駆動装置303は、吐出装置101とワークテーブル310とをX方向307へ相対的に移動させるX駆動装置304、吐出装置101とワークテーブル310とをY方向308に相対的に移動させるY駆動装置305、吐出装置101とワークテーブル310とをZ方向309へ相対的に移動させるZ駆動装置306から構成される。本実施形態では、Y駆動装置305が筐体312の上面にY方向308へ延びるよう設けられ、X駆動装置3

04がY駆動装置305上にX方向307に延びるように設けられる。X駆動装置304上には、Z駆動装置306が設けられ、Z駆動装置306上に吐出装置101が設けられる。ワークテーブル310は、筐体312の上面にY駆動装置305と平行になるよう、かつX駆動装置304の下方に位置するよう設置される。これらにより、吐出装置101とワークテーブル310上の塗布対象物311とは、X方向307、Y方向308、Z方向309に相対的に移動可能となる。XYZ駆動装置303は、制御装置313により制御されて吐出装置101のノズル先端を塗布対象物311上の任意の位置へ、任意の速度で移動させることができる。XYZ駆動装置303としては、たとえば、サーボモータやステッピングモータなどの電動モータと、ボールネジとを組合せた装置や、リニアモータを用いた装置、ベルトやチェーンで動力を伝える装置などを用いることができる。なお、塗布方向を調整するために、吐出装置101をZ軸に対して回転させる θ 軸駆動装置を設けてもよい。

[0031] ワークテーブル310は、板状の部材からなり、塗布対象物311を固定するための機構（不図示）を設ける。固定するための機構としては、たとえば、ワークテーブル310内部から上面へ通じる複数の孔を開け、その孔から空気を吸い込むことで塗布対象物311を吸着する機構、塗布対象物311を固定用部材で挟み込み、その部材をネジ等の固定手段でワークテーブル310に固定することで塗布対象物311を固定する機構などを用いることができる。

[0032] 制御装置313は、処理装置、記憶装置、入力装置、出力装置、表示装置から構成される。本実施形態では、処理装置、記憶装置を内蔵する制御装置313と、入力装置、出力装置、表示装置を兼ねるタッチパネル（不図示）とから構成している。ただし、これらに限定されず、処理装置、記憶装置として、パーソナルコンピュータ（PC）やプログラマブルロジックコントローラ（PLC）などを用いることができ、また、入力装置、出力装置、表示装置として、キーボード、マウス、ディスプレイなどを用いることができる。

。記憶装置には、後述する塗布動作を処理装置に実行させるための塗布プログラムが記憶されている。

- [0033] 吐出装置１０１、XYZ駆動装置３０３、ワークテーブル３１０などが設けられる筐体３１２の上部は、点線で示すカバー３１７で覆われる。なお、図３では、説明の都合上、一部が途切れている。カバー３１７を設けることにより、塗布装置３０１内への塵埃の進入を防止し、作業者とXYZ駆動装置３０３などの動く部分との不用意な接触を防止することができる。図示しないが、カバー３１７には、作業者が塗布装置内へアクセスしやすくするため、開閉可能な扉を設けてよい。また、カバー３１７の外からも操作できるよう、前述のタッチパネルをカバー３１７に設けてよい。

本実施形態に係る塗布装置３０１は、塗布装置内に未塗布の塗布対象物４０１を搬入し、塗布装置外へ塗布済みの塗布対象物４０１を搬出するための図示しない搬送装置と連係させることができる。このような搬送装置は、例えば、カバー３１７に設けられた搬入口から搬出口まで延びる二つの部材からなるレールと、レールの延伸方向に沿って塗布対象物４０１を搬送する作用をする伝動要素と、伝動要素を駆動するための搬送駆動装置と、ワークテーブル３１０を昇降動する昇降装置とから構成される。この昇降装置は、塗布対象物４０１を搬送するときはワークテーブル３１０を下降位置とし、塗布作業を行うときは上昇位置とする。この上昇位置において、塗布対象物４０１は、ワークテーブル３１０とレールに設けられた押え板に挟まれて、固定される。

- [0034] (４) 塗布動作

本実施形態に係る塗布装置３０１は、吐出装置１０１の動作とXYZ駆動装置３０３の動作とを組み合わせることで、所望の断面形状（幅、高さ）を有する面状の液体材料を塗布対象物３１１上に塗布することができる。

- [0035] ノズル部材１３０は、各吐出口（１３８a、１３８b、１３９）が移動方向に対して直角な方向に並ぶよう吐出装置１０１に取り付ける。言い換えると、ノズル配置線１４０が移動方向に対して直角となるように吐出装置１０

1に取り付ける。そして、上記のようにノズル部材130を取り付けた吐出装置101を移動させながら連続的に吐出動作させると、各吐出口（138a、138b、139）から吐出された液滴が、次々と塗布対象物311上に付着し、結合して単位線状液膜404を形成する。さらに、上記単位線状液膜404を隣接する長辺同士が接触するよう複数回形成すると、結合して特定面状液膜405を形成する。特定面状液膜405を隣接する長辺同士が接触するよう複数回形成すると、結合して結合面状液膜407を形成する。

以下に、単位線状液膜404、特定面状液膜405および結合面状液膜407が形成される過程を説明する。なお、本明細書では、吐出口から流出し、吐出口から分断される前の液体材料と、吐出口から吐出された後に分断され、塗布対象物に着地する前の複数の液滴を合わせて「液塊」と呼ぶ場合がある。

[0036] （４－１）単位線状液膜404の形成

はじめに、本実施形態に係る塗布装置301により塗布される液滴が単位線状液膜404を形成する過程の一例を、図4を参照しながら説明する。図4（a）に示すように、ノズル部材130の複数の吐出口（138a、138b、139）から同時に吐出される複数の液滴（402a、402b、403）は、大きさ（体積あるいは重量）の違いにより、塗布対象物401に着地するまでに時間差あるいは距離差が生じる（図4（b））。すなわち、二つの大滴（402a、402b）が先に塗布対象物401上に着地する（図4（c））。そして、二つの大滴（402a、402b）が互いに接触する前、あるいは接触した直後に小滴403が接触する（図4（d））。言い換えると、二つの大滴（402a、402b）が互いに完全に結合する前に、小滴403が二つの大滴（402a、402b）に接触する。小径吐出口139が大径吐出口（138a、138b）の中間に配置されているので、小滴403は、結合し始めた二つの大滴（402a、402b）の間に形成される凹部に接触する。言い換えると、小滴403は、結合し始めた二つの大滴（402a、402b）の間に形成される凹部に吐出される。すると、

二つの大滴（４０２ a、４０２ b）が結合する際に中央に向かう流れを、小滴４０３が押し止めるように働く（図４（e））。くわえて、小滴４０３が二つの大滴（４０２ a、４０２ b）が結合してできた中央部の凹みへ液体を補うことになる。このようにすることで、二つの大滴のみを結合する場合（例えば、特許文献３に記載の方法）と比べ表面に凹凸の少ない、薄く広い断面形状の単位線状液膜４０４を形成できる（図４（f））。なお、図４は、説明のためのイメージ図を描画したものに過ぎず、実際の液滴や単位線状液膜の断面の形状などが、図４に描画されたものと異なるものになることは当然に想定されることを付言する。

[0037] （４－２）特定面状液膜４０５の形成

特定面状液膜４０５は、ノズル配置線１４０と直交する方向（例えば、図５上段の平面図に示した矢印４０６の方向）に吐出装置１０１を相対移動させながら複数の単位線状液膜４０４を連続形成し、これらが結合することにより形成される。別の言い方をすれば、塗布対象物４０１上に形成した N 番目の単位線状液膜４０４ _{n} に隣接した位置に、単位線状液膜４０４ _{$n+1$} を形成する動作を所望回数繰り返すことで特定面状液膜４０５を形成する（ここで、 n は自然数）。詳細には、図５（a）に示すように、隣り合う単位線状液膜４０４に隣接するように単位線状液膜４０４ _{a_1} ・・・４０４ _{a_m} を形成すると、単位線状液膜４０４ _{a_1} ・・・４０４ _{a_m} が結合して特定面状液膜４０５ aを形成する（ここで、 m は自然数）。塗布される単位線状液膜４０４ _{a_1} ・・・４０４ _{a_m} は、断面形状が矩形に近いもの同士であるので、結合しても断面形状は矩形に近く、また、表面に凹凸の少ない、薄く広い特定面状液膜４０５ aが形成できる。

[0038] （４－３）結界面状液膜４０７の形成

特定面状液膜４０５ aに隣接した位置に特定面状液膜４０５ bを形成し、これらを結合させることにより結界面状液膜４０７ aが形成される（図５（b））。図５（a）の例では、特定面状液膜４０５ aを形成する際の吐出装置１０１の移動方向と特定面状液膜４０５ bを形成する際の吐出装置１０１

の移動方向とを、逆方向とすることで、吐出装置 101 の相対移動距離が最小限となるようにしている。すなわち、特定面状液膜 405 a の形成が終了すると、吐出装置 101 は特定面状液膜 405 a を形成する際の移動方向 406 a と直交する方向に移動し、次いで移動方向 406 a と逆方向である移動方向 406 b に移動しながら複数の単位線状液膜 404 を連続形成することで特定面状液膜 405 b を形成する。目的とする結合面状液膜 407 が、特定面状液膜 405 を 2 つ結合して得られるのであれば、ここで作業は終える。なお、図 5 の例示とは異なり、移動方向 406 a と移動方向 406 b が同じ方向になる態様も、本発明の技術的範囲には含まれる。

[0039] 目的とする結合面状液膜 407 が特定面状液膜 405 を 3 つ以上結合して得られる場合は、3 つ目以降の特定面状液膜 405 を形成する。詳細には、図 5 (c) に示すように、結合面状液膜 407 a に隣接した位置に特定面状液膜 405 c を形成し、これらを結合させることにより特定面状液膜 405 を 3 つ結合して得られる結合面状液膜 407 b が形成される (図 5 (d))。最終目的の結合面状液膜 407 を得ようと、追加の特定面状液膜 405 を逐次塗布したとしても、中間過程の結合面状液膜 407 も新たに形成される特定面状液膜 405 も、断面形状が矩形に近いもの同士であるので、結合しても断面形状は矩形に近く、また、表面に従来よりも凹凸の少ない、薄く広い結合面状液膜 407 が形成できる。このように、特定面状液膜 405 を所望の範囲にわたって 1 回または複数回塗布して形成することで、所望の結合面状液膜 407 を形成する。図 5 の例では、特定面状液膜および結合面状液膜を平面視四角形となるように形成しているが、これらの形状に限定されない。塗布対象物の形状や塗布対象物上の塗布可能領域にあわせて、吐出装置の動作と XYZ 駆動装置の動作とを制御することにより形成した様々な形状の特定面状液膜を組み合わせて、所望の形状の結合面状液膜を形成することができる。

[0040] 《第 2 実施形態》

第 2 実施形態の吐出装置 101 を、図 9 を参照しながら説明する。第 2 実

施形態の吐出装置101は、ロッド108を上下方向に駆動させる駆動部102と、駆動されたロッド108の作用により液体材料を吐出部103から吐出する点においては、第1実施形態の吐出装置101と同様である。第2実施形態の吐出装置101は、吐出管(151a、151b、152)が設けられたノズル部材150を備える点で、第1実施形態の吐出装置101と相違する。以下では、共通の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0041] 図9に示す第2実施形態のノズル部材150は、円筒状の胴部142と、胴部142の下端から下方へ伸びる先端部144とから構成される。ノズル部材150の先端部144には、二つの大径吐出流路(135a、135b)と一つの小径流路136が内設されている。二つの大径吐出流路(135a、135b)の下端には大径吐出管(151a、151b)が先端部144の下端から突出するように挿設され、小径流路136の下端には小径吐出管152が先端部144の下端から突出するように挿設されている。ここで、吐出管(151a、151b、152)が先端部144の下端から突出する量は、例えば、各吐出管(151、152)の内径の1.5~3.5倍となるように設定する。図9では、各吐出管(151a、151b、152)の先端位置が揃うように(すなわち、同一水平面上に)配置された構成を例示しているが、これとは異なり、大径吐出管(151a、151b)と小径吐出管152の先端位置が揃わない構成としてもよい。例えば、図4を参酌しながら前述した、大滴402と小滴403とが塗布対象物401に着地するまでの時間差あるいは距離差を調整するために、大径吐出管(151a、151b)に対する小径吐出管152の突出量を短くしてもよいし、逆に長くしてもよい。

[0042] 各吐出管(151a、151b、152)の内径は、各吐出流路(135a、135b、136)の内径と同径として、バルブシート131の連通孔(133a、133b、134)から吐出口(138a、138b、139)まで段差がない同径の流路を構成することが好ましい。各吐出管(151a、151b、152)は、相互に平行となるように配置されており、吐出

動作中においては、各吐出管（１５１ a、１５１ b、１５２）の中心線が鉛直線と一致するように、ノズル部材１５０を配置する。

本実施形態では、大径吐出管１５１を二つ、小径吐出管１５２を一つとしたが、これらに限定されず、大径吐出管１５１（および大径吐出口１３８）が３以上、小径吐出管１５２（および小径吐出口１３９）が２以上としてもよい。例えば、上述の図６（a）で例示した変形例と同様、三つの大径吐出管１５１と、隣接する二つの大径吐出管１５１の間それぞれに設置された二つの小径吐出管１５２を備える構成とすることもできるし、上述の図６（b）で例示した変形例と同様、四つの大径吐出管１５１と、隣接する二つの大径吐出管１５１の間それぞれに設置された三つの小径吐出管１５２を備える構成とすることもできる。この場合、複数の大径吐出管１５１（および大径吐出口１３８）の直径は同径とし、かつ、複数の小径吐出管１５２（および小径吐出口１３９）の直径を同径とすることが好ましい。また、各吐出管（１５１、１５２）はノズル配置線１４０上に配置するが、本発明の効果をを得るためには、各吐出管（１５１、１５２）の僅かな配置のズレも許容されないという訳ではなく、複数の吐出管が実質的に直線上に配置された態様も本発明の技術的範囲には含まれる。

[0043] 以上のように構成されるノズル部材１５０を備える第２実施形態の吐出装置１０１を用いて塗布することによっても、第１実施形態と同様に、単位線状液膜４０４、様々な形状の特定面状液膜４０５、および、所望の形状の結合面状液膜４０７を形成することが可能である。

また、吐出流路（１３５、１３６）の下端に吐出管（１５１、１５２）を設け、それらの下端を先端部１４４よりも突出させ、かつ、互いに接触しないように構成することで、吐出の際に、滴の切れがよくなり、吐出管（１５１、１５２）の先端部への余分な液体材料の付着を防ぐことができる。また、滴の切れがよくなることで、滴の大きさ等に差が少ない、安定した連続吐出が可能となる。したがって、第２実施形態の吐出装置１０１によれば、表面に凹凸が少なく、薄く広い面状液膜を精度よく形成することが可能である。

。

[0044] 本発明においては、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂等の高粘度の液体材料で形成した結合面状液膜407の表面の凹凸を、膜厚の1/10以下とすることができる。

粘度が2500[mPa・s]の液体材料を用いて、従来技術による結果と本発明による結果との比較を行ったところ、従来技術では膜厚500[μm]に対し表面の凹凸が±100[μm]以上であったものが、本発明では膜厚500[μm]に対し表面の凹凸が±50[μm]以下とすることができた。本発明は、従来技術では許容できない凹凸が生じやすい粘度が1000~500000mPa・sの液体材料の塗布に好適であり、1500~500000mPa・sの液体材料により好適であり、2000~500000mPa・sの液体材料にさらに好適である。

符号の説明

[0045] 101：吐出装置、102：駆動部、103：吐出部、104：駆動部本体、105：吐出部本体、106：ピストン、107：内腔、108：ロッド、109：バネ室、110：空気室、111：バネ、112：ストローク調整ネジ、113：ストローク調整ネジの下端、114：ロッドの上端、115：切換弁、116：給気管、117：排気管、118：制御線、119：シール部材（ピストン）、120：液室、121：挿通孔、122：シール部材（液室）、123：供給流路、124：延設部、125：流路（延設部）、126：貯留容器、127：アダプタチューブ、128：制御装置、129：圧縮空気源、130：ノズル部材、131：バルブシート、132：ノズル固定具、133：大径連通孔、134：小径連通孔、135：大径吐出流路、136：小径吐出流路、137：ロッドの下端部、138：大径吐出口、139：小径吐出口、140：ノズル配置線、141：中心軸線、142：胴部、143：段部、144：先端部、145：先端部第1方向側面、146：先端部第2方向側面、150：ノズル部材、151：大径吐出管、152：小径吐出管

301 : 塗布装置、303 : XYZ駆動装置（相対駆動装置）、304 : X
駆動装置、305 : Y駆動装置、306 : Z駆動装置、307 : X移動方向
、308 : Y移動方向、309 : Z移動方向、310 : ワークテーブル、3
11 : 塗布対象物、312 : 筐体、313 : 制御装置、317 : カバー
401 : 塗布対象物、402 : 大滴、403 : 小滴、404 : 単位線状液膜
、405 : 特定面状液膜、406 : 吐出装置移動方向（塗布方向）、407
 : 結合面状液膜
701 : 塗布対象物、702 : 液滴、703 : 線状液膜、704 : 面状液膜