

明 細 書

発明の名称：

吐出状態検査方法、吐出状態検査装置および液滴検査システム

技術分野

[0001] 本発明は、吐出状態検査方法、吐出状態検査装置および液滴検査システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、薬液や液晶などの液材を滴下塗布する吐出装置（またはディスペンサ）が知られている。この種の吐出装置においては、液材が硬化・変性したり、液材の温度変化に伴う粘度が変化などにより、吐出量にばらつきが生じることがある。このため、電子天秤などの重量計で液材の吐出量を定期的に測定して吐出パラメータを調整して吐出量を補正することが行われている（例えば、特許文献1の段落〔0033〕参照）。

[0003] 一方、特許文献2では、重量計による測定工程を省略すべく、滴下する液晶を高速カメラで撮影した画像に基づきで液晶滴下量を液晶滴下器に連続的にフィードバックして液晶滴下量を調節する方法が提案されている。

しかしながら、高速カメラであっても、1個の液滴に対して数枚しか撮影できないため、液滴を正確に捉えることが難しいという課題がある（特許文献3の段落〔0004〕参照）。また、高速カメラは、速度が速くなるのに伴い画像データの容量も大きくなり、画像処理にかかる時間も増えるという課題がある。

[0004] そこで、特許文献3では、高速カメラに変えて、光信号を光電変換し、画素信号を出力する画素を有し、画素信号に基づき、光信号の時間的輝度変化をイベント信号として出力するイベントセンサを用いることが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-190012号公報

特許文献2：特開2006-195402号公報

特許文献3：特開2022-54057号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 吐出装置を長時間使用していると、ノズルに付着した液材などの影響により液滴の飛翔異常が生じる場合がある。飛翔異常が生じた状態で重量計による測定を行うと、重量計に液滴が着接しないため吐出量を正確に測定できない場合がある。具体的には、重量計に着接しない液滴の存在により1滴あたりの重量が不正確に算出され、補正を適切に行うことができない場合がある。

[0007] また、液滴の飛翔方向や飛翔速度に変化が生じるとワークへの着接位置のズレやサテライト（意図せぬ散弾）の原因となる。吐出量の計量と飛翔方向や飛翔速度の測定を別の測定機器で行う場合には、各機器で測定を行うごとに無駄になる液材が発生するという課題が存在する。

[0008] そこで、本発明は、液滴の吐出量の検査と飛翔状態の検査を同時に行うことができる吐出状態検査方法、吐出状態検査装置および液滴検査システム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

[0009] [1] 本発明の吐出状態検査方法は、吐出装置から重量計に向かって液滴を射出する射出工程と、前記吐出装置から射出された液滴のイベントデータをイベントセンサにより取得するイベントデータ取得工程と、前記重量計から前記射出工程で射出された液滴の重量値データを取得する計量工程と、前記イベントデータおよび前記重量値データに基づいて前記吐出装置の吐出量を検査する検査工程と、を含み、前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする。

[2] 上記[1]の吐出状態検査方法において、前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて飛翔異常がある液滴の数を算出し、算出した液

滴数に基づいて前記吐出装置の1滴あたりの吐出量を検査することを特徴としてもよい。

〔3〕上記〔2〕の吐出状態検査方法において、前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて飛翔速度が異常な液滴を検出して検査することを特徴としてもよい。

〔4〕上記〔2〕または〔3〕の吐出状態検査方法において、前記検査工程において、前記イベントデータから検出した液滴の飛翔方向に基づいて前記重量計に着接しない液滴の数を検出し、前記重量計に着接しない液滴の数を除いた液滴の数に基づいて前記吐出装置の吐出量を検査することを特徴としてもよい。

〔5〕上記〔2〕ないし〔4〕の吐出状態検査方法において、前記検査工程において、前記算出した液滴数に目標吐出量を乗じて基準重量を算出し、前記重量値データと前記基準重量とを比較して相違量が設定された閾値を超える場合は異常と判定することを特徴としてもよい。

〔6〕上記〔1〕ないし〔5〕のいずれかの吐出状態検査方法において、前記検査工程において、下記の各工程を実行することを特徴としてもよい。

（A）前記イベントデータに基づいて検出した液滴にラベルを付する工程、
（B）前記イベントデータに基づいて飛翔速度が異常な液滴を検出する工程、

、

（C）前記イベントデータから検出した液滴の飛翔方向に基づいて前記重量計に着接しない液滴の数を検出する工程、

（D）前記（B）および前記（C）で検出した液滴のうち前記ラベルが異なる液滴の数を算出する工程、および、

（E）前記射出工程で射出された液滴の数に占める、前記（D）で算出した液滴の数の割合が一定数以上である場合に、飛翔異常があると判定する工程

〔7〕上記〔6〕の吐出状態検査方法において、さらに、前記射出工程で射出された液滴の数から、前記（D）で算出した液滴の数を除いた液滴の数に基づいて前記吐出装置の1滴あたりの吐出量を検査する工程を備えることを

特徴としてもよい。

〔８〕上記〔１〕ないし〔７〕のいずれかの吐出状態検査方法において、前記射出工程において、前記吐出装置から吐出される一の液滴は、前記重量計の測定分解能に満たない重量であり、少なくとも前記重量計の測定分解能を超えるまで前記吐出装置から前記液滴の吐出が繰り返されることを特徴としてもよい。

〔９〕上記〔１〕ないし〔８〕のいずれかの吐出状態検査方法において、前記射出工程において、少なくとも前記測定分解能の１０倍を超えるまで前記吐出装置から前記液滴の吐出が繰り返されることを特徴としてもよい。

〔００１０〕〔１０〕本発明の吐出状態検査装置は、液滴を吐出する吐出装置の吐出量を検査する吐出状態検査プログラムが格納された記憶装置と、前記吐出状態検査プログラムを実行する処理装置と、備える吐出状態検査装置であって、前記吐出状態検査プログラムは、重量計と対向して配置された前記吐出装置から射出された液滴のイベントデータをイベントセンサから取得する手段と、前記吐出装置から射出された前記液滴の重量値データを前記重量計から取得する手段と、前記重量値データおよび前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の吐出量を検査する液滴検査手段と、を含み、前記液滴検査手段が、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする。

〔１１〕本発明の吐出状態検査システムは、液体材料を滴状に吐出する吐出口を有する吐出装置と、前記吐出装置から吐出された液体材料の重量を測定して重量値データを出力する重量計と、前記吐出口と前記重量計との間の受光範囲から受光した光量の変化量に応じてイベントデータを出力するイベントセンサと、前記重量計が出力した重量値データに基づき前記吐出装置の吐出量を検査する吐出状態検査装置と、を備え、前記吐出状態検査装置が、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする。

〔１２〕上記〔１１〕の吐出状態検査システムにおいて、前記イベントセン

サが、第1のイベントセンサと、第2のイベントセンサと、を備えて構成され、前記第1のイベントセンサは、前記吐出装置と前記重量計に向かうZ方向に直交するX方向に配置されており、前記第1のイベントセンサは、前記吐出装置と前記重量計に向かうZ方向に直交する方向であって、X方向と直交するY方向に配置されていることを特徴としてもよい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、液滴の吐出量の検査と飛翔状態の検査を同時に行うことができるので、吐出状態の検査のために廃棄する液体材料を削減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態の液滴検査システムを説明する図である。
[図2]実施形態のEVSカメラの検出範囲を説明する図である。
[図3]実施例に係る塗布装置を説明する図である。
[図4]実施例に係る吐出状態検査装置の要部断面側面図である。
[図5]変形例に係る吐出状態検査装置の要部断面側面図である。
[図6]実施例に係る検査工程を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明を実施するための形態例を説明する。

図1に示すように、実施形態の液滴検査システム1は、吐出装置10と、EVSカメラ20と、重量計30、吐出状態検査装置40と、を備えている。

[0014] 吐出装置10は、吐出口から液体材料を滴状に飛翔吐出する。吐出装置10としては、圧縮気体の作用により吐出を行うエア式、液室内を往復動するロッドの作用により吐出を行うジェット式、計量部内を摺動するプランジャの作用により吐出を行うプランジャ式などを用いることができる。

[0015] EVSカメラ20は、光信号を光電変換し、光信号の時間的輝度変化をイベント信号（イベントデータ）として出力するイベントセンサを備えるイベントベースカメラである。イベントセンサは、イベント発生タイミングにお

いてのみイベントデータを出力する非同期型のセンサであり、EVS (event-based vision sensor) と呼ばれる場合もある。CCDカメラに代表される同期型のイメージセンサを備えるカメラは、垂直同期信号の周期で1フレーム(画面)の画像データであるフレームデータを出力するのに対し、イベントセンサ(またはEVS)は、各画素の輝度変化を検出し、変化したデータのみを座標および時間情報と組み合わせて出力するため、高速かつ低遅延なデータ出力が可能であり、データ量も小さいため高速画像処理が可能である。

[0016] 実施形態のEVSカメラ20は、吐出装置10から噴射された液滴Dの時間的輝度変化のイベントデータを記憶する記憶装置(図示せず)を備えており、記憶したイベントデータを吐出状態検査装置40に出力する。EVSカメラ20は、イベントが発生した画素の位置を表す座標 x_i および y_i 、並びに、イベントとしての輝度変化 m_i を、イベントが発生した時刻 t_i と紐付けたイベントデータを出力する。EVSカメラ20はクロックを内蔵しており、クロックのカウント値がイベントの時刻 t_i として記録される。

[0017] 実施形態のEVSカメラ20は、吐出装置10と重量計30に向かうZ方向に直交する方向(X方向またはY方向)に配置されている。実施形態のEVSカメラ20は、液滴Dを照明するための環状に配置された複数の光源を有する照明装置21を備えている。EVSカメラ20は、計量位置にある吐出装置10と重量計30との間に配置されている。EVSカメラ20の画角内を液滴Dが通過すると、液滴Dの移動に伴う輝度変化をイベントとして検出し、記憶装置に記憶する。EVSカメラ20は、液滴Dを直交する2方向から撮影する2台のイベントベースカメラにより構成してもよい(後述の図5参照)。

[0018] 重量計30は、吐出装置10から噴射された液滴Dの重量を測定し、その重量値データを吐出状態検査装置40に出力する装置であり、例えば、電子天秤である。重量計30は、吐出装置10からの液滴Dを溜める計量皿31を備えている。

- [0019] 吐出状態検査装置40は、処理装置41と、吐出状態検査プログラムPを記憶する記憶装置42と、通信装置43とを備えたコンピュータやプログラマブルロジックコントローラ（PLC）などであり、吐出状態検査プログラムPを実行することで吐出装置10の吐出状態を検査する。吐出状態検査装置40は、図示しない入力装置および出力装置と電氣的に接続されている。入力装置としては、例えばキーボードやマウスを用いることができ、出力装置としては例えばディスプレイを用いることができる。また、吐出状態検査装置40は、通信装置43を介して外部の情報端末と通信可能に構成されている。
- [0020] 吐出状態検査プログラムPは、重量計30と対向して配置された吐出装置10から射出された液滴DのイベントデータをEVSカメラ20から取得するイベント取得手段と、吐出装置10に計量用の液滴Dを所定回数吐出させる計量吐出指令手段と、吐出装置10から射出された液滴Dの重量値データを重量計30から取得する重量取得手段と、イベントデータに基づいて噴射された液滴を検査する液滴検査手段と、を備えている。
- [0021] 処理装置41がイベント取得手段を実行すると、EVSカメラ20によるイベントデータの記録が開始される。処理装置41が計量吐出指令手段を実行すると、吐出装置10に規定回数の液滴Dを射出させる吐出指令を送信する。吐出指令は、規定回数と同じ回数の指令を送信する構成としてもよいし、一回の吐出指令の送信により規定回数の吐出を実行させる構成としてもよい。この際、重量計30の測定分解能の10倍～1000倍に至る量となるまで液滴Dの吐出を繰り返すことが好ましい。
- [0022] 液滴検査手段は、イベントデータに基づいて液滴の数、液滴の飛翔速度および飛翔方向を算出することができ、予め記憶装置42に記憶している適正な液滴 D_m のイベントデータと対比することで、吐出装置10の吐出状態を検査する。また、液滴検査手段は、同一の液滴について測定した重量値データおよびイベントデータに基づいて吐出装置10から射出された1滴あたりの平均吐出量または適正な液滴 D_m の吐出量に上述の規定回数に乗じた基準重量

を算出する。液滴検査手段は、吐出装置 10 の吐出状態に異常があると判定した際には、図示しない出力装置または図示しない外部の情報端末に異常の内容を記載したメッセージを表示させる。ここで、液滴検査手段は、判定した異常の内容に基づき吐出装置 10 の吐出量および／または液滴の飛翔状態の異常を是正するための制御情報を自動生成して、吐出装置 10 へ出力するように構成してもよい。

[0023] 図 2 は、EVS カメラ 20 の検出範囲 22 を説明する図である。吐出装置 10 の吐出状態を検査する際には、吐出装置 10 を重量計 30 の鉛直上方に所定の距離だけ離間して配置し、吐出装置 10 と重量計 30 との間に EVS カメラ 20 を設置する。図 2 に示すように、EVS カメラ 20 は、計量位置にある吐出装置 10 のノズル 11 の吐出口から重量計 30 の計量皿 31 を結ぶ直線の間位置よりも上方に検出範囲 22 が位置するように配置することが好ましい。飛翔異常が生じた液滴 D は、飛翔距離が長くなると共に吐出口中心を通る鉛直線から離れるため、検出範囲 22 を下方に設定するとイベントデータを取得できないおそれがあるからである。

[0024] 吐出状態検査プログラム P の液滴検査手段は、検出範囲 22 を通過する液滴 D の飛翔方向から液滴 D の着接位置を推定する。図 2 においては、検出範囲 22 における液滴 D1～D4 のイベントデータから、液滴 D1～D4 の着接位置を推定することで、D1 および D2 は計量皿 31 の範囲内、D3 および D4 は計量皿 31 の範囲外と判定する。液滴 D が計量皿 31 の範囲外に着接すると判定した場合は、計量用に吐出した液滴の数（指令値）から範囲外に着接する液滴の数を減算する。

[0025] また、吐出状態検査装置 40 は、EVS カメラ 20 から出力されたイベントデータに基づいてイベント画像を生成し、イベント画像から追跡対象とする液滴を検出する。吐出状態検査装置 40 は、検出した液滴に、D1、D2、D3・・・のようにラベルを付するラベリング処理を実行する。検出した液滴にラベリングを付することにより、飛翔速度および飛翔方向の両方に異常が認められた場合も、同一のラベルが付された複数の異常がある液滴を重

複カウントしないことで、液滴数のカウント処理を適切に行うことができる。

[0026] また、吐出状態検査装置40は、作業者が液滴をモニタリングするための表示用液滴画像を生成し、ディスプレイなどの出力装置（図示せず）に表示する機能を有している。表示用液滴画像は、例えば、ポジティブイベントに基づくポジティブ画像と、ネガティブイベントに基づくネガティブ画像とに基づいて公知の方法により生成される（特許文献3参照）。イベントデータは、垂直同期信号に同期して、フレーム周期で出力されるフレーム形式の画像データ（フレームデータ）と異なり、イベントの発生ごとに出力されるため、表示用液滴画像を生成するためにはフレームデータに変換する必要がある。

[0027] 以下では、本発明の詳細を実施例により説明するが、本発明の技術思想は何ら実施例に限定されるものではない。

[0028] <実施例>

（塗布装置101）

図3に示すように、実施例の塗布装置101は、液体材料を吐出する吐出装置110と、吐出装置110とワークWが載置されるワークテーブル140とを相対移動させる相対駆動装置130と、搬送装置120と、捨打ちテーブル150と、塗布制御装置160と、液滴検査装置201と、から主に構成される。なお、図3では、説明の便宜上、カバー180を点線で描画し、一部を図示省略している。

[0029] 吐出装置110は、液室の底面（弁座）に吐出用部材（弁体）を急速に近接させ、または衝突させることにより液体材料に慣性力を与えて吐出口より飛翔吐出させるジェット式の吐出装置である。吐出装置110は、液体材料を吐出するためのノズル111を備え、塗布制御装置160により動作を制御される。ノズル111から吐出された液体材料は、ワークWに滴状に塗布される。

[0030] 相対駆動装置130は、吐出装置110とワークテーブル140とをX方

向へ相対的に移動させるX駆動装置131、吐出装置110とワークテーブル140とをY方向に相対的に移動させるY駆動装置132、および、吐出装置110とワークテーブル140とをZ方向へ相対的に移動させるZ駆動装置133から構成される。

[0031] 実施例では、Y駆動装置132が架台170の上面にY方向へ延びるように設けられ、X駆動装置131がY駆動装置132上にX方向に延びるように設けられる。X駆動装置131上には、Z駆動装置133が設けられ、Z駆動装置133上に吐出装置110が設けられる。ワークテーブル140は、架台170の上面にY駆動装置132と平行になるよう、かつX駆動装置131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110とワークテーブル140上のワークWとは、X方向、Y方向、Z方向に相対的に移動可能となる。相対駆動装置130は、塗布制御装置160により制御されて吐出装置110のノズル111の先端をワークW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。相対駆動装置130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。

[0032] 搬送装置120は、レール121と、伝動要素（図示せず）と、搬送駆動装置122とから構成される。レール121は、Y方向に平行に延びる二つの部材からなる。レール121は、二つの部材間の距離が、ワークWの一边の距離と同じになるよう設置される。レール121には、ワークWをレール121の延伸方向に沿って搬送するための作用をする伝動要素が設けられる。伝動要素としては、ベルトやチェーンなどを用いることができる。伝動要素は、搬送駆動装置122により駆動される。搬送駆動装置122としては、サーボモータやステッピングモータなどの電動モータを用いることができる。搬送駆動装置122により駆動された伝動要素の作用によって、ワークWは、レール121に沿って搬送方向123に運ばれる。搬送装置120は、塗布制御装置160に接続されて、搬送の速度や搬送の開始および停止な

どを制御される。

- [0033] ワークテーブル 140 は、直方体状の部材からなり、昇降装置（図示せず）により昇降動が可能である。ワークテーブル 140 は、搬送装置 120 のレール 121 間に挟まれるよう設置される。ワークテーブル 140 の X 方向の幅は、搬送装置 120 のレール 121 に接触しないよう、搬送装置 120 のレール 121 間の距離より僅かに小さくなっている。ワーク W を搬送するとき、ワークテーブル 140 は、ワーク W と接触しない位置まで下降する。ワーク W に塗布作業を行うとき、ワークテーブル 140 は、レール 121 に設けられる押さえ板（図示せず）との間にワーク W を挟んで固定するよう上昇する。ワーク W をより確実に固定するため、たとえば、ワークテーブル 140 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ワーク W を固定する吸着固定機構を設けてもよい。
- [0034] 捨て打ちテーブル 150 は、架台 170 上面のワークテーブル 140 近傍で、相對駆動装置 130 が移動できる範囲内に設置される。捨て打ちテーブル 150 は、液体材料を塗布することができる捨て打ち領域を表面に備える。塗布作業を開始する前に捨て打ち領域に液体材料を塗布し、ノズル先端の乾いた液材を除去するために使用される。また、捨て打ち領域にワーク W と同じ条件の塗布を行い、ワーク W へと塗布する液体材料が、所望の形状や寸法になるように調整を行うこともできる。これに代えて、捨て打ち用の板状体を別途用意し、前述した吸着固定機構により捨て打ち用の板状体を固定することで、捨て打ちテーブルを構成してもよい。
- [0035] 塗布制御装置 160 は、処理装置と、塗布プログラムおよび上述の吐出状態検査プログラム P を記憶する記憶装置と、通信装置とを備えた情報処理装置（コンピュータ）である。塗布制御装置 160 は、塗布プログラムを実行することで吐出装置 110、搬送装置 120 および相對駆動装置 130 の動作を制御する。また、塗布制御装置 160 は、吐出状態検査プログラム P を実行することで吐出装置 110 の吐出状態を検査する上述の吐出状態検査装置として機能する。塗布制御装置 160 は、図示しない入力装置および出力

装置と電氣的に接続されている。実施例では、入力装置および出力装置を、一つのタッチパネル（図示せず）により構成している。なお、塗布制御装置 160 は、物理的に異なる複数の制御装置により構成してもよく、例えば、塗布プログラムを記憶する記憶装置、処理装置および通信装置を備える第 1 の制御装置と、吐出状態検査プログラム P を記憶する記憶装置、処理装置および通信装置を備える第 2 の制御装置と、から構成してもよい。

[0036] 実施例の塗布装置 101 には、図示しない撮像装置および測長装置を設けることができる。撮像装置は、例えば、CCD カメラにより構成され、ワーク W 上の部品や識別用マーク、塗布された液体材料の画像を撮像するために用いられる。測長装置は、例えば、レーザー変位計により構成され、ワーク W 表面や、ワーク W 上の部品の表面あるいはワーク W 上に塗布された液体材料の表面までの距離を測定するために用いられる。

[0037] 撮像装置および測長装置は、吐出装置 110 と共に Z 駆動装置 133 上に設けられ、ワークテーブル 140 上のワーク W に対して相対的に移動できる。ここで、撮像装置と測長装置は、取付板により一体的に設けられてもよい。撮像装置および測定装置は、塗布制御装置 160 に接続され、動作を制御したり、測定結果の記憶や処理を行ったりすることができる。撮像装置で撮像した画像データおよび測長装置で測定した距離データは、塗布した液体材料の状態の確認やワーク W に対する吐出装置 110 のノズルの位置決めなどに用いられる。

[0038] 実施例の塗布装置 101 は、図示しない教示用端末機を接続し、相対駆動装置 130 の位置や吐出装置 110 の動作などを塗布制御装置 160 に教示することができる。塗布制御装置 160 は、関連する複数の教示内容を順番に並べて、一つのまとまりとしてなる塗布プログラムを記憶し、再生することができる。言い換えると、塗布制御装置 160 は、教示内容に従って、吐出装置 110 や相対駆動装置 130 を動作させることができる。教示用端末機として、例えば、簡易な表示装置と複数のスイッチを備えた専用の端末機や、専用のソフトウェアがインストールされたパーソナルコンピュータを用

いることができる。教示用端末機からは、塗布制御装置１６０に記憶された塗布プログラムに基づく塗布装置１０１の動作の開始や停止を行うことができる。教示用端末機の代わりに、上述の塗布制御装置１６０とタッチパネルを用いて教示を行うこともできる。

[0039] 吐出装置１１０、ワークテーブル１４０、相對駆動装置１３０などが設けられる架台１７０の上部は、カバー１８０で覆われている。カバー１８０を設けることにより、塗布装置１０１内への塵埃の進入を防止し、作業者と相對駆動装置１３０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。カバー１８０には、作業者が塗布装置１０１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１８０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１８０の外側面に設けてよい。さらに、ワークＷをカバー１８０内へ搬入および搬出するための開口部をカバー１８０に設けてよい。

[0040] (液滴検査装置２０１)

液滴検査装置２０１は、筐体２１０と、ＥＶＳカメラ２２０と、重量計２３０と、を備えている。

ＥＶＳカメラ２２０は、光信号を光電変換し、画素信号を出力する画素を有し、画素信号に基づき、光信号の時間的輝度変化をイベントデータとして塗布制御装置１６０に出力するイベントセンサ（図示せず）と、イベントデータを記憶する記憶装置（図示せず）と、環状の照明装置２２１と、を備えている。重量計２３０は計量皿２３１を有する電子天秤であり、計測した重量値データを塗布制御装置１６０に出力する。

[0041] 図４は、液滴検査装置２０１の要部断面側面図である。

直方体状の筐体２１０は、上板２１１と、４枚の側板２１２と、底板２１３とにより囲繞された空間を有している。上板２１１の底面には環状の照明装置２２１およびレンズ２２２を備えるＥＶＳカメラ２２０が取り付けられており、底板２１３上には重量計２３０が載置されている。上板２１１には、計量皿２３１の真上に円形の貫通孔２１４が設けられている。貫通孔２１

4は、吐出装置110が進入可能な大きさであるが、少なくとも、吐出装置110の先端に設けられたノズルが進入可能な大きさであればよい。

[0042] 吐出状態の確認を行う検査工程を実施する際には、相對駆動装置130を駆動して、吐出装置110を重量計230の計量皿231の鉛直上方に移動する。その後に、Z駆動装置133を作動させて吐出装置110を下降移動させ、液滴検査装置201の貫通孔204から吐出装置110をその内部に進入させる。

[0043] E V Sカメラ220が吐出装置110を検出することにより、E V Sカメラ220の検出イベントから算出した座標（検査用座標）と、当該座標に対応する相對駆動装置130の座標（塗布用座標）の關係を得ることができる。E V Sカメラ220が吐出装置110の先端位置を検出した後、吐出装置110を上方移動させ、ノズル111の先端がE V Sカメラ220の上端の検出限界位置に達したときの相對駆動装置130の座標を基準座標（計量位置）として記憶装置に記憶する。ただし、検査工程は、吐出装置110を基準座標または基準座標から下降させた位置で行うこともできるし、基準座標から上昇させた位置でも行うことができる（すなわち、計量皿231の鉛直上方の任意の位置を計量位置とすることができる。）。いずれの場合であっても、E V Sカメラ220の座標（検査用座標）と相對駆動装置130の座標（塗布用座標）との対応關係が取れているので、E V Sカメラ220で検出された液滴の射出方向から、計量皿231に液滴が着接されるか否か判別することが可能となる。

[0044] 図5は、変形例に係る液滴検査装置201Aの要部断面側面図である。

液滴検査装置201Aは、第1の方向（X方向）を撮影する第1のE V Sカメラ220Aと、第1の方向と直交する第2の方向（Y方向）を撮影する第2のE V Sカメラ220Bと、を備えている。第1のE V Sカメラ220Aは、環状の照明装置221Aおよびレンズ222Aを備えている。同様に、第2のE V Sカメラ220Bも、環状の照明装置221Bおよびレンズ222Bを備えている。第1のE V Sカメラ220AによりX方向およびZ方

向の撮像範囲（XZ面）を通過する液滴Dのイベントデータを取得し、第2のEVSカメラ220BによりY方向およびZ方向の撮像範囲（YZ面）を通過する液滴Dのイベントデータを取得することで、X方向およびY方向における飛翔方向のずれを検出することが可能である。また、1台のEVSカメラの場合、検出データにおける奥行き方向の偏差（すなわち、手前は大きく、奥側は小さく検出されること）を補正する必要があるが、2台のEVSカメラ220A、220Bを用いる変形例においてはより正確に液滴の飛翔状態を検出することが可能である。

[0045] （検査工程）

検査工程は、予め定められた補正周期または任意のタイミングにおけるユーザー指令により実施される。検査周期としては、例えば、ユーザーが入力した時間情報、ワークWの処理数などを設定する。

[0046] 図6のフローチャートを用いて検査工程を説明する。

検査工程が開始されると、塗布制御装置160は、相對駆動装置130を駆動して吐出装置110を重量計230の上方の計量位置に移動させる（S101）。続いて、塗布制御装置160は、上述のイベント取得手段を実行してEVSカメラ220によるセンシングを開始する（S102）。これにより、吐出装置110から吐出された液滴Dの移動に伴う輝度変化のイベントデータをEVSカメラ220の記憶装置に記憶することが可能となる。

[0047] 塗布制御装置160は、計量吐出指令手段を実行して、吐出装置110から重量計230の計量皿231に向かって計量用の液体材料を滴状に連続吐出する射出工程を実行する（S103）。この射出工程において、吐出装置110から吐出される一の液滴は、重量計230の測定分解能に満たない重量であるため、重量計230の測定分解能の少なくとも10倍を超えるまで吐出装置110から液滴Dの吐出が繰り返される。

[0048] 射出工程の終了後、塗布制御装置160は、EVSカメラ220から一連のイベントデータを取得し、重量計230から重量値データを取得し、記憶装置に記憶する（S104）。ここで、イベントデータについては、射出工

程の最中にEVSカメラ220から塗布制御装置160に逐次送信するように構成してもよい。

塗布制御装置160は、液滴検査手段を実行して、イベントデータに基づいてイベント画像を生成し、イベント画像から追跡対象とする液滴を検出してラベルを付する(S105)。

[0049] 塗布制御装置160は、液滴検査手段を実行して、イベントデータに基づいて少なくとも飛翔状態に異常のある液滴の数をカウントし、吐出装置110の吐出状態を検査する(S106)。異常のある液滴の数を検出するにあたっては、各液滴Dの速度についてもイベントデータに基づいて算出し、速度が異常なものは速度異常と判定する。塗布制御装置160は、予め適正な吐出条件で同じ吐出量の液滴 D_m を吐出した際のイベントデータおよび液滴 D_m の速度を記憶装置に記憶している。液滴 D_m の速度(基準速度)と測定した各液滴Dの速度を比較し、相違量が閾値以下(例えば、基準速度 $\pm 5\%$)の場合は正常と判定し、閾値を超える場合は異常と判定し、判定結果を記憶装置に記憶する。ここで、異常と判定された液滴の数を、射出工程において吐出した液滴の数から減算した液滴の数を用いて、後述の液滴重量検査(S108)を行ってもよい。

[0050] 塗布制御装置160は、液滴検査手段を実行して、イベントデータに基づいて各液滴Dの飛翔方向を検出し、検査する(S107)。具体的には、複数の時点における液滴Dの座標データから液滴Dの飛翔方向を算出し、算出した飛翔方向の延長線上に計量皿231が存在する場合には正常と判定し、飛翔方向の延長線上に計量皿231が存在しない場合には異常と判定し、判定結果を記憶装置に記憶する。これとは異なり、鉛直方向と算出した飛翔方向の相違量が閾値以下(例えば、 $\pm 5\%$)の場合は正常と判定し、閾値を超える場合は異常と判定し、判定結果を記憶装置に記憶するように構成してもよい。

[0051] 塗布制御装置160は、液滴検査手段を実行して、重量値データに基づいて液滴Dの重量を検査する(S108)。塗布制御装置160は、S106

で検出した液滴の総数から、S 1 0 7 で算出した計量皿 2 3 1 に着接しない液滴の数を減算した数を用いて、1 滴あたりの吐出量を算出する。ここで、計量吐出指令手段で規定された吐出回数から、S 1 0 6 で速度異常と判定された液滴および S 1 0 7 で計量皿 2 3 1 に着接しないと判定された液滴の数を減算した数で吐出量を除算することで、1 滴あたりの吐出量を算出してもよい。この際、S 1 0 6 と S 1 0 7 で同じラベルが付された液滴が異常と判定された場合には、重複カウントが生じないようにする。

[0052] 算出した 1 滴あたりの吐出量と、計量吐出指令手段の実行により吐出されるべき 1 回あたりの目標吐出量（あるべき 1 回吐出量）とを比較し、相違量が閾値以下（例えば、 $\pm 5\%$ ）の場合は正常と判定し、閾値を超える場合は異常と判定し、判定結果を記憶装置に記憶する。これとは異なり、あるべき 1 回吐出量（目標吐出量）と計量皿 2 3 1 に着接した液滴の数を乗算した数を基準重量とし、重量値データと基準重量とを比較して相違量が閾値以下（例えば、 $\pm 5\%$ ）の場合は正常と判定し、閾値を超える場合は異常と判定してもよい。

[0053] S 1 0 6 の液滴数検査、S 1 0 7 の飛翔方向検査、および S 1 0 8 の液滴重量検査のいずれにおいても異常が検出されなかった場合は、異常が検出されなかったことを知らせるメッセージを出力装置（図示せず）に表示し、終了時刻と共に正常終了したことを記憶装置に記憶する（S 1 0 9, 1 1 0）。S 1 0 6 の液滴数検査、S 1 0 7 の飛翔方向検査、および S 1 0 8 の液滴重量検査のいずれかにおいて異常が検出された場合は、異常内容を知らせるメッセージを出力装置（図示せず）に表示し、終了時刻と共に異常終了したことを記憶装置に記憶する（S 1 0 9, 1 1 1）。S 1 0 9 においては、S 1 0 6 の液滴数検査、S 1 0 7 の飛翔方向検査、および S 1 0 8 の液滴重量検査のそれぞれにおいて異常液滴数の基準数を設け、当該基準数を超える場合にのみ異常があったと判定するのでもよい。例えば、射出工程に出される吐出指令で定められた総吐出数に一定の割合をかけた基準数（例えば、2 % または 3 %）以下であるかにより、液滴数の異常の有無を判定するように

してもよい。

[0054] 以上に説明した実施例の塗布装置 101 によれば、重量計 230 に向かって吐出される複数の液滴 D を E V S カメラ 220 で検出することで液滴の飛翔状態を確認すると同時に、飛翔状態の確認に利用された液滴を重量計 230 で計量して吐出量の補正に利用できる。そのため、吐出量の補正のために射出した液材を無駄にすることがなく、また、吐出量調整のための時間および飛翔状態の確認に要する時間を短縮することができるので、生産性向上に寄与することができる。

また、E V S カメラ 220 で取得したイベントデータは、フレームデータと比べると

扱うデータ量が小さいため、液滴 D の画像処理を高速に行うことができる。すなわち、毎秒数十ないし数百ショット以上の液滴を吐出するジェット式吐出装置のような吐出装置においても、E V S カメラ 220 によって液滴を追跡することできるため、計量皿 231 に着接しない液滴を除いて 1 回あたりの吐出量を正確に算出することが可能である。

[0055] 以上、本発明の好ましい実施形態例について説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態例の記載に限定されるものではない。本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で様々な変更、改良を加えることが可能であり、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

[0056] 例えば、液滴数検査 (S106) において射出工程で射出された液滴の総数をカウントすることなく、飛翔速度異常と判定された液滴の数のみをカウントして、射出工程で射出指令が出されたショット数に一定の割合をかけた基準数 (例えば、2% または 3%) 以下であるかにより、異常の有無を判定するようにしてもよい。具体的には、射出工程で射出指令が出されたショット数が 1000 ショットである場合に、飛翔速度異常と判定された液滴が 20 滴 (基準数 2%) または 30 滴 (基準数 3%) を超えた場合にのみ、異常があると判定するように構成することが開示される。

別の変形例としては、例えば、単位時間あたりに射出されるべき液滴の数

（目標液滴数）を設定し、液滴検査手段によりカウントした液滴の総数と目標液滴数との差が、目標液滴数に一定の割合（例えば、２％または３％）をかけた値以下であるかにより、異常の有無を判定する工程を付加してもよい。

符号の説明

- [0057] １ 液滴検査システム
- １０ 吐出装置
 - １１ ノズル
 - ２０ ＥＶＳカメラ
 - ２１ 照明装置
 - ３０ 重量計
 - ３１ 計量皿
 - ４０ 吐出状態検査装置
 - １０１ 塗布装置
 - １１０ 吐出装置
 - １１１ ノズル
 - ２０１ 液滴検査装置
 - ２２０ ＥＶＳカメラ
 - ２２１ 照明装置
 - ２３０ 重量計
 - ２３１ 計量皿
 - Ｄ 液滴
 - Ｗ ワーク

請求の範囲

- [請求項1] 吐出装置から重量計に向かって液滴を射出する射出工程と、
前記吐出装置から射出された液滴のイベントデータをイベントセンサにより取得するイベントデータ取得工程と、
前記重量計から前記射出工程で射出された液滴の重量値データを取得する計量工程と、
前記イベントデータおよび前記重量値データに基づいて前記吐出装置の吐出量を検査する検査工程と、を含み、
前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする吐出状態検査方法。
- [請求項2] 前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて飛翔異常がある液滴の数を算出し、算出した液滴数に基づいて前記吐出装置の1滴あたりの吐出量を検査することを特徴とする請求項1に記載の吐出状態検査方法。
- [請求項3] 前記検査工程において、前記イベントデータに基づいて飛翔速度が異常な液滴を検出して検査することを特徴とする請求項2に記載の吐出状態検査方法。
- [請求項4] 前記検査工程において、前記イベントデータから検出した液滴の飛翔方向に基づいて前記重量計に着接しない液滴の数を検出し、前記重量計に着接しない液滴の数を除いた液滴の数に基づいて前記吐出装置の吐出量を検査することを特徴とする請求項2に記載の吐出状態検査方法。
- [請求項5] 前記検査工程において、前記算出した液滴数に目標吐出量を乗じて基準重量を算出し、前記重量値データと前記基準重量とを比較して相違量が設定された閾値を超える場合は異常と判定することを特徴とする請求項2に記載の吐出状態検査方法。
- [請求項6] 前記検査工程において、下記の各工程を実行することを特徴とする請求項1に記載の吐出状態検査方法。

(A) 前記イベントデータに基づいて検出した液滴にラベルを付する工程、

(B) 前記イベントデータに基づいて飛翔速度が異常な液滴を検出する工程、

(C) 前記イベントデータから検出した液滴の飛翔方向に基づいて前記重量計に着接しない液滴の数を検出する工程、

(D) 前記 (B) および前記 (C) で検出した液滴のうち前記ラベルが異なる液滴の数を算出する工程、および、

(E) 前記射出工程で射出された液滴の数に占める、前記 (D) で算出した液滴の数の割合が一定数以上である場合に、飛翔異常があると判定する工程

[請求項7] さらに、前記射出工程で射出された液滴の数から、前記 (D) で算出した液滴の数を除いた液滴の数に基づいて前記吐出装置の 1 滴あたりの吐出量を検査する工程を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の吐出状態検査方法。

[請求項8] 前記射出工程において、前記吐出装置から吐出される一の液滴は、前記重量計の測定分解能に満たない重量であり、少なくとも前記重量計の測定分解能を超えるまで前記吐出装置から前記液滴の吐出が繰り返されることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の吐出状態検査方法。

[請求項9] 前記射出工程において、少なくとも前記測定分解能の 10 倍を超えるまで前記吐出装置から前記液滴の吐出が繰り返されることを特徴とする請求項 8 に記載の吐出状態検査方法。

[請求項10] 液滴を吐出する吐出装置の吐出量を検査する吐出状態検査プログラムが格納された記憶装置と、前記吐出状態検査プログラムを実行する処理装置と、備える吐出状態検査装置であって、

前記吐出状態検査プログラムは、

重量計と対向して配置された前記吐出装置から射出された液滴のイ

ベントデータをイベントセンサから取得する手段と、

前記吐出装置から射出された前記液滴の重量値データを前記重量計から取得する手段と、

前記重量値データおよび前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の吐出量を検査する液滴検査手段と、を含み、

前記液滴検査手段が、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする吐出状態検査装置。

[請求項11]

液体材料を滴状に吐出する吐出口を有する吐出装置と、

前記吐出装置から吐出された液体材料の重量を測定して重量値データを出力する重量計と、

前記吐出口と前記重量計との間の受光範囲から受光した光量の変化量に応じてイベントデータを出力するイベントセンサと、

前記重量計が出力した重量値データに基づき前記吐出装置の吐出量を検査する吐出状態検査装置と、を備え、

前記吐出状態検査装置が、前記イベントデータに基づいて前記吐出装置の飛翔異常を検査することを特徴とする液滴検査システム。

[請求項12]

前記イベントセンサが、第1のイベントセンサと、第2のイベントセンサと、を備えて構成され、

前記第1のイベントセンサは、前記吐出装置と前記重量計に向かうZ方向に直交するX方向に配置されており、

前記第1のイベントセンサは、前記吐出装置と前記重量計に向かうZ方向に直交する方向であって、X方向と直交するY方向に配置されていることを特徴とする請求項11に記載の液滴検査システム。