

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-75813

(P2010-75813A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B05D 1/26 (2006.01)</b>	B05D 1/26	4D075
<b>B05D 3/00 (2006.01)</b>	B05D 3/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-245506 (P2008-245506)	(71) 出願人	303000408
(22) 出願日	平成20年9月25日 (2008.9.25)		コニカミノルタオプト株式会社
			東京都八王子市石川町2970番地
		(72) 発明者	満田 康晴
			東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
			タテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	赤木 清
			東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
			タテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	吉田 哲也
			東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
			タテクノロジーセンター株式会社内
		Fターム(参考)	4D075 AC06 AC72 AC94 CA48 DA04
			DB48 DC21 DC24 EA07

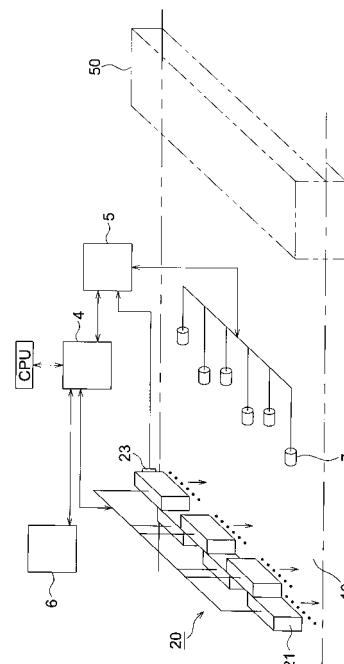
(54) 【発明の名称】 塗布方法

(57) 【要約】

【課題】連続搬送する長尺の基材への塗布において、塗布中に不吐出のノズルが生じることによるスジの発生や塗布液温度上昇による吐出液滴量変化が生じて、塗布を停止することなく、塗膜の膜厚を均一に塗布することを可能とする塗布方法を提供する。

【解決手段】前記塗布方法は、前記基材の搬送方向に対して直交する幅手方向に配列され固定された前記インクジェットヘッドに設けられた、また駆動電圧が一括して変更可能な隣接する所定数のノズル毎に分割されるとともに、個々に液滴の吐出と不吐出の切り替えが可能とされる前記ノズルから吐出される、前記液滴の吐出量を検出する検出ステップと、前記吐出量の検出結果に基づき、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧を制御し、前記インクジェットヘッドから前記基材に前記塗布液の液滴を吐出して塗膜を形成する形成ステップと、を有する。

【選択図】図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

連続搬送する長尺の基材に、前記基材の搬送方向に対して直交する幅手方向に配列された複数のノズルを備え、且つ前記ノズルは、駆動電圧が一括して変更可能な隣接する所定数のノズル毎に分割されるとともに、個々に液滴の吐出と不吐出の切り替えが可能である、前記基材の搬送方向に対して直交する幅手方向に配列され固定されたインクジェットヘッドを用いて塗布液の液滴を吐出し均一な膜厚の塗膜を形成する塗布方法において、前記ノズルから吐出される、前記液滴の吐出量を検出する検出ステップと、前記吐出量の検出結果に基づき、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧の制御で吐出量を制御し、前記インクジェットヘッドから前記基材に前記塗布液の液滴を吐出して塗膜を形成する形成ステップと、  
を有することを特徴とする塗布方法。

10

**【請求項 2】**

前記吐出量の検出は、各ノズルから吐出された液滴の吐出速度を測定して、予め設定した液滴の吐出速度と液滴単位の液滴量の関係から吐出量を算出するデータを用いて行われることを特徴とする請求項 1 に記載の塗布方法。

**【請求項 3】**

前記吐出速度の測定は、CCDカメラとストロボを同期させることで測定する測定手段で行われることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の塗布方法。

**【請求項 4】**

前記吐出量の検出において、吐出中の一部のノズルに吐出量の低下または不吐出による吐出量ゼロを検出した時、前記一部のノズルの前記幅手方向に隣接するまたは周囲のノズルの不吐出の頻度を減少させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の塗布方法。

20

**【請求項 5】**

前記吐出量の検出において、前記駆動電圧が一括して変更できる前記所定数のノズル内に、不吐出による吐出量ゼロのノズルが複数発生した場合には、前記駆動電圧を高くすることの可否の判定を行い、前記駆動電圧の制御を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の塗布方法。

**【請求項 6】**

前記吐出量の検出において、不吐出による吐出量ゼロのノズルがない場合には、吐出量の制御の際の前記各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御は、全ノズルの不吐出の頻度を 60 % 未満とすることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の塗布方法。

30

**【請求項 7】**

前記駆動電圧が一括して変更できるように分割された前記所定数のノズルの単位を 1 ノズルユニットとした時、複数ノズルユニット間で、駆動電圧を一定として、各ノズルユニットの吐出量の平均値を求め、前記吐出量の平均値が少ないノズルユニットを基準領域とし、前記基準領域としたノズルユニットに対して、他のノズルユニットの吐出量が同一となるように、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧を制御することを行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の塗布方法。

40

**【請求項 8】**

前記駆動電圧が一括して変更できるように分割された前記所定数のノズルの単位を 1 ノズルユニットとした時、全ノズルユニットは同一品で交換可能に構成され、更にノズルからの吐出量が測定済みのノズルユニットが 1 つ以上、交換用予備ユニットとして、設けられていて、前記吐出量の検出結果から、塗布中のユニットが、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧の制御では、均一な膜厚の塗膜ができないと判定、または、均一な膜厚の塗膜が不可能となることが近いと判定された場合には、前記交換用予備ユニットに自動的に交換、またはユニット交換の伝達の制御がされることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の塗布方法。

**【請求項 9】**

50

前記基材の連続搬送の搬送速度は、300m/min未満であることを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の塗布方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、塗布液の液滴をノズルから吐出するインクジェットヘッドを用いて、連続的に移動する支持体の表面に塗布液を塗布する塗布方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被塗布物の基材表面に塗布液を塗布する塗布方法では様々な塗布方式が存在し、その塗布方式は大きく二つに大別される。一つは必要な塗布液膜（塗膜）を形成する量だけ塗布液を吐出させて基材表面に塗布液を塗布する前計量方塗布方式であり、代表的なものとしてエクストルージョン塗布方式、スライド塗布方式、カーテン塗布方式などが挙げられる。もう一つは、予め必要な塗布液膜厚形成量よりも余剰な塗布液を吐出させて、その後何らかの手段により余剰塗布液を掻き落とす後計量型塗布方式であり、代表的なものとしては、ロール塗布、エアナイフ塗布、ワイヤーバー塗布方法などが知られている。

10

【0003】

一般的には、前計量型塗布方式では装置構成等は複雑であるが高精度な塗布液膜が得られ、後計量型塗布方式では装置構成等は簡便で加工速度は高速であるが前者に比較して塗布液膜の精度は落ちる。ここで、前記高精度とは基材の移動方向及び移動方向と直行する方向での塗布液膜の厚みの均一性を示す。また、前計量方塗布方法と後計量型塗布方法の塗布液の消費量という観点で比較した場合には当然ながら前計量塗布方法のほうが少なく、生産効率上有利である。

20

【0004】

しかし、これらの塗布方式では、高精度かつ薄膜な塗布液膜を得ることが困難であるという問題がある。

【0005】

即ち、後計量塗布方式では比較的薄膜を得ることは可能なものの、前述のとおり塗布液膜の精度が悪い。一方、前計量塗布方式では塗布液膜の精度は比較的良いが、薄膜を得ることが難しい。

30

【0006】

一方、機能性塗布液膜を基材上に形成してなる塗布物に対して、従来の写真感光材料等と比較してより薄膜でより高精度な塗布液膜のニーズが非常な高まりを見せている。こうした状況の中で、近年需要の増えている民生用の印刷機器等に使用されている、インクジェットプリンタ技術を塗布液の高精度薄膜形成に摘要する研究が進んでいる。例えばインクジェットヘッド（以下、ヘッドともいう）から圧電振動子によるチャネルの変形により塗布液（インクともいう）をノズルから液滴として吐出し、基材上に塗布液膜を形成すること及び一定の被覆率で塗布液膜が配置されたパターンニングを形成することが知られている。

40

【0007】

ここで、被塗布物とは塗布液膜が形成されている基材をいい、塗布物とは前記基材上に塗布液膜が形成されたものを言う。

【0008】

インクジェットヘッドを使用した塗布液膜の形成は、様々な製品の加工方法への適用が検討されている。例えば、電気光学パネル（液晶表示装置や有機ELパネル）の製造に必要な液晶、フォトレジスト膜、オーバーコート膜、等の各種膜等である。また、これらに関わらず広く工業用に適用されつつある。

【0009】

このインクジェットヘッドを利用して塗布液膜を得る方法（以下、インクジェット塗布法ともいう）は、これまでに数々の発明がなされている。例えば、インクジェットヘッド

50

を基材の移動方向と直交する方向に複数並べて配置し、ノズルからの吐出液滴を基材上に基材の移動速度に対応した周波数で吐出することにより塗布液膜を得る方法が代表的である（例えば、特許文献 1 参照）。インクジェット塗布法は液滴量や基材上での配置ピッチを任意に決めることができるため、前述した塗布方式の分類では前計量塗布方式となる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、インクジェット塗布法には解決しなければならない特有の問題がある。例えば、インクジェットヘッドの各ノズル穴は、全て一定の径にはなっておらず、多少のバラツキが生じている。これによって、各ノズルから吐出される液滴量にバラツキが生じ、それによって塗布乾燥後の膜厚にムラが生じることが分かっている。そこで、従来から、均一な塗膜を得るために様々な方法が用いられてきた。

10

【 0 0 1 1 】

例えば、試吐出で被塗布物に塗布を行い、その膜厚測定データから単位面積毎に濃淡レベル分布図を作成し、前記濃淡レベル分布図に基づいた濃淡レベルのグレーパターンで被塗布物に液状材料を吐出し、被塗布物に設定された膜厚の塗膜を形成することが開示されている（例えば特許文献 2 参照）。

【 0 0 1 2 】

また、吐出速度と吐出量とに相関関係があることを利用して、ノズル毎の液滴の吐出速度を測定し、吐出量に変換し、得られた吐出量から各ノズルの吐出量を揃えるための補正をすることが開示されている（例えば、特許文献 3 参照）。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 7 5 6 8 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 2 9 6 9 0 4 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 1 6 8 1 3 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

特許文献 2 は、作成された前記濃淡レベル分布図に基づいた濃淡レベルのグレーパターンで被塗布物に液状材料を吐出し、被塗布物に厚さが均一な塗膜を形成するものである。しかしながら、任意に選択した濃淡レベルのグレーパターンで塗膜を形成する試吐出工程を要し、また塗布装置以外に、前記塗膜の厚さを測定するスキャナー等の測定装置を要することとなる。

30

【 0 0 1 4 】

特許文献 3 は、ノズル毎の吐出速度を測定し、吐出量に変換し、それを基にノズルの吐出量を補正し、ノズル毎の吐出量の差を吸収したムラのない塗膜を得るものである。また、前記吐出速度は、ヘッドを塗布ライン外に移動し、吐出状態検出手段で行われる。

【 0 0 1 5 】

上記のように、特許文献 2 及び 3 では、塗膜の膜厚ムラ、即ち濃度ムラの補正は、塗布を停止して行われる。

【 0 0 1 6 】

しかしながら、連続搬送する長尺の基材への塗布の場合、チャネル駆動による発熱が原因で塗布液温度の上昇が生じ、それに伴い塗布液粘度が低下することでノズルから吐出される液滴量が増加し、膜厚分布の劣化を引き起こす。また、連続的に搬送される被塗布物に塗布を行う場合、ノズルから吐出されたサテライトやミストなどがノズル穴周辺に付着し吐出液滴の曲がりや吐出欠になることにより、塗膜の膜厚分布の劣化を引き起こす原因となることが分かっている。

40

【 0 0 1 7 】

これに対し、上記のように、特許文献 2 及び 3 では、塗膜の膜厚ムラ、即ち濃度ムラの補正は、塗布を停止して行われるため、連続搬送する長尺の基材への塗布での膜厚ムラには対応することができなかった。

【 0 0 1 8 】

ここで、前記吐出量及び液適量の単位は、質量（吐出質量、液適質量）とするが、塗布

50

液の密度を用いて体積（吐出体積、液適体積）に換算することも可能である。

【0019】

本発明は、上記状況に鑑みなされたもので、連続搬送する長尺の基材への塗布において、塗布中に不吐出のノズルが生じることによるスジの発生や塗布液温度上昇による吐出液滴量変化が生じて、塗布を停止することなく、塗膜の膜厚を均一に塗布することを可能とする塗布方法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】

【0020】

上記目的は、下記の方法により達成される。

1. 連続搬送する長尺の基材に、前記基材の搬送方向に対して直交する幅手方向に配列された複数のノズルを備え、且つ前記ノズルは、駆動電圧が一括して変更可能な隣接する所定数のノズル毎に分割されるとともに、個々に液滴の吐出と不吐出の切り替えが可能である、前記基材の搬送方向に対して直交する幅手方向に配列され固定されたインクジェットヘッドを用いて塗布液の液滴を吐出し均一な膜厚の塗膜を形成する塗布方法において、前記ノズルから吐出される、前記液滴の吐出量を検出する検出ステップと、前記吐出量の検出結果に基づき、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧の制御で吐出量を制御し、前記インクジェットヘッドから前記基材に前記塗布液の液滴を吐出して塗膜を形成する形成ステップと、を有することを特徴とする塗布方法。

2. 前記吐出量の検出は、各ノズルから吐出された液滴の吐出速度を測定して、予め設定した液滴の吐出速度と液滴単位の液滴量の関係から吐出量を算出するデータを用いて行われることを特徴とする1に記載の塗布方法。

3. 前記吐出速度の測定は、CCDカメラとストロボを同期させることで測定する測定手段で行われることを特徴とする1または2に記載の塗布方法。

4. 前記吐出量の検出において、吐出中の一部のノズルに吐出量の低下または不吐出による吐出量ゼロを検出した時、前記一部のノズルの前記幅手方向に隣接するまたは周囲のノズルの不吐出の頻度を減少させることを特徴とする1乃至3の何れか1項に記載の塗布方法。

5. 前記吐出量の検出において、前記駆動電圧が一括して変更できる前記所定数のノズル内に、不吐出による吐出量ゼロのノズルが複数発生した場合には、前記駆動電圧を高くすることの可否の判定を行い、前記駆動電圧の制御を行うことを特徴とする1乃至4の何れか1項に記載の塗布方法。

6. 前記吐出量の検出において、不吐出による吐出量ゼロのノズルがない場合には、吐出量の制御の際の前記各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御は、全ノズルの不吐出の頻度を60%未満とすることを特徴とする1乃至3の何れか1項に記載の塗布方法。

7. 前記駆動電圧が一括して変更できるように分割された前記所定数のノズルの単位を1ノズルユニットとした時、複数ノズルユニット間で、駆動電圧を一定として、各ノズルユニットの吐出量の平均値を求め、前記吐出量の平均値が少ないノズルユニットを基準領域とし、前記基準領域としたノズルユニットに対して、他のノズルユニットの吐出量が同一となるように、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧を制御することを行うことを特徴とする1乃至6の何れか1項に記載の塗布方法。

8. 前記駆動電圧が一括して変更できるように分割された前記所定数のノズルの単位を1ノズルユニットとした時、全ノズルユニットは同一品で交換可能に構成され、更にノズルからの吐出量が測定済みのノズルユニットが1つ以上、交換用予備ユニットとして、設けられていて、前記吐出量の検出結果から、塗布中のユニットが、各ノズルの個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧の制御では、均一な膜厚の塗膜ができないと判定、または、均一な膜厚の塗膜が不可能となることが近いと判定された場合には、前記交換用予備ユニットに自動的に交換、またはユニット交換の伝達の制御がされることを特徴とする1乃至7の何れか1項に記載の塗布方法。

9. 前記基材の連続搬送の搬送速度は、300m/min未満であることを特徴とする1乃至8の何れか1項に記載の塗布方法。

10

20

30

40

50

**【発明の効果】****【0021】**

上記によれば、各インクジェットヘッドのノズルから吐出された液滴の吐出速度をオンラインで測定し、吐出量の変化を検出し、その検出結果に基づいて、吐出変化したノズルの周囲のノズルの不吐出の頻度を調整することで、連続的に搬送する被塗布物を停止させることなく塗膜の膜厚を均一に塗布することが可能となる。これにより、塗膜形成の生産性の向上を図ることができる。

**【0022】**

また、上記により、塗布直後の塗布面を目視観察した際に、塗布液がレベリングしてスジとして観察できないようなレベルの塗布故障でさえも検出して、それを基材搬送中に補正することで、塗膜品質を劣化させるような塗布故障を未然に防止することができる。

10

**【発明を実施するための最良の形態】****【0023】**

以下、図を参照しながら本発明の実施の形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

**【0024】**

図1は、本発明に係る塗布方法が適用可能な塗布装置1の一例を示す概略図である。

**【0025】**

ロール状に巻かれた長尺状の基材10は、図示しない駆動手段により巻き出しロール10aから矢印B方向に繰り出され搬送される。

20

**【0026】**

長尺状の基材10は支持ロール12、14に支持されながら連続搬送され、塗布部2の塗布ユニット20に配設されたインクジェットヘッド21より塗布液が吐出されることにより、塗布液が基材10に塗布され塗膜10Aが形成される。塗布液が塗布された基材10は、乾燥部50を経由して巻き取りロール10bに巻き取られる。

**【0027】**

また、塗布部2は、インクジェットヘッド201に塗布液を供給する塗布液供給機構（不図示）を含み構成される。

**【0028】**

本実施の形態では、塗布ユニット20を、基材10が支持ロール12を通過した直後の、基材10が搬送方向に直線的に搬送される位置に、基材12の幅方向に塗布幅に対応して配設している。また、基材10とインクジェットヘッド21との間隙を安定に維持するために、インクジェットヘッド201の近傍に、基材10の塗布面の反対側に基材10を支持する支持部材（不図示）を設けることが好ましい。

30

**【0029】**

また、塗布ユニット20を、基材10を挟み支持ロール12と対向する位置に、基材12の幅方向に塗布幅に対応して配設してもよい。この場合、塗布液はインクジェットヘッド21のノズルより支持ロール12のほぼ回転中心方向に吐出される。

**【0030】**

塗布ユニット20は、基材10の幅方向に複数配設されたインクジェットヘッド21を備え、塗布部2に固定され、インクジェットヘッド21は、連続搬送される基材10の搬送方向と直交する幅方向の、所定の位置に液滴を吐出する。即ち、塗布装置1は、所謂ライン型塗布装置と称されるものである。

40

**【0031】**

インクジェットヘッド21の個数及び配列は、使用する塗布液、塗布条件、例えばインクジェットヘッド21の吐出幅及び基材10の塗布幅等、により適宜設定される。

**【0032】**

図2は、インクジェットヘッド21及び塗布液を吐出するノズル211の配列の例を示す図である。図2に示す例では、インクジェットヘッド21は、基材10の幅方向に配列された2列のノズル211（211a、211b）を有する。1列のノズル211a、2

50

1 1 b は、それぞれノズルピッチ  $P_n$  で配置されている。またノズル 2 1 1 a と 2 1 1 b は、ノズルピッチ  $P_n$  の半ピッチ分、 $1/2 P_n$ 、互いにずらして配置されている。

【0033】

また、隣接するインクジェットヘッド 2 1 は、例えば、隣接する 2 1 a と 2 1 b の隣接するノズルのノズル間距離が前述の  $1/2 P_n$  となるように、千鳥配列されている。図 3 に、6 つのインクジェットヘッド 2 1 a ~ f を千鳥配列した例を示す。

【0034】

インクジェットヘッド 2 1 としては特に限定はなく、例えば発熱素子を有し、この発熱素子からの熱エネルギーにより塗布液の膜沸騰による急激な体積変化によりノズルから塗布液を吐出させるサーマルタイプのヘッドでもよいし、インク圧力室に圧電素子を備えた振動板を有しており、この振動板によるインク圧力室の圧力変化で塗布液を吐出させる剪断モード型（ピエゾ型）のヘッドであってもよい。

【0035】

インクジェットヘッド 2 1 の側面には、インクジェットヘッド 2 1 の温度を検出する温度センサー 2 3 が設けられている（図 4 参照）。温度センサー 2 3 としては、サーミスタ等を用いることができる。

【0036】

なお、本発明に係る基材 1 0 は種類に制限はなく、紙、プラスチックフィルム、金属シートなどを用いることができる。紙としては、例えばレジコート紙、合成紙などが挙げられる。又、プラスチックフィルムとしては、ポリオレフィンフィルム（例えばポリエチレンフィルム、ポリプロピレンフィルムなど）、ポリエステルフィルム（例えば、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレン 2, 6 - ナフタレートフィルムなど）、ポリアミドフィルム（例えば、ポリエーテルケトンフィルムなど）、セルロースアセテートフィルム（例えば、セルローストリアセテートフィルムなど）などが挙げられる。又、金属シートではアルミニウム板が代表的である。

【0037】

また、用いる基材 1 0 の厚さ・幅についても、特に制限はないが、塗布幅は、1 ~ 5 m であることが好ましい。塗布幅が 1 m 未満の場合、生産性向上を図るには塗布速度（CS）を上げる必要があるが、インクジェットヘッド 2 1 の吐出速度、即ち吐出量には制限があり、塗布速度の増加は制限される。また、5 m 超の場合、配列するインクジェットヘッド 2 1 の個数が多くなり、ノズル 2 1 1 と基材 1 0 の間隙の精度の確保等インクジェットヘッド 2 1 の保持が困難になり、大型で複雑な構造となりやすい。

【0038】

次に、本発明に係る塗布方法について説明する。

【0039】

塗布装置 1 での塗布においては、インクジェットヘッド 2 1 のノズル 2 1 1 から吐出される塗布液の液滴の吐出量を検出し、その検出結果に基づき、ノズル 2 1 1 の個々の吐出と不吐出及び駆動電圧を制御することにより、前記吐出量が制御され、塗膜の膜厚の均一化が図られる。

【0040】

図 4 は、前記制御の構成を示すブロック図である。

【0041】

液滴測定部 7 は、吐出された液滴の移動を検知する検知手段を有し、図 4 に示すように、液滴の吐出方向と略直交する方向で、且つ塗布ユニット 2 0 の近傍で、吐出された液滴が前記検知手段の視野に入る位置に配設される。前記検知手段としては、CCD カメラとストロボを同期させることで吐出液滴速度を測定するような手段でもよいし、レーザーを飛翔中の液滴に照射することで、飛翔液滴のサイズ、速度を測定するような手段でもよい。

【0042】

ここで、ノズル 2 1 1 からの液滴の吐出量と吐出速度は相関があることが知られている

10

20

30

40

50

。従って、前記塗布での液滴の吐出量は、吐出速度を測定し、液滴の吐出量と吐出速度の相関データを参照することにより求めることができる。

【0043】

前記液滴の吐出量と吐出速度の相関データは、塗布位置外に、即ちオフラインに設けられた吐出データ作成部6で作成される。

【0044】

吐出データ作成部6では、オフラインにて全ノズルから所定数（例えば、100000発）の液滴吐出を行い、その時の吐出量（吐出質量）と吐出回数を測定し、1滴当りの液滴量（液滴質量）を算出する。同時に、吐出速度と吐出時間を測定し、吐出速度と単位時間当たりの吐出回数と吐出量を算出する。これにより、吐出速度と単位時間当たりの吐出量が関連付けられる。次に、液滴吐出の駆動条件（駆動電圧）を変更して、上記と同様に測定及び算出を行うことで、液滴吐出の駆動条件変更した場合の吐出速度と単位時間当たりの吐出量が関連付けられる。このようにして、吐出速度と単位時間当たりの液滴の吐出量の相関データが作成される。

【0045】

前記吐出速度は、吐出データ作成部6に設けられた、液滴測定部7と同様な液滴測定手段（不図示）で、インクジェットヘッド21のノズル211から吐出された液滴位置を所定時間の間隔（例えば、1 $\mu$ s間隔）で測定し、その結果に基づく時間と距離との関係から算出される。

【0046】

次に、塗膜の膜厚を均一にするための塗布方法について説明する。

【0047】

前述のように、ノズル211からの液滴の吐出量と吐出速度は相関があることが知られている。従って、各ノズル211から吐出される液滴の吐出速度分布は、吐出量の分布と相関関係があることになる。吐出量の分布は、基材に塗布され濡れ広がった後の塗膜の膜厚分布と相関関係があることから、前記吐出速度分布も前記膜厚分布と相関関係があるといえる。

【0048】

ここで、塗膜の膜厚の均一化は、液滴の吐出量のばらつきを抑制することにより行うことができる。液滴の吐出量のばらつきを抑制することは、吐出速度のばらつきを抑制することでもある。

【0049】

塗布においての各ノズル211からの吐出量の検出は、各ノズル211からの液滴の吐出速度を測定し、上記の吐出データ作成部6で作成された相関データと照合することにより求めることで行われる（検出ステップ）。

【0050】

詳しくは、液滴測定部7は、インクジェットヘッド21のノズル211から吐出された液滴位置を所定時間の間隔（例えば、1 $\mu$ s間隔）で測定し、その測定データを吐出データ処理部5に送る。吐出データ処理部5は前記測定データに基づき時間と距離との関係から吐出速度を算出する。更に、吐出データ処理部5は、上記の吐出データ作成部6で作成された相関データと照合することにより吐出量を算出する。

【0051】

液滴の吐出量のばらつきの抑制は、次のようにして行われる。

【0052】

まず、ノズル211を所定数（5～30個）に区切り分割し、1ノズルユニットとし、領域Aとする。前記分割の数は、インクジェットヘッド21内のノズル211の個数が割り切れる数とする。また、1つのインクジェットヘッド21を1ノズルユニットとし、領域Aとしてもよい。領域Aは、ノズルの駆動電圧を一括して変更できる区切りである。

【0053】

図5は、ノズル211を10個毎に分割し領域Aとした例であり、各領域AをA1～A

10

20

30

40

50



3とした。分割数、領域数はこれに限定されるものではない。図5中、矢印Bは基材搬送方向である。

【0054】

次に、ノズル211の基準駆動電圧での、各領域A(A1~A3)のノズル211の液滴の吐出速度を測定し、領域A1~A3毎の平均吐出速度を算出する。そして、その平均吐出速度の最も低い領域、即ち吐出量が最も少ない領域を基準領域に設定する。例えば、図5の領域A1が平均吐出速度が最も低い領域であれば、領域A1を基準領域に設定する。

【0055】

次に、領域A1の平均吐出速度が予め決められている最適吐出速度(例えば、5m/s)になるように、領域A1のヘッドの駆動電圧を調整する。そして、その時の領域A1での吐出量(A1吐出量)を算出する。これを基準吐出量とする。

【0056】

次に、他の領域A(A2、A3)の吐出量(A2、A3吐出量)が基準吐出量(A1吐出量)と同じになるようにするために、領域A2、A3の吐出量の低下量を吐出データ処理部5で算出する。

【0057】

前記低下量を基に、膜厚分布を均一にするための制御が行われる。

【0058】

前述の、所定数のノズル数毎に分割し、低下量を算出した領域Aにおいて、n回連続して吐出を行えば、基材搬送方向にn個の液滴が加算されることになり、n回の吐出を1単位とした場合には、単位に区切った塗布エリアC(図5ではC1~C3)には、ノズル数 $A_n \times n$ 個の液滴が存在することになる。図5に示す例では、 $A_n = 10$ 、 $n = 10$ となり、1つの塗布エリアCは、100個の液滴で構成されることになる。吐出回数n、特に限定されるものではないが、ノズル数 $A_n$ と同等であることが好ましい。

【0059】

前述の、低下量の制御は、各エリアを対象に行われる。制御は、上記で算出した低下量になるように、各エリアCから液滴を間引くことで行われる。例えば、エリアCが図5に示すように、 $10 \times 10 (= 100)$ 個の液滴で構成されているならば、液滴を1個間引くことで、1%低下させることができる。この時、液滴の間引き方に決まりはなくエリア内であればランダムに間引いて良い。

【0060】

液滴の間引きのパターン、即ち吐出パターンは、吐出データ処理部で算出、設定される。設定された吐出パターンは制御部4に送られ、制御部4は、ノズル211の吐出、不吐出の制御を行う。液滴を間引いた箇所は、あるタイミングでノズル211から液滴が吐出されないことになる。

【0061】

図5の例では、エリアC2、C3の液滴を算出した低下量になるように液滴を間引き、エリアC2、C3の吐出量が、C1の吐出量と同じになるように調整される。

【0062】

連続しての塗布中での、不吐出のノズル211の発生、吐出が変化したノズル211の発生は、各インクジェットヘッド21のノズル211から吐出された液滴の吐出速度をオンラインで測定することで検知することができる。これにより、吐出量の変化を算出して、吐出量を検出することができる。

【0063】

前記吐出量の検出結果に基づき、各ノズル211の個々の吐出と不吐出の制御と、前記駆動電圧を制御し、インクジェットヘッド21から基材10に前記塗布液の液滴を吐出することにより塗膜の形成は行われる(形成ステップ)。

【0064】

また、温度センサー23でインクジェットヘッド21の温度をモニターすることで、へ

10

20

30

40

50

ッド温度変化を感知すると、自動的に吐出速度を測定するようにすることもできる。また、吐出開始直度の液滴の軌道を記憶しておくことで経時での液滴の曲がりや未吐出などが生じた場合、それを感知して自動で吐出液滴速度を測定することもできる。

【 0 0 6 5 】

前記吐出量の検出において、吐出中の一部のノズル 2 1 1 に故障による吐出量の低下または不吐出を検出した時は、前述のエリア C 内の前記一部のノズル 2 1 1 の、基材 1 0 の幅手方向に隣接する、または周囲のノズル 2 1 1 の不吐出の頻度を制御し減少させることにより、エリア C 内の吐出量の低下を防止する。

【 0 0 6 6 】

また、前記吐出量の検出において、ノズル 2 1 1 の駆動電圧が一括して変更できる所定数（領域 A）のノズル 2 1 1 内に、故障による不吐出のノズル 2 1 1 が複数発生した場合には、前記駆動電圧を高くすることの要否の判定を行い、要の場合には前記駆動電圧の制御を行う。前記要の場合とは、吐出量ゼロのノズル 2 1 1 の、周囲のノズル 2 1 1 の不吐出の頻度を変更しても、吐出量が回復できない場合である。

【 0 0 6 7 】

前記吐出量の検出において、不吐出のノズル 2 1 1 がない場合には、吐出量の調整に際しての各ノズル 2 1 1 の吐出と不吐出の制御は、全ノズル 2 1 1 の不吐出の頻度を 6 0 % 未満とすることが好ましい。6 0 % 以上では、膜厚分布の劣化、膜厚低下が生じる恐れがある。6 0 % 未満であれば、吐出量の調整に適合した頻度とすれば良く、特に限定されるものではない。

【 0 0 6 8 】

塗布装置 1 は、全ノズルユニットが同一品で交換可能に構成され、更にノズル 2 1 1 からの吐出量が測定済みのノズルユニットが 1 つ以上、交換用予備ユニットとして、設けられている。前記吐出量の検出結果から、塗布中のユニットが、各ノズル 2 1 1 の個々の吐出と不吐出の制御と、記駆動電圧の制御では、均一な膜厚の塗膜ができないと判定、または、均一な膜厚の塗膜が不可能となることが近いと判定された場合には、前記交換用予備ユニットに自動的に交換、またはユニット交換の警告が表示手段等で操作者に伝達される。これにより、塗布不良の軽減を図ることができる。

【 0 0 6 9 】

前記塗布においては、前記基材の連続搬送の搬送速度（CS）は、3 0 0 m / m i n 未満であることが好ましい。3 0 0 m / m i n 以上では、塗膜を形成する際に、インクジェットヘッド 2 1 の駆動周波数限界を超えてしまう恐れがあり、また同伴空気による影響が大きく、ミストなどがノズルに付着することで液滴の吐出方向が曲がったり、不吐出になったりして膜厚分布を劣化させる。3 0 0 m / m i n 未満であれば、塗布の生産仕様、目的にあった搬送速度に設定すれば良く、特に限定されるものではない。

【 0 0 7 0 】

上記のように、連続塗布中での、各インクジェットヘッド 2 1 の故障やヘッド温度変化による吐出量の変化を、ノズル 2 1 1 から吐出された液滴の吐出速度をオンラインで測定することにより、検出する。その検出結果に基づいて、吐出変化したノズル 2 1 1 の周囲のノズル 2 1 1 の不吐出の頻度を調整することで、連続的に搬送する被塗布物を停止させることなく塗膜の膜厚を均一に塗布することが可能となる。これにより、塗膜形成の生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 1 】

また、上記により、塗布直後の塗布面を目視観察した際に、塗布液がレベリングしてスジとして観察できないようなレベルの塗布故障でさえも検出して、それを基材搬送中に補正することで、塗膜品質を劣化させるような塗布故障を未然に防止することができる。

【 0 0 7 2 】

また、塗膜の膜厚を均一にするために、あるタイミングで不吐出とするノズル 2 1 1 をランダムに切り替えることで、ノズル 2 1 1 の吐出寿命を延長することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

更に、本発明の塗布方法では塗膜の表面粗さ  $R_a$  値を  $0.1 \mu m$  以下に抑制することができる。そのため、光学薄膜などの表面粗さが大きいと品質に大きな影響を与えてしまう商品の製造を考えた場合には、本発明の塗布方法は、効果的である。

【0074】

< 実施例 1 >

図 1 及び図 4 に示す塗布装置 1 を用い、本発明の塗布方法で塗布を行い評価した。

【0075】

塗布装置 1 は、6 つのインクジェットヘッド 21 を千鳥に配置し、それと対向するように 6 台の CCD カメラを用いて、ヘッド 21 から吐出された液滴を観察できるようにした。塗布に用いた基材（被塗布物）10 としては長さ 3000 m、幅 1 m、厚さ  $100 \mu m$  の PET 基材を用いた。

10

【0076】

塗布液としては、エチレングリコールモノブチルエーテルアセテートを 80 %、固形分を 20 % の比率で希釈した溶媒に顔料及び分散剤を投入し、ハイスピードミキサー等で均一になるまで攪拌後、得られたミルベースを横型エンドミルで約 1 時間分散したものをを用いた。その塗布液を各ヘッドに充填し、その後、ノズル穴内部の汚れやゴミを取り除く目的で強制排出を行い、その後、ヘッド 21 のノズル面に付着した汚れを綿棒で清掃し射出開始できるように準備をした。

【0077】

連続射出開始前に、ヘッドの駆動電圧を 10 V に設定し液滴の吐出速度の測定を行い、その後、各ヘッド 21 の吐出速度の平均値が  $5 m/s$  になるように各ヘッド 21 に印加する駆動電圧を微調整した。そして、各ノズル 211 から射出される吐出速度データを基に速度分布を算出した。次に、この速度分布を、ノズル 211 の 10 個毎の領域に区切り、その平均値を算出し、分布が最も低い部分を基準領域として他の測定位置での分布データを基準値に合わせるようにするために各測定位置での低下量を決定した。次に、液滴数  $10 \times 10$  の塗布エリア C を作成し、そこから、算出した低下量に相当する液滴を間引くことで調整を行った。

20

【0078】

上記の方法で、3000 m の長尺の連続塗布を行った。この時、基材の搬送速度を  $30 m/min$  とした。

30

【0079】

連続射出中は、インクジェットヘッド 21 の温度をモニターし温度変化を感知すれば液滴速度を再測定し上記記載の方法で液滴の間引き方の補正をオンラインで行った。また、ヘッド 21 から射出される液滴の曲がりや未射出を感知することで液滴速度を再測定し間引きかたの補正をオンラインで行った。

【0080】

膜厚分布の評価方法としては、連続射出開始直後の幅手方向の膜厚分布のバラツキと連続射出直前での幅手方向の膜厚分布のバラツキを比較した。この時、バラツキには標準偏差を用いた。また、測定は幅手方向に対してランダムに 20 点測定した。

【0081】

40

塗布膜の表面粗さ測定には、原子間力顕微鏡（SPI-3800N AFM；セイコーインスツルメンツ（株）製）を用いて評価した。塗膜表面において、ランダムに  $1 \mu m \times 1 \mu m$  の面積における測定を行い、合計 10 カ所における平均表面粗さ  $R_a$  の平均値を求めた。

【0082】

< 比較例 1 >

実施例 1 と同じ塗布装置 1 を用い、吐出制御の方法を変えて評価した。

【0083】

長尺塗布中にスジが発生した場合、基材の搬送をいったん停止した後、塗膜表面の膜厚分布を原子間力顕微鏡（SPI-3800N AFM；セイコーインスツルメンツ（株）

50

製)を用いて測定した。その後、そのデータを基にノズル211から射出される液滴のパターンを修正して、それをヘッド21にフィードバックさせて再び塗布を開始する塗布方法で塗布を行った。再吐出の際には、ヘッド洗浄などの一連の操作を行った後に塗布開始をした。

【0084】

表1に、実施例1と比較例1の評価結果を示す。

【0085】

【表1】

	膜厚分布のバラツキ		表面粗さ ( $\mu\text{m}$ )	3000m塗布時間 (min)	使用する塗布液量 (L)
	連続吐出 直後	連続吐出 終了直前			
実施例1	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	0.1	100	300
比較例1	$\pm 2\%$	$\pm 3.5\%$	0.5	500	330

10

【0086】

表1に示すように、本発明に係る塗布方法の有効性が確認された。

【図面の簡単な説明】

【0087】

20

【図1】塗布装置の一例を示す概略図である。

【図2】インクジェットヘッドノズルの配列の例を示す図である。

【図3】6つのインクジェットヘッドを千鳥配列した例を示す図である。

【図4】制御の構成を示すブロック図である。

【図5】ノズルを所定数毎に分割した領域と塗布エリアを示す図である。

【符号の説明】

【0088】

- 1 塗布装置
- 2 塗布部
- 4 制御部
- 5 吐出データ処理部
- 6 吐出データ作成部
- 7 液滴測定部
- 10 基材
- 12、14 支持ロール
- 20 塗布ユニット
- 21 インクジェットヘッド
- 211 ノズル
- 50 乾燥部
- A 領域
- C 塗布エリア

30

40



【 図 5 】

