

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5271437号  
(P5271437)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl. F I  
**B05B 5/025 (2006.01)** B O 5 B 5/025 A  
**B05D 1/04 (2006.01)** B O 5 D 1/04 Z

請求項の数 7 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-110933 (P2012-110933)</p> <p>(22) 出願日 平成24年5月14日(2012.5.14)</p> <p>審査請求日 平成24年8月6日(2012.8.6)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 501052270                  ナガセテクノエンジニアリング株式会社                  神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎南3丁目4番9号</p> <p>(74) 代理人 100088155                  弁理士 長谷川 芳樹</p> <p>(74) 代理人 100128381                  弁理士 清水 義憲</p> <p>(74) 代理人 100124062                  弁理士 三上 敬史</p> <p>(72) 発明者 上野 勉                  神奈川県横浜市港北区新羽町887 ナガセテクノエンジニアリング株式会社内</p> <p>審査官 篠原 将之</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電塗布装置及び液体の塗布方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内面が導電性の壁で形成された第一流路を形成する筒状電極と、  
 前記第一流路の軸線の延長線を遮るように配置された対向電極と、  
 前記筒状電極と前記対向電極との間に電圧を印加する電源と、  
 前記第一流路に対して液体を供給する液体供給部と、を備え、  
 前記第一流路の軸方向長さを  $L1$  とし、前記第一流路の内径を  $D1$  としたときに、  
 $L1 / D1$  が 3.5 以上であり、  
 前記第一流路の内径  $D1$  は 0.5 ~ 2.0 mm であり、  
 前記第一流路の長さ  $L1$  は 20 ~ 100 mm である、静電塗布装置。

10

【請求項 2】

前記第一流路と連通しかつ前記第一流路の内径よりも小さい内径を有する第二流路を形成するノズルをさらに備えた請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

前記第二流路の内径  $D2$  は 0.1 ~ 0.5 mm である請求項 2 記載の装置。

【請求項 4】

前記ノズルが電気絶縁性である請求項 2 又は 3 記載の装置。

【請求項 5】

前記液体供給部は、前記筒状電極の流路にレジスト溶液を供給する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の装置。

20

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の静電塗布装置を用いた、液体の塗布方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の静電塗布装置を用い、前記電源から 10 kV 以下の電圧を印加する、液体の塗布方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、静電塗布装置及びこれを用いた液体の塗布方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、レジスト等の微少な液滴を帯電させ、反対符号に帯電した基板上に湿気を含んだ状態で付着させる技術が知られている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 58628 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 136655 号公報

## 【発明の概要】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、従来の技術では、基板に到達する液滴の微少化が十分ではなかった。

## 【0005】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、基板に到達する液滴の粒径を十分に小さくできる、静電塗布装置及びこれを用いた液体の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】

## 【0006】

本発明に係る静電塗布装置は、内面が導電性の壁で形成された第一流路を形成する筒状電極と、

30

前記第一流路の軸線の延長線を遮るように配置された対向電極と、

前記筒状電極と前記対向電極との間に電圧を印加する電源と、

前記第一流路に対して液体を供給する液体供給部と、を備え、

前記第一流路の軸方向長さを  $L_1$  とし、前記第一流路の内径を  $D_1$  としたときに、 $L_1 / D_1$  が 3.5 以上であり、前記第一流路の内径  $D_1$  は  $0.5 \sim 2.0$  mm であり、前記第一流路の長さ  $L_1$  は  $20 \sim 100$  mm である。

## 【0007】

本発明によれば、ノズルから排出された液滴が低い電圧で容易にレイリー分裂され、微細な液滴を形成することができる。

40

## 【0009】

また、前記第一流路と連通しかつ前記第一流路の内径よりも小さい内径を有する第二流路を形成するノズルをさらに備えることが好ましい。これにより、 $D_1$  が大きくても、容易に小さい液滴を射出できる。

## 【0010】

また、前記第二流路の内径  $D_2$  は  $0.1 \sim 0.5$  mm であることが好ましい。

## 【0011】

また、前記ノズルが電気絶縁性であることが好ましい。これにより、ノズルからの放電などを抑制できる。

50

## 【0012】

また、前記液体供給部は、前記筒状電極の流路にレジスト溶液を供給することが好ましい。

## 【0013】

本発明に係る液体の塗布方法は、上述の静電塗布装置を用いる。

## 【0014】

また、本発明に係る他の液体の塗布方法は、上述の静電塗布装置を用い、前記電源から10kV以下の電圧を印加する。

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、基板に到達する液滴の粒径を十分に小さくできる。したがって、極めて薄い、例えば、0.5～100μm程度の液膜を対象物上に形成できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】図1は、本発明の実施形態にかかる静電塗布装置100の一部破断模式図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

## 【0018】

図1は、本発明の実施形態にかかる静電塗布装置100の一部破断模式図である。本実施形態の静電塗布装置100は、ノズルユニット10、対向電極20、電源30、液体供給部40、及び、ノズルユニット移動部50を備える。

## 【0019】

ノズルユニット10は、筒状電極1、ノズル2、及び、カバー3を備える。

## 【0020】

筒状電極1は、上端に外フランジ1aが設けられた円筒であり、内径D1は一定である。筒状電極1は、例えば、ステンレス等の導電性材料から成り、内面が導電性の壁で形成された第一流路F1を形成する。

## 【0021】

第一流路F1の長さをL1とし、第一流路F1の内径をD1としたときに、 $L1/D1$ [-]は35以上であり、好ましくは40以上、より好ましくは50以上である。L1/D1[-]の上限は特にないが、100以下が好ましく、80以下がより好ましく、60以下がさらに好ましい。

## 【0022】

具体的には、D1は0.5～2.0mmとすることが好ましく、0.5～1.0mmとすることがより好ましい。長さL1は20～100mmとすることが好ましく、40mm以上とすることが好ましく、80mm以下とすることがより好ましい。

## 【0023】

ノズル2は、筒状電極1の先端に設けられている。ノズル2は、ガラス、セラミクス、樹脂などの電気絶縁性材料から成り、第一流路F1と連通する第二流路F2を形成する。

## 【0024】

第二流路F2の内径D2は第一流路F1の内径D1よりも小さい。具体的には、D2は0.1～0.5mmとすることが好ましく、0.1～0.3mmとすることがより好ましい。

## 【0025】

第二流路F2の長さL2は特に限定されないが、第一流路F1の長さよりも小さいことが好ましい。具体的には、L2は5～20mmとすることが好ましく、5～10mmとすることがより好ましい。

## 【0026】

10

20

30

40

50

ノズル2の下端の外表面は、円錐形状とされている。これにより、液滴を精度良く基板に向かって吐出させることができる。円錐の角度、すなわち、ノズル2の軸を含む断面において、軸と円錐面とがなす角は45°以下が好ましく、35°以下がより好ましい。

【0027】

本実施形態では、ノズル2の周りに金属製のサポート2sが固定され、ノズル2の一部が筒状電極1内に挿入された状態で、サポート2sがリング2bを介して筒状電極1の下端面と接触している。

【0028】

カバー3は、筒状電極1及びノズル2を覆う形状を有し、上部に流路F1と連通する開口を有する。カバー3は、樹脂(PTFE等)等の電気絶縁性材料から成る。カバー3の上部の開口の内面には雌ねじが切っており、管継ぎ手4が接続されている。管継ぎ手4は、継ぎ手本体4aと、ラインL10の先端を継ぎ手本体4aに接続するナット4bを備える。

【0029】

対向電極20は、ノズル2を間に挟んで筒状電極3とは反対側に配置されている。対向電極20は、第一流路F1の軸線の延長線上に配置されており、筒状電極1及びノズル2から離間されている。対向電極20は接地されていることが好ましい。

【0030】

本実施形態では、対向電極は板状であり、対向電極上に、塗布対象と成る基板SBが載置されている。

【0031】

電源30は、筒状電極1と対向電極20との間に電圧を印加する。通常、電圧は、直流であり、例えば、パルス状に供給することが好ましい。電圧は特に限定されないが、本実施形態では、5~20kVとすることができる。電圧は、対向電極20に対して、筒状電極1側がプラスと成るように印加することが好ましい。

【0032】

液体供給部40は、ラインL10を介して、第一流路F1に対して液体を供給する装置である。

【0033】

本実施形態では、液体供給部40は、液体を貯留する槽41と、槽41からラインL10を介して筒状電極1にレジスト溶液を供給するポンプ42とを備える。本実施形態では、ポンプ42が密閉状態にある槽41に空気を供給することにより、ラインL10を介して液体が第一流路F1に供給される。

【0034】

本実施形態では、液体供給部40は、レジスト溶液を第一流路F1に対して供給する。レジスト溶液とは、ノボラック樹脂などの樹脂、ナフトジアジドなどの感光剤、及び、PGMEA(propylene glycol methyl ether acetate)などの溶媒を含む混合物である。レジスト溶液の好ましい粘度の範囲は、5~1000mPa・sである。レジストとしては、例えば、ナガセケムテックス株式会社製NPR3510が挙げられる。

【0035】

ノズルユニット移動部50は、ノズルユニット10を、対向電極20に対して、相対的に移動させる。具体的には、例えば、対象物が基板SBである場合には、ノズルユニット10は、基板SBの表面に対して水平な面内で二軸に独立に移動することができる。これにより、基板SB上の所望の部分に、液体を塗布させることができる。また、ノズルユニット移動部50は、基板SBに対して垂直な方向にも、対向電極20に対してノズルユニット10を移動させるようにできることが好ましい。これにより、ノズル2の先端と、基板SBとの距離を調節することも容易である。

【0036】

続いて、本実施形態の静電塗布装置100を用いる塗布方法について説明する。

【0037】

10

20

30

40

50

まず、対向電極 20 上に、塗布対象となる基板 SB を載置する。続いて、電源 30 により、筒状電極 1 と対向電極 20 との間に電圧を印加する。また、ポンプ 42 を駆動して、槽 41 内の液体をライン L10 を介して第一流路 F1 及び第二流路 F2 の先まで供給する。液体には、筒状電極 1 により電荷が与えられて帯電し、ノズル 2 から突出する液体はテイラーコーンを形成し、コーンの先端から帯電した液滴が反対電荷を有する対向電極に向かって射出される。このとき、本実施形態では、筒状電極 1 の  $L1/D1$  が 35 以上なので、液体に電荷を効率よく与えることができ、液滴を容易にレイリー分裂させることができる。例えば、レジスト溶液の場合、10 kV 以下の電圧でも、レイリー分裂を起こさせることができる。これにより、例えば、直径 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  の液体のレジスト液滴を形成させ、基板 SB 上の所望の部分に供給することができる。

10

## 【0038】

そして、ノズル 2 と基板 SB との距離を調節して、溶媒が乾燥しない状態の液滴群を多数基板 SB 上に供給することにより、これらの液滴を基板上で合一させて液膜を緻密化させたり、厚みを均一化させたりすることができる。これにより、液膜形成後に、液膜中の液滴を合一させるために液膜を溶媒上気中記雰囲気に保持する必要は必ずしもない。ノズル 2 と基板 SB との間の好ましい距離は、10 ~ 100 mm である。

## 【0039】

$L1/D1$  が 35 以上であることにより、レイリー分裂が起こりやすくなる理由は明確ではないが、 $D1$  が小さいほど筒状電極 1 の内面（接液部）から液体までの距離が近くなるので筒状電極 1 により液体に電荷を与えやすくなり、また、 $L1$  が大きいほど液体との接触距離が長いので液体に電荷を与えやすいものと考えられる。

20

## 【0040】

本発明は上記実施形態に限定されず様々な変形態様が可能である。

例えば、上記実施形態では、最初に射出される液滴の径を小さくすべく、ノズル 2 が設けられているが、 $D1$  が例えば、0.1 mm 以下程度に小さい場合には、ノズル 2 が無くても、微少な液滴を形成することができる。

## 【0041】

また、上記実施形態では、ノズルからの放電等を抑制すべく、ノズル 2 を電気絶縁性としているが、ノズル 2 が導電材料から成る物でも実施は可能である。

## 【0042】

また、上記実施形態では、ノズル 2 が、筒状電極 1 内に挿入されているが、これに限定されず、例えば、ノズル 2 の上端面が筒状電極 1 の下端面と接触する態様でも実施可能である。

30

## 【0043】

また、上記実施形態では、第一流路 F1 の内径  $D1$  は一定であるが、例えば、軸を含む断面において、軸線に対する内面の角度が  $15^\circ$  以下の傾斜を有するテーパ管でも良い。この場合の内径  $D1$  は、軸方向に沿って積分した平均直径として定義することができる。ノズル 2 の第二流路 F1 も同様である。

## 【0044】

また、筒状電極 1 の形状も、第一流路 F1 を形成できればとくに限定されず、例えば、フランジ 1a が無くても良い。

40

## 【0045】

また、カバー 3 が必須でないことは言うまでもない。例えば、筒状電極 1 に対して、直接ライン L10 を接続してもよい。

## 【0046】

また、本実施形態では、液体の塗布対象が基板 SB であるので、対向電極 20 も板状であるが、対向電極 20 の形状は、塗布対象の形状に合わせて所望の形態に変えることもできる。また、塗布の対象物も、特に限定されず、例えば、表面に凹凸のある基板等種々の物に液体を塗布できる。

## 【0047】

50

また、上記実施形態では液体供給部40は第一流路F1に対してレジスト溶液（感光性樹脂及び溶媒の混合物）を塗布していたが、これ以外にも種々の液体を供給することが可能である。このような液体としては、例えば、非感光性樹脂と溶媒との混合液、表面保護膜用コーティング液等として用いられる重合性液状モノマー（例えば、1、9-ノンジオールアクリレート、1,1,1-トリメチロールプロパントリアクリレート等の液状アクリルモノマーなど）、金属粒子と溶媒とのペースト（銀、金、銅など）、接着剤、が挙げられる。液体の好ましい粘度の範囲は、5～1000 mPa・sである。溶媒は限定されず、水、有機溶媒など、種々の極性溶媒や非極性溶媒が使用できる。

【0048】

また、液体供給部40の構成も特に限定されず、例えば、ラインL1にポンプが接続されている形態や、ポンプ42が圧縮ガス源である形態、あるいは、液体の供給量が少なく、第一流路F1内の負圧や水頭差だけでも液体の供給が可能な場合などには、単なるラインL1だけでもよく、要は、第一流路F1に液体を供給可能であればよい。

【実施例】

【0049】

図1のような静電塗布装置を用い、L1及びD1を代えて、基板上に3～5 μmの液滴が得られる電圧を測定した。

【0050】

液体：レジスト溶液（プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(60-80wt%)、ノボラック樹脂（15-30wt%）、ナフトキノンジアジドエステル(<1wt%)、界面活性剤(<1wt%)）

【0051】

筒状電極：ステンレス製、第一流路F1の長さL1 [mm]、第一流路F1の内径D1

【0052】

ノズル：ガラス製、第二流路F2の長さL2 = 10 mm、第二流路F2の径D2 = 100 μm

【0053】

基板（Si基板）、基板とノズル2との距離40 mm

【0054】

結果を表1に示す。

【表1】

	L1 (mm)	D1 (mm)	L1 / D1 (-)	必要電圧 (kV)
実施例1	50	1.0	50	6
実施例2	40	1.0	40	8
実施例3	50	0.6	83	5
比較例1	20	1.0	20	20
比較例2	10	1.0	10	30
比較例3	50	2.0	25	20
比較例4	50	5.0	10	40(*)

(\*)は、液滴の形成が不安定であった。

【0055】

さらに、アクリルモノマー系のコーティング溶液（重合性液状モノマー（1、9-ノンジオールアクリレート）を用いて実験を同様に行ったところ、上述のレジスト溶液と同様の結果を得た。

【符号の説明】

【0056】

1...筒状電極、2...ノズル、20...対向電極、30...電源、40...液体供給部、F1...第一流路、F2...第二流路、100...静電塗布装置。

【要約】

【課題】基板に到達する液滴の粒径を十分に小さくできる、静電塗布装置及びこれを用い

10

20

30

40

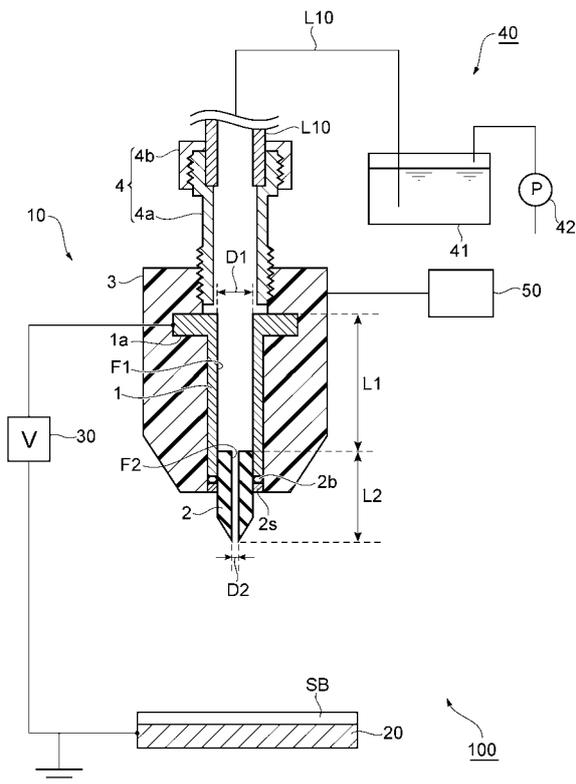
50

た液体の塗布方法を提供する。

【解決手段】静電塗布装置 100 は、導電性の壁で内面が形成された第一流路 F 1 を形成する筒状電極 1 と、第一流路 F 1 の軸線の延長線上に配置された対向電極 20 と、筒状電極 1 と対向電極 20 との間に電圧を印加する電源 30 と、第一流路 F 1 に対して液体を供給する液体供給部 40 と、を備える。第一流路 F 1 の軸方向長さを L 1 とし、第一流路 F 1 の内径を D 1 としたときに、 $L 1 / D 1$  が 3.5 以上である。

【選択図】図 1

【図 1】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2006/011403(WO, A1)  
国際公開第2012/008459(WO, A1)  
特開2006-305321(JP, A)  
特許第2640851(JP, B2)  
特開2007-275745(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05B 5/025

B05D 1/04