

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4875507号
(P4875507)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 35/10 (2006.01)	GO 1 N 35/06 C
GO 1 N 37/00 (2006.01)	GO 1 N 37/00 1 O 2
BO 5 C 1/02 (2006.01)	BO 5 C 1/02 1 O 1
BO 5 C 11/00 (2006.01)	BO 5 C 11/00
GO 1 N 1/00 (2006.01)	GO 1 N 1/00 1 O 1 K
請求項の数 2 (全 15 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-28094 (P2007-28094)	(73) 特許権者	504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(22) 出願日	平成19年2月7日(2007.2.7)	(74) 代理人	100082740 弁理士 田辺 恵基
(65) 公開番号	特開2008-191091 (P2008-191091A)	(72) 発明者	青山 尚之 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1国立 大学法人電気通信大学内
(43) 公開日	平成20年8月21日(2008.8.21)	(72) 発明者	越湖 智之 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1国立 大学法人電気通信大学内
審査請求日	平成21年12月15日(2009.12.15)	(72) 発明者	安達原 裕 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1国立 大学法人電気通信大学内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 液滴塗布装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

塗布液を収納する塗布液収納部材を通して塗布用針を降下させることにより塗布対象に液滴を塗布する液塗布装置本体を有する液滴塗布装置において、

上記塗布液収納部材から降下して先端に液滴を形成した上記塗布用針が、上記液滴が上記塗布対象に接触する寸止め位置に降下したことを検出する針降下検出手段と、

上記液滴を上記塗布対象に塗布すると共に上記針降下検出手段の検出出力によって上記塗布用針の降下動作を停止させる寸止め手段と

を具備、

上記針降下検出手段は、上記塗布用針が上記寸止め位置に降下したとき、上記塗布用針の先端部と共に、当該先端部の先端に生成された液滴に投射レーザー光を投射し、上記液滴を屈折しながら透過して上記塗布対象によって反射して上記液滴から射出する反射光の投射位置に応じた上記検出出力を得る

ことを特徴とする液滴塗布装置。

【請求項2】

さらに、上記塗布用針の降下速度と上記塗布液の粘度を選定することにより液滴量が異なる複数の液滴を選択的に形成できる液滴量選択手段を具備る

ことを特徴とする請求項1に記載の液滴塗布装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は液滴塗布装置に関し、特に微小な液滴を塗布対象に的確に塗布できるようにしようとするものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、細胞などを含む試料液体を塗布対象としての基板上に微小な液滴として配列塗布し、かくして形成されたマイクロアレーを生体の培養や改良などに用いられている。

【 0 0 0 3 】

このマイクロアレーを形成する手法として、液保持管内に先端が先細りのピン部材を挿通させると共に、当該ピン部材の先端を塗布対象である基板に当接させることにより、ピン部材の先端に付着した液を液滴として塗布対象に塗布する方法のものが提案されている（特許文献 1 及び 2 参照）。

【特許文献 1】特許第 3 2 9 9 2 1 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 4 6 0 6 2 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところがこの種の従来の液滴塗布装置は、ピン部材の先端を塗布対象の塗布面に押し当てているため、押し当てた状態において試料液体が多量に流れ込んだり、当接したピン部材の針先が曲がったり、塗布対象の塗布面を損傷させたりするといった問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、塗布用針を塗布対象に当接させることなく微小な液滴を塗布対象に的確に塗布できるようにした液滴塗布装置を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

かかる課題を解決するため本発明においては、塗布液を収納する塗布液収納部材 9 を通って塗布用針 1 1 を降下させることにより塗布対象 5 に液滴 L Q を塗布する液塗布装置本体 2 を有する液滴塗布装置 1 において、塗布液収納部材 9 から降下して先端に液滴 L Q を生成した塗布用針 1 1 が、液滴 L Q が塗布対象 5 に接触する直前の寸止め位置に降下したことを検出する針降下検出手段 2 1 と、液滴 L Q を塗布対象 5 に塗布すると共に針降下検出手段 2 1 の検出出力 S 1 1 によって塗布用針 1 1 の降下動作を停止させる寸止め手段 S P 1 0 とを設けると共に、針降下検出手段 2 1 は、塗布用針 1 1 が寸止め位置に降下したとき、塗布用針 1 1 の先端部と共に、当該先端部の先端に生成された液滴 L Q に投射レーザー光 L 1 を投射し、液滴 L Q を屈折しながら透過して塗布対象 5 によって反射して液滴 L Q から射出する反射光 L 2 の投射位置に応じた検出出力 S 1 1 を得るようにする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、先端に液滴を生成した塗布用針が寸止め位置に降下したとき、液滴を屈折しながら透過する投射レーザー光を塗布対象によって反射させて液滴から射出する反射光の投射位置に応じて当該寸止め位置の降下状態を検出して、当該液塗布針の降下を停止させるようにしたことにより、塗布用針を塗布対象に当接させずに的確に液滴を塗布対象に塗布できる液滴塗布装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 8 】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【 0 0 0 9 】

(1) 全体構成

図 1 において、1 は全体として液滴塗布装置を示し、塗布対象としての基板上に液滴を順次塗布することによりマイクロアレーを形成する液滴塗布装置本体 2 を有する。

【 0 0 1 0 】

液滴塗布装置本体 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、固定基台 3 上に配設された X Y ステージ 4 上にマイクロアレーを形成すべき塗布基板 5 を載置すると共に、当該塗布基板 5 の表面に上方から対向するように Z ステージ 6 が設けられている。

【 0 0 1 1 】

この実施の形態の場合、X Y ステージ 4 は固定基台 3 の所定位置に位置決めされた X ステージ部 4 A を有し、この X ステージ部 4 A が上面に装着された Y ステージ部 4 B を X 軸方向に移動させると共に、Y ステージ部 4 B が上面に載置された塗布基板 5 を Y 軸方向に移動させ、これにより Z ステージ 6 に対する塗布基板 5 の X Y 平面上の位置を順次位置決めできるようになされている。

10

【 0 0 1 2 】

Z ステージ 6 は、固定基台 3 上に上方に延長するように設けられた架台 8 に粗動ステージ部 6 A を取り付けたり、当該粗動ステージ 6 A の架台 8 に固着された固定部 6 A 1 に対して Z 軸方向に摺動する摺動部 6 A 2 に微動ステージ部 6 B の固定部 6 B 1 が固着され、これにより粗動ステージ部 6 A は、微動ステージ部 6 B を Z 軸方向に粗いピッチで降下又は上昇させる。

【 0 0 1 3 】

粗動ステージ部 6 A の摺動部 6 A 2 には、下方に突出するように、塗布液保持部材を構成するガラス製ピペット 9 を保持するピペット保持部材 1 0 が取り付けられており、これによりピペット 9 が微動ステージ部 6 B の固定部 6 B 1 と共に、粗いピッチで Z 軸方向に降下又は上昇するようになされている。

20

【 0 0 1 4 】

微動ステージ部 6 B の摺動部 6 B 2 には液滴塗布部材としての塗布用針 1 1 が Z 軸方向に沿うように取り付けられ、これにより微動ステージ 6 B の摺動部 6 B 2 が固定部 6 B 1 に対して摺動動作したとき、塗布用針 1 1 が Z 軸方向に沿ってピペット 9 内を通過して所定の速度で降下又は上昇する。

【 0 0 1 5 】

かくして図 4 (A) に示すように、微動ステージ 6 B の摺動部 6 B 2 が摺動動作をしていない基準位置にある状態において、粗動ステージ部 6 A の摺動部 6 A 2 が液滴塗布動作位置にまで降下したとき、塗布用針 1 1 の先端部がピペット 9 の先端より下方に突出した状態になる。

30

【 0 0 1 6 】

この状態において、微動ステージ 6 B の摺動部 6 B 2 が、図 4 (B) において矢印 a で示すように上方に摺動動作することによって塗布用針 1 1 の先端がピペット 9 の内部に引き込まれた状態になる。

【 0 0 1 7 】

この状態において、微動ステージ 6 B の摺動部 6 B 2 が、図 4 (C) において矢印 b で示すように、基準位置 (4 (A)) より下方に降下すると、塗布用針 1 1 の先端がピペット 9 内に収納されている塗布液中を通過して下方に突出する状態になる。

40

【 0 0 1 8 】

このとき塗布用針 1 1 の先端面及びその近傍の周面がピペット 9 内から下方に突出する際に、ピペット 9 内に収納されている塗布液を引き連れて下方に突出することによって塗布用針 1 1 の先端に液滴 L Q が生成され、これが塗布基板 5 上に塗布される。

【 0 0 1 9 】

この状態において、微動ステージ 6 B の摺動部 6 B 2 が、図 4 (D) において矢印 c で示すように、上方に摺動動作して基準位置に戻ると液滴塗布装置本体 2 の液滴塗布動作の一巡動作が終了する。

【 0 0 2 0 】

かかる液滴塗布装置本体 2 の図 4 (A) ないし (D) の液滴塗布動作は、ステージ制御部 1 5 (図 1) から送出される Z ステージ制御信号 S 1 によって Z ステージ 6 の粗動ステ

50

ージ部 6 A 及び微動ステージ部 6 B が駆動制御されることにより実行される。

【 0 0 2 1 】

また図 4 (A) ないし (D) の液滴塗布動作は、ステージ制御部 1 5 から送出される X Y ステージ制御信号 S 2 によって X Y ステージ 4 が制御されることにより、 X ステージ 4 A 及び Y ステージ 4 B が塗布基板 5 上に n 行 m 列の液滴 L Q を塗布してなるマイクロアレーを形成するように、塗布用針 1 1 に対して塗布基板 5 を順次位置決めする。

【 0 0 2 2 】

ステージ制御部 1 5 は、パーソナルコンピュータ構成のシステム制御ユニット 1 6 によって、ユーザがデータ入力部 1 7 から入力する入力データ S 3 と、塗布用針降下位置検出装置 2 1 から得られる降下位置データ S 4 とに基づいて制御される。

10

【 0 0 2 3 】

(2) 塗布用針降下位置検出装置

塗布用針降下位置検出装置 2 1 は、液滴塗布装置本体 2 の塗布用針 1 1 が塗布基板 5 に対して降下したとき、データ入力部 1 7 からのユーザの指示内容に応じて、ユーザが「針接触モード」を選択したとき塗布用針 1 1 の針先が塗布基板 5 の表面に接触したことを検出して液滴塗布動作をさせるような制御を実行すると共に、ユーザが「寸止めモード」を選択したとき塗布用針 1 1 の先端が塗布基板 5 の表面に近接して液滴 L Q を塗布する位置にまで降下したとき（これを寸止め位置と呼ぶ）これを検出してその降下を止めて液滴塗布動作をさせる（この動作を寸止め動作と呼ぶ）ような制御を実行する。

【 0 0 2 4 】

塗布用針 1 1 が塗布基板 5 に接触したか否かの検出、及び寸止め位置にまで降下したか否かの検出は、図 5 ないし図 8 に示す構成の塗布用針降下検出装置 2 1 によって検出する。

20

【 0 0 2 5 】

塗布用針降下検出装置 2 1 は、塗布基板 5 上の塗布用針 1 1 の先端面と対向する投射点 P 1 に向けて投射レーザー光 L 1 を放出するレーザー光放射素子 2 1 A と、投射レーザー光 L 1 の塗布基板 5 からの反射光 L 2 を受光する反射光受光素子 2 1 B とを有する。

【 0 0 2 6 】

この実施の形態の場合、レーザー光放射素子 2 1 A 及び反射光受光素子 2 1 B は、図 2 及び図 3 に示すように、ピペット保持部材 1 0 上においてピペット 9 の先端部を挟む位置に取り付けられ、粗動ステージ部 6 A の摺動部 6 A 2 が下方摺動して微動ステージ部 6 B の摺動部 6 B 2 が図 4 (A) ~ (D) の液滴塗布動作をする状態において、レーザー光放射素子 2 1 A が投射レーザー光 L 1 を塗布基板 5 の投射点 P 1 に投射できるように設定されている。

30

【 0 0 2 7 】

かくして塗布基板 5 上の投射点 P 1 を通って塗布基板 5 の表面に対して直角方向に延長する仮想線 K 1 上を塗布用針 1 1 が上昇した状態にあると、レーザー光放射素子 2 1 A の投射レーザー光 L 1 が仮想線 K 1 に対して入射角 θ_1 で入射すると共に、反射光 L 2 が仮想線 K 1 に対して反射角 θ_1 で反射する。

【 0 0 2 8 】

反射光受光素子 2 1 B は、図 6 に示すように、直交座標軸 U 軸及び V 軸を有する U - V 検出平面を有し、反射光 L 2 が原点 (U 0 , V 0) に入射したとき、検出出力 S 1 1 として (U = 0 [V] , V = 0 [V]) の電圧出力を発生する。

40

【 0 0 2 9 】

これに対して反射光 L 2 の入射位置が U 軸上を正の検出限界点 (U 1 , V 0) の方向にずれたとき、反射光受光素子 2 1 B は検出出力 S 1 1 として (U = 0 ~ + 1 0 [V] , V = 0 [V]) の電圧出力を送出する。

【 0 0 3 0 】

以下同様にして反射光 L 2 の入射位置が U 軸上を負の限界点 (- U 1 , V 0) の方向にずれたとき検出出力 S 1 1 として (U = 0 ~ - 1 0 [V] , V = 0 [V]) の電圧出力を

50

送出し、反射光 L 2 の入射位置が V 軸上を正の検出限界点 (U 0 , + V 1) の方向にずれたとき検出出力 S 1 1 として (U = 0 [V] , V = + 1 0 [V]) の電圧出力を送出し、反射光 L 2 の入射位置が V 軸上を負の検出限界点 (U 0 , - V 1) までずれたとき検出出力 S 1 1 として (U = 0 [V] , V = - 1 0 [V]) の電圧出力を送出する。

【 0 0 3 1 】

この結果反射光受光素子 1 1 B は、反射光 L 2 の入射位置が原点 (U 0 , V 0) から座標位置 (- U 1 ~ + U 1 , - V 1 ~ + V 1) のいずれかの座標位置にずれると、当該座標位置に対応する電圧出力 (U = - 1 0 ~ + 1 0 [V] , V = - 1 0 ~ + 1 0 [V]) を検出出力 S 1 1 として送化する。

【 0 0 3 2 】

このような構成の反射光受光素子 2 1 B に対して、液滴塗布装置本体 2 の塗布用針 1 1 が図 4 について上述したような液滴塗布動作をする際に、図 4 (A) 及び (B) のように、液滴形成前の状態において塗布用針 1 1 が塗布基板 5 から上方に大きく離間している場合には、レーザ光放出素子 2 1 A の投射レーザ光 L 1 が図 5 に示すように直接塗布基板 5 の投射位置 P 1 に投射することによって反射光 L 2 がレーザ光 L 1 の入射角 θ_1 と同じ反射角 θ_1 で反射することにより、反射光 L 2 は図 6 に示すように、反射光受光素子 2 1 B の原点位置 (U 0 , V 0) に入射して反射光像 Z 1 を生成する状態になる。

【 0 0 3 3 】

このとき信号処理回路 2 1 D から送化される降下位置データ S 4 は原点位置 (U 0 , V 0) を表すことになり、この降下位置データ S 4 がシステム制御ユニット 1 6 に取り込まれることにより、システム制御ユニット 1 6 は塗布用針 1 1 が塗布基板 5 に対して塗布動作を行う位置に降下していないことを判知できる。

【 0 0 3 4 】

これに対して塗布用針 1 1 が、図 4 (C) に示すように、先端面が塗布基板 5 の表面に近接した寸止め位置にまで降下したことによって塗布用針 1 1 の先端面に形成された液滴 L Q が塗布基板 5 に塗布される状態になると、図 7 に示すように、液滴 L Q が基板 5 の投射位置 P 1 に接触する直前の位置にまで近づくことによって、投射レーザ光 L 1 が塗布用針 1 1 の先端部を照射すると共に、当該先端部の先端に形成された液滴 L Q を透過する状態になる。

【 0 0 3 5 】

このとき投射レーザ光 L 1 は液滴 L Q の界面において屈折して当該屈折透過光 L 1 1 が基板 5 の表面において反射して反射透過光 L 1 2 として液滴 L Q の界面の方向に透過して行く。

【 0 0 3 6 】

この反射透過光 L 1 2 は、液滴 L Q から外気に出る際に、液滴 L Q の界面によってさらに屈折して反射光 L 2 として反射光受光素子 2 1 B に入射する。

【 0 0 3 7 】

このとき反射光受光素子 2 1 B 上に生ずる反射光像 Z 2 は、図 8 において矢印 e で示すように、塗布用針 1 1 が塗布基板 5 から離間しているときに得られた反射光像 Z 1 (図 5 及び 6) が反射光受光素子 2 1 B の原点位置 (U 0 , V 0) に入射していたのに対して、液滴 L Q の屈折によってその屈折量に応じた座標位置 (U K , V K) に移動する。

【 0 0 3 8 】

この反射光像 Z 2 の入射位置を表す投下位置データ S 4 はシステム制御ユニット 1 6 に供給され、これによりシステム制御ユニット 1 6 は、塗布用針 1 1 が寸止め位置にまで降下したこと及びこれにより液滴 L Q が基板 5 の表面に接触する状態に至ったことを明確に判知することができる。

【 0 0 3 9 】

このとき塗布用針 1 1 は図 4 (D) について上述したように、液滴 L Q を塗布基板 5 に塗布するので、システム制御ユニット 1 6 はステージ制御部 1 5 に対して上昇指令を与えることにより、塗布用針 1 1 を基準位置にまで上昇した状態に制御することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

(3) 液滴塗布処理手順

システム制御ユニット 1 6 はデータ入力部 1 7 によってユーザが液滴塗布処理指令を入力したとき、図 9 に示す液滴塗布処理手順 R T 1 を実行する。

【 0 0 4 1 】

液滴塗布処理手順 R T 1 に入ると、システム制御ユニット 1 6 はステップ S P 1 においてデータ入力部 1 7 から入力される入力データ S 1 に基づいて、図 1 0 に示す項目を含む初期設定条件を初期設定条件メモリ 1 6 A に保存する。

【 0 0 4 2 】

続いてシステム制御ユニット 1 6 はステップ S P 2 に移って、ステージ制御部 1 5 に対して基板位置決め情報を与えることにより、初期設定条件メモリ 1 6 A に入力された条件に基づく X Y ステージ制御信号 S 2 を X Y ステージ 4 に与えることにより塗布用針 1 1 に対して基板 5 を位置決めする。

10

【 0 0 4 3 】

図 1 0 の実施の形態の場合、基板 5 上には、図 1 1 に示すように、2 行 3 列の塗布液滴 L Q X を塗布してなるマイクロアレー 3 0 を生成する。

【 0 0 4 4 】

続いてシステム制御ユニット 1 6 は、次のステップ S P 3 に移って、塗布用針 1 1 を初期設定された速度で降下させる（微動ステージ部 6 B によって）と共に、ステップ S P 4 において塗布用針降下検出装置 2 1 を用いて基板 5 上の塗布用針 1 1 の検出動作を行う。

20

【 0 0 4 5 】

この実施の形態の場合塗布用針 1 1 が液滴塗布動作を開始するとき（図 4 (A) ）、塗布用針 1 1 の先端から基板 5 までの距離は 5 [mm] であり、この位置から 2 [mm / s] の針速度で 5 0 [μ m] の塗布用針 1 1 を 1 2 5 [μ m] のピペットの内を基板 5 まで 5 [μ m] の寸止め位置まで降下させることにより、1 5 0 [μ m] の液滴サイズの塗布液滴 L Q X を塗布する。

【 0 0 4 6 】

続くステップ S P 5 において、システム制御ユニット 1 6 はユーザがデータ入力部 1 7 によって指定した塗布モードが「寸止めモード」か否かの判断をし、否定結果が得られたとき、ステップ S P 6 に移って基板 5 に塗布用針 1 1 が適正に接触したか否かの判断をする。

30

【 0 0 4 7 】

このようにステップ S P 5 において否定結果が得られたことは、ユーザが図 1 2 に示すように塗布用針 1 1 を基板 5 に接触させた状態で液滴の塗布を行う接触塗布モードをユーザが選択したことを意味し、このとき投射レーザー光 L 1 は基板 5 に接触した位置にまで降下した塗布用針 1 1 によって遮光されることにより投射点 P 1 にまで到達できない状態になり、その結果図 1 3 に示すように、反射光受光素子 2 1 B の原点位置 (U 0 , V 0) には反射光 L 2 が到達しないために、破線図示のように反射光像 Z 1 が形成されない状態になることを意味している。

40

【 0 0 4 8 】

このとき反射光受光素子 2 1 B の原点位置 (U 0 , V 0) における検出出力 S 1 1 は、図 1 4 に示すように、塗布用針 1 1 が降下している状態においてその先端が塗布基板 5 に接触する前の状態においては反射光像 Z 1 が入射していることにより高い検出電圧 V 1 が得られる状態になっているのに対して塗布用針 1 1 が塗布基板 5 に接近するに従って先端面と塗布基板 5 との間隙が狭くなって行くに従って検出出力が検出電圧 V 1 から低下し始め、やがて先端が塗布基板 5 に接触したとき、投射レーザー光 L 1 が遮光状態になることにより低い検出電圧 V 2 が得られる状態に安定する。

【 0 0 4 9 】

かくして、システム制御ユニット 1 6 は反射光受光素子 2 1 B の原点位置 (U 0 , V 0) からの検出出力 S 1 が検出電圧 V 1 から V 2 に遷移する途中で参照値 R F 1 を横切った

50

とき、塗布用針 11 が塗布基板 5 に接触したと判断してステップ S P 7 に移る。

【 0 0 5 0 】

これに対して、反射光受光素子 21 B の検出出力 S 1 が基準値 R F 1 を横切らない状態になったときには、システム制御ユニット 16 はステップ S P 6 において否定結果が得られることにより塗布用針 11 が適正に塗布基板 5 に接触しなかったものとして、ステップ S P 8 に移って塗布用針 11 を基準位置に上昇させた後、上述のステップ S P 3 に戻って再度塗布用針 11 の降下処理をやり直す。

【 0 0 5 1 】

これに対してステップ S P 6 において肯定結果が得られたとき、このことは塗布用針 11 が塗布基板 5 に適正に接触して液滴の塗布動作ができることを意味しており、このときシステム制御ユニット 16 は塗布対象として用いられている塗布基板 5 に対する塗布用針 11 の降下条件を更に適正に調整するオフセット値（ユーザによってデータ入力部 17 から入力される）を設定した後、ステップ S P 10 において液滴の塗布動作をする。

10

【 0 0 5 2 】

これに対して、上述のステップ S P 5 において肯定結果が得られると、このことは塗布用針 11 を塗布基板 5 に接触させずに直前で止めて図 7 及び図 8 について上述した寸止めにより液滴の塗布をする動作モードが選定されていることを意味し、このときシステム制御ユニット 16 はステップ S P 11 に移って反射光受光素子 21 B において生じた反射光像 Z 2 の位置（U K , V K ）と原点（U 0 , V 0 ）との位置の差を検出し、その検出結果に基づいてステップ S P 12 において液滴があるか否かの判断をする。

20

【 0 0 5 3 】

ここで肯定結果が得られると、このことは塗布用針 11 の先端に液滴 L Q があることにより反射光受光素子 21 B に生ずる反射光像 Z 2 が、液滴がない場合に生ずる反射光像 Z 1 の位置から移動していることを意味する（図 8）。

【 0 0 5 4 】

この反射光像の移動は、図 10 について上述したような初期設定条件のうち、液滴粘度、液滴サイズ、基板表面の親水性、現在塗布している液滴の液屈折率 R F K によってレーザー光が液滴 L Q を透過する際の屈折動作によって決まる。

【 0 0 5 5 】

そこで当該屈折動作によって決まる所定位置に反射光像 Z 2 が生じたとき、システム制御ユニット 16 は、ステップ S P 12 において肯定結果が得られることにより、次のステップ S P 13 に移って現在検出している塗布液についての調整条件となるオフセット値（ユーザによってデータ入力部 17 から入力される）を入力してより適正な検出結果を得られるように修正した後、ステップ S P 10 に移って液滴を塗布基板 5 に塗布すると共に、塗布用針 11 の降下動作を停止させる。

30

【 0 0 5 6 】

これに対して上述のステップ S P 12 において否定結果が得られると、このことは現在の液滴の検出条件に基づく移動位置に反射光像 Z 2 が生じていないことを意味し、このときシステム制御ユニット 16 はステップ S P 14 において塗布用針 11 を一旦上昇させた後上述のステップ S P 3 に戻ってステップ S P 12 において肯定結果が得られるまで針の降下動作をやり直す。

40

【 0 0 5 7 】

實際上反射光受光素子 21 B は反射光像 Z 2 が生ずる位置（U K , V K ）の検出出力 S 12 として、図 15 に示すように、塗布用針 11 の先端に形成された液滴 L Q （図 7）が塗布基板 5 の光投射点 P 1 の位置まで降下する前の状態においては反射光像 Z 1 が生じている状態にあるので（図 8）、電圧出力 V 11 が得られている状態になっているのに対して、液滴 L Q が降下してきて塗布基板 5 の光投射位置 P 1 に接近するに従って反射光像 Z 2 への移動が開始されることにより、検出出力 S 12 が電圧出力 V 11 から V 12 に上昇して行き、やがて液滴 L Q が塗布基板 5 に接触する位置にまで降下したとき、以後電圧出力 V 12 の状態に安定する。

50

【 0 0 5 8 】

従ってシステム制御ユニット 1 6 は反射光受光素子 2 1 B の反射光像 Z 2 の位置 (U K , V K) の検出出力 S 1 2 が参照値 R F 2 を横切ったとき、ステップ S P 1 2 において肯定結果を得るような動作をする。

【 0 0 5 9 】

このような検出動作を適正に行うため、現在検出している塗布液の粘度や基板の親水性などのバラツキをステップ S P 1 3 においてオフセット値を設定することにより適正に修正する。

【 0 0 6 0 】

かくしてシステム制御ユニット 1 6 は、マイクロアレー 3 0 (図 1 1) の 2 行 3 列の塗布液滴 L Q X のうち、ステップ S P 2 において位置決めされた位置の塗布液滴 L Q X を塗布基板 5 上に塗布した後、次のステップ S P 1 5 において全ての塗布液滴 L Q X について位置決めを終了したか否かを判断し、未だ全ての塗布液滴 L Q X を塗布していないときステップ S P 1 6 において塗布用針 1 1 を上昇させた後上述のステップ S P 2 に戻って他の塗布液滴 L Q X についての塗布動作を繰り返す。

10

【 0 0 6 1 】

かくしてステップ S P 1 5 において肯定結果が得られたとき、このことはマイクロアレー 3 0 上に全ての塗布液滴 L Q X を塗布したことを意味し、このときシステム制御ユニット 1 6 はステップ S P 1 7 に移って当該液滴塗布処理手順 R T 1 を終了する。

【 0 0 6 2 】

図 9 の液滴塗布処理手順 R T 1 によれば、塗布用針 1 1 を塗布基板 5 に接触させずに寸止め位置に停止させた状態で塗布用針 1 1 の先端に生成した液滴を塗布基板 5 上の所定位置に確実に塗布することができる。

20

【 0 0 6 3 】

これに加えて、ユーザが塗布基板 5 に対して塗布用針 1 1 を接触させた状態で塗布する塗布モードを選択したときには、この場合も塗布基板 5 の所定位置に確実に液滴を塗布することができる。

【 0 0 6 4 】

(4) 異なる液滴量の塗布

図 7 について上述したように、塗布液を収納する塗布液収納部材としてのピペット 9 内を塗布用針 1 1 を降下させることにより形成した液滴 L Q を、塗布基板 5 上に接触させた状態で塗布用針 1 1 を寸止めして液滴 L Q を塗布基板 5 上に塗布するようにした液滴塗布装置本体 2 を用いて液滴塗布作業をする際に、液滴 L Q の大きさ (従って液滴塗布量) は、塗布用針 1 1 の降下速度と液滴 L Q の粘度の選択の仕方によって際立った差があり、これによりユーザは塗布基板 5 に塗布する液滴の大きさを塗布基板 5 の用途に従って必要に応じて選択することができる。

30

【 0 0 6 5 】

図 1 6 (A) の場合は、塗布用針 1 1 の降下速度を高速度 (= 2 . 5 [m m / s e c]) に選定すると共に、塗布液の粘度を高粘度 (= 1 0 0 0 [m P a s]) に選定した場合の液滴生成動作を高速度カメラによって観察したもので、塗布用針 1 1 の降下開始時点 t 1 から塗布用針 1 1 が寸止め位置まで降下した時点 t 6 までの間において、塗布用針 1 1 の先端がピペット 9 から突出する際に、塗布液が高粘度であることにより粘性応力が大きくかつ塗布用針 1 1 の降下速度が高速度であることにより粘性応力が大きくなることによって全体として塗布用針 1 1 の先端が塗布液を引っ張る力が大きくなり、これにより塗布用針 1 1 に付着した塗布液が表面張力によってピペット 9 側に引き戻されずに塗布用針 1 1 の先端に付着したまま降下して行き、その結果塗布用針 1 1 が寸止め位置に達したとき、その先端面に残る液滴 L Q の量は最も多くなる。

40

【 0 0 6 6 】

これに対して、図 1 6 (B) の場合は、塗布用針 1 1 の降下速度を高速度 (= 2 . 5 [m m / s e c]) に選定すると共に、塗布液の粘度を低粘度 (= 5 0 0 [m P a s]) に

50

選定した場合、塗布用針 11 の降下開始時点 t_{11} から寸止め位置で停止した時点 t_{15} までの間において、塗布用針 11 の降下速度が図 16 (A) の場合と同じく高速度で粘性応力が大きいのにに対して塗布液の粘度が低粘度になった分粘性応力が小さくなって塗布用針 11 の先端がピペット 9 から降下する際の塗布液に対する引っ張り力が図 16 (A) の場合と比較して小さくなる。このとき、塗布用針 11 の先端に付着する塗布液が表面張力によりピペット 9 側に引き戻される量が大きくなり、その結果塗布用針 11 が寸止め位置に来たときに先端に形成される液滴 LQ の液量は図 16 (A) の場合より少なくなり、第 2 番目の液量になる。

【0067】

また、図 16 (C) の場合は、塗布用針 11 の降下速度を低速度 ($= 1.0$ [mm/sec]) に選定すると共に、塗布液の粘度を高粘度 ($= 1000$ [mPa·s]) に選定した場合で、塗布用針 11 の降下開始時点 t_{21} から寸止めにより停止する時点 t_{26} までの間において、塗布用針 11 の降下速度が低速度になったことにより図 16 (A) の場合からの粘性応力の落ち込みが図 16 (B) の場合より大きくなるため塗布用針 11 の塗布液に対する引っ張り力が図 16 (B) の場合と比較して小さくなる。このとき、ピペット 9 の表面張力による引き戻し量が図 16 (B) の場合と比較して大きくなり、その結果塗布用針 11 が寸止め位置に来たとき先端に形成される液滴 LQ の量は図 16 (B) の場合より少ない第 3 番目の量になる。

【0068】

さらに、図 16 (D) の場合は、塗布用針 11 の降下速度を低速度 ($= 1.0$ [mm/sec]) に選定すると共に、塗布液の粘度を低粘度 ($= 500$ [mPa·s]) に選定する。

【0069】

この場合塗布用針 11 の降下開始時点 t_{31} から寸止め位置に停止する時点 t_{34} に至るまでの間において、塗布液の粘度が図 16 (C) の場合と比較して小さくなったことにより小さくなるため、塗布用針 11 がピペット 9 から降下する際に表面張力により引き戻される量が大きくなることにより、寸止め位置 t_{34} に来たときに塗布用針 11 の先端に生成される液滴 LQ の量は図 16 (C) の場合より小さい第 4 番目の量になる。

【0070】

図 16 (A) ないし (D) によれば、塗布基板 5 に対する液滴 LQ の塗布量を塗布用針 11 の降下速度及び塗布液の粘度を選択することによって 4 段階の大きさに区別できるような大きさの異なる液滴 LQ を生成することができる。

【0071】

かくして液滴 LQ の大きさが 4 段階に変更された場合、液滴 LQ の形状が変わるので投射レーザー光 L1 に対する屈折投射光 L11 及び屈折反射光 L12 並びに反射光 L2 (図 7) の屈折方向が当該形状に応じて異なる方向になる。

【0072】

この結果反射光受光素子 21B に受ける反射光像 Z2 (図 8) の原点 (L_0, V_0) からの移動方向 e がそれぞれ変化することにより、システム制御ユニット 16 は上述したと同様にしてそれぞれの場合において塗布用針 11 が寸止め位置にまで降下して来たときこれをそれぞれ検出することができる。

【0073】

かくして同じ構成の液滴塗布装置本体 2 を用いてユーザが塗布基板 5 の用途に応じた塗布量の液滴を容易に生成することができる。

【0074】

(5) 第 2 の実施の形態

図 17 は第 2 の実施の形態を示すもので、図 7 との対応部分に同一符号を付して示すように、投射レーザー光 L21 として、塗布用針 11 の降下仮想線 K1 上における塗布基板 5 の光投射点 P1 に集束するようなレーザー光 L を用い、図 17 (A) に示すように、塗布用針 11 が寸止め位置にまで降下する前の状態において、投射レーザー光 L21 は塗布基板 5

10

20

30

40

50

において反射されて光投射点 P 1 から発散するような反射光 L 2 2 を形成し、これを反射受光素子 2 1 B X に入射させる。

【 0 0 7 5 】

反射受光素子 2 1 B X は、入射して来る反射光 L 2 2 の全光量に対応する検出出力を得るように構成され、これにより図 1 7 (B) に示すように、塗布用針 1 1 が寸止め位置にまで降下したとき、反射光 L 2 2 のうち、塗布用針 1 1 の先端によって遮光された遮光部分 L 2 3 の分だけ反射光受光素子 2 1 B X に対する光量が小さくなるように構成されている。

【 0 0 7 6 】

かくして反射光受光素子 2 1 B X において得られる検出出力は、図 1 の検出出力 S 1 1 として信号処理回路 2 1 D に入力され、信号処理回路 2 1 D は当該反射光受光素子 2 1 B X への反射光 L 2 2 の光量の変化に応じて塗布用針 1 1 が図 1 7 (A) の降下動作状態から図 1 7 (B) の寸止め動作状態になるとき、これに応じて変化する降下位置データ S 4 をシステム制御ユニット 1 6 に入力する。

【 0 0 7 7 】

以上の構成において、第 1 の実施の形態において上述したと同様に塗布用針 1 1 がピペット 9 内を通過して塗布基板 5 の方向に降下して行くことにより塗布用針 1 1 の先端に液滴 L Q を形成して寸止め位置にまで来たとき、反射光受光素子 2 1 B X の検出出力 S 1 1 が受光した反射光 L 2 2 の光量変化に応じて変化することにより、信号処理回路 2 1 D が塗布用針 1 1 が寸止め位置に降下したことを表す降下位置データ S 4 をシステム制御ユニット 1 6 に与え、これによりシステム制御ユニット 1 6 は図 9 の液滴塗布処理手順 R T 1 に従って塗布基板 5 上に液滴を塗布する。

【 0 0 7 8 】

かくして図 1 7 の構成によっても、上述の場合と同様にして塗布用針 1 1 を塗布基板 5 に当接させずに寸止め位置において塗布基板 5 に対して液滴を的確に塗布することができる。

【 0 0 7 9 】

(6) 他の実施の形態

上述の実施の形態においては、液滴 L Q として細胞を含んだ資料をマイクロアレー 3 0 (図 1 1) 上に塗布液滴 L Q X として塗布する場合に適用したが、本発明はこれに限らず、タンパク質又は DNA をマイクロアレー上に分注したり、液晶パネルについて、断線した箇所に導電樹脂を塗布することにより修復作業をしたり、基板上に接着剤や半田ペーストなどの微小液滴を塗布したりするような場合に広く適用し得る。

【 0 0 8 0 】

また上述の実施の形態においては、塗布液収納部材としてのガラスピペット 9 内を、タングステン材料でなる塗布用針 1 1 を通すことにより塗布用針 1 1 の先端に液滴 L Q を形成させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は塗布液を収納する塗布液収納部材を通過して塗布用液を降下させる構成のものであれば良い。

【 0 0 8 1 】

さらに、上述の実施の形態においては液滴量を、塗布用針 1 1 の降下速度及び液滴 L Q の粘度に基づいて選択するようにした場合について述べたが、これに代え、又はこれと共に、塗布基板 5 の表面特性 (粗さ、親水性) や、液滴 L Q 中の含有物に基づいて選択するようにしても良い。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 2 】

本発明は塗布対象に対して微小液滴を塗布する場合に利用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】 本発明による液滴塗布装置の一実施の形態を示す略線的ブロック図である。

【 図 2 】 図 1 の液滴塗布装置本体の詳細構成を示す正面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3】図 1 の液滴塗布装置本体を示す Q 1 - Q 1 断面図である。
- 【図 4】(A) ~ (D) は液滴塗布動作の説明に供する略線的断面図である。
- 【図 5】図 1 の針降下検出装置を示す略線的側面図である。
- 【図 6】図 5 の反射光受光素子の説明に供する略線的平面図である。
- 【図 7】塗布用針の液滴塗布動作の説明に供する略線的側面図である。
- 【図 8】図 7 の反射光受光素子の検出動作の説明に供する略線的平面図である。
- 【図 9】図 1 のシステム制御ユニット 1 6 の液滴塗布処理手順を示すフローチャートである。
- 【図 1 0】図 1 のシステム制御ユニットに対して入力される初期設定条件を示す図表である。
- 【図 1 1】液滴塗布装置本体 2 によって生成されるマイクロアレーの説明に供する略線的平面図である。
- 【図 1 2】塗布用針による接触塗布動作の説明に供する略線的側面図である。
- 【図 1 3】図 1 2 の接触塗布モード時の反射光受光素子の検出動作の説明に供する略線的平面図である。
- 【図 1 4】接触塗布モードにおける反射光受光素子の検出動作の説明に供する信号波形図である。
- 【図 1 5】寸止め動作時における反射光受光素子の検出動作の説明に供する信号波形図である。
- 【図 1 6】異なる液滴量の液滴の形成動作の説明に供する略線的側面図である。
- 【図 1 7】(A) 及び (B) は第 2 の実施の形態における塗布用針の寸止め検出動作の説明に供する略線的側面図である。

10

20

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

1 液滴塗布装置、 2 液滴塗布装置本体、 3 固定基台、 4 X Y ステージ、
 4 A X ステージ部、 4 B Y ステージ部、 5 塗布基板、 6 Z ステージ、
 6 A 粗動ステージ部、 6 A 1 固定部、 6 A 2 摺動部、 6 B 微動ステージ部、
 6 B 1 固定部、 6 B 2 摺動部、 8 架台、 9 ピペット、 1 0 ピペット保持部材、
 1 1 塗布用針、 2 1 針降下検出装置、 2 1 B 反射光受光素子、 3 0 マイクロアレー。

30

【図1】

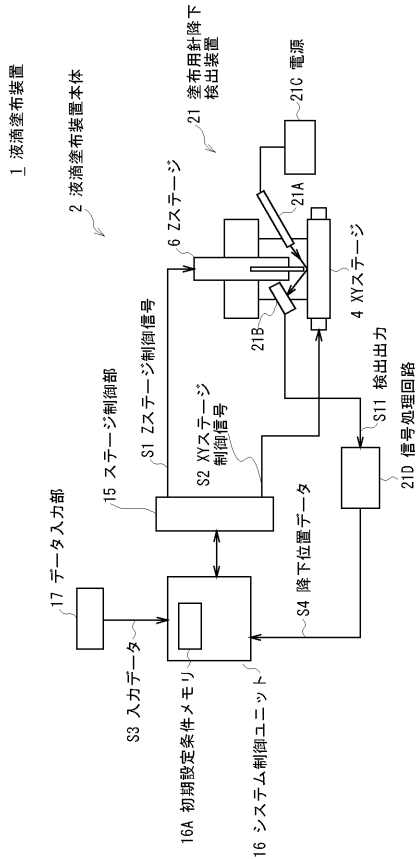


図1 全体構成

【図2】

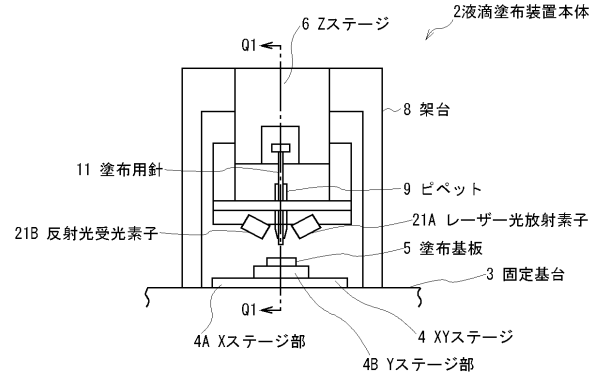


図2 正面構造

【図3】

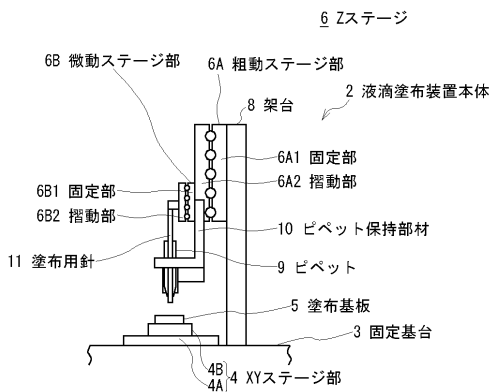


図3 Q1-Q1断面構造

【図4】

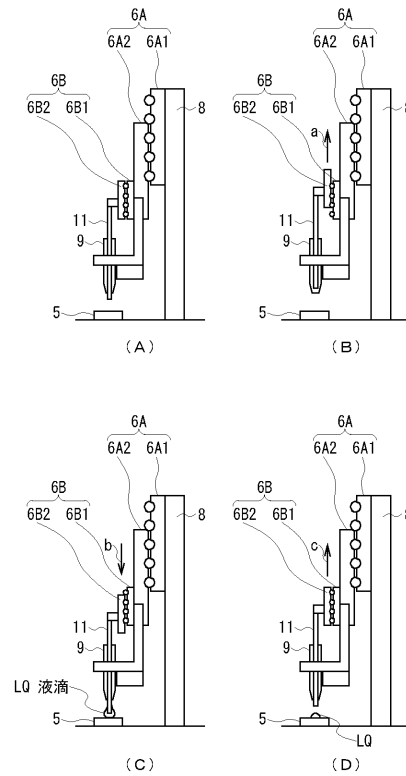


図4 液滴塗布動作

【図5】

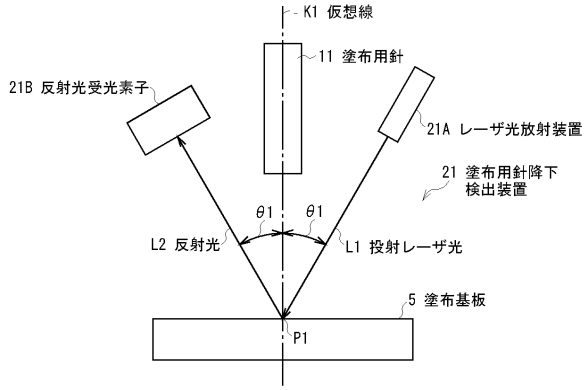


図5 塗布用針降下検出装置

【図6】

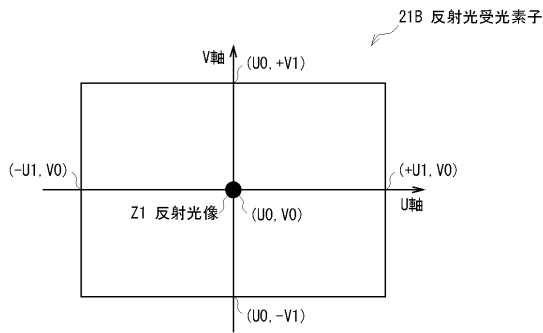


図6 反射光受光素子

【図7】

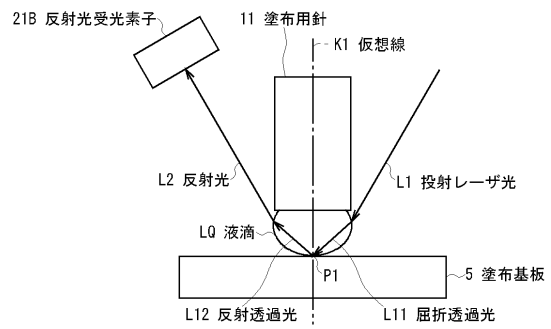


図7 寸止め位置の検出

【図8】

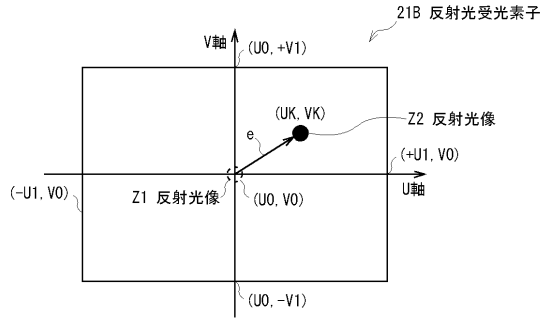


図8 反射光像の移動

【図9】

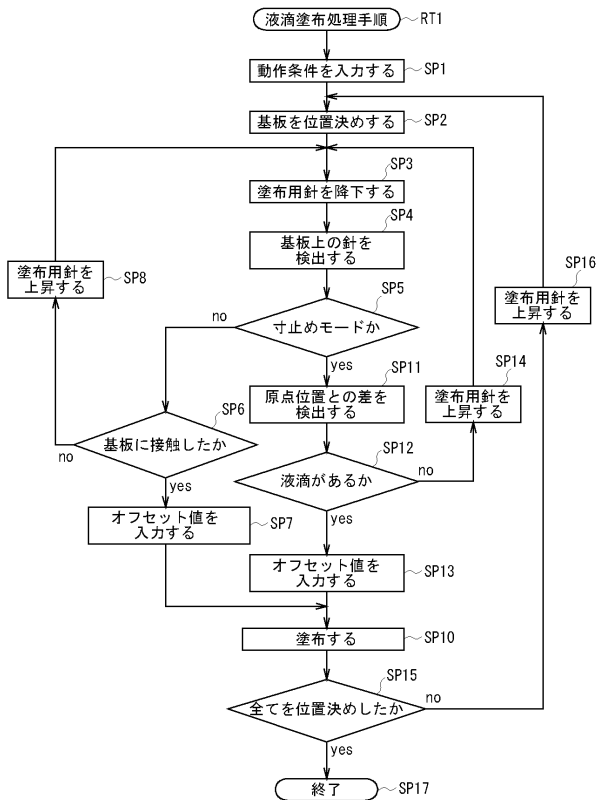


図9 液滴塗布処理手順

【図10】

液滴粘度	1000	cp (mPas)	液滴サイズ	150	μm
基板厚さ	1	mm	針速度	2	mm/s
基板表面	親水性		基板までの距離	5	mm
針のサイズ	50	μm	寸止めの距離	5	μm
ガラス管サイズ	125	μm	液屈折率	RFK	

液滴塗布パターン
 行 2 列 3 繰り返し数 1 回

図10 初期設定条件

【図11】

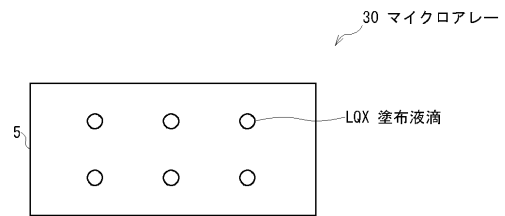


図11 マイクロアレー

【図12】

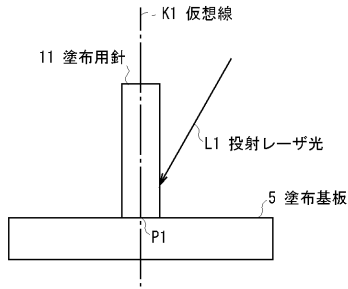


図12 接触塗布モード

【図14】

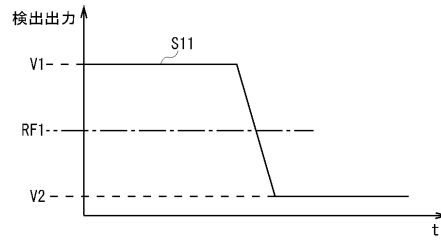


図14 接触検出出力

【図13】

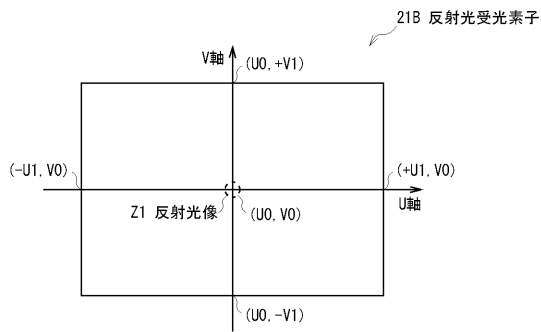


図13 反射光像がない状態

【図15】

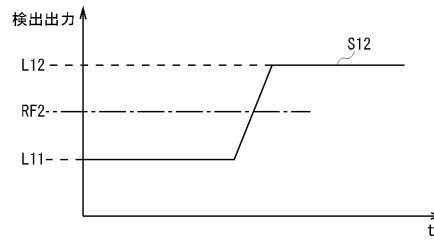


図15 寸止め検出出力

【図16】

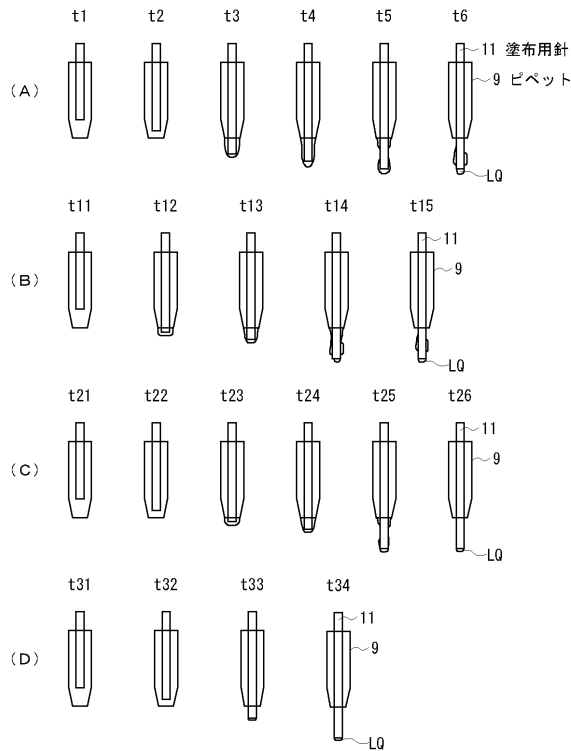


図16 異なる液適量の塗布

【図17】

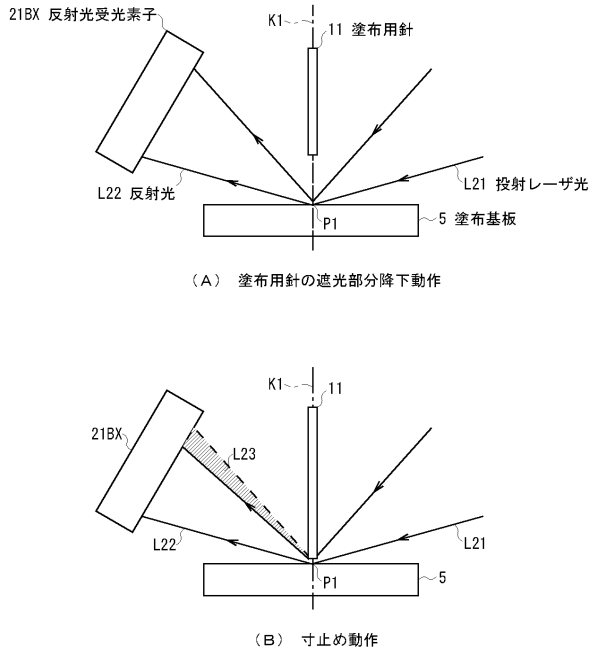


図17 第2の実施の形態

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 1 2 M 1/00 (2006.01) C 1 2 M 1/00 A
C 1 2 N 15/09 (2006.01) C 1 2 N 15/00 F

(72)発明者 入江 優花
東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1国立大学法人電気通信大学内株式会社アプライド・マイクロシステム内

審査官 土岐 和雅

(56)参考文献 特表2002-538953(JP,A)
特開2003-172744(JP,A)
特開2004-535273(JP,A)
特開2001-046062(JP,A)
特表2002-509274(JP,A)
特開2002-286730(JP,A)
特開2002-323509(JP,A)
米国特許第06832733(US,B1)
米国特許第05551487(US,A)
米国特許第03164304(US,A)
欧州特許出願公開第01002570(EP,A1)
特開平03-120407(JP,A)
特開平09-145604(JP,A)
国際公開第2006/022217(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N21/00~21/61、33/48~33/98、35/00~37/00、G01
B11/00、C12M1/00
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)