(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6289880号
(P6289880)

(45)発行日　平成30年3月7日(2018.3.7)　(24)登録日　平成30年2月16日(2018.2.16)

(51)Int.Cl.			F I		
B05D	1/26	(2006.01)	B05D	1/26	Z
B05D	3/00	(2006.01)	B05D	3/00	D
B05C	5/00	(2006.01)	B05C	5/00	101
B05C	9/12	(2006.01)	B05C	9/12	
B41J	2/01	(2006.01)	B41J	2/01	129

請求項の数 4　(全 13 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2013-243430(P2013-243430)
(22)出願日　平成25年11月26日(2013.11.26)
(65)公開番号　特開2015-100747(P2015-100747A)
(43)公開日　平成27年6月4日(2015.6.4)
審査請求日　平成28年6月8日(2016.6.8)

前置審査

(73)特許権者　000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区大崎二丁目１番１号
(74)代理人　100117499
弁理士　小島　誠
(72)発明者　岡本　裕司
神奈川県横須賀市夏島町１９番地　住友重機械工業株式会社　横須賀製造所内

審査官　横島　隆裕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄膜形成方法及び薄膜形成装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板の表面の薄膜形成領域の縁に、薄膜材料を液滴化して着弾させるとともに、着弾した前記薄膜材料を硬化させることにより、前記薄膜形成領域の縁に沿うエッジパターンを形成する工程と、
前記エッジパターンを形成した後、前記エッジパターンから、前記薄膜形成領域の内部に向かって広がる前記薄膜形成領域の縁よりも内側の額縁領域に、前記薄膜材料を着弾させるとともに、着弾した前記薄膜材料を硬化させることにより、土手パターンを形成する工程と、
前記土手パターンを形成した後、前記土手パターンよりも内側に、前記薄膜材料を着弾させて、前記土手パターンよりも内側の領域を、液状の前記薄膜材料で覆う工程と、
前記土手パターンよりも内側の液状の前記薄膜材料を硬化させる工程と
を有し、
前記薄膜形成領域の形状は、二次元方向に配列した複数のピクセルからなる画像データによって定義されており、
前記エッジパターンを形成する工程において、一つの前記ピクセルの連続にて形成される前記薄膜形成領域の縁に前記薄膜材料の液滴を着弾させる薄膜形成方法。
【請求項２】
前記画像データは、前記薄膜材料を着弾させるべき塗布ピクセルと、着弾させない非塗布ピクセルとで構成され、

前記エッジパターンを形成する工程において、前記塗布ピクセルのうち、前記非塗布ピクセルと線で接する前記塗布ピクセルに前記薄膜材料を着弾させ、前記非塗布ピクセルと接していないか、頂点のみで接している前記塗布ピクセルには前記薄膜材料を着弾させない請求項１に記載の薄膜形成方法。

【請求項３】

基板を保持するステージと、

前記ステージに保持された基板に対向し、前記基板の表面に、光硬化性の薄膜材料の液滴を吐出する複数のノズル孔を有するノズルヘッドと、

前記基板に付着した前記薄膜材料に硬化用の光を照射する光源と、

前記ノズルヘッド及び前記光源に対して前記基板を相対的に移動させる移動機構と、

二次元方向に配列した複数のピクセルのうち前記薄膜材料の液滴を着弾させるべき塗布ピクセルを特定することにより、前記基板の表面に、薄膜形成領域を定義する画像データを記憶しており、前記画像データに基づいて、前記ノズルヘッド及び前記移動機構を制御する制御装置と

を有し、

前記制御装置は、

一つの前記ピクセルの連続にて形成される前記薄膜形成領域の縁に前記薄膜材料が着弾し、前記基板に付着した前記薄膜材料が硬化されてエッジパターンが形成され、

前記エッジパターンが形成された後、前記エッジパターンから、前記薄膜形成領域の内部に向かって広がる前記薄膜形成領域の縁よりも内側の額縁領域に、前記薄膜材料が着弾し、着弾した前記薄膜材料が硬化することによって土手パターンが形成され、

前記土手パターンが形成された後、前記土手パターンよりも内側に、前記薄膜材料が着弾し、前記土手パターンよりも内側の領域が液状の前記薄膜材料で覆われ、前記土手パターンよりも内側の領域の液状の前記薄膜材料が硬化するように、前記ノズルヘッド及び前記移動機構を制御する薄膜形成装置。

【請求項４】

前記制御装置は、前記エッジパターンを形成するときに、前記塗布ピクセルのうち、前記薄膜材料を着弾させない非塗布ピクセルと線で接する前記塗布ピクセルに前記薄膜材料が着弾し、前記非塗布ピクセルと接していないか、頂点のみで接している前記塗布ピクセルには前記薄膜材料が着弾しないように前記ノズルヘッド及び前記移動機構を制御する請求項３に記載の薄膜形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、液滴化された薄膜材料を、基板の表面のうち薄膜を形成すべき領域に向けて吐出して、薄膜を形成する薄膜形成方法及び薄膜形成装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

ノズルヘッド（インクジェットヘッド）から液状の薄膜材料を吐出して、基板の表面に薄膜を形成する技術が知られている（例えば、特許文献１）。薄膜材料には、光硬化性樹脂（例えば、紫外線硬化性樹脂）が用いられる。基板に付着した薄膜材料に硬化用の光を照射することにより、薄膜材料を硬化させて薄膜を形成する。

【０００３】

特許文献２に開示された方法では、まず、薄膜を形成すべき領域の縁に、液滴化された薄膜材料を着弾させることにより、エッジパターンを形成する。エッジパターンを形成した後、薄膜を形成すべき領域の内側に薄膜材料を着弾させることにより、薄膜を形成すべき領域を液状の薄膜材料で覆う。その後、液状の薄膜材料に硬化用の光を照射することにより、薄膜材料を硬化させる。

【０００４】

エッジパターンが、液状の薄膜材料の流動を堰き止める。薄膜を形成すべき領域の内側においては、基板表面に着弾した薄膜材料が横方向に連続して、表面が平坦な液状の被膜が形成される。表面が平坦になった後、薄膜材料が硬化されるため、表面の平坦な薄膜を形成することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特許第３５４４５４３号公報

【特許文献２】国際公開第２０１３／０１１７７５号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

エッジパターンを形成するときに、エッジパターンの太さに対応して、エッジパターンの幅方向に関して複数の地点に薄膜材料が着弾する。本願発明者の評価実験によると、薄膜の端面が傾斜し、その傾斜角が場所によって異なる現象が確認された。本発明の目的は、薄膜の端面の傾斜を大きくし、場所による傾斜角のばらつきを少なくすることが可能な薄膜形成方法及び薄膜形成装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の一観点によると、

基板の表面の薄膜形成領域の縁に、薄膜材料を液滴化して着弾させるとともに、着弾した前記薄膜材料を硬化させることにより、前記薄膜形成領域の縁に沿うエッジパターンを形成する工程と、

前記エッジパターンを形成した後、前記エッジパターンから、前記薄膜形成領域の内部に向かって広がる前記薄膜形成領域の縁よりも内側の額縁領域に、前記薄膜材料を着弾させるとともに、着弾した前記薄膜材料を硬化させることにより、土手パターンを形成する工程と、

前記土手パターンを形成した後、前記土手パターンよりも内側に、前記薄膜材料を着弾させて、前記土手パターンよりも内側の領域を、液状の前記薄膜材料で覆う工程と、

前記土手パターンよりも内側の液状の前記薄膜材料を硬化させる工程と

を有し、

前記薄膜形成領域の形状は、二次元方向に配列した複数のピクセルからなる画像データによって定義されており、

前記エッジパターンを形成する工程において、一つの前記ピクセルの連続にて形成される前記薄膜形成領域の縁に前記薄膜材料の液滴を着弾させる薄膜形成方法が提供される。

【０００８】

本発明の他の観点によると、

基板を保持するステージと、

前記ステージに保持された基板に対向し、前記基板の表面に、光硬化性の薄膜材料の液滴を吐出する複数のノズル孔を有するノズルヘッドと、

前記基板に付着した前記薄膜材料に硬化用の光を照射する光源と、

前記ノズルヘッド及び前記光源に対して前記基板を相対的に移動させる移動機構と、

二次元方向に配列した複数のピクセルのうち前記薄膜材料の液滴を着弾させるべき塗布ピクセルを特定することにより、前記基板の表面に、薄膜形成領域を定義する画像データを記憶しており、前記画像データに基づいて、前記ノズルヘッド及び前記移動機構を制御する制御装置と

を有し、

前記制御装置は、

一つの前記ピクセルの連続にて形成される前記薄膜形成領域の縁に前記薄膜材料が着弾

し、前記基板に付着した前記薄膜材料が硬化されてエッジパターンが形成され、
前記エッジパターンが形成された後、前記エッジパターンから、前記薄膜形成領域の内部に向かって広がる前記薄膜形成領域の縁よりも内側の額縁領域に、前記薄膜材料が着弾し、着弾した前記薄膜材料が硬化することによって土手パターンが形成され、
前記土手パターンが形成された後、前記土手パターンよりも内側に、前記薄膜材料が着弾し、前記土手パターンよりも内側の領域が液状の前記薄膜材料で覆われ、前記土手パターンよりも内側の領域の液状の前記薄膜材料が硬化するように、前記ノズルヘッド及び前記移動機構を制御する薄膜形成装置が提供される。

【発明の効果】

【０００９】

薄膜形成領域の縁に沿って一列に並んでいるピクセルに薄膜材料を着弾させて、予めエッジパターンを形成しておくことにより、薄膜の端面の傾斜角のばらつきを少なくすることができる。さらに、端面の傾斜が緩やかになることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】図１は、実施例による薄膜形成装置の概略正面図である。
【図２】図２Ａは、実施例による薄膜形成装置のノズルユニットの斜視図であり、図２Ｂは、ノズルユニットの底面図である。
【図３】図３は、実施例による薄膜形成装置のステージ及びノズルユニットの平面図である。
【図４】図４は、基板に形成すべき薄膜の平面形状の一例を示す基板の平面図である。
【図５】図５Ａは、薄膜形成領域の形状を定義するビットマップ形式の画像データの一部を示す図であり、図５Ｂは、参考例による方法でエッジパターンを形成するときの薄膜材料の塗布ピクセルを示す図である。
【図６】図６Ａ～図６Ｇは、参考例による薄膜形成方法で薄膜を形成するときの各工程における基板の断面図である。
【図７】図７Ａは、実施例による薄膜形成方法でエッジパターンが形成された基板の平面図であり、図７Ｂは、エッジパターン及び薄膜が形成された基板の平面図である。
【図８】図８、実施例による薄膜形成方法でエッジパターンを形成するときの塗布ピクセルを示す図である。
【図９】図９Ａ～図９Ｆは、実施例による薄膜形成方法で薄膜を形成するときの各工程における基板の断面図である。
【図１０】図１０Ａは、他の実施例による薄膜形成方法でエッジパターン及び土手パターンが形成された基板の平面図であり、図７Ｂは、エッジパターン、土手パターン及び薄膜が形成された基板の平面図である。
【図１１】図１１Ａ～図１１Ｄは、図１０Ａ～図１０Ｂに示した実施例による薄膜形成方法で薄膜を形成するときの各工程における基板の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

図１に、実施例による薄膜形成装置の概略正面図を示す。基台２０の上に移動機構２１を介してステージ２２が支持されている。ｘ軸及びｙ軸が水平方向を向き、ｚ軸が鉛直上方を向くｘｙｚ直交座標系を定義する。移動機構２１は、制御装置５０により制御されて、ステージ２２をｘ方向及びｙ方向に移動させる。なお、移動機構２１が、ｚ軸に平行な方向を回転中心としてステージ２２の回転方向の姿勢を変化させる機能を有してもよい。

【００１２】

ステージ２２の上面（保持面）に、薄膜を形成すべき基板６０が保持される。基板６０は、例えば真空チャックによりステージ２２に固定される。ステージ２２の上方にノズルユニット３０が、昇降可能に支持されている。ノズルユニット３０は、複数のノズルヘッドを含む。ノズルヘッドは、基板６０に対向する複数のノズル孔を有する。各ノズル孔から、基板６０の表面に向かって光硬化性（例えば紫外線硬化性）の薄膜材料が液滴化され

て吐出される。薄膜材料の吐出は、制御装置５０によって制御される。

【００１３】

図１では、基台２０に対してノズルユニット３０を静止させ、基板６０を移動させる例を示したが、その逆に、基台２０に対して基板６０を静止させ、ノズルユニット３０を移動させてもよい。このように、基板６０とノズルユニット３０との一方を他方に対して相対的に移動させる構成とすればよい。

【００１４】

図２Ａに、ノズルユニット３０の斜視図を示す。ベースプレート３１に、複数、例えば２個のノズルヘッド３２が、ｙ方向に並んで取り付けられている。ノズルヘッド３２の各々は、ｘ方向に並んだ複数のノズル孔３３を有する。ｙ方向に隣り合う２つのノズルヘッド３２の間、及び両端のノズルヘッド３２よりもさらに外側に、それぞれ硬化用光源４０が取り付けられている。硬化用光源４０は、基板６０（図１）に付着した薄膜材料に硬化用の光（例えば紫外光）を照射する。

【００１５】

図２Ｂに、ノズルユニット３０の底面図を示す。２つのノズルヘッド３２がｙ方向に並んで配置されている。２つのノズルヘッド３２の間、及び最も外側のノズルヘッド３２よりもさらに外側に、それぞれ硬化用光源４０が配置されている。ノズルヘッド３２の各々のノズル孔３３は、ｘ方向に千鳥配列している。１つのノズルヘッド３２に着目すると、一例として、ｘ方向に関してノズル孔３３が３００ｄｐｉに相当するピッチで配置されている。一方のノズルヘッド３２は、他方のノズルヘッド３２に対して、ノズルピッチの半分だけｘ方向にずれて配置されている。このため、２つのノズルヘッド３２のノズル孔３３は、全体として、ｘ方向に関して６００ｄｐｉに相当するピッチで配置される。

【００１６】

図３に、ステージ２２、基板６０、及びノズルユニット３０の平面図を示す。ステージ２２の保持面に基板６０が保持されている。基板６０の上方にノズルユニット３０が支持されている。ノズルユニット３０に、ノズルヘッド３２及び硬化用光源４０が取り付けられている。移動機構２１が、制御装置５０から制御されることにより、ステージ２２をｘ方向及びｙ方向に移動させる。制御装置５０は、ノズルヘッド３２からの薄膜材料の吐出を制御する。

【００１７】

基板６０をｙ方向に移動させながら、ノズル孔３３（図２Ｂ）から薄膜材料を液滴化して吐出することにより、ｘ方向に関して６００ｄｐｉの解像度で、薄膜材料を基板６０に着弾させることができる。基板６０に付着した薄膜材料は、基板６０の移動方向の下流側に位置する硬化用光源４０から放射された光により硬化される。基板６０をｙ方向に移動させながら、ノズル孔３３から薄膜材料を液滴化して吐出する処理を、「走査」ということとする。基板６０を、６００ｄｐｉに相当する間隔の１／４だけｘ方向にずらして４回の走査を行うことにより、ｘ方向に関して２４００ｄｐｉの解像度で、薄膜材料を基板６０に着弾させることができる。４回の走査において、片方向走査を行ってもよいし、往復走査を行ってもよい。

【００１８】

４回の走査によって薄膜材料を塗布することができる領域を、１つの経路（パス）ということとする。１つの経路のｘ方向の幅が、基板６０のｘ方向の寸法より狭い場合、基板６０の表面を複数の経路に区分することにより、基板６０の全域に薄膜材料を塗布することができる。

【００１９】

薄膜に要求される解像度が６００ｄｐｉである場合には、１回の走査で１つの経路の処理を完了することができる。また、２４００ｄｐｉに相当するノズルピッチを有するノズルユニット３０を用いると、１回の走査で１つの経路の処理を完了することができる。

【００２０】

図４に、基板６０に形成すべき薄膜の平面形状の一例を示す。基板６０の表面に、薄膜

を形成すべき領域（薄膜形成領域）６１が画定されている。図４では、薄膜形成領域６１にハッチングが付されている。図４に示した例では、１つの薄膜形成領域６１が、内部に円形や長方形の開口６２を含む。他の薄膜形成領域６１は円形や正方形である。基板６０は、ビルドアップ基板のコア基板に相当し、薄膜は、層間絶縁膜に相当する。

【００２１】

図５Ａに、薄膜形成領域６１の形状を定義するビットマップ形式の画像データの一部を示す。この画像データは、制御装置５０（図１）に記憶されている。複数のピクセル６３がｘ方向及びｙ方向の二次元方向に、行列状に配置されている。ビットマップを構成するピクセル６３は、２４００ｄｐｉの解像度になるように定義されている。薄膜材料を着弾させるべきピクセル（以下、「塗布ピクセル６３Ａ」という。）を特定することにより、薄膜形成領域６１の形状が定義される。図５Ａでは、塗布ピクセル６３Ａにハッチングが付されている。開口６２と少なくとも部分的に重なるピクセル６３には、薄膜材料を着弾させない。以下、薄膜材料を着弾させないピクセルを「非塗布ピクセル６３Ｂ」という。

【００２２】

図５Ｂ、及び図６Ａ～図６Ｇを参照して、参考例による薄膜形成方法について説明する。参考例では、まず、薄膜形成領域６１の縁に沿うエッジパターンを形成する。その後、薄膜形成領域６１の内部に薄膜材料を塗布する。

【００２３】

図５Ｂに、薄膜形成領域６１を定義する塗布ピクセル６３Ａのうち、エッジパターンを形成するときに薄膜材料を着弾させるべき塗布ピクセル６３Ｃを定義する画像データを示す。塗布ピクセル６３Ｃにハッチングが付されている。エッジパターンを形成するための塗布ピクセル６３Ｃは、薄膜形成領域６１の縁に沿って並んでいる。エッジパターンの幅方向には、塗布ピクセル６３Ｃが複数個、例えば約３個配置されている。

【００２４】

図６Ａ～図６Ｅに、参考例による薄膜形成方法によって薄膜を形成するときの各工程における基板の断面図を示す。図６Ａ～図６Ｅは、図５Ｂの一点鎖線６－６の位置における断面図に相当する。図６Ａ～図６Ｇでは、基板６０をｙ軸の正の向き（図６Ａ～図６Ｇの右方向）に移動させながら、薄膜材料の塗布が行われる。

【００２５】

図６Ａに示すように、基板６０上の塗布ピクセル６３Ｃに薄膜材料６５を着弾させる。着弾した薄膜材料６５は、横方向に広がり、着弾した塗布ピクセル６３Ｃの周囲のいくつかのピクセルを覆う。図６Ｂに、隣接する塗布ピクセル６３Ｃに薄膜材料６５を着弾させた状態を示す。図６Ａに示した工程で着弾した薄膜材料６５が、その周囲のピクセルまで広がっているため、図６Ｂの段階では、すでに塗布されている薄膜材料６５と部分的に重なる位置に、新たな薄膜材料６６が着弾する。既に付着している薄膜材料６５の上面は、中心から外方に向かって低くなるように傾斜している。このため、既に付着している薄膜材料６５の上に着弾した薄膜材料６６は、その下の薄膜材料６５の上面の傾斜に沿って、低い方（図６Ｂにおいて左方向）に流れる。図６Ｂでは、すでに付着している薄膜材料６５と、新たに付着した薄膜材料６６との境界を明示しているが、実際には液体同士が混ざり合い、両者の境界は判別不能である。

【００２６】

図６Ｃに、さらに隣接する塗布ピクセル６３Ｃに薄膜材料６５を着弾させた状態を示す。図６Ｃの段階で着弾した薄膜材料６７も、図の左方向に流れる。

【００２７】

図６Ｄに示すように、薄膜材料６５、６６、６７が硬化用光源４０（図３）の下方を通過するとき、薄膜材料６５、６６、６７に硬化用の光７０が照射される。これにより、薄膜材料６５、６６、６７が硬化されて、エッジパターン７１が形成される。

【００２８】

薄膜材料の着弾と、硬化とを繰り返すことにより、図６Ｅに示すように、図６Ｄに示したエッジパターン７１から見て開口６２の反対側にもエッジパターン７１が形成される。

１回の走査では、塗布ピクセルのうち６００ｄｐｉで分布する一部の塗布ピクセル６３Ｃにのみ薄膜材料が着弾する。４回の走査を行うことにより、２４００ｄｐｉに相当するすべての塗布ピクセル６３Ｃに薄膜材料が着弾する。これにより、エッジパターン７１が完成する。

【００２９】

図６Ｆに示すように、薄膜形成領域６１の内部のピクセルに、薄膜材料を着弾させる。このときには、硬化用の光を照射しない。これにより、薄膜形成領域６１の内部が、液状の薄膜材料６８で覆われる。エッジパターン７１が、薄膜材料の流出を堰き止める。

【００３０】

図６Ｇに示すように、液状の薄膜材料６８に硬化用の光７２を照射する。これにより、薄膜材料６８（図６Ｆ）が硬化し、エッジパターン７１（図６Ｆ）を含む薄膜６９が形成される。図６Ｇにおいて、薄膜６９の左側の縁（基板６０の移動方向の下流側を向く縁）の傾斜角θ１が、右側の縁（基板６０の移動方向の上流側を向く縁）の傾斜角θ２より大きい。これは、図６Ｂ及び図６Ｃに示した工程で、薄膜材料６６、６７が、図の左方向に流れることにより、左側の斜面の傾斜が緩やかになるためである。

【００３１】

上述のように、図６Ａ～図６Ｇに示した参考例では、薄膜６９の縁の傾斜角にばらつきが発生する。また、基板６０の移動方向の上流側を向く端面の傾斜が緩やかになってしまう。以下に説明する実施例では、薄膜６９の縁の傾斜角のばらつきを少なくするとともに、端面の傾斜が緩やかになってしまうことを防止することができる。

【００３２】

次に、図７Ａ～図９Ｆを参照して、実施例による薄膜形成方法について説明する。図７Ａ及び図７Ｂは、基板６０の平面図を示す。薄膜形成領域６１は、図４に示したものと同一である。図８は、薄膜形成領域６１の縁に沿うエッジパターンの形状を定義する画像データを示し、図９Ａ～図９Ｆは、実施例による薄膜形成方法の各工程における基板の断面図を示す。図９Ａ～図９Ｆは、図７Ａ～図７Ｂ、図８の一点鎖線９－９における断面を表している。

【００３３】

図７Ａに示すように、薄膜形成領域６１の縁に沿って、エッジパターン７５を形成する。図８に、エッジパターン７５を形成するときの塗布ピクセル６３Ｄを示す。図８において、塗布ピクセル６３Ｄにハッチングが付されている。エッジパターン７５を形成するときの塗布ピクセル６３Ｄは、薄膜形成領域６１の縁に沿って一列に並んでいる。薄膜形成領域６１（図７Ａ）を定義する塗布ピクセル６３Ａ（図５Ａ）のうち、非塗布ピクセル６３Ｂ（図５Ａ）と線で接しているピクセルが、エッジパターン７５を形成するときの塗布ピクセル６３Ｄとして抽出される。非塗布ピクセル６３Ｂと頂点のみで接している塗布ピクセル６３Ａ、及び非塗布ピクセル６３Ｂと接していない塗布ピクセル６３Ａは、エッジパターン７５を形成するときの塗布ピクセル６３Ｄとして抽出されない。

【００３４】

図９Ａから図９Ｄまでの工程により、エッジパターン７５が形成される。まず、図９Ａに示すように、１回目の走査により、塗布ピクセル６３Ｄに、薄膜材料７４を着弾させる。図９Ｂに示すように、基板６０に付着した薄膜材料７４（図９Ａ）が硬化用光源４０（図３）の下方を通過するとき、硬化用の光７３が照射され、薄膜材料７４が硬化される。硬化された薄膜材料は、エッジパターン７５の一部を構成する。

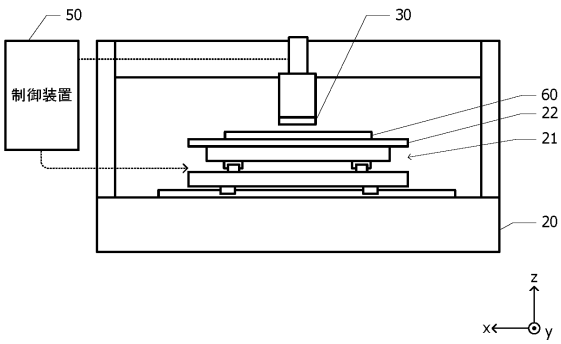
【００３５】

図９Ｃに示すように、１回目の走査を継続し、他の塗布ピクセル６３Ｄに、薄膜材料７４を着弾させる。図９Ｃでは、図９Ｂの工程で形成されたエッジパターン７５から見て、開口６２の反対側の塗布ピクセル６３Ｄに薄膜材料７４が着弾した状態が示されている。図９Ｄに示すように、薄膜材料７４（図９Ｃ）に硬化用の光７９が照射されることにより、薄膜材料７４が硬化される。硬化された薄膜材料は、エッジパターン７５の一部を構成する。

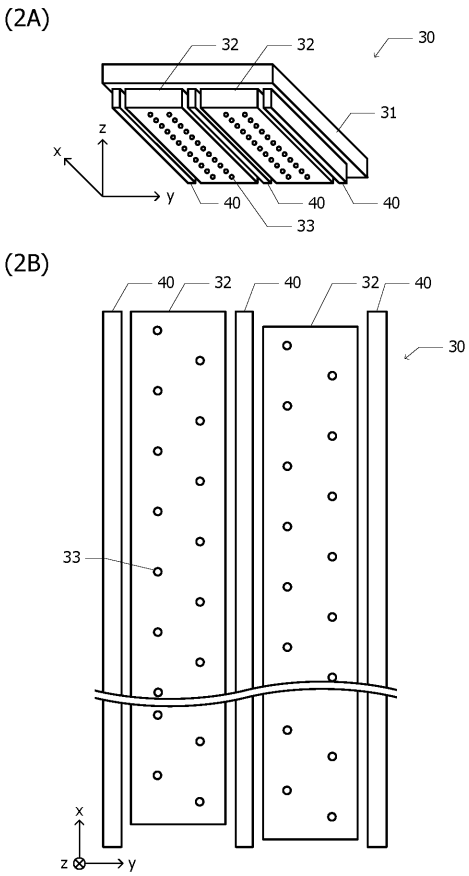
【００３６】
図８において、塗布ピクセル６３Ｄに付された数字「１」～「４」は、当該塗布ピクセル６３Ｄが、それぞれ１回目～４回目の走査で薄膜材料が着弾する塗布ピクセル６３Ｄであることを意味する。各走査において、塗布ピクセル６３Ｄに薄膜材料を着弾させるとともに、着弾した薄膜材料を硬化させる。１回の走査では、ｘ方向に関して３列おきに選択されたピクセル列に含まれる塗布ピクセル６３Ｄに薄膜材料が着弾する。４回の走査を行うことにより、隈なくピクセル列が選択され、エッジパターン７５が完成する。
【００３７】
図７Ｂに示すように、薄膜形成領域６１の内部に薄膜材料を塗布し、硬化させることにより、薄膜７６を形成する。図９Ｅ及び図９Ｆの工程により、薄膜７６が形成される。
【００３８】
図９Ｅに示すように、薄膜形成領域６１の内部の塗布ピクセル６３Ａに薄膜材料７４を着弾させながら、既に着弾している薄膜材料７４を硬化させる。ここで、「内部の塗布ピクセル６３Ａ」とは、薄膜形成領域６１を定義する塗布ピクセル６３Ａ（図５Ａ）のうち、エッジパターン７５（図９Ａ～図９Ｄ）の形成時に薄膜材料７４の着弾対象となった塗布ピクセル６３Ｄ（図８）以外のピクセルを意味する。４回の走査を行うことにより、図７Ｂ及び図９Ｆに示すように、薄膜形成領域６１の内部の塗布ピクセル６３Ａに着弾して硬化した薄膜７６、及びエッジパターン７５を含む薄膜７７が形成される。
【００３９】
図６Ａ～図６Ｇの参考例と、図９Ａ～図９Ｆの実施例とを比較しながら、実施例の効果について説明する。実施例においては、図９Ａ及び図９Ｃに示したように、薄膜形成領域６１の縁を画定する塗布ピクセル６３Ｄ（最も外側のピクセル）に薄膜材料７４が着弾するとき、当該塗布ピクセル６３Ｄよりも内側のピクセルには薄膜材料が着弾していない。このため、図６Ｂに示したように、新たに着弾した薄膜材料６６が、既に着弾している薄膜材料６５の上面の傾斜に起因して、薄膜形成領域６１の外側に向かって流れ出すことがない。このため、図９Ｆに示した薄膜７７の端面の傾斜角のばらつきを少なくすることができる。さらに、傾斜が緩やかになってしまうことを防止することができる。
【００４０】
次に、図１０Ａ～図１１Ｄを参照して、他の実施例について説明する。図１０Ａ及び図１０Ｂは、この実施例による薄膜形成方法の各工程における基板６０の平面図を示し、図１１Ａ～図１１Ｄは、薄膜を形成するまでの各工程における基板の断面図を示す。図１１Ａ～図１１Ｄは、図１０Ａ及び図１０Ｂの一点鎖線１１－１１における断面を表している。この実施例においても、図９Ａから図９Ｄまでの工程を実行することにより、エッジパターン７５が形成される。
【００４１】
図１０Ａに示すように、基板６０の表面に、エッジパターン７５から、薄膜形成領域６１の内側に向かって広がる額縁領域７８が画定されている。この額縁領域７８に薄膜材料を着弾させるとともに、着弾した薄膜材料を硬化させることにより、土手パターン８０を形成する。
【００４２】
図１１Ａ～図１１Ｂに、土手パターン８０を形成するまでの各工程における基板６０の断面図を示す。図１１Ａに示すように、基板６０の表面の、塗布ピクセル６３Ｄ（図８）に薄膜材料を着弾させ、硬化させることにより、エッジパターン７５を形成する。図１１Ｂに示すように、額縁領域７８の塗布ピクセル６３Ａに薄膜材料を着弾させるとともに、着弾した薄膜材料を硬化させることにより、土手パターン８０を形成する。額縁領域７８は、エッジパターン７５を形成するときの塗布ピクセル６３Ｄに連続し、薄膜形成領域６１の内側に位置する一部の塗布ピクセル６３Ａで構成される。額縁領域７８の幅は、ピクセルピッチとほぼ等しくてもよいし、ピクセルピッチより広くてもよい。土手パターン８０は、エッジパターン７５を形成した後、エッジパターン７５の形成と同様の走査を行うことにより形成される。

【００４３】
図１０Ｂに示すように、土手パターン８０（図１０Ａ）に囲まれた領域に、薄膜８２を形成する。図１１Ｃ～図１１Ｄに、薄膜８２を形成する各工程における基板６０の断面図を示す。図１１Ｃに示すように、土手パターン８０よりも内側の塗布ピクセル６３Ａに薄膜材料を着弾させる。これにより、薄膜形成領域６１の内部が、液状の薄膜材料８１で覆われる。図１１Ｄに示すように、液状の薄膜材料８１（図１１Ｃ）を硬化させる。これにより、エッジパターン７５及び土手パターン８０を含む薄膜８２が形成される。
【００４４】
図１０Ａ～図１１Ｄに示した実施例においても、図７Ａ～図９Ｆに示した実施例と同様に、図１１Ｄに示した薄膜８２の端面の傾斜角のばらつきを少なくすることができる。さらに、傾斜が緩やかになってしまうことを抑制することができる。この実施例では、土手パターン８０がエッジパターン７５より高くなる。図１１Ｃに示したように、薄膜形成領域６１を液状の薄膜材料８１で覆ったとき、土手パターン８０が液状の薄膜材料８１の流出を堰き止める。薄膜形成領域６１の全域が液状の薄膜材料８１で覆われた後に、薄膜材料８１を硬化させるため、平坦な表面を持つ薄膜８２を形成することができる。
【００４５】
以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。
【符号の説明】
【００４６】
２０　基台
２１　移動機構
２２　ステージ
３０　ノズルユニット
３１　ベースプレート
３２　ノズルヘッド
３３　ノズル孔
４０　硬化用光源
５０　制御装置
６０　基板
６１　薄膜形成領域
６２　開口
６３　ピクセル
６３Ａ、６３Ｃ、６３Ｄ　塗布ピクセル
６３Ｂ　非塗布ピクセル
６５、６６、６７、６８　薄膜材料
６９　薄膜
７０　硬化用の光
７１　エッジパターン
７２、７３　硬化用の光
７４　薄膜材料
７５　エッジパターン
７６、７７　薄膜
７８　額縁領域
７９　硬化用の光
８０　土手パターン
８１　液状の薄膜材料
８２　薄膜
θ１、θ２　傾斜角

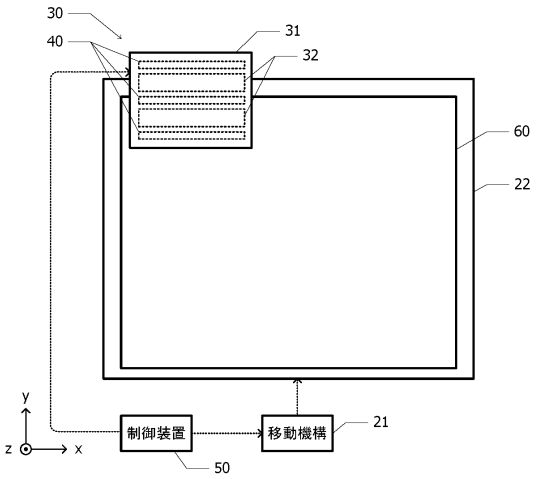
【図１】


50
制御装置
30
60
22
21
20
z
x
y

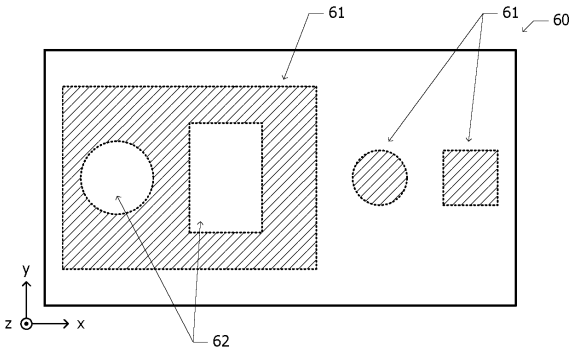
【図２】


(2A)
32
32
30
31
z
x
y
40
40
40
33
(2B)
40
32
40
32
40
30
33
x
z
y

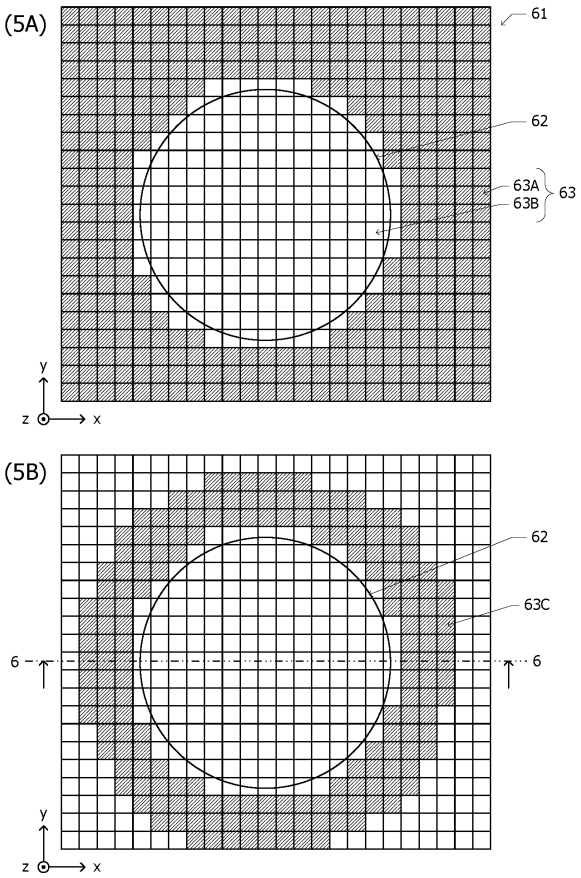
【図３】


30
40
31
32
60
22
y
z
x
制御装置
移動機構
21
50

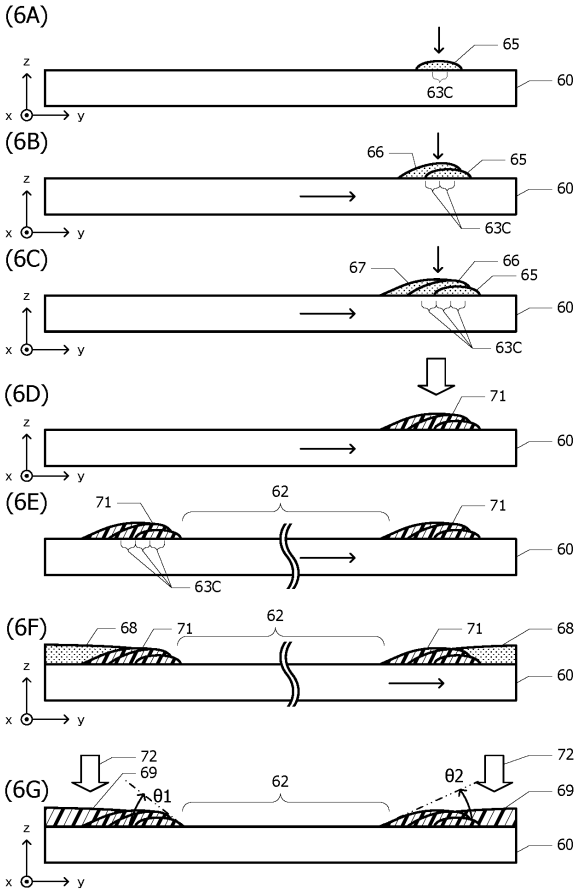
【図４】


61
61
60
y
z
x
62

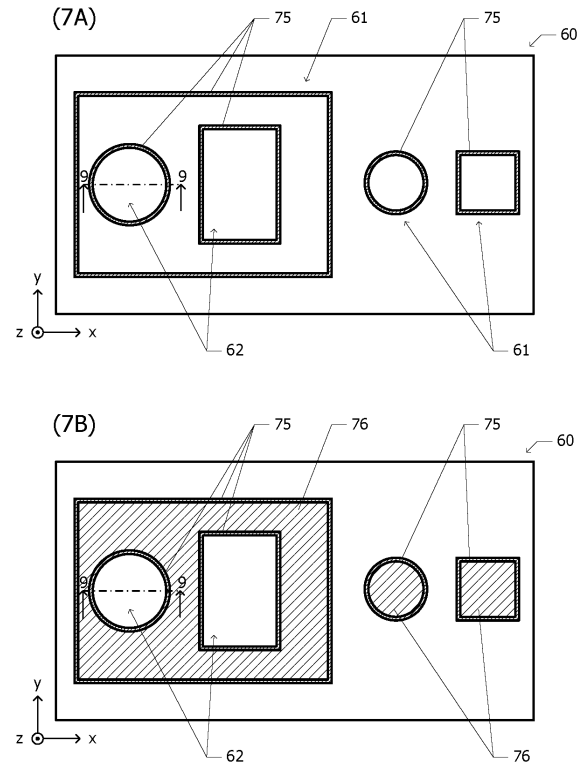
【図５】


(5A)
61
62
63A
63B
63
y
z
x
(5B)
62
63C
6
6
y
z
x

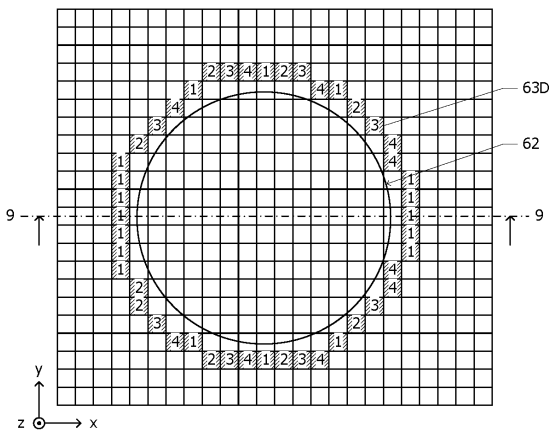
【図６】


(6A)
65
63C
60
(6B)
66
65
63C
60
(6C)
67
66
65
63C
60
(6D)
71
60
(6E)
71
62
71
63C
60
(6F)
68
71
62
71
68
60
(6G)
72
69
θ1
62
θ2
72
69
60

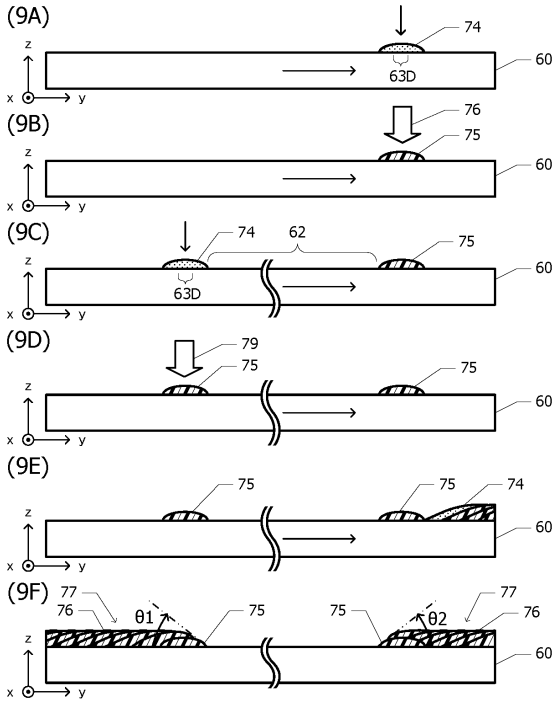
【図７】


(7A)
75
61
75
60
9
9
62
61
(7B)
75
76
75
60
9
9
62
76

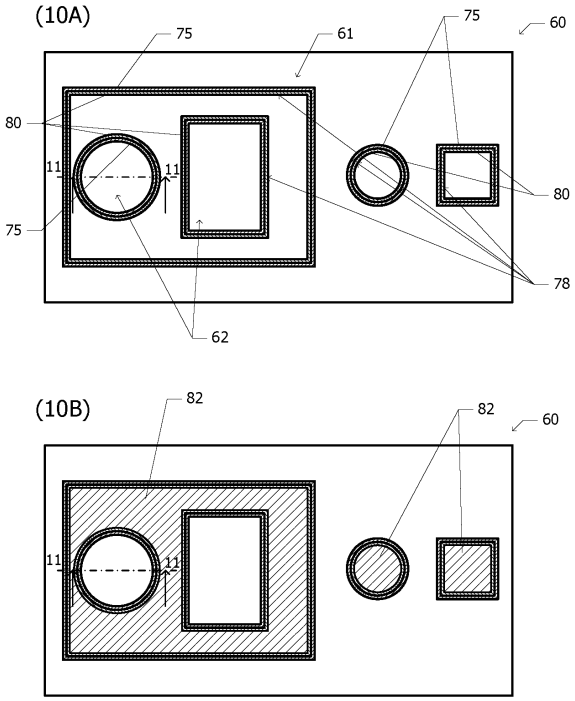
【図８】


63D
62
9
9

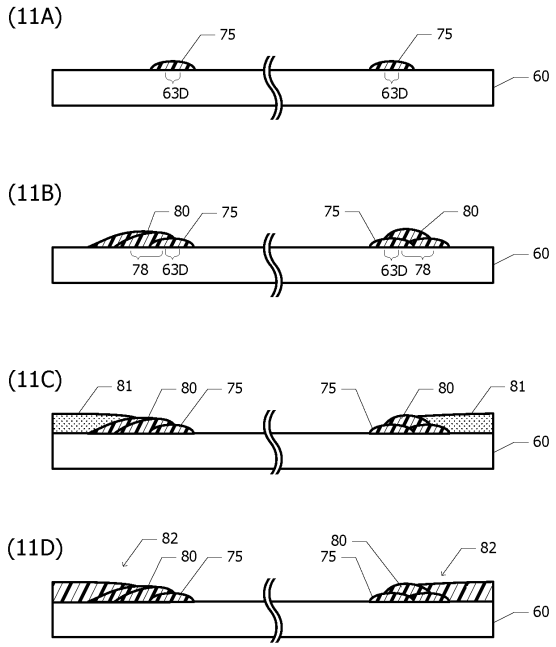
【図９】


(9A)
74
63D
60
(9B)
76
75
60
(9C)
74
62
75
63D
60
(9D)
79
75
75
60
(9E)
75
75
74
60
(9F)
77
76
θ1
75
75
θ2
77
76
60

【図１０】


(10A)
75
61
75
60
80
11
11
80
75
78
62
(10B)
82
82
60
11
11

【図１１】


(11A)
75
75
63D
63D
60
(11B)
80
75
75
80
78
63D
63D
78
60
(11C)
81
80
75
75
80
81
60
(11D)
82
80
75
80
75
82
60

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B41J 2/01 201

(56)参考文献 国際公開第２０１３／０１１７７５（WO，Ａ1）
国際公開第２０１３／００８５９０（WO，Ａ1）
国際公開第２０１３／０１５０９３（WO，Ａ1）
特開２０１２－１４３７２９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００５／００７４５４６（ＵＳ，Ａ1）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０５Ｄ １／００－７／２６
Ｂ０５Ｃ ５／００－２１／００
Ｂ４１Ｊ ２／０１