

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7524304号
(P7524304)

(45)発行日 令和6年7月29日(2024.7.29)

(24)登録日 令和6年7月19日(2024.7.19)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 9 F 9/00 (2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 3 8	
G 0 9 F 9/33 (2006.01)	G 0 9 F	9/33		
H 0 1 L 21/677(2006.01)	H 0 1 L	21/68	A	
H 0 1 L 21/683(2006.01)	H 0 1 L	21/68	N	
H 0 1 L 33/00 (2010.01)	H 0 1 L	33/00	H	
請求項の数 21 (全51頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願2022-506306(P2022-506306)	(73)特許権者	512187343
(86)(22)出願日	令和2年6月3日(2020.6.3)		三星ディスプレイ株式会社
(65)公表番号	特表2022-545057(P2022-545057 A)		Samsung Display Co., Ltd.
(43)公表日	令和4年10月25日(2022.10.25)		大韓民国京畿道龍仁市器興区三星路1
(86)国際出願番号	PCT/KR2020/007232		1, Samsung-ro, Giheung-gu, Yongin-si,
(87)国際公開番号	WO2021/020714		Gyeonggi-do, Republic of Korea
(87)国際公開日	令和3年2月4日(2021.2.4)	(74)代理人	110002619
審査請求日	令和5年5月16日(2023.5.16)		弁理士法人PORT
(31)優先権主張番号	10-2019-0093144	(72)発明者	イ, ウォンホ
(32)優先日	令和1年7月31日(2019.7.31)		大韓民国 16509 ギョンギドス
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		ウォン-シ ヨントン-グ, カンギョ-口, 114, #1219
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 双極子整列装置および双極子の整列方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステージおよび前記ステージ上に電界を生成するプローブユニットを含む電界形成ユニットと、

前記ステージ上に双極子および前記双極子が分散した溶媒を含むインクを噴射する少なくとも一つのインクジェットヘッドを含むインクジェットプリンティング装置と、

前記電界形成ユニットを少なくとも一方向に移動させる第1移動部を含む搬送ユニットと、

前記ステージ上に噴射されたインクに光を照射する光照射ユニットを含む光照射装置とを備える、双極子整列装置。

【請求項2】

前記光照射装置は、前記インクジェットプリンティング装置と前記搬送ユニットとの間に配置され、前記ステージ上に前記インクが噴射された後に前記光を照射する、請求項1に記載の双極子整列装置。

【請求項3】

前記電界形成ユニットは、前記インクに光が照射されると前記ステージ上に前記電界を生成する、請求項2に記載の双極子整列装置。

【請求項4】

前記電界形成ユニットは、前記インクに光が照射される間前記ステージ上に前記電界を生成する、請求項3に記載の双極子整列装置。

【請求項 5】

前記光照射装置は、前記インクジェットプリンティング装置に配置され、前記ステージ上に前記インクが噴射される間前記ステージ上に光を照射する、請求項 2 に記載の双極子整列装置。

【請求項 6】

前記インクジェットプリンティング装置は、一方向に移動するヘッドベースをさらに含み、

前記インクジェットヘッドは、前記ヘッドベースに配置された、請求項 5 に記載の双極子整列装置。

【請求項 7】

前記光照射装置は、前記一方向に移動する第 2 移動部をさらに含み、

前記光照射ユニットは、前記第 2 移動部に配置された、請求項 6 に記載の双極子整列装置。

【請求項 8】

前記搬送ユニットは、前記第 1 移動部に配置された複数の支持台を含み、

前記電界形成ユニットは、前記支持台上に配置されて移動する、請求項 1 に記載の双極子整列装置。

【請求項 9】

前記光照射装置は、前記搬送ユニットに配置され、

前記光照射装置は、前記支持台上に配置された前記電界形成ユニットの前記ステージ上に光を照射する、請求項 8 に記載の双極子整列装置。

【請求項 10】

前記電界形成ユニットは、前記光照射装置が光を照射する間前記ステージ上に電界を生成する、請求項 9 に記載の双極子整列装置。

【請求項 11】

前記電界形成ユニット上に熱を照射する熱処理装置をさらに含み、

前記光照射装置は、前記搬送ユニットと前記熱処理装置の間に配置された、請求項 1 に記載の双極子整列装置。

【請求項 12】

前記光照射装置は、前記熱処理装置に配置され、

前記光照射装置は、前記熱処理装置が前記ステージ上に熱を照射する間前記光を前記ステージ上に照射する、請求項 11 に記載の双極子整列装置。

【請求項 13】

前記電界形成ユニットは、前記光照射装置が光を照射する間前記ステージ上に電界を生成する、請求項 12 に記載の双極子整列装置。

【請求項 14】

対象基板上に双極子および前記双極子が分散した溶媒を含むインクを噴射する段階と、

前記対象基板上に光を照射し、前記対象基板の上部に電界を生成して、前記電界によって前記双極子が前記対象基板上に整列する段階と、

前記溶媒を除去して前記対象基板上に前記双極子が安着する段階と、を含み、
前記双極子が安着する段階は、

搬送ユニットを用いて前記対象基板を熱処理装置に移動させる段階、および

前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する段階を含み、

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記搬送ユニットが前記対象基板を移動させる前に行われ、

前記対象基板の上部に電界を生成する段階は、前記搬送ユニットが前記対象基板を移動させる間に行われる、双極子の整列方法。

【請求項 15】

前記双極子が前記対象基板上に整列する段階は、前記双極子が前記電界によって配向方向が整列する段階を含む、請求項 14 に記載の双極子の整列方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記対象基板の上部に電界が生成される間に行われる、請求項 15 に記載の双極子の整列方法。

【請求項 17】

前記対象基板上に照射された光は、前記双極子に照射され、
前記双極子は、双極子モーメントが増加する、請求項 16 に記載の双極子の整列方法。

【請求項 18】

前記対象基板上に光を照射する段階は、
前記対象基板上に定義された第 1 領域上に前記照射する段階、および
前記第 1 領域の一側に位置した第 2 領域に前記光を照射する段階を含む、請求項 15 に記載の双極子の整列方法。 10

【請求項 19】

対象基板上に双極子および前記双極子が分散した溶媒を含むインクを噴射する段階と、
前記対象基板上に光を照射し、前記対象基板の上部に電界を生成して、前記電界によって前記双極子が前記対象基板上に整列する段階と、
前記溶媒を除去して前記対象基板上に前記双極子が安着する段階と、を含み、
前記双極子が安着する段階は、
搬送ユニットを用いて前記対象基板を熱処理装置に移動させる段階、および
前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する段階を含み、

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する前に行われ、

前記対象基板の上部に電界を生成する段階は、前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する間に行われる、双極子の整列方法。 20

【請求項 20】

前記対象基板は、第 1 電極と第 2 電極とを含み、
前記双極子が安着する段階は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電界を生成することにより、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に前記双極子が安着する段階である、請求項 14 に記載の双極子の整列方法。

【請求項 21】

前記対象基板上に前記インクを噴射する段階は、インクジェットプリンティング装置を用いて行われる、請求項 20 に記載の双極子の整列方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は双極子整列装置、双極子の整列方法および表示装置の製造方法に関する。より詳細にはインクジェットプリンティング装置と光照射装置を含む双極子整列装置、それを用いた双極子の整列方法および表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

表示装置はマルチメディアの発達と共にその重要性が増大している。これに応じて有機発光表示装置 (Organic Light Emitting Display, OLED)、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display, LCD) 等のような様々な種類の表示装置が使われている。 40

【0003】

表示装置の画像を表示する装置として有機発光表示パネルや液晶表示パネルのような表示パネルを含む。その中で、発光表示パネルとしては、発光素子を含み得るが、例えば、発光ダイオード (Light Emitting Diode, LED) の場合、有機物を蛍光物質として用いる有機発光ダイオード (OLED)、無機物を蛍光物質として用いる無機発光ダイオード等がある。

【発明の概要】 50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

本発明が解決しようとする課題は、インクジェットプリンティング装置と光照射装置を含む双極子整列装置を提供することにある。

【0005】

本発明の課題は、以上で言及した課題に限定されず、言及されていない、または他の技術的課題は以下の記載から当業者に明確に理解されるであろう。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

前記課題を解決するための一実施形態による双極子整列装置は、ステージおよび前記ステージ上に電界を生成するプローブユニットを含む電界形成ユニット、前記ステージ上に双極子および前記双極子が分散した溶媒を含むインクを噴射する少なくとも一つのインクジェットヘッドを含むインクジェットプリンティング装置、前記電界形成ユニットを少なくとも一方向に移動させる第1移動部を含む搬送ユニット、および前記ステージ上に噴射されたインクに光を照射する光照射ユニットを含む光照射装置を備える。

10

【0007】

前記光照射装置は、前記インクジェットプリンティング装置と前記搬送ユニットとの間に配置され、前記ステージ上に前記インクが噴射された後に前記光を照射し得る。

【0008】

前記電界形成ユニットは、前記インクに光が照射されると前記ステージ上に前記電界を生成し得る。

20

【0009】

前記電界形成ユニットは、前記インクに光が照射される間前記ステージ上に前記電界を生成し得る。

【0010】

前記光照射装置は、前記インクジェットプリンティング装置に配置され、前記ステージ上に前記インクが噴射される間前記ステージ上に光を照射し得る。

【0011】

前記インクジェットプリンティング装置は一方向に移動するヘッドベースをさらに含み、前記インクジェットヘッドは前記ヘッドベースに配置され得る。

30

【0012】

前記光照射装置は前記一方向に移動する第2移動部をさらに含み、前記光照射ユニットは前記第2移動部に配置され得る。

【0013】

前記搬送ユニットは前記移動部に配置された複数の支持台を含み、前記電界形成ユニットは前記支持台上に配置されて移動し得る。

【0014】

前記光照射装置は前記搬送ユニットに配置され、前記光照射装置は前記支持台上に配置された前記電界形成ユニットの前記ステージ上に光を照射し得る。

【0015】

前記電界形成ユニットは、前記光照射装置が光を照射する間前記ステージ上に電界を生成し得る。

40

【0016】

前記電界形成ユニット上に熱を照射する熱処理装置をさらに含み、前記光照射装置は前記搬送ユニットと前記熱処理装置の間に配置され得る。

【0017】

前記光照射装置は前記熱処理装置に配置され、前記光照射装置は前記熱処理装置が前記ステージ上に熱を照射する間前記光を前記ステージ上に照射し得る。

【0018】

前記電界形成ユニットは前記光照射装置が光を照射する間前記ステージ上に電界を生成

50

し得る。

【 0 0 1 9 】

前記課題を解決するための一実施形態による双極子の整列方法は、対象基板上に双極子および前記双極子が分散した溶媒を含むインクを噴射する段階、前記対象基板上に光を照射し、前記対象基板の上部に電界を生成して前記電界によって前記双極子が前記対象基板上に整列する段階、および前記溶媒を除去して前記対象基板上に前記双極子が安着する段階を含む。

【 0 0 2 0 】

前記双極子が前記対象基板上に整列する段階は、前記双極子が前記電界によって配向方向が整列する段階を含み得る。

10

【 0 0 2 1 】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記対象基板の上部に電界が生成される間に行われ得る。

【 0 0 2 2 】

前記対象基板上に照射された光は前記双極子に照射され、前記双極子は双極子モーメントが増加し得る。

【 0 0 2 3 】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記対象基板上に定義された第1領域上に前記照射する段階および前記第1領域の一侧に位置した第2領域に前記光を照射する段階を含み得る。

20

【 0 0 2 4 】

前記双極子が安着する段階は、搬送ユニットを用いて前記対象基板を熱処理装置に移動させる段階および前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する段階を含み得る。

【 0 0 2 5 】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記搬送ユニットが前記対象基板を移動させる前に行われ、前記対象基板の上部に電界を生成する段階は前記搬送ユニットが前記対象基板を移動させる間に行われ得る。

【 0 0 2 6 】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記搬送ユニットが前記対象基板を移動させる間に行われ得る。

30

【 0 0 2 7 】

前記対象基板上に光を照射する段階は前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する前に行われ、前記対象基板の上部に電界を生成する段階は前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する間に行われ得る。

【 0 0 2 8 】

前記対象基板上に光を照射する段階は、前記熱処理装置が前記対象基板上に熱を照射する間に行われ得る。

【 0 0 2 9 】

前記対象基板は第1電極と第2電極を含み、前記双極子が安着する段階は前記第1電極および前記第2電極の上に前記双極子が安着する段階であり得る。

40

【 0 0 3 0 】

前記対象基板上に前記インクを噴射する段階はインクジェットプリンティング装置を用いて行われ得る。

【 0 0 3 1 】

前記課題を解決するための一実施形態による表示装置の製造方法は、第1電極および第2電極が形成された対象基板に発光素子および前記発光素子が分散した溶媒を含むインクを噴射する段階、前記対象基板上に光を照射し、前記第1電極および前記第2電極の上部に電界を生成する段階、ならびに、前記第1電極および前記第2電極上に前記発光素子を安着させる段階を含む。

【 0 0 3 2 】

50

前記対象基板上に照射された光は前記発光素子に照射され、前記発光素子は双極子モードが増加し得る。

【0033】

前記第1電極および前記第2電極は第1方向に延び、前記第1電極と前記第2電極の上部に電界を生成する段階は前記対象基板上に光を照射する段階と同時に行われ得る。

【0034】

その他実施形態の具体的な内容は詳細な説明および図面に含まれている。

【発明の効果】

【0035】

一実施形態による双極子整列装置は、インクジェットプリンティング装置、電界形成ユニットおよび光照射装置を含み、対象基板上に噴射された双極子に光を照射して電界を生成することができる。前記双極子は光が照射されることにより整列反応性を向上させることができ、前記電界によって配向される双極子を高い整列度で対象基板上に配列させることができる。

10

【0036】

実施形態による効果は、以上で例示した内容によって限定されず、より多様な効果が本明細書内に含まれている。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】一実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

20

【図2】一実施形態によるインクジェットプリンティング装置の概略的な平面図である。

【図3】一実施形態によるインクジェットヘッドでインクが吐出されることを示す概略図である。

【図4】一実施形態による対象基板上にインクが噴射されることを示す概略図である。

【図5】一実施形態によるインクジェットヘッドユニットの動作を示す概略図である。

【図6】一実施形態による電界形成ユニットの概略的な平面図である。

【図7】一実施形態によるプローブユニットの動作を示す概略図である。

【図8】一実施形態によるプローブユニットの動作を示す概略図である。

【図9】一実施形態によるプローブユニットによって対象基板上に電界が形成されたことを示す概略図である。

30

【図10】一実施形態による光照射装置の動作を示す概略的な断面図である。

【図11】一実施形態による双極子に光が照射されることを示す概略図である。

【図12】一実施形態による搬送ユニットの概略的な平面図である。

【図13】一実施形態による搬送ユニットの動作を示す概略図である。

【図14】一実施形態による搬送ユニットの動作を示す概略図である。

【図15】一実施形態による熱処理装置の概略的な正面図である。

【図16】一実施形態による熱処理装置の動作を示す概略図である。

【図17】他の実施形態による熱処理装置を示す概略図である。

【図18】他の実施形態による熱処理装置を示す概略図である。

【図19】一実施形態による双極子の整列方法を示すフローチャートである。

40

【図20】一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

【図21】一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

【図22】一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

【図23】一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

【図24】一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

50

【図 25】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 26】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 27】図 26 の双極子整列装置における光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 28】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 29】図 28 の双極子整列装置におけるインクジェットプリンティング装置と光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 30】図 28 の双極子整列装置におけるインクジェットプリンティング装置と光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 31】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 32】図 31 の双極子整列装置における搬送ユニットを示す概略的な正面図である。 10

【図 33】図 31 の双極子整列装置における搬送ユニットと光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 34】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 35】図 34 の双極子整列装置における光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 36】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 37】他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【図 38】他の実施形態による光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 39】他の実施形態による光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 40】他の実施形態による光照射装置の動作を示す概略図である。

【図 41】他の実施形態による光照射装置を示す概略図である。 20

【図 42】図 41 の光照射装置の動作を示す平面図である。

【図 43】一実施形態による発光素子の概略図である。

【図 44】他の実施形態による発光素子の概略図である。

【図 45】一実施形態による表示装置の概略的な平面図である。

【図 46】一実施形態による表示装置の画素を示す平面図である。

【図 47】図 46 の X a - X a ' 線、X b - X b ' 線および X c - X c ' 線に沿って切断した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

本発明の利点および特徴、並びにこれらを達成する方法は、添付する図面と共に詳細に後述されている実施形態を参照することで明確になる。しかし、本発明は、以下で開示する実施形態に限定されるものではなく、互いに異なる多様な形態で実現されることができ、本実施形態は、単に本発明の開示を完全にし、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者に発明の範疇を完全に知らせるために提供するものであり、本発明は請求項の範疇によってのみ定義される。 30

【0039】

素子 (e l e m e n t s) または層が他の素子または層の「上 (o n) 」と称する場合、他の素子のすぐ上または中間に他の層または他の素子が介在する場合をすべて含む。これと同様に、「下 (b e l o w) 」、「左 (l e f t) 」および「右 (r i g h t) 」と称される場合は他の素子とすぐ隣に介在される場合、または中間に他の層または他の素材を介在する場合をすべて含む。明細書全体にわたって同一参照符号は同一構成要素を称する。 40

【0040】

第 1、第 2 等が多様な構成要素を記述するために使われるが、もちろん、これらの構成要素はこれらの用語によって限定されない。これらの用語は単に一つの構成要素を他の構成要素と区別するために使用される。したがって、もちろん、以下で言及される第 1 構成要素は本発明の技術的思想内で第 2 構成要素であり得る。

【0041】

以下、添付する図面を参照して実施形態について説明する。

【0042】

図 1 は一実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【 0 0 4 3 】

図 1 を参照すると、双極子整列装置 1 0 0 0 は、電界形成ユニット 1 0 0、インクジェットプリンティング装置 3 0 0、光照射装置 5 0 0 および搬送ユニット 7 0 0 を含む。また、双極子整列装置 1 0 0 0 は熱処理装置 9 0 0 をさらに含む。

【 0 0 4 4 】

一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 は、プリンティング部 P A、搬送部 T A および熱処理部 H A を含み得る。双極子整列装置 1 0 0 0 は、プリンティング部 P A に配置されたインクジェットプリンティング装置 3 0 0 を用いて、所定のインク (I、図 3 に図示) を対象基板 (S U B、図 3 に図示) 上に噴射し得る。インク I が噴射された対象基板 S U B は搬送部 T A を介して熱処理部 H A 等に移動し得る。インク I に含まれた双極子のような粒子が対象基板 S U B 上で整列することができる。

10

【 0 0 4 5 】

対象基板 S U B は電界形成ユニット 1 0 0 上に提供されることができ、電界形成ユニット 1 0 0 は対象基板 S U B の上部に電界を形成することができる。前記電界は対象基板 S U B 上に噴射されたインク I に伝わり、インク I に含まれた双極子のような粒子は前記電界によって一方向に整列することができる。ここで、一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 に含まれる光照射装置 5 0 0 は、インク I に光を照射して粒子の電界による整列反応性が改善されることができ。

【 0 0 4 6 】

一方、図 1 では第 1 方向 D R 1、第 2 方向 D R 2 および第 3 方向 D R 3 が定義されている。第 1 方向 D R 1 と第 2 方向 D R 2 は一平面上に位置して互いに直交する方向であり、第 3 方向 D R 3 は第 1 方向 D R 1 と第 2 方向 D R 2 とにそれぞれ垂直な方向である。第 1 方向 D R 1 は図面上の横方向を意味し、第 2 方向 D R 2 は図面上の縦方向を意味し、第 3 方向 D R 3 は図面上の上部および下部方向を意味するものと理解されることができ。

20

【 0 0 4 7 】

また、図 1 では一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 の構成を上部から見た概略的な平面図で示した。図 1 は双極子整列装置 1 0 0 0 に含まれた構成の配置関係や動作を説明するための例示的な図面であり、双極子整列装置 1 0 0 0 の構造および配置が図 1 に限定されるものではない。双極子整列装置 1 0 0 0 はより多くの部材を含むことができ、図 1 と異なる構造を有することもできるのは自明である。以下では、図 1 に関連して他の図面を参照して双極子整列装置 1 0 0 0 の構成および動作について詳細に説明する。

30

【 0 0 4 8 】

図 2 は一実施形態によるインクジェットプリンティング装置の概略的な平面図である。図 2 はインクジェットプリンティング装置 3 0 0 を第 3 方向 D R 3、例えば上部から見た平面図である。

【 0 0 4 9 】

図 1 に関連して図 2 を参照すると、双極子整列装置 1 0 0 0 のプリンティング部 P A はインクジェットプリンティング装置 3 0 0 と第 1 ステージ S T A 1 を含む。

【 0 0 5 0 】

第 1 ステージ S T A 1 は電界形成ユニット 1 0 0 が配置される領域を提供することができる。双極子整列装置 1 0 0 0 のプリンティング部 P A は第 1 方向 D R 1 に延びた第 1 レール R L 1 と第 2 レール R L 2 を含み、第 1 ステージ S T A 1 は第 1 レール R L 1 と第 2 レール R L 2 との上に配置される。第 1 ステージ S T A 1 は第 1 レール R L 1 と第 2 レール R L 2 との上で別の移動部材を介して第 1 方向 D R 1 に移動することができる。第 1 ステージ S T A 1 の移動に応じて電界形成ユニット 1 0 0 は第 1 方向 D R 1 に移動することができ、インクジェットプリンティング装置 3 0 0 を通過し、その上部に所定のインク I が噴射され得る。

40

【 0 0 5 1 】

インクジェットプリンティング装置 3 0 0 は第 1 支持部 3 1 0 とインクジェットヘッド

50

ユニット 330 を含み得る。インクジェットプリンティング装置 300 は別のインク保存部と接続されたインクジェットヘッドユニット 330 を用いて電界形成ユニット 100 上に提供される対象基板 SUB 上に所定のインク I を噴射し得る。

【 0052 】

一方、一実施形態で、インク I は溶媒 SV と溶媒 SV 内に含まれた複数の双極子 DP とを含み得る。例示的な実施形態で、インク I は溶液またはコロイド (colloide) 状態で提供されることができる。例えば、溶媒 SV はアセトン、水、アルコール、トルエン、プロピレングリコール (Propylene glycol, PG) またはプロピレングリコールメチルアセテート (Propylene glycol methyl acetate, PGMA) 等であり得るが、これに限定されない。複数の双極子 DP は溶媒 SV 内に分散した状態で含まれてインクジェットプリンティング装置 300 に供給されて吐出され得る。

10

【 0053 】

インクジェットプリンティング装置 300 の第 1 支持部 310 は第 2 方向 DR2 に延び、第 1 レール RL1 および第 2 レール RL2 の上部に位置し得る。図面に示していないが、第 1 支持部 310 はこれを支持するベースフレームに接続され得る。第 1 ステージ STA1 は第 1 支持部 310 の下部を通過し得る。図面ではインクジェットプリンティング装置 300 の第 1 支持部 310 を概略的な形状に示したが、これに限定されない。第 1 支持部 310 は多様な構造を有したり他の部材がさらに配置されることもできる。

【 0054 】

インクジェットヘッドユニット 330 は第 1 支持部 310 に配置され得る。インクジェットヘッドユニット 330 は別のインクストレージと接続されてインク I の提供を受け、後述するインクジェットヘッド 335 を介して提供されたインク I を対象基板 SUB 上に噴射し得る。インクジェットヘッドユニット 330 が第 1 支持部 310 に配置される方式は特に限定されない。図面ではインクジェットヘッドユニット 330 が第 1 支持部 310 に直接配置されたことを示しているが、インクジェットヘッドユニット 330 は別の部材を介して第 1 支持部 310 に結合または取り付けられる。またはインクジェットヘッドユニット 330 は第 1 支持部 310 に直接締結されて配置されることもできる。

20

【 0055 】

一実施形態によれば、インクジェットヘッドユニット 330 はヘッドベース 331、ヘッドベース 331 の一面に配置されて複数のノズル NZ を含むインクジェットヘッド 335 を含み得る。

30

【 0056 】

インクジェットヘッドユニット 330 のヘッドベース 331 は第 1 支持部 310 に取り付けられ、一例としてヘッドベース 331 は第 2 方向 DR2 に延びた形状を有することができる。ヘッドベース 331 は第 1 支持部 310 の下部を通過する第 1 ステージ STA1 から一定間隔離隔し得る。例示的な実施形態で、ヘッドベース 331 は移動部材をさらに含み、第 1 支持部 310 上で一方向に移動することもできる。

【 0057 】

ヘッドベース 331 の一面、例えば第 3 方向 DR3 の下面には複数のインクジェットヘッド 335 が配置される。複数のインクジェットヘッド 335 は一方向に互いに離隔して配置され得る。複数のインクジェットヘッド 335 は一方向に配置されて一つの列または複数の列に配列されることができる。図面ではインクジェットヘッド 335 が 2 列に配置され、各列のインクジェットヘッド 335 が互いにずれるように配置されたことを示している。ただし、これに限定されず、インクジェットヘッド 335 はより多くの数の列に配列されることができ、互いにずれることなく重なるように配置されることもできる。インクジェットヘッド 335 の形状は特に限定されないが、一例としてインクジェットヘッド 335 は四角形の形状を有することができる。

40

【 0058 】

インクジェットヘッド 335 は少なくとも一つ、例えば 2 個のインクジェットヘッド 3

50

35が一つのパック(pack)を形成して隣接するように配置され得る。ただし、一つのパックに含まれるインクジェットヘッド335の数はこれに限定されず、一例として一つのパックに含まれるインクジェットヘッド335の数は1個~5個であり得る。

【0059】

また、図面にはインクジェットヘッドユニット330に4個のインクジェットヘッド335が配置されたことを示しているが、これはインクジェットプリンティング装置300を概略的に示すためであるので、インクジェットヘッド335の数はこれに限定されない。例示的な実施形態で、一つのインクジェットヘッドユニット330に配置されたインクジェットヘッド335の数は128個~1800個であり得る。

【0060】

インクジェットヘッド335は複数のノズルNZを含み、ヘッドベース331からインクIの伝達を受けてこれを対象基板SUB上に噴射し得る。インクジェットヘッド335の底面に位置するノズルNZはインクジェットヘッド335の内部管IPに接続される。インクIはヘッドベース331からインクジェットヘッド335に移動して内部管IPに沿って流れて各ノズルNZを介して吐出され得る。

【0061】

図3は一実施形態によるインクジェットヘッドでインクが吐出されることを示す概略図である。図4は一実施形態に他の対象基板上にインクが噴射されることを示す概略図である。

【0062】

図3および図4を参照すると、インクジェットヘッド335はインクIが伝達される内部管IPおよびインクIが吐出される複数のノズルNZを含み、インクIはノズルNZから吐出されて対象基板SUB上に噴射され得る。ノズルNZを介したインクIの噴射量は各ノズルNZに印加される電圧に応じて調節されることができる。一実施形態で、各ノズルNZから1回吐出されるインクIの量は1~50pl(picolitter)であり得るが、これに限定されるものではない。

【0063】

インクジェットヘッド335から吐出されるインクIは複数の双極子DPと溶媒SVを含み、双極子DPはノズルNZから溶媒SVとともに吐出され得る。双極子DPは溶媒SV中に分散した状態でインクジェットヘッド335に供給されることができる。図4ではインクジェットヘッド335から吐出されるインクIに複数の双極子DPが無作為の配向方向を有して分散したことが示されている。後述するように、双極子DPは一方向に伸びた形状を有し、電界形成ユニット100により形成された電界によって複数の双極子DPは特定方向に配向され得る。双極子DPは前記電界によって一方向に配向された状態で対象基板SUB上に安着または配置され、後続工程によって溶媒SVは揮発し、双極子DPのみが残ることになる。これに係る詳しい説明は後述する。

【0064】

一実施形態によれば、インクジェットヘッドユニット330は第1支持部310上で一方向、例えば第2方向DR2に移動し得る。

【0065】

図5は一実施形態によるインクジェットヘッドユニットの動作を示す概略図である。図5は一実施形態によるインクジェットヘッドユニット330と、第1ステージSTA1上に配置された電界形成ユニット100と、を正面から見た形状を図示している。

【0066】

図2および図5を参照すると、インクジェットヘッドユニット330は第1支持部310が伸びた第2方向DR2に移動して対象基板SUBの上部にインクIを噴射し得る。いくつかの実施形態で、対象基板SUBは第2方向DR2に測定された幅がインクジェットヘッドユニット330の幅より大きくてもよい。この場合、インクジェットヘッドユニット330は第2方向DR2に移動して対象基板SUB上に全面的にインクIを噴射し得る。また、電界形成ユニット100上には複数の対象基板SUBが提供されることによりイ

10

20

30

40

50

ンクジェットヘッドユニット 330 は第 2 方向 DR 2 に移動しながら複数の対象基板 SUB 上にインク I をそれぞれ噴射することができる。

【0067】

ただし、これに限定されず、インクジェットヘッドユニット 330 は第 1 レール RL 1 と第 2 レール RL 2 の外側に位置してから第 2 方向 DR 2 に移動してインク I を噴射し得る。インクジェットヘッドユニット 330 は第 1 ステージ STA 1 が第 1 方向 DR 1 に移動して第 1 支持部 310 の下部に位置する場合、第 1 レール RL 1 と第 2 レール RL 2 の間に移動してインク I を噴射し得る。このようなインクジェットヘッドユニット 330 の動作はこれを実現できる範囲内で多様に変形することができる。一例として、インクジェットヘッドユニット 330 は別の移動部材を介して第 1 支持部 310 に据え付けられて第 2 方向 DR 2 に移動することができる。またはインクジェットヘッドユニット 330 が第 1 支持部 310 に形成された溝部に接続されて上述した動作を行うこともできる。インクジェットヘッドユニット 330 の動作方法はこれに限定されないため、詳しい説明は省略する。

10

【0068】

電界形成ユニット 100 は双極子整列装置 1000 のプリンティング部 PA で第 1 ステージ STA 1 上に配置され得る。電界形成ユニット 100 は対象基板 SUB が準備され得る空間を提供することができ、対象基板 SUB 上にインク I が噴射されると対象基板 SUB の上部に電界を形成することができる。前記電界によってインク I 内に含まれた双極子 DP は一方向に配向され得る。

20

【0069】

図 6 は一実施形態による電界形成ユニットの概略的な平面図である。

【0070】

図 1 および図 6 を参照すると、電界形成ユニット 100 はサブステージ 110、プローブ支持台 130、プローブユニット 150 およびアライナ 180 を含み得る。

【0071】

電界形成ユニット 100 はプリンティング部 PA で第 1 ステージ STA 1 上に配置され、第 1 ステージ STA 1 により第 1 方向 DR 1 に移動し得る。対象基板 SUB が準備された電界形成ユニット 100 はプリンティング部 PA、搬送部 TA および熱処理部 HA に沿って移動して対象基板 SUB の上部に電界を形成することができる。

30

【0072】

サブステージ 110 は対象基板 SUB が配置される空間を提供することができる。また、サブステージ 110 上にはプローブ支持台 130、プローブユニット 150 およびアライナ 180 が配置され得る。サブステージ 110 の形状は特に限定されないが、一例として、サブステージ 110 は図面に示すように両辺が第 1 方向 DR 1 および第 2 方向 DR 2 に延びた四角形の形状を有することができる。ただし、サブステージ 110 の全般的な平面形状は対象基板 SUB の平面上形状によって変わり得る。例えば対象基板 SUB が平面上長方形の場合、図面に示すようにサブステージ 110 の形状は長方形であり得る。対象基板 SUB が円形の平面を有する場合、サブステージ 110 も平面上形状が円形であり得る。

40

【0073】

アライナ 180 はサブステージ 110 上に少なくとも一つ配置され得る。アライナ 180 はサブステージ 110 の各辺上に配置され、複数のアライナ 180 が囲む領域は対象基板 SUB が配置される領域であり得る。図面ではサブステージ 110 の各辺上に 2 個のアライナ 180 が離隔して配置され、サブステージ 110 上には合計 8 個のアライナ 180 が配置されたことが示されている。ただし、これに限定されず、アライナ 180 の数と配置等は対象基板 SUB の形状または種類によって変わり得る。

【0074】

プローブ支持台 130 およびプローブユニット 150 はサブステージ 110 上に配置される。プローブ支持台 130 はサブステージ 110 上でプローブユニット 150 が配置さ

50

れる空間を提供することができる。具体的にはプローブ支持台 130 はサブステージ 110 上の少なくとも一側に配置され、一側部が延びた方向に沿って延び得る。一例として、図面に示すようにプローブ支持台 130 はサブステージ 110 上の左右側の側部で第 2 方向 DR2 に延びて配置され得る。ただし、これに限定されず、プローブ支持台 130 はより多くの数含まれ得る。場合によってはサブステージ 110 の上下側にも配置され得る。すなわち、プローブ支持台 130 は電界形成ユニット 100 に含まれるプローブユニット 150 の数、または配置や構造等によってその構造が変わり得る。

【0075】

プローブユニット 150 は、プローブ支持台 130 上に配置され、サブステージ 110 に準備される対象基板 SUB 上に電界を形成することができる。プローブユニット 150 は、プローブ支持台 130 のように一方向、例えば第 2 方向 DR2 に延び、前記延びた長さは対象基板 SUB 全体をカバーすることができる。すなわち、プローブ支持台 130 とプローブユニット 150 との大きさおよび形状は対象基板 SUB によって変わり得る。

10

【0076】

一実施形態で、プローブユニット 150 はプローブ支持台 130 上に配置されるプローブ駆動部 153、プローブ駆動部 153 に配置されて電気信号が伝達されるプローブジグ 151、およびプローブジグ 151 に接続されて前記電気信号を対象基板 SUB 上に伝達するプローブパッド 158 を含み得る。

【0077】

プローブ駆動部 153 はプローブ支持台 130 上に配置されてプローブジグ 151 およびプローブパッド 158 を移動させ得る。例示的な実施形態で、プローブ駆動部 153 はプローブジグ 151 を水平方向および垂直方向、例えば水平方向である第 2 方向 DR2 と垂直方向である第 3 方向 DR3 に移動させ得る。プローブ駆動部 153 の駆動によってプローブパッド 158 は対象基板 SUB と接続または分離することができる。双極子整列装置 1000 の工程中に、対象基板 SUB に電界を形成する段階では、プローブ駆動部 153 が駆動してプローブパッド 158 を対象基板 SUB に接続させ、それ以外の段階ではプローブ駆動部 153 が再び駆動してプローブパッド 158 を対象基板 SUB と分離させることができる。これに係る詳しい説明は他の図面を参照して後述する。

20

【0078】

プローブパッド 158 はプローブジグ 151 から伝達される電気信号を介して対象基板 SUB 上に電界を形成することができる。プローブパッド 158 は対象基板 SUB に接続されて前記電気信号を伝達して対象基板 SUB 上に電界を形成することができる。一例として、プローブパッド 158 は対象基板 SUB の電極または電源パッド等に接触し、プローブジグ 151 の電気信号は前記電極または電源パッドに伝達され得る。対象基板 SUB に伝達された前記電気信号は対象基板 SUB 上に電界を形成することができる。

30

【0079】

ただし、これに限定されるものではなく、プローブパッド 158 はプローブジグ 151 から伝達された電気信号を介して電界を形成する部材であり得る。すなわち、プローブパッド 158 で前記電気信号の伝達を受けて電界を形成する場合、プローブパッド 158 は対象基板 SUB と接続されなくてもよい。

40

【0080】

プローブパッド 158 の形状は特に限定されないが、例示的な実施形態で、プローブパッド 158 は対象基板 SUB 全体をカバーするように一方向に延びた形状を有することができる。

【0081】

プローブジグ 151 はプローブパッド 158 に接続され、別の電圧印加装置と接続され得る。プローブジグ 151 は前記電圧印加装置に伝達される電気信号をプローブパッド 158 に伝達して対象基板 SUB 上に電界を形成することができる。プローブジグ 151 に伝達される電気信号は電界を形成するための電圧、一例として交流電圧であり得る。

【0082】

50

プローブユニット150は複数のプローブジグ151を含み得る。その数は特に限定されない。図面では3個のプローブジグ151と3個のプローブ駆動部153が配置されたことを示しているが、プローブユニット150はより多くの数のプローブジグ151およびプローブ駆動部153を含んで対象基板SUB上にさらに高い密度を有する電界を形成することもできる。

【0083】

一実施形態によるプローブユニット150はこれに限定されない。図面ではプローブユニット150がプローブ支持台130、すなわち電界形成ユニット100に配置されたことを示しているが、場合によってはプローブユニット150は別の装置に配置されることもできる。電界形成ユニット100は電界を形成できる装置を含んで対象基板SUB上に電界を形成することができれば、その構造や配置は限定されない。

10

【0084】

図7および図8は一実施形態によるプローブユニットの動作を示す概略図である。

【0085】

前述したように、プローブユニット150のプローブ駆動部153は双極子整列装置1000の工程段階に従って動作することができる。図7および図8を参照すると、電界形成ユニット100に電界を形成しない第1状態ではプローブユニット150はプローブ支持台130上に配置されて対象基板SUBと離隔し得る。プローブユニット150のプローブ駆動部153は水平方向である第2方向DR2と垂直方向である第3方向DR3に駆動してプローブパッド158を対象基板SUBと離隔させることができる。

20

【0086】

次に、対象基板SUB上に電界を形成する第2状態ではプローブユニット150のプローブ駆動部153が駆動してプローブパッド158を対象基板SUBと接続させることができる。プローブ駆動部153が垂直方向である第3方向DR3と水平方向である第2方向DR2に駆動して、プローブパッド158が対象基板SUBと接触し得る。プローブユニット150のプローブジグ151はプローブパッド158に電気信号を伝達し、対象基板SUB上には電界が形成されることができ。

【0087】

一方、図面では電界形成ユニット100の両側にプローブユニット150がそれぞれ一つずつ配置され、二つのプローブユニット150が同時に対象基板SUBに接続されることを示している。ただし、これに限定されるものではなく、複数のプローブユニット150はそれぞれ別に駆動されることもできる。例えば、サブステージ110上に対象基板SUBが準備され、インクIが噴射されると、任意の第1プローブユニット150が先に対象基板SUB上に電界を形成し、第2プローブユニット150は対象基板SUBに接続されなくてもよい。その後、第1プローブユニット150が対象基板SUBから分離して第2プローブユニット150が対象基板SUBと接続されて電界を形成することもできる。すなわち、複数のプローブユニット150は同時に駆動して電界を形成する、又は、それぞれ順次駆動して順次電界を形成することもできる。

30

【0088】

図9は一実施形態によるプローブユニットによって対象基板上に電界が形成されたことを示す概略図である。

40

【0089】

前述したように、対象基板SUB上には電界が形成されるが、双極子DPを含んで対象基板SUB上に噴射されたインクIは双極子DPを含み得る。双極子DPは対象基板SUB上に形成された電界によって一方向に配向し得る。

【0090】

双極子DPは一端部が第1極性を有し、他端部が第1極性と異なる第2極性を有する物体であり得る。例えば、双極子DPの一端部は陽の極性を有し、双極子DPの他端部は陰の極性を有することができる。両端部に異なる極性を有する双極子DPは所定の電界に置かれたとき電氣的な力(引力と斥力)を受けて配向方向が制御されることができ。

50

【 0 0 9 1 】

図 9 を参照すると、インク I は双極子 D P を含んでインクジェットヘッド 3 3 5 のノズル N Z から吐出され得る。ノズル N Z から吐出されたインク I は対象基板 S U B に向かって噴射され、インク I は対象基板 S U B 上に噴射され得る。この時、対象基板 S U B 上に電界 I E L が形成されると、第 1 極性および第 2 極性を有する双極子 D P はノズル N Z から対象基板 S U B 上にインク I が安着するまで、または安着した後にも電氣的な力を受けることができる。前記電氣的な力によって双極子 D P は配向されることができ、一例として双極子 D P の配向方向は電界 I E L が向かう方向であり得る。

【 0 0 9 2 】

図面ではインク I がノズル N Z から噴射されるときプローブユニット 1 5 0 で電界 I E L を形成することを示している。そのため双極子 D P はノズル N Z から吐出されて対象基板 S U B に到達するまで電界 I E L により力を受けることができる。ただし、これに限定されず、場合によってプローブユニット 1 5 0 はインク I が対象基板 S U B に噴射された後に電界 I E L を形成されることもできる。この場合、双極子 D P はランダムな配列方向を有して対象基板 S U B に噴射され、その後、噴射されたインク I 内で電界 I E L により一方向に配列されることもできる。

10

【 0 0 9 3 】

また、図面ではプローブユニット 1 5 0 が対象基板 S U B 上にインク I が噴射されるとこれと同時に対象基板 S U B 上に電界 I E L を形成することを示している。ただし、これに限定されず、プローブユニット 1 5 0 は後述する段階で電界形成ユニット 1 0 0 が熱処理装置 9 0 0 に移動した後に電界 I E L を形成することもできる。すなわち、プローブユニット 1 5 0 はインク I が噴射されるタイミングまたはインク I の溶媒 S V が除去されるタイミングに電界 I E L を形成することができる。

20

【 0 0 9 4 】

一方、電界形成ユニット 1 0 0 が対象基板 S U B の上部に電界 I E L を形成するタイミングは特に限定されない。場合によって電界形成ユニット 1 0 0 はインクジェットヘッドユニット 3 3 0 からインク I が噴射されるとき、またはその後に電界 I E L を形成する、又は、後述するように光照射装置 5 0 0 から光が照射された後、もしくはこれと同時に電界 I E L を形成することができる。さらに、電界形成ユニット 1 0 0 は双極子整列装置 1 0 0 0 のプリンティング部 P A 以外の領域に位置するとき電界を形成することもできる。これに係る詳しい説明は後述する。

30

【 0 0 9 5 】

図面には図面に示していないが、いくつかの実施形態でサブステージ 1 1 0 上には電界生成部材がさらに配置され得る。電界生成部材は後述するプローブユニット 1 5 0 のようにサブステージ 1 1 0 の上部（すなわち、第 3 方向 D R 3）、または対象基板 S U B 上に電界を形成することができる。例示的な実施形態で、電界生成部材はアンテナユニットであるが、複数の電極を含む装置等が適用されることができる。

【 0 0 9 6 】

対象基板 S U B の上部に噴射されたインク I は双極子 D P を含み、双極子 D P は電界形成ユニット 1 0 0 が形成する電界 I E L により電氣的な力を受けて一方向に配向されることができる。ただし、いくつかの実施形態で双極子 D P は高比重の半導体物質を含み得る。インク I の溶媒 S V は比重が大きい双極子 D P が長時間分散できるように高粘度の溶液であり得る。この場合、電界形成ユニット 1 0 0 が電界 I E L を生成しても双極子 D P が円滑に配向されない。

40

【 0 0 9 7 】

一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 は双極子 D P が電界 I E L により配向される精度を向上させるために、光を照射する光照射装置 5 0 0 を含み得る。電界形成ユニット 1 0 0 が電界 I E L を形成する前、インク I に光が照射されると双極子 D P の双極子モーメント (d i p o l e m o m e n t) が大きくなり、同じ電界 I E L よりもさらに強い力を受けることができる。すなわち、双極子 D P の電界 I E L による整列反応性が増加し

50

得る。以下、他の図面を参照して一実施形態による光照射装置 500 について詳しく説明する。

【0098】

図10は一実施形態による光照射装置の動作を示す概略的な断面図である。図10は光照射装置500を正面から見た概略的な平面図である。

【0099】

一実施形態による双極子整列装置1000は光照射装置500を含み得る。光照射装置500はプリンティング部PAに配置されてインクジェットプリンティング装置300と搬送ユニット700の間に配置され得る。ただし、これに限定されず、光照射装置500は他の位置に配置されることもできる。光照射装置500の多様な実施形態は他の図面を参照して後述する。

10

【0100】

光照射装置500は第2支持部510および光照射ユニット530を含む。また、光照射装置500はセンシングユニット590をさらに含み得る。

【0101】

第2支持部510は第2方向DR2に延び、プリンティング部PAの第1ステージSTA1の上部に位置し得る。図面に示していないが、第2支持部510はこれを支持するベースフレームに接続され得る。第1ステージSTA1は第2支持部510の下部を通過し得る。図面では光照射装置500の第2支持部510を概略的な形状に示したが、これに限定されない。第2支持部510は多様な構造を有する、又は、他の部材がさらに配置されることもできる。

20

【0102】

センシングユニット590は光照射装置500の第2支持部510に配置され、光照射ユニット530の位置を制御することができる。光照射装置500は電界形成ユニット100上に光hvを照射し得る。この時、センシングユニット590は光照射装置500が正確な位置に光hvを照射できるようにその位置を感知することができる。ただし、これに限定されず、センシングユニット590は省略することもできる。

【0103】

光照射ユニット530は第2支持部510に配置され得る。光照射ユニット530は第1ステージSTA1に配置される電界形成ユニット100の上部に光hvを照射し得る。光照射ユニット530が第2支持部510に配置される方式は特に限定されない。図面では光照射ユニット530が第2支持部510に直接配置されたことを示しているが、光照射ユニット530は別の部材を介して第2支持部510に結合または取り付けられる。または、光照射ユニット530は第2支持部510に直接締結されて配置されることもできる。

30

【0104】

光照射ユニット530の種類は特に限定されない。いくつかの実施形態で、光照射ユニット530は水銀光、Fe系金属ハライド系列、Ga系金属ハライド系列、半導体発光素子等を含み得る。ただし、これに限定されるものではない。

【0105】

光照射装置500は対象基板SUB上に噴射されたインクIに光hvを照射して双極子DPの電界IELによる整列反応性を向上させることができる。双極子DPは第1極性を有する第1端部および第1極性と異なる第2極性を有する第2端部を含んで双極子モーメント(Dipole moment)を有することができる。双極子モーメントを有する双極子DPは電界形成ユニット100が形成する電界IELにより所定の電氣的な力の伝達を受けて一方向に配向されることができる。ここで、光照射装置500が双極子DPに光hvを照射すると、双極子DPには部分的な極性がさらに形成されて双極子モーメントがさらに大きくなり、電界IELにより伝達を受ける電氣的な力がさらに大きくなる。そのため、インクI内に分散した双極子DPは整列反応性が増加し、対象基板SUB上で高い整列度を有して配向されることができる。

40

50

【 0 1 0 6 】

図 1 1 は一実施形態による双極子に光が照射されることを示す概略図である。

【 0 1 0 7 】

図 1 1 を参照すると、電界形成ユニット 1 0 0 上に準備された対象基板 S U B 上には複数の双極子 D P が噴射され、光照射装置 5 0 0 は対象基板 S U B 上に噴射されたインク I に光 $h\nu$ を照射し得る。ここで、対象基板 S U B 上に光 $h\nu$ が照射された第 1 領域 A A 1 と、光 $h\nu$ が照射されていない第 2 領域 A A 2 が定義されることができ、インク I に分散した双極子 D P のうち、第 1 領域 A A 1 に位置して光 $h\nu$ が照射された第 1 双極子 D P 1 と第 2 領域 A A 2 に位置して光 $h\nu$ が照射されていない第 2 双極子 D P 2 が存在し得る。

【 0 1 0 8 】

光 $h\nu$ が照射された第 1 双極子 D P 1 は光 $h\nu$ が照射されていない第 2 双極子 D P 2 より双極子モーメントがさらに大きくなる。双極子 D P 内に存在して極性を有する電子が光照射装置 5 0 0 から照射された光 $h\nu$ により反応するようになり、双極子 D P の第 1 極性と第 2 極性の間の双極子モーメントがさらに大きくなる。双極子 D P が大きい値の双極子モーメントを有することにより、同じ電界 I E L が印加されてもより強い電氣的な力を受けることになり、対象基板 S U B 上で双極子 D P が配向される精度がさらに均一になり得る。

【 0 1 0 9 】

図 1 1 に示すように、対象基板 S U B 上に噴射された双極子 D P は電界 I E L による力を受けて特定方向に配向されることができ、ここで、光 $h\nu$ が照射された第 1 双極子 D P 1 は第 1 力 $F a$ を受けて一方向に配向され、第 2 双極子 D P 2 は第 2 力 $F b$ を受けて一方向に配向されることができ、第 1 双極子 D P 1 の双極子モーメントが第 2 双極子 D P 2 の双極子モーメントより大きい値を有するため、第 1 力 $F a$ の値は第 2 力 $F b$ の値より大きい。双極子 D P は最初の位置（点線部分）からそれぞれ第 1 力 $F a$ と第 2 力 $F b$ を受けて一方向に回転、又は、移動し得る。第 2 力 $F b$ の、より配向される第 2 双極子 D P 2 は、伝達を受ける力が小さいことによって回転又は移動の幅が小さくなり、配向が均一でなくなる、又は、必要な配向を得られないこともある。反面、第 1 力 $F a$ により配向される第 1 双極子 D P 1 はさらに大きい力の伝達を受けることによって、さらに大幅に回転、又は、移動することになり、比較的均一な配向を有して整列することができる。一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 は電界形成ユニット 1 0 0 が電界 I E L を形成するとき、双極子 D P に光 $h\nu$ を照射する光照射装置 5 0 0 を含んで双極子 D P の整列度および配向精度を改善させることができる。後述するように、双極子 D P を含む表示装置（1, 図 4 5 に図示）の製造において双極子 D P の整列度を向上させることができる。

【 0 1 1 0 】

一方、いくつかの実施形態で、光照射装置 5 0 0 から照射される光 $h\nu$ の中心波長帯域は特に限定されない。前記光 $h\nu$ は双極子 D P の種類によって変わり得る。後述するように、双極子 D P は半導体材料を含む発光素子（図 4 3 に図示される 3 0）であり得る。双極子 D P は、光照射装置 5 0 0 から照射される光 $h\nu$ の中心波長帯域の発光素子 3 0 に含まれた活性層（図 4 3 に図示される 3 3）によって変わり得る。例示的な実施形態で、発光素子 3 0 に含まれた活性層 3 3 から放出される光が第 1 波長帯域を有する場合、光照射装置 5 0 0 で照射される光 $h\nu$ も中心波長帯域が第 1 波長帯域を有することができる。例えば発光素子 3 0 に含まれた活性層 3 3 が、波長帯域が約 4 5 0 nm である青色光を放出する場合、光照射装置 5 0 0 の光 $h\nu$ も波長帯域が約 4 5 0 nm を有することができる。これと同様に、活性層 3 3 が、波長帯域が約 5 5 0 nm である緑色光を放出する場合、光照射装置 5 0 0 の光 $h\nu$ も波長帯域が約 5 5 0 nm を有し、活性層 3 3 が、波長帯域が約 7 8 0 nm である赤色光を放出する場合、光照射装置 5 0 0 の光 $h\nu$ も波長帯域が約 7 8 0 nm を有することができる。ただし、これに限定されるものではない。

【 0 1 1 1 】

対象基板 S U B 上にインク I が噴射された後には電界形成ユニット 1 0 0 は双極子整列装置 1 0 0 0 の搬送部 T A に移動する。搬送部 T A は搬送ユニット 7 0 0 を含み、電界形

10

20

30

40

50

成ユニット 100 を他の領域、例えば熱処理部 HA に移動させ得る。

【0112】

図 12 は一実施形態による搬送ユニットの概略的な平面図である。図 12 は搬送ユニット 700 を第 3 方向 DR3、例えば上部から見た平面図である。

【0113】

図 1 に関連して図 12 を参照すると、双極子整列装置 1000 の搬送部 TA は搬送ユニット 700 を含む。

【0114】

搬送ユニット 700 は電界形成ユニット 100 をプリンティング部 PA から双極子整列装置 1000 の他の領域である熱処理部 HA に移動させ得る。ただし、これに限定されるものではなく、図面に示していないが、双極子整列装置 1000 は熱処理部 HA 以外の領域として搬送部 TA と隣接する領域に位置する領域に電界形成ユニット 100 を移動させることもできる。熱処理部 HA を通過した対象基板 SUB 上に双極子 DP が整列すると、搬送ユニット 700 はこれを他の領域に移動させることもできる。

【0115】

一実施形態による搬送ユニット 700 は第 1 移動部 710、第 2 本体部 720 および複数の支持台 760、770 を含む。双極子整列装置 1000 の搬送部 TA は第 1 方向 DR1 に延びた第 3 レール RL3 と第 4 レール RL4 を含み、搬送ユニット 700 は第 3 レール RL3 と第 4 レール RL4 上に配置される。搬送ユニット 700 は第 3 レール RL3 と第 4 レール RL4 上で別の移動部材を介して第 1 方向 DR1 に移動し得る。搬送ユニット 700 の移動に応じて電界形成ユニット 100 は第 1 方向 DR1 に移動して熱処理部 HA に位置し得る。

【0116】

搬送ユニット 700 の第 1 移動部 710 は第 3 レール RL3 および第 4 レール RL4 の上部に位置し得る。図面に示していないが、第 1 移動部 710 は第 3 レール RL3 と第 4 レール RL4 との上で移動部材を介して第 1 方向 DR1 または第 2 方向 DR2 に移動し得る。また、一実施形態によれば、搬送ユニット 700 の第 1 移動部 710 は一方向に回転できる駆動部を含み得る。図 12 に示すように、搬送ユニット 700 の複数の支持台 760、770 は第 1 方向 DR1 の一側、例えばプリンティング部 PA が位置した領域に向かっている。搬送ユニット 700 の第 1 移動部 710 は駆動部を含んで一方向に回転することによって、複数の支持台 760、770 は第 2 方向 DR2 または第 1 方向 DR1 の他側である熱処理部 HA に向かうように位置し得る。後述するように支持台 760、770 上に置かれる電界形成ユニット 100 は搬送ユニット 700 を介して他の領域に移動し得る。

【0117】

第 1 移動部 710 は第 2 方向 DR2 に延びた長辺と第 1 方向 DR1 に延びた短辺とを含む形状を有することができる。ただし、これに限定されない。図面では搬送ユニット 700 の第 1 移動部 710 を概略的な形状に示したが、第 1 移動部 710 は多様な構造を有する、又は、他の部材がさらに配置されることもできる。

【0118】

搬送ユニット 700 の第 2 本体部 720 は第 1 移動部 710 に配置され得る。第 2 本体部 720 が第 1 移動部 710 に配置される方式は特に限定されない。図面では第 2 本体部 720 が第 1 移動部 710 に直接配置されたことを示しているが、第 2 本体部 720 は別の部材を介して第 1 移動部 710 に結合または取り付けられる。または第 2 本体部 720 は第 1 移動部 710 に直接締結されて配置されることもできる。

【0119】

一実施形態によれば、搬送ユニット 700 は第 2 本体部 720 に配置された複数の支持台 760、770 を含む。複数の支持台 760、770 は第 1 支持台 760 および第 2 支持台 770 を含み、これらは互いに離隔して配置され、一方向に延び得る。第 1 支持台 760 と第 2 支持台 770 は電界形成ユニット 100 をプリンティング部 PA から他の領域に移動させるために、これを支持し得る。電界形成ユニット 100 は搬送ユニット 7

10

20

30

40

50

00の第1支持台760と第2支持台770上に配置されて移動し得る。

【0120】

図13および図14は一実施形態による搬送ユニットの動作を示す概略図である。

【0121】

図13および図14を参照して搬送ユニット700の動作について説明すると、先に図13に示すように、第1ステージSTA1上に配置された電界形成ユニット100を搬送ユニット700の第1支持台760と第2支持台770上に位置させる。第1ステージSTA1は複数のピンPを含み、複数のピンPは第1ステージSTA1の上面に突出することによりその上に配置された電界形成ユニット100をリフティングさせることができる。電界形成ユニット100は複数のピンPが突出することにより第1ステージSTA1の上面と離隔し、これらの間に空間が形成される。

10

【0122】

引き続き、搬送ユニット700の第1移動部710が移動して第1ステージSTA1の上面と電界形成ユニット100の下面の間に第1支持台760と第2支持台770を挿入する。複数のピンPにより形成された空間に第1支持台760と第2支持台770が挿入されると第2本体部720または第1支持台760と第2支持台770が第3方向DR3に移動して電界形成ユニット100をもう一度リフティングさせる。搬送ユニット700の動作によって電界形成ユニット100は第1ステージSTA1から分離して第1支持台760と第2支持台770上に配置される。

【0123】

引き続き、図14に示すように搬送ユニット700の第1移動部710が回転して電界形成ユニット100が熱処理部HAに向かうように位置させる。搬送ユニット700は第1方向DR1または第2方向DR2に移動する動作と一方向に回転する動作が可能であるため電界形成ユニット100および対象基板SUBを所望する領域に移動させることができる。

20

【0124】

一方、図13では電界形成ユニット100のプロープユニット150が対象基板SUBと分離して電界IELが形成されないことで示しているが、これに限定されない。いくつかの実施形態で、電界形成ユニット100は搬送ユニット700によりプリンティング部PAから他の領域に移動する間にも対象基板SUBの上部に電界を形成することができる。これと同時に、照射装置500もプリンティング部PA以外の領域、例えば搬送部TAに配置されて電界形成ユニット100の移動中に対象基板SUBの上部に光hvを照射し得る。これに関する説明は他の実施形態が参照される。

30

【0125】

一方、一実施形態による双極子整列装置1000は対象基板SUB上にインクIが噴射されたインクを揮発させる工程が行われる。搬送ユニット700に位置する電界形成ユニット100は双極子整列装置1000の熱処理部HAに移動する。以下では双極子整列装置1000の熱処理部HAに配置された熱処理装置900について詳細に説明する。

【0126】

図15は一実施形態による熱処理装置の断面図である。図15は熱処理装置900の第1方向DR1、例えば正面から見た図である。

40

【0127】

図1および図15を参照すると、双極子整列装置1000の熱処理部HAは熱処理装置900と第2ステージSTA2を含む。

【0128】

第2ステージSTA2は対象基板SUBが準備された電界形成ユニット100が配置される領域を提供することができる。図面に示していないが、第2ステージSTA2は別の移動部材を介して第1方向DR1に移動し得る。第2ステージSTA2の移動に応じて電界形成ユニット100は第1方向DR1に移動することができ、熱処理装置900を通過してその上部に配置されたインクIが乾燥され得る。

50

【 0 1 2 9 】

熱処理装置 9 0 0 は第 3 支持部 9 1 0、第 3 本体部 9 3 0 および熱処理ユニット 9 5 0 を含み得る。熱処理ユニット 9 5 0 は第 3 支持部 9 1 0 に取り付けられた第 3 本体部 9 3 0 の下面に配置され得る。熱処理装置 9 0 0 は熱処理ユニット 9 5 0 で熱または赤外線 (Infrared) を照射して対象基板 S U B 上に噴射されたインク I の溶媒 S V を除去することができる。熱処理装置 9 0 0 を通過した対象基板 S U B 上には双極子 D P が残る。

【 0 1 3 0 】

熱処理装置 9 0 0 の第 3 支持部 9 1 0 は第 2 方向 D R 2 に延びて第 2 ステージ S T A 2 の上部に位置し得る。図面に示していないが、第 3 支持部 9 1 0 はこれを支持するベースフレームに接続し得る。第 2 ステージ S T A 2 は第 3 支持部 9 1 0 の下部を通過し得る。図面では熱処理装置 9 0 0 の第 3 支持部 9 1 0 の概略的な形成を示したが、これに限定されない。第 3 支持部 9 1 0 は多様な構造を有する、又は、他の部材がさらに配置されることもできる。

10

【 0 1 3 1 】

第 3 本体部 9 3 0 は第 3 支持部 9 1 0 に配置される。第 3 本体部 9 3 0 は第 2 方向 D R 2 に延びた形状を有し、熱処理ユニット 9 5 0 が配置される空間を提供することができる。第 3 本体部 9 3 0 は対象基板 S U B の一辺、例えば第 2 方向 D R 2 に延びた一辺をカバーすることができる。すなわち、第 3 本体部 9 3 0 の第 2 方向 D R 2 に延びた長さは少なくとも対象基板 S U B の第 2 方向 D R 2 に延びた一辺より長い。そのため第 3 本体部 9 3 0 の下面に配置される熱処理ユニット 9 5 0 も第 2 方向 D R 2 に延びた形状を有して対象

20

【 0 1 3 2 】

熱処理ユニット 9 5 0 は第 3 本体部 9 3 0 の下面に配置され、対象基板 S U B と所定距離離隔し得る。熱処理ユニット 9 5 0 は照射される熱または赤外線によって対象基板 S U B 上に配置された他の部材が損傷しない程度に離隔し得る。熱処理ユニット 9 5 0 と対象基板 S U B が離隔した間隔は熱処理ユニット 9 5 0 または第 3 本体部 9 3 0 の第 3 方向 D R 3 に測定された長さによって変わり得る。熱処理ユニット 9 5 0 の種類は特に限定されないが、一例として熱処理ユニット 9 5 0 は I R 照射装置であり得る。また、一例として熱処理ユニット 9 5 0 の下面には遮蔽装置がさらに配置されることもできる。前記遮蔽装置は対象基板 S U B が損傷しないように熱処理ユニット 9 5 0 から照射される熱または赤外線を部分的に遮断することもできる。

30

【 0 1 3 3 】

熱処理ユニット 9 5 0 は第 3 本体部 9 3 0 に配置される。第 2 ステージ S T A 2 上に配置された電界形成ユニット 1 0 0 が移動しながら熱処理装置 9 0 0 の下面で第 1 方向 D R 1 に移動すると、熱処理ユニット 9 5 0 は対象基板 S U B の第 2 方向 D R 2 に延びた領域をカバーしながら熱または赤外線を照射し得る。

【 0 1 3 4 】

一実施形態によれば、熱処理装置 9 0 0 は熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域に熱または赤外線を照射し、熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域に位置するインク I は、溶媒 S V が除去されることができる。すなわち、電界形成ユニット 1 0 0 が一方向、例えば第 1 方向 D R 1 に移動することにより対象基板 S U B 上の溶媒 S V は前記一方向に沿って順次除去されることができる。

40

【 0 1 3 5 】

図 1 6 は一実施形態による熱処理装置の動作を示す概略図である。

【 0 1 3 6 】

図 1 6 を参照すると、熱処理装置 9 0 0 は熱処理装置 9 0 0 の下部で熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域に熱 H を放出し得る。図面に示すように、対象基板 S U B 上で熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域のみ熱 H が放出される。対象基板 S U B 上に噴射されたインク I 中、熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域には熱 H が同時に放出され得る。反面、熱処理ユニット 9 5 0 と第 1 方向 D R 1 に離隔してこれと重ならないインク I は電界形成ユニッ

50

ト 1 0 0 が熱処理ユニット 9 5 0 を通過することにより熱 H が順次放出され得る。電界形成ユニット 1 0 0 が第 1 方向 D R 1 に移動して熱処理装置 9 0 0 を通過する場合、電界形成ユニット 1 0 0 が移動することにより対象基板 S U B 上に噴射されたインク I の溶媒 S V は順次除去されることができる。図面のように、熱処理ユニット 9 5 0 と重なる領域には対象基板 S U B 上の溶媒 S V に熱 H が放出され、熱処理ユニット 9 5 0 を通過した領域には溶媒 S V が除去（点線領域）されて双極子 D P のみ存在し得る。

【 0 1 3 7 】

図面には示していないが、電界形成ユニット 1 0 0 には対象基板 S U B の上部の温度を感知して前記温度を調節する制御装置をさらに含み得る。熱処理ユニット 9 5 0 から照射される熱または赤外線によって対象基板 S U B の温度が一定水準以上に上昇すると前記制御装置によって対象基板 S U B が冷却されることもできる。

10

【 0 1 3 8 】

一方、熱処理装置 9 0 0 の構造は図 1 5 および図 1 6 に限定されない。いくつかの実施形態で、双極子整列装置 1 0 0 0 の熱処理部 H A は熱処理装置 9 0 0 の第 3 本体部 9 3 0 が密閉された空間を形成し、第 3 本体部 9 3 0 が形成する空間内に熱処理ユニット 9 5 0 が配置された構造を有することもできる。

【 0 1 3 9 】

図 1 7 は他の実施形態による熱処理装置を示す概略図である。

【 0 1 4 0 】

図 1 7 を参照すると、熱処理装置 9 0 0 は第 3 本体部 9 3 0 が形成する空間内に第 2 ステージ S T A 2 が配置され、熱処理ユニット 9 5 0 は第 3 本体部 9 3 0 の内側に配置され得る。図面に示すように、熱処理ユニット 9 5 0 は第 3 本体部 9 3 0 の上部内壁、および左右側の側壁に配置されるが、これに限定されない。この場合、第 2 ステージ S T A 2 は一方向に移動せず、搬送ユニット 7 0 0 から移動した電界形成ユニット 1 0 0 は第 2 ステージ S T A 2 上に配置される。第 3 本体部 9 3 0 が形成する空間は熱処理ユニット 9 5 0 により熱が加えられ得る。対象基板 S U B の上部に位置したインク I が乾燥され得る。

20

【 0 1 4 1 】

また、熱処理装置 9 0 0 は第 3 本体部 9 3 0 が形成する空間を真空形成できるポンプ（p u m p ）が備えられる。ポンプ（p u m p ）を介して第 3 本体部 9 3 0 内部の空間を真空形成し、対象基板 S U B 上に噴射されたインク I を効果的に乾燥させることができる。また、インク I の乾燥工程中、対象基板 S U B 上に不純物が吸着することを防止することもできる。

30

【 0 1 4 2 】

一方、熱処理ユニット 9 5 0 は必ずしも第 3 本体部 9 3 0 に配置されなくてもよく、場合によって電界形成ユニット 1 0 0 が配置される第 2 ステージ S T A 2 に内蔵されることもできる。

【 0 1 4 3 】

図 1 8 はまた他の実施形態による熱処理装置を示す概略図である。

【 0 1 4 4 】

図 1 8 を参照すると、双極子整列装置 1 0 0 0 は熱処理部 H A に位置する第 2 ステージ S T A 2 に熱処理ユニット 9 5 0 が内蔵され、第 3 本体部 9 3 0 は第 2 ステージ S T A 2 の上部に密閉された空間を形成することができる。この場合、対象基板 S U B は電界形成ユニット 1 0 0 の下部に位置した熱処理ユニット 9 5 0 を介して熱の伝達を受け、インク I の溶媒 S V は除去されることができる。ただし、これに限定されず、熱処理装置 9 0 0 の構造および構成は多様に変形することができる。

40

【 0 1 4 5 】

以上、双極子整列装置 1 0 0 0 は電界形成ユニット 1 0 0、インクジェットプリンティング装置 3 0 0、光照射装置 5 0 0、搬送ユニット 7 0 0 および熱処理装置 9 0 0 を含み、対象基板 S U B 上に複数の双極子 D P を一方向に配向させることができる。双極子整列装置 1 0 0 0 は光照射装置 5 0 0 を用いて双極子 D P の双極子モーメントを増加させ、電

50

界形成ユニット100で形成される電界IELによる双極子DPの整列反応性を改善させることができる。

【0146】

これにより、一実施形態による双極子整列装置1000を用いて表示装置を製造する際、上述した光照射装置500を用いた光照射段階を行うことによって対象基板SUB上に配置される双極子DPの整列度を向上させることができる。以下では一実施形態による双極子整列装置1000を用いた双極子DPの整列方法について詳しく説明する。

【0147】

図19は一実施形態によるインクジェットプリンティング装置を用いた双極子の整列方法を示すフローチャートである。図20～図24は一実施形態による双極子整列装置を用いた双極子の整列方法を示す概略図である。

10

【0148】

図1および図19～図24を参照すると、一実施形態による双極子DPの整列方法は対象基板SUB上に双極子DPが分散した溶媒SVを含むインクIを噴射する段階(S100)、対象基板SUB上に光を照射し、対象基板SUBの上部に電界を生成して前記電界によって双極子DPが対象基板SUB上に整列する段階(S200)、および溶媒SVを除去して対象基板SUB上に双極子DPが安着する段階(S300)を含み得る。

【0149】

一実施形態による双極子DPの整列方法は、図1を参照して上述した双極子整列装置1000を用いることができ、対象基板SUB上に双極子DPを整列させるとき、光を照射して双極子DPの双極子モーメントを増加させて電界IELを生成する段階を含み得る。

20

【0150】

先に、図20に示すように、対象基板SUBを準備する。例示的な実施形態で対象基板SUB上には第1電極21と第2電極22が配置され得る。図面では一对の電極が配置されたことを示しているが、対象基板SUB上にはより多くの数の電極対が形成されており、複数のインクジェットヘッド335が各電極対に同じ方式でインクIを噴射することができる。

【0151】

引き続き、図21に示すように、対象基板SUB上に、双極子DPが分散した溶媒SVを含むインクIを噴射(S100)する。インクIはインクジェットプリンティング装置300のインクジェットヘッド335から吐出され得る。インクIは対象基板SUB上に配置された第1電極21と第2電極22上に噴射され得る。これに関する説明は上述した内容と同様であるため、詳しい説明は省略する。

30

【0152】

次に、図22に示すように、対象基板SUB上に噴射されたインクIに光hvを照射する。光照射装置500がインクIに光hvを照射すると、双極子DPに含まれた電子が光hvに反応して双極子モーメントが大きくなる(図22のDP')。双極子モーメントが大きくなった双極子DP'は後続の工程で電界形成ユニット100が生成する電界IELにより受ける力が大きくなり、第1電極21と第2電極22の間に整列することができる。ここで、光照射装置500は双極子DPの双極子モーメントを増加させるために、双極子DPに向かって光hvを照射することができる。図面では一例として光照射装置500が対象基板SUB上に光hvを照射することが示しているが、これに限定されない。前述したように、場合によって光照射装置500は対象基板SUBの上部に光hvを照射する、またはインクジェットヘッド335からインクIが吐出されるとき光hvを照射することができる。ただし、これに限定されない。

40

【0153】

次に、図23に示すように、対象基板SUB上に電界IELを形成して、電界IELにより双極子DPが整列(S200)する。双極子DPは誘電泳動法(Dielectrophoresis)により第1電極21と第2電極22の間に配置され得る。

【0154】

50

具体的には説明すると、プローブユニット150から第1電極21と第2電極22に電気信号を印加する。プローブユニット150は対象基板SUB上に備えられた所定のパッド(図示せず)と接続され、前記パッドと接続された第1電極21と第2電極22に電気信号を印加することができる。例示的な実施形態で前記電気信号は交流電圧であり得る。前記交流電圧は±(10~50)Vの電圧および10kHz~1MHzの周波数を有することができる。前記交流電圧が第1電極21と第2電極22に印加されると、これらの間には電界IELが形成され、双極子DP'は電界IELによる誘電泳動力(Dielectrophoretic Force)が作用される。誘電泳動力によって双極子DP'は配向方向および位置が変わって第1電極21と第2電極22上に配置されることができ

【0155】

いくつかの実施形態によれば、電界形成ユニット100は、光照射装置500により光hvが照射される間、対象基板SUBの上部に電界IELを形成することができる。電界形成ユニット100は双極子整列装置1000のプリンティング部PA、搬送部TAおよび熱処理部HAに移動することができ、光照射装置500もプリンティング部PA、搬送部TAおよび熱処理部HAのいずれか一つの領域に配置され得る。前述したように、双極子DP'は光照射装置500の光hvにより双極子モーメントが増加し、そのため電界IELによってより強い力の伝達を受けることができる。そのため、対象基板SUBの上部で双極子DPを円滑に整列させるために、一実施形態によれば、電界形成ユニット100は光照射装置500が光を照射する間に電界IELを形成することができる。ただし、これに限定されるものではなく、前述したように電界形成ユニット100は光が照射されない間電界IELを形成することもできる。

【0156】

次に、図24に示すように対象基板SUB上に噴射されたインクIの溶媒SVを除去(S300)する。溶媒SVを除去する段階は熱処理装置900を介して行われ、熱処理装置900は対象基板SUB上に熱Hまたは赤外線を照射することができ、溶媒SVは揮発される、又は、気化することができる。熱処理装置900が熱Hまたは赤外線を照射する方法は図16を参照して上述した内容と同様である。

【0157】

対象基板SUB上に噴射されたインクIで溶媒SVが除去されることによって双極子DPの流動が防止され、電極21, 22との結合力が増加し得る。これにより双極子DPは第1電極21と第2電極22上に整列することができる。

【0158】

以上の方法により、一実施形態による双極子整列装置1000は対象基板SUB上に双極子DPを整列させることができる。双極子整列装置1000は光照射装置500を含んで双極子DPの整列反応性を改善させることができる。

【0159】

以下では双極子整列装置1000の多様な実施形態について説明する。

【0160】

一実施形態によれば、光照射装置500は必ずしも双極子整列装置1000のプリンティング部PAに配置されず、他の領域である搬送部TAまたは熱処理部HAに配置されることもできる。

【0161】

図25および図26は他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【0162】

図25を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__1は光照射装置500__1が搬送部TAに配置され得る。本実施形態は光照射装置500__1が搬送部TAに配置された点で図1の実施形態と差がある。以下では重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

【0163】

図25の双極子整列装置1000__1は光照射装置500__1が搬送部TAに配置され

10

20

30

40

50

、電界形成ユニット100が熱処理装置900に位置する前に対象基板SUB上に光hvが照射されることができる。対象基板SUBに生成される電界IELは電界形成ユニット100のプロブユニット150により生成されるので、光照射装置500は電界形成ユニット100が電界IELを生成する前、またはこれと同時に光hvを照射できれば、その位置は特に限定されない。光照射装置500__1が搬送部TAに配置されるとプリンティング部PAでインクIが噴射された対象基板SUBは電界形成ユニット100と共に搬送ユニット700に移動した後に光が照射されることができる。図面では光照射装置500__1が搬送ユニット700と熱処理装置900の間に配置されたことが示しているが、これに限定されない。いくつかの実施形態で、光照射装置500__1は搬送ユニット700とインクジェットプリンティング装置300の間に配置されることもできる。

10

【0164】

そのため、光照射装置500__1は搬送部TAで電界形成ユニット100が電界IELを生成する前、またはこれと同時に対象基板SUB上に光hvを照射し得る。

【0165】

次に、図26を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__2は光照射装置500__2が熱処理部HAに配置され得る。本実施形態は光照射装置500__2が熱処理部HAに配置された点で図1の実施形態と相違する。以下では重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

【0166】

図26の双極子整列装置1000__2は光照射装置500__2が熱処理部HAに配置され、電界形成ユニット100が熱処理装置900、または第2ステージSTA2に配置されると対象基板SUB上に光hvが照射されることができる。光照射装置500__2が熱処理部HAに配置されると、搬送ユニット700により電界形成ユニット100が熱処理部HAに移動した後に光が照射されることができる。

20

【0167】

図27は図26の双極子整列装置における光照射装置の動作を示す概略図である。図27は光照射装置500__2が熱処理装置900__2に配置されたことを示している。

【0168】

図27を参照すると、一実施形態による光照射装置500__2は熱処理装置900__2に配置され、電界形成ユニット100は光照射装置500__2が光hvを照射する間、対象基板SUB上に電界IELを生成されることができる。また、図面に示していないが、光照射装置500__2は熱処理装置900__2が前記対象基板SUB上に熱を照射する間、前記対象基板SUB上に光を照射されることができる。

30

【0169】

この場合、対象基板SUB上に噴射されたインクIは双極子DPに光が照射されて整列反応性が向上すると同時に電界IELにより配列され、さらにはこれと同時に溶媒SVが除去され得る。または光照射装置500__2が熱処理装置900__2に配置されることにより、対象基板SUB上に光hvを照射しながら電界IELを形成すると同時に溶媒SVの除去が可能である。そのため、溶媒SVが除去され、双極子DPが微動することを防止することもできる。

40

【0170】

また、光照射装置500はインクジェットプリンティング装置300および搬送ユニット700等に付着して配置されることによって、これらの移動と共に動いて対象基板SUB上に光を照射されることができる。

【0171】

図28はまた他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。図29および図30は図28の双極子整列装置におけるインクジェットプリンティング装置と光照射装置の動作を示す概略図である。

【0172】

図28～図30を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__3は光照射

50

装置 5 0 0 __ 3 がインクジェットプリンティング装置 3 0 0 に配置され得る。本実施形態は光照射装置 5 0 0 __ 3 がインクジェットプリンティング装置 3 0 0 に配置された点で図 1 の実施形態と差がある。以下では重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

【 0 1 7 3 】

図 2 8 ~ 図 3 0 に示すように、光照射装置 5 0 0 __ 3 はインクジェットプリンティング装置 3 0 0 に配置され、光照射装置 5 0 0 __ 3 は一方向に移動し得る。インクジェットプリンティング装置 3 0 0 のインクジェットヘッドユニット 3 3 0 __ 3 は一方向に移動することができ、前記一方向に移動しながら対象基板 S U B 上にインク I を噴射することができる。このような観点で、光照射装置 5 0 0 __ 3 はインクジェットヘッドユニット 3 3 0 __ 3 のように一方向に移動することができ、前記一方向に移動しながら対象基板 S U B 上に光 h v を照射することができる。一実施形態によれば、光照射装置 5 0 0 __ 3 は対象基板 S U B 上にインク I が噴射される間対象基板 S U B 上に光 h v を照射することができる。

10

【 0 1 7 4 】

インクジェットヘッドユニット 3 3 0 __ 3 と光照射装置 5 0 0 __ 3 は第 2 方向 D R 2 に移動しながらそれぞれ対象基板 S U B 上にインク I を噴射する、又は、光 h v を照射し得る。また、図面に示していないが、いくつかの実施形態で、電界形成ユニット 1 0 0 はインク I に光が照射される間、対象基板 S U B 上に電界 I E L を生成することができる。その他に、インクジェットプリンティング装置 3 0 0 と光照射装置 5 0 0 __ 3 に係る説明は上述した内容と同様であるため、詳しい説明は省略する。

【 0 1 7 5 】

図 3 1 はまた他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。図 3 2 は図 3 1 の双極子整列装置における搬送ユニットを示す概略的な正面図である。図 3 3 は図 3 1 の双極子整列装置における搬送ユニットと光照射装置の動作を示す概略図である。

20

【 0 1 7 6 】

図 3 1 ~ 図 3 3 を参照すると、一実施形態による双極子整列装置 1 0 0 0 __ 4 は光照射装置 5 0 0 __ 4 が搬送ユニット 7 0 0 に配置され得る。本実施形態は光照射装置 5 0 0 __ 4 が搬送ユニット 7 0 0 に配置された点で図 1 の実施形態と相違する。以下では重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

【 0 1 7 7 】

図 3 1 ~ 図 3 3 に示すように、光照射装置 5 0 0 __ 4 は搬送ユニット 7 0 0 に配置され、光照射装置 5 0 0 __ 4 は電界形成ユニット 1 0 0 が第 1 支持台 7 6 0 および第 2 支持台 7 7 0 の上に位置すると対象基板 S U B 上に光 h v を照射し得る。図面に示すように、光照射装置 5 0 0 __ 4 は搬送ユニット 7 0 0 の第 2 本体部 7 2 0 __ 4 に配置され、第 1 移動部 7 1 0 __ 4 が移動することにより光照射装置 5 0 0 __ 4 も同時に移動することができる。光照射装置 5 0 0 __ 4 は第 2 本体部 7 2 0 __ 4 の複数の支持台 7 6 0 , 7 7 0 が配置された一面上に配置されて支持台 7 6 0 , 7 7 0 の上部に光 h v を照射し得る。電界形成ユニット 1 0 0 がプリンティング部 P A から搬送部 T A に移動するとき、電界形成ユニット 1 0 0 は第 1 支持台 7 6 0 および第 2 支持台 7 7 0 上に配置され、これと同時に光照射装置 5 0 0 __ 4 は対象基板 S U B 上に光 h v を照射することができる。

30

【 0 1 7 8 】

いくつかの実施形態で、光照射装置 5 0 0 __ 4 は支持台 7 6 0 , 7 7 0 上に配置された電界形成ユニット 1 0 0 上に光 h v を照射することができ、電界形成ユニット 1 0 0 は、光照射装置 5 0 0 __ 4 が光を照射する間、対象基板 S U B の上部に電界 I E L を生成することができる。図 3 3 に示すように、電界形成ユニット 1 0 0 が支持台 7 6 0 , 7 7 0 上に配置されて移動するとき、光照射装置 5 0 0 __ 4 と電界形成ユニット 1 0 0 はそれぞれ対象基板 S U B 上に光 h v を照射する、又は、電界 I E L を生成することができる。その他に、搬送ユニット 7 0 0 と光照射装置 5 0 0 __ 4 に係る説明は上述した内容と同様であるため、詳しい説明は省略する。

40

【 0 1 7 9 】

また、光照射装置 5 0 0 は別の移動部をさらに含み、対象基板 S U B の上部で一方向に

50

移動して光を照射することもできる。

【0180】

図34はまた他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。図35は図34の双極子整列装置における光照射装置の動作を示す概略図である。

【0181】

図34および図35を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__6は光照射装置500__5が一方向に移動する第2移動部をさらに含み、光照射ユニット530は第2移動部に配置され得る。図面に具体的に示していないが、光照射装置500__5は他の部材、例えばインクジェットプリンティング装置300のインクジェットヘッドユニット330や搬送ユニット700の第1移動部710および第2本体部720に配置され

10

なくても、別の第2移動部を含んで一方向に移動することができる。本実施形態の光照射装置500__5は別の移動部を含んで一方向に移動できる点で図1の実施形態と相違する。

【0182】

図35に示すように、光照射装置500__5は一方向、例えば第2方向DR2に移動して対象基板SUBの上部に光hvを照射し得る。光照射装置500__5は対象基板SUBの一領域上に光hvを照射し、引き続き前記一領域の一側に位置した他領域に光hvを照射することができる。電界形成ユニット100は、光照射装置500__5が光hvを照射する間、対象基板SUBの上部に電界IELを生成することができる。この場合、光照射装置500__5が前記一領域上に光hvを照射すると前記一領域上に噴射された双極子DPは整列反応性が向上して高い整列度で配向され、光照射装置500__5が前記他領域上

20

【0183】

図36および図37はまた他の実施形態による双極子整列装置の概略的な平面図である。

【0184】

図36を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__6は光照射装置500__6が一方向に移動する第2移動部をさらに含み、光照射装置500__6は搬送部TAに配置され得る。図37を参照すると、一実施形態による双極子整列装置1000__7は光照射装置500__7が一方向に移動する第2移動部をさらに含み、光照射装置500__7は熱処理部HAに配置され得る。図36および図37の実施形態は光照射装置500__6, 500__7がそれぞれ搬送部TAと熱処理部HAに配置された点で図34の実施形態と相違する。以下、重複する説明は省略する。

30

【0185】

一方、一実施形態による光照射装置500は必ずしも前述したように任意の部材に固定された構造に限定されない。いくつかの実施形態で、光照射装置500の構造は多様な形態で変形することができる。

【0186】

図38~図40は他の実施形態による光照射装置の動作を示す概略図である。

【0187】

先に、図38を参照すると、一実施形態による光照射装置500__8はベースフレーム(frame)に配置され、ベースフレーム(frame)内で一方向に移動することができる。すなわち、光照射装置500__8はベースフレーム(frame)内でスライド構造を有することができる。

40

【0188】

例えば、図1のように光照射装置500__8がプリンティング部PAに配置される場合、電界形成ユニット100が、光照射装置500__8が配置された領域に到達する前には、光照射装置500__8はベースフレーム(frame)の内部に位置することができる。第1ステージSTA1が移動して電界形成ユニット100上の対象基板SUBにインクIが噴射され、光照射装置500__8が配置された領域に到達すると、光照射装置500__8が一方向に移動してベースフレーム(frame)から露出し、電界形成ユニット1

50

00上の対象基板SUB上に光hvを照射することができる。

【0189】

次に、図39を参照すると、一実施形態による光照射装置500__9はベースフレーム(frame)に配置され、ベースフレーム(frame)内で一軸を基準として回転移動することができる。すなわち、光照射装置500__9はフォールディング構造のベースフレーム(frame)に配置されることができる。図39の実施形態は光照射装置500__9がフォールディング構造のベースフレーム(frame)に配置された点で図38の実施形態と差がある。以下、重複する説明は省略する。

【0190】

次に、図40を参照すると、一実施形態による光照射装置500__10は電界形成ユニット100の下部に配置され得る。本実施形態は、プリンティング部PAの第1ステージSTA1が配置された領域に光照射装置500__10が位置する点で、図1の実施形態と相違する。以下、重複する説明は省略して相違点を中心に説明する。

10

【0191】

図40に示すように、一実施形態による光照射装置500__10はプリンティング部PAの第1ステージSTA1が位置していた位置に配置され得る。光照射装置500__10は第1ステージSTA1のように移動部材を含んで一方向に移動することができるが、これに限定されない。光照射装置500__10はインクジェットプリンティング装置300__10が位置する領域と重なって電界形成ユニット100__10の下部に配置され得る。光照射装置500__10は電界形成ユニット100__10の下部で上部に向かって光hvを照射し得る。いくつかの実施形態で、電界形成ユニット100__10のサブステージ110__10は透明な材質からなり、光照射装置500__10で照射される光hvが対象基板SUBに到達することができる。

20

【0192】

一方、一実施形態による光照射装置500は第2移動部を含んで第1方向DR1および第2方向DR2に移動することができる。

【0193】

図41はまた他の実施形態による光照射装置を示す概略図である。図42は図41の光照射装置の動作を示す平面図である。

【0194】

図41および図42を参照すると、一実施形態による光照射装置500__11は第1方向DR1および第2方向DR2に移動できる第2移動部520__11をさらに含み得る。第2支持部510__11は第2移動部520__11に接続されることによって、光照射ユニット530__11は第2移動部520__11の移動に応じて対象基板SUB上で第1方向DR1および第2方向DR2に移動し得る。本実施形態は光照射装置500__11が第2移動部520__11をさらに含む点で図1の実施形態と相違する。以下では重複する説明は省略し、相違点を中心に説明する。

30

【0195】

図41に示すように、光照射装置500__11は第2移動部520__11を含んで対象基板SUB上で第1方向DR1および第2方向DR2に移動し得る。いくつかの実施形態で、対象基板SUBの大きさが光照射装置500__11の光照射ユニット530__11より大きい電界形成ユニット100上に複数の対象基板SUBが配置されると、光照射装置500__11は第2移動部520__11が移動して対象基板SUBの全面に均一に光hvを照射することができる。

40

【0196】

また、いくつかの実施形態で、光照射装置500__11は光照射ユニット530__11が第2支持部510__11の側面に配置され、光照射ユニット530__11の下部に位置する対象基板SUB上に光hvを照射することができる。図42に示すように、光照射装置500__11は光照射ユニット530__11が第2支持部510__11の側面に配置されることにより、対象基板SUBは光照射ユニット530__11と重なるように位置する

50

ことができる。光照射装置 5 0 0 __ 1 1 の第 2 支持部 5 1 0 __ 1 1 と第 2 移動部 5 2 0 __ 1 1 は電界形成ユニット 1 0 0 と重ならないように配置される。第 2 移動部 5 2 0 __ 1 1 は第 1 方向 D R 1 および第 2 方向 D R 2 に移動することができ、光照射ユニット 5 3 0 __ 1 1 は対象基板 S U B の上部に全面的に光 h v を照射することができる。以下、重複する説明は省略する。

【 0 1 9 7 】

一方、上述した双極子 D P は導電型半導体を含む発光素子であってもよく、一実施形態によれば、双極子整列装置 1 0 0 0 を用いて発光素子を含む表示装置を製造することができる。

【 0 1 9 8 】

図 4 3 は一実施形態による発光素子の概略図である。

【 0 1 9 9 】

発光素子 3 0 は発光ダイオード (Light Emitting diode) であってもよく、具体的には発光素子 3 0 はマイクロメータ (micro - meter) またはナノメータ (nano - meter) 単位の大きさを有し、無機物からなる無機発光ダイオードであり得る。無機発光ダイオードは互いに対向する二つの電極の間に特定方向に電界を形成すると極性が形成される前記二つの電極の間に整列することができる。発光素子 3 0 は二つの電極上に形成された電界によって電極の間に整列することができる。

【 0 2 0 0 】

一実施形態による発光素子 3 0 は一方向に延びた形状を有することができる。発光素子 3 0 はロッド、ワイヤー、チューブ等の形状を有することができる。例示的な実施形態で、発光素子 3 0 は円筒形またはロッド形 (rod) であり得る。ただし、発光素子 3 0 の形態は、これに限定されるものではなく、正六面体、直六面体、六角柱形等多角柱の形状を有する、又は、一方向に延びるものの外面が部分的に傾斜した形状を有する等発光素子 3 0 は多様な形態を有することができる。後述する発光素子 3 0 に含まれる複数の半導体は前記一方向に沿って順次配置される、又は、積層された構造を有することができる。

【 0 2 0 1 】

発光素子 3 0 は任意の導電型 (例えば、p 型または n 型) 不純物でドーピングされた半導体層を含み得る。半導体層は外部の電源から印加される電気信号の伝達を受け、これを特定波長帯の光として放出することができる。

【 0 2 0 2 】

図 4 3 を参照すると、発光素子 3 0 は第 1 半導体層 3 1、第 2 半導体層 3 2、活性層 3 3、電極層 3 7 および絶縁膜 3 8 を含み得る。

【 0 2 0 3 】

第 1 半導体層 3 1 は第 1 導電型を有する、例えば n 型半導体であり得る。一例として、発光素子 3 0 が青色波長帯の光を放出する場合、第 1 半導体層 3 1 は $A l_x G a_y I n_{1-x-y} N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) の化学式を有する半導体材料を含み得る。例えば、n 型にドーピングされた $A l G a I n N$ 、 $G a N$ 、 $A l G a N$ 、 $I n G a N$ 、 $A l N$ および $I n N$ のうちいずれか一つ以上であり得る。第 1 半導体層 3 1 は第 1 導電型ドーパントがドーピングされ得る。一例として第 1 導電型ドーパントは Si、Ge、Sn 等であり得る。例示的な実施形態で、第 1 半導体層 3 1 は n 型 Si でドーピングされた n - GaN であり得る。第 1 半導体層 3 1 の長さは $1.5 \mu m \sim 5 \mu m$ の範囲を有することができるが、これに限定されるものではない。

【 0 2 0 4 】

第 2 半導体層 3 2 は後述する活性層 3 3 上に配置される。第 2 半導体層 3 2 は第 2 導電型を有する、例えば p 型半導体であってもよく、一例として、発光素子 3 0 が青色または緑色波長帯の光を放出する場合、第 2 半導体層 3 2 は $A l_x G a_y I n_{1-x-y} N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$) の化学式を有する半導体材料を含み得る。例えば、p 型にドーピングされた $A l G a I n N$ 、 $G a N$ 、 $A l G a N$ 、 $I n G a N$ 、 $A l N$ および $I n N$ のうちいずれか一つ以上であり得る。第 2 半導体層 3 2 は第 2 導電型ドーパ

10

20

30

40

50

ントがドーピングされ得る。一例として第2導電型ドーパントはMg、Zn、Ca、Se、Ba等であり得る。例示的な実施形態で、第2半導体層32はp型Mgでドーピングされたp-GaNであり得る。第2半導体層32の長さは0.05 μ m~0.10 μ mの範囲を有することができるが、これに限定されるものではない。

【0205】

一方、図面では第1半導体層31と第2半導体層32が一つの層で構成されたことを示しているが、これに限定されるものではない。いくつかの実施形態によれば、活性層33の物質によって第1半導体層31と第2半導体層32はより多くの数の層、例えばクラッド層(clad layer)またはTSBR(Tensile strain barrier reducing)層をさらに含むこともできる。これに関する説明は他の図面を参照して後述する。

10

【0206】

活性層33は第1半導体層31と第2半導体層32の間に配置される。活性層33は単一または多重量子井戸構造の物質を含み得る。活性層33が多重量子井戸構造の物質を含む場合、量子層(Quantum layer)と井戸層(Well layer)が互いに交互に複数積層された構造であり得る。活性層33は第1半導体層31および第2半導体層32を介して印加される電気信号により電子-正孔ペアの結合によって光を発光することができる。一例として、活性層33が青色波長帯の光を放出する場合、AlGaN、AlGaInN等の物質を含み得る。特に、活性層33が多重量子井戸構造で量子層と井戸層が交互に積層された構造である場合、量子層はAlGaNまたはAlGaInN、井戸層はGaNまたはAlInN等のような物質を含み得る。例示的な実施形態で、活性層33は量子層としてAlGaInNを、井戸層としてAlInNを含んで前述したように、活性層33は中心波長帯域が450nm~495nmの範囲を有する青色(Blue)光を放出することができる。

20

【0207】

ただし、これに限定されるものではなく、活性層33はバンドギャップ(Band gap)エネルギーが大きい種類の半導体物質とバンドギャップエネルギーが小さい半導体物質が互いに交互に積層された構造であってもよく、発光する光の波長帯によって他の3族~5族半導体物質を含むこともできる。活性層33が放出する光は青色波長帯の光に限定されず、場合によって赤色、緑色波長帯の光を放出することもできる。活性層33の長さは0.05 μ m~0.10 μ mの範囲を有することができるが、これに限定されるものではない。

30

【0208】

一方、活性層33から放出される光は発光素子30の長手方向の外部面だけでなく、両側面に放出されることができる。活性層33から放出される光は一つの方向に方向性が限定されない。

【0209】

電極層37はオーミック(Ohm ic)接触電極であり得る。ただし、これに限定されず、ショットキー(Schottky)接触電極でもあってもよい。発光素子30は少なくとも一つの電極層37を含み得る。図43では発光素子30が一つの電極層37を含むことを示しているが、これに限定されない。場合によって発光素子30はより多くの数の電極層37を含む、又は、省略することもできる。後述する発光素子30に係る説明は電極層37の数が変わる、又は、他の構造をさらに含んでも同様に適用することができる。

40

【0210】

電極層37は一実施形態による表示装置1で発光素子30が電極または接触電極と電氣的に接続されるとき、発光素子30と電極または接触電極との間の抵抗を減少させることができる。電極層37は伝導性がある金属を含み得る。例えば、電極層37はアルミニウム(Al)、チタン(Ti)、インジウム(In)、金(Au)、銀(Ag)、ITO(Indium Tin Oxide)、IZO(Indium Zinc Oxide)およびITZO(Indium Tin-Zinc Oxide)のうち少なくともいずれか

50

一つを含み得る。また、電極層 37 は n 型または p 型にドーピングされた半導体物質を含むこともできる。電極層 37 は同じ物質を含むことができ、互いに異なる物質を含むこともでき、これに限定されるものではない。

【0211】

絶縁膜 38 は上述した複数の半導体層および電極層の外表面を囲むように配置される。例示的な実施形態で、絶縁膜 38 は少なくとも活性層 33 の外表面を囲むように配置され、発光素子 30 が延びた一方向に延び得る。絶縁膜 38 は前記部材を保護する機能をすることができる。一例として、絶縁膜 38 は前記部材の側面部を囲むように形成され、発光素子 30 の長手方向の両端部は露出するように形成されることができ、

【0212】

図面では絶縁膜 38 が発光素子 30 の長手方向に延びて第 1 半導体層 31 から電極層 37 の側面までカバーするように形成されたことを示しているが、これに限定されない。絶縁膜 38 は活性層 33 を含んで一部の半導体層の外表面のみをカバーする、又は、電極層 37 外表面の一部のみをカバーして各電極層 37 の外表面が部分的に露出することもできる。また、絶縁膜 38 は発光素子 30 の少なくとも一端部と隣接する領域で断面視において上面がラウンド形状に形成されることができ、

【0213】

絶縁膜 38 の厚さは 10 nm ~ 1.0 μm の範囲を有することができるが、これに限定されるものではない。好ましくは絶縁膜 38 の厚さは 40 nm 前後であり得る。

【0214】

絶縁膜 38 は絶縁特性を有している物質、例えば、シリコン酸化物 (Silicon oxide, SiO_x)、シリコン窒化物 (Silicon nitride, SiN_x)、酸窒化シリコン (SiO_xN_y)、窒化アルミニウム (Aluminum nitride, AlN)、酸化アルミニウム (Aluminum oxide, Al₂O₃) 等を含み得る。そのため活性層 33 が発光素子 30 に電気信号が伝達される電極と直接接触する場合に発生し得る電氣的短絡を防止することができる。また、絶縁膜 38 は活性層 33 を含んで発光素子 30 の外表面を保護するので、発光効率の低下を防止することができる。

【0215】

また、いくつかの実施形態で、絶縁膜 38 は外表面が表面処理されることができ、発光素子 30 は表示装置 1 の製造時、所定のインク内で分散した状態で電極上に噴射されて整列することができる。ここで、発光素子 30 がインク内で隣接する他の発光素子 30 と凝集せず分散した状態を保持するために、絶縁膜 38 は表面が疎水性または親水性処理され得る。

【0216】

発光素子 30 は、長さ (h) が 1 μm ~ 10 μm または 2 μm ~ 6 μm の範囲を有することができる、好ましくは 3 μm ~ 5 μm の長さを有することができる。また、発光素子 30 の直径は 30 nm ~ 700 nm の範囲を有し、発光素子 30 の縦横比 (Aspect ratio) は 1.2 ~ 100 であり得る。ただし、これに限定されず、表示装置 1 に含まれる複数の発光素子 30 は活性層 33 の組成差によって互いに異なる直径を有することもできる。好ましくは発光素子 30 の直径は 500 nm 内外の範囲を有することができる。

【0217】

発光素子 30 は一方向に延びた形状を有することができる。発光素子 30 はナノロッド、ナノワイヤ、ナノチューブ等の形状を有することができる。例示的な実施形態で、発光素子 30 は円筒形またはロッド形 (rod) であり得る。ただし、発光素子 30 の形態はこれに限定されるものではなく、正六面体、直六面体、六角柱形等多様な形態を有することができる。

【0218】

一方、発光素子 30 の構造は図 43 に示されたところに限定されず、他の構造を有することもできる。

【0219】

10

20

30

40

50

図 4 4 は他の実施形態による発光素子の概略図である。

【 0 2 2 0 】

図 4 4 を参照すると、発光素子 3 0 ' は一方向に伸びた形状を有するが、部分的に側面が傾斜した形状を有することができる。すなわち、一実施形態による発光素子 3 0 ' は部分的に円錐形の形状を有することができる。

【 0 2 2 1 】

発光素子 3 0 ' は複数の層が一方向に積層されず、各層がある他の層の外表面を囲むように形成されることができる。図 4 4 の発光素子 3 0 ' は複数の半導体層がいずれか他の層の外表面のうち少なくとも一部を囲むように形成されることができる。発光素子 3 0 ' は少なくとも一部領域が一方向に伸びた半導体コアとこれを囲むように形成された絶縁膜 3 8 ' を含み得る。前記半導体コアは第 1 半導体層 3 1 '、活性層 3 3 '、第 2 半導体層 3 2 ' および電極層 3 7 ' を含み得る。図 4 4 の発光素子 3 0 ' は各層の形状が一部相異なることを除いては図 4 3 発光素子 3 0 と同一である。以下では同じ内容は省略して相違点について述べる。

【 0 2 2 2 】

一実施形態によれば、第 1 半導体層 3 1 ' は一方向に伸びて両端部が中心部に向かって傾斜して形成されることができる。図 4 4 の第 1 半導体層 3 1 ' はロッド形または円筒形の本体部と、前記本体部の上部および下部にそれぞれの側面が傾斜した形状の端部が形成された形状であり得る。前記本体部の上段部は下段部に比べてさらに急な傾斜を有することができる。

【 0 2 2 3 】

活性層 3 3 ' は第 1 半導体層 3 1 ' の前記本体部の外表面を囲むように配置される。活性層 3 3 ' は一方向に伸びた環状の形状を有することができる。活性層 3 3 ' は第 1 半導体層 3 1 ' の上段部および下段部上には形成されなくてもよい。活性層 3 3 ' は第 1 半導体層 3 1 ' の傾斜がない側面にのみ形成されることができる。ただし、これに限定されるものではない。そのため活性層 3 3 ' から放出される光は発光素子 3 0 ' の長手方向の両端部だけでなく、長手方向を基準として両側面に放出されることができる。図 4 3 の発光素子 3 0 に比べて図 4 4 の発光素子 3 0 ' は活性層 3 3 ' の面積が広いことにより多くの量の光を放出することができる。

【 0 2 2 4 】

第 2 半導体層 3 2 ' は活性層 3 3 ' の外表面と第 1 半導体層 3 1 ' の上段部を囲むように配置される。第 2 半導体層 3 2 ' は一方向に伸びた環状の本体部との側面が傾斜するように形成された上段部を含み得る。すなわち、第 2 半導体層 3 2 ' は活性層 3 3 ' の平行な側面と第 1 半導体層 3 1 ' の傾斜した上段部に直接接触することができる。ただし、第 2 半導体層 3 2 ' は第 1 半導体層 3 1 ' の下段部には形成されない。

【 0 2 2 5 】

電極層 3 7 ' は第 2 半導体層 3 2 ' の外表面を囲むように配置される。すなわち、電極層 3 7 ' の形状は実質的に第 2 半導体層 3 2 ' と同一であり得る。すなわち、電極層 3 7 ' は第 2 半導体層 3 2 ' の外表面に全面的に接触することができる。

【 0 2 2 6 】

絶縁膜 3 8 ' は電極層 3 7 ' および第 1 半導体層 3 1 ' の外表面を囲むように配置され得る。絶縁膜 3 8 ' は電極層 3 7 ' を含み、第 1 半導体層 3 1 ' の下段部および活性層 3 3 ' と第 2 半導体層 3 2 ' の露出した下段部と直接接触することができる。

【 0 2 2 7 】

一実施形態によれば、双極子整列装置 1 0 0 0 は図 4 3 または図 4 4 の発光素子 3 0 , 3 0 ' をインク I に分散させて対象基板 S U B 上に噴射または吐出させることができ、これにより発光素子 3 0 を含む表示装置 1 を製造することができる。

【 0 2 2 8 】

図 4 5 は一実施形態による表示装置の概略的な平面図である。

【 0 2 2 9 】

図 4 5 を参照すると、表示装置 1 は動画や静止映像を表示する。表示装置 1 は表示画面

10

20

30

40

50

を提供するすべての電子装置をいう。例えば、表示画面を提供するテレビ、ノートブック、モニタ、広告板、モノのインターネット、モバイルフォン、スマートフォン、タブレットPC (Personal Computer)、電子時計、スマートウォッチ、ウォッチフォン、ヘッドマウントディスプレイ、移動通信端末機、電子手帳、電子ブック、PMP (Portable Multimedia Player)、ナビゲーション、ゲーム機、デジタルカメラ、カムコーダ等が表示装置1に含まれ得る。

【0230】

表示装置1の形状は多様に変形することができる。例えば、表示装置1は横が長い長方形、縦が長い長方形、正方形、コーナー部(頂点)が丸い四角形、その他の多角形、円形等の形状を有することができる。表示装置1の表示領域DAの形状もまた、表示装置1の全般的な形状と同様であり得る。図1では横が長い長方形形状の表示装置1および表示領域DAが例示されている。

10

【0231】

表示装置1は表示領域DAと非表示領域NDAを含み得る。表示領域DAは画面が表示される領域であり、非表示領域NDAは画面が表示されない領域である。表示領域DAは活性領域、非表示領域NDAは非活性領域ともいう。

【0232】

表示領域DAは概して表示装置1の中央を占め得る。表示領域DAは複数の画素PXを含み得る。複数の画素PXは行列方向に配列されることができる。各画素PXの形状は平面上長方形または正方形であり得るが、これに限定されるものではなく各辺の一方に対して傾いた菱形形状でもあり得る。画素PXそれぞれは特定波長帯の光を放出する発光素子30を一つ以上含んで特定色を表示することができる。

20

【0233】

図46は一実施形態による表示装置の一画素の概略的な平面図である。

【0234】

図46を参照すると、複数の画素PXそれぞれは第1サブ画素PX1、第2サブ画素PX2および第3サブ画素PX3を含み得る。第1サブ画素PX1は第1色の光を発光し、第2サブ画素PX2は第2色の光を発光し、第3サブ画素PX3は第3色の光を発光することができる。第1色は青色、第2色は緑色、第3色は赤色であり得るが、これに限定されず、各サブ画素PXnが同じ色の光を発光することもできる。また、図46では画素PXが3個のサブ画素PXnを含むことを例示したが、これに限定されず、画素PXはより多くの数のサブ画素PXnを含み得る。

30

【0235】

表示装置1の各サブ画素PXnは発光領域EMAと定義される領域を含み得る。第1サブ画素PX1は第1発光領域EMA1を、第2サブ画素PX2は第2発光領域EMA2を、第3サブ画素PX3は第3発光領域EMA3を含み得る。発光領域EMAは表示装置1に含まれる発光素子30が配置されて特定波長帯の光が出射される領域と定義することができる。

【0236】

図面に示していないが、表示装置1の各サブ画素PXnは発光領域EMA以外の領域と定義された非発光領域を含み得る。非発光領域は発光素子30が配置されず、発光素子30から放出された光が到達されないため光が出射されない領域であり得る。

40

【0237】

表示装置1の各サブ画素PXnは複数の電極21, 22、発光素子30、複数の接触電極26、複数のバンク(図47に図示する41, 42, 43)および少なくとも一つの絶縁層(図47に図示する51, 52, 55)を含み得る。

【0238】

複数の電極21, 22は発光素子30と電氣的に接続され、発光素子30が特定波長帯の光を放出するように所定の電圧の印加を受けることができる。また、各電極21, 22の少なくとも一部は発光素子30を整列するためにサブ画素PXn内に電場を形成するの

50

に活用することができる。

【0239】

複数の電極21, 22は第1電極21および第2電極22を含み得る。例示的な実施形態で、第1電極21は各サブ画素PXnごとに分離した画素電極であり、第2電極22は各サブ画素PXnに沿って共通に接続された共通電極であり得る。第1電極21と第2電極22のいずれか一つは発光素子30のアノード(Anode)電極であり、他の一つは発光素子30のカソード(Cathode)電極であり得る。ただし、これに限定されず、その逆の場合でもあり得る。

【0240】

第1電極21と第2電極22はそれぞれ第4方向DR4に延びて配置される電極幹部21S, 22Sと、電極幹部21S, 22Sで第4方向DR4と交差する方向である第5方向DR5に延びて分枝する少なくとも一つの電極枝部21B, 22Bと、を含み得る。

10

【0241】

第1電極21は第4方向DR4に延びて配置される第1電極幹部21Sと、第1電極幹部21Sから分枝して第5方向DR5に延びた少なくとも一つの第1電極枝部21Bと、を含み得る。

【0242】

任意の画素の第1電極幹部21Sは両端が各サブ画素PXnの間で離隔して終止するが、同一行(例えば、第4方向DR4に隣接する)で隣り合うサブ画素の第1電極幹部21Sと実質的に同一直線上に置かれ得る。各サブ画素PXnに配置される第1電極幹部21Sは両端が相互離隔することによって各第1電極枝部21Bに互いに異なる電気信号を印加することができ、第1電極枝部21Bはそれぞれ別に駆動されることができる。

20

【0243】

第1電極枝部21Bは第1電極幹部21Sの少なくとも一部から分枝して第5方向DR5に延びて配置されるが、第1電極幹部21Sと対向して配置された第2電極幹部22Sと離隔した状態で終止し得る。

【0244】

第2電極22は第4方向DR4に延びて第1電極幹部21Sと第5方向DR5に離隔して対向する第2電極幹部22Sと第2電極幹部22Sから分枝して第5方向DR5に延びた第2電極枝部22Bを含み得る。第2電極幹部22Sは他端部が第4方向DR4に隣接する他のサブ画素PXnの第2電極幹部22Sと接続され得る。すなわち、第2電極幹部22Sは第1電極幹部21Sとは異なり、第4方向DR4に延びて各サブ画素PXnを横切るように配置され得る。各サブ画素PXnを横切る第2電極幹部22Sは各画素PXまたはサブ画素PXnが配置された表示領域DAの外郭部、または非表示領域NDAで一方向に延びた部分と接続され得る。

30

【0245】

第2電極枝部22Bは第1電極枝部21Bと離隔して対向し、第1電極幹部21Sと離隔した状態で終止し得る。第2電極枝部22Bは第2電極幹部22Sと接続され、延びた方向の端部は第1電極幹部21Sと離隔した状態でサブ画素PXn内に配置され得る。

【0246】

第1電極21と第2電極22はそれぞれコンタクトホール、例えば第1電極コンタクトホールCNTDおよび第2電極コンタクトホールCNTSを介して表示装置1の回路素子層(図示せず)と電氣的に接続され得る。図面には第1電極コンタクトホールCNTDは各サブ画素PXnの第1電極幹部21Sごとに形成され、第2電極コンタクトホールCNTSは各サブ画素PXnを横切る一つの第2電極幹部22Sに一つのみ形成されたことを示している。ただし、これに限定されず、場合によっては第2電極コンタクトホールCNTSの場合にも各サブ画素PXnごとに形成されることができる。

40

【0247】

複数のバンク41, 42, 43は各サブ画素PXn間の境界に配置される外部バンク43、各サブ画素PXnの中心部と隣接して各電極21, 22の下部に配置される複数の内

50

部バンク 4 1 , 4 2 を含み得る。図面では複数の内部バンク 4 1 , 4 2 が図面に示していないが、第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B の下部にはそれぞれ第 1 内部バンク 4 1 と第 2 内部バンク 4 2 が配置され得る。

【 0 2 4 8 】

外部バンク 4 3 は各サブ画素 P X n 間の境界に配置され得る。複数の第 1 電極幹部 2 1 S は各端部が外部バンク 4 3 を基準として互いに離隔して終止し得る。外部バンク 4 3 は第 5 方向 D R 5 に延びて第 4 方向 D R 4 に配列されたサブ画素 P X n の境界に配置され得る。ただしこれに限定されず、外部バンク 4 3 は第 4 方向 D R 4 に延びて第 5 方向 D R 5 に配列されたサブ画素 P X n の境界にも配置され得る。外部バンク 4 3 は内部バンク 4 1 , 4 2 と同じ材料を含んで一つの工程で同時に形成されることができる。

10

【 0 2 4 9 】

発光素子 3 0 は第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の間に配置され得る。発光素子 3 0 は一端部が第 1 電極 2 1 と電氣的に接続され、他端部が第 2 電極 2 2 と電氣的に接続され得る。発光素子 3 0 は後述する接触電極 2 6 を介してそれぞれ第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 に電氣的に接続され得る。

【 0 2 5 0 】

複数の発光素子 3 0 は互いに離隔して配置されて実質的に相互に平行になるように整列することができる。発光素子 3 0 が離隔する間隔は特に限定されない。場合によって複数の発光素子 3 0 が隣接して配置されて群を構成し、他の複数の発光素子 3 0 は一定間隔離隔した状態で群を構成することもでき、不均一な密集度を有するが、一方向に配向されて整列することもできる。また、例示的な実施形態で発光素子 3 0 は一方向に伸びた形状を有し、各電極、例えば第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B が伸びた方向と発光素子 3 0 が伸びた方向は実質的に垂直をなすことができる。ただし、これに限定されず、発光素子 3 0 は第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B が伸びた方向に垂直せずに斜めに配置されることもできる。

20

【 0 2 5 1 】

一実施形態による発光素子 3 0 は互いに異なる物質を含む活性層 3 3 を含んで互いに異なる波長帯の光を外部に放出することができる。表示装置 1 は、第 1 サブ画素 P X 1 の発光素子 3 0 は中心波長帯域が第 1 波長である第 1 光 L 1 を放出し、第 2 サブ画素 P X 2 の発光素子 3 0 は中心波長帯域が第 2 波長である第 2 光 L 2 を放出し、第 3 サブ画素 P X 3 の発光素子 3 0 は中心波長帯域が第 3 波長である第 3 光 L 3 を放出することができる。そのため第 1 サブ画素 P X 1 では第 1 光 L 1 が出射され、第 2 サブ画素 P X 2 では第 2 光 L 2 が出射され、第 3 サブ画素 P X 3 では第 3 光 L 3 が出射され得る。いくつかの実施形態で、第 1 光 L 1 は中心波長帯域が 4 5 0 nm ~ 4 9 5 nm の範囲を有する青色光であり、第 2 光 L 2 は中心波長帯域が 4 9 5 nm ~ 5 7 0 nm の範囲を有する緑色光であり、第 3 光 L 3 は中心波長帯域が 6 2 0 nm ~ 7 5 0 nm の範囲を有する赤色光であり得る。ただし、これに限定されない。一実施形態によれば、表示装置 1 の製造方法で、発光素子 3 0 が放出する光の中心波長帯域に応じて光照射装置 5 0 0 で照射される光 h v を調節することができる。これに関する説明は上述したため、省略する。

30

【 0 2 5 2 】

図 4 6 では示していないが、表示装置 1 は第 1 電極 2 1 および第 2 電極 2 2 の少なくとも一部を覆う第 1 絶縁層 5 1 を含み得る。

40

【 0 2 5 3 】

第 1 絶縁層 5 1 は表示装置 1 の各サブ画素 P X n に配置され得る。第 1 絶縁層 5 1 は実質的に各サブ画素 P X n を全面的に覆うように配置され得る。第 1 絶縁層 5 1 は隣り合う他のサブ画素 P X n にも延びて配置され得る。第 1 絶縁層 5 1 は第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の少なくとも一部を覆うように配置され得る。図 4 6 に図面に示していないが、第 1 絶縁層 5 1 は第 1 電極 2 1 および第 2 電極 2 2 の一部、具体的には第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B の一部領域を露出するように配置され得る。

【 0 2 5 4 】

50

複数の接触電極 2 6 は少なくとも一部領域が一方向に延びた形状を有することができる。複数の接触電極 2 6 はそれぞれ発光素子 3 0 および電極 2 1 , 2 2 と接触することができる。発光素子 3 0 は接触電極 2 6 を介して第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 から電気信号の伝達を受けることができる。

【 0 2 5 5 】

接触電極 2 6 は第 1 接触電極 2 6 a および第 2 接触電極 2 6 b を含み得る。第 1 接触電極 2 6 a と第 2 接触電極 2 6 b はそれぞれ第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B 上に配置され得る。

【 0 2 5 6 】

第 1 接触電極 2 6 a は第 1 電極 2 1 、または第 1 電極枝部 2 1 B 上に配置されて第 5 方向 D R 5 に延び得る。第 1 接触電極 2 6 a は発光素子 3 0 の一端部と接触し得る。また、第 1 接触電極 2 6 a は第 1 絶縁層 5 1 が配置されずに露出した第 1 電極 2 1 と接触し得る。そのため、発光素子 3 0 は第 1 接触電極 2 6 a を介して第 1 電極 2 1 と電氣的に接続されることができる。

10

【 0 2 5 7 】

第 2 接触電極 2 6 b は第 2 電極 2 2 、または第 2 電極枝部 2 2 B 上に配置されて第 5 方向 D R 5 に延び得る。第 2 接触電極 2 6 b は第 1 接触電極 2 6 a と第 4 方向 D R 4 に離隔し得る。第 2 接触電極 2 6 b は発光素子 3 0 の他端部と接触し得る。また、第 2 接触電極 2 6 b は第 1 絶縁層 5 1 が配置されずに露出した第 2 電極 2 2 と接触し得る。そのため、発光素子 3 0 は第 2 接触電極 2 6 b を介して第 2 電極 2 2 と電氣的に接続されることができる。図面では一つのサブ画素 P X n に 2 個の第 1 接触電極 2 6 a と一つの第 2 接触電極 2 6 b が配置されたことが示されているが、これに限定されない。第 1 接触電極 2 6 a と第 2 接触電極 2 6 b の個数は各サブ画素 P X n に配置された第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 、または第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B の数によって変わり得る。

20

【 0 2 5 8 】

いくつかの実施形態で、第 1 接触電極 2 6 a と第 2 接触電極 2 6 b は一方向に測定された幅がそれぞれ第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 、または第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B の前記一方向に測定された幅より大きくてもよい。ただし、これに限定されず、場合によって第 1 接触電極 2 6 a および第 2 接触電極 2 6 b は第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B の一側部のみを覆うように配置されることもできる。

30

【 0 2 5 9 】

一方、表示装置 1 は第 1 絶縁層 5 1 以外にも各電極 2 1 , 2 2 の下部に位置する回路素子層 P A L と、各電極 2 1 , 2 2 および発光素子 3 0 の少なくとも一部を覆うように配置される第 2 絶縁層 (5 2 , 図 4 7 に図示) およびパッシベーション層 (5 5 , 図 4 7 に図示) を含み得る。以下では図 4 7 を参照して表示装置 1 の構造について詳しく説明する。

【 0 2 6 0 】

図 4 7 は図 4 6 の X a - X a ' 線、X b - X b ' 線および X c - X c ' 線に沿って切断した断面図である。

【 0 2 6 1 】

図 4 7 は第 1 サブ画素 P X 1 の断面のみを示しているが、他の画素 P X またはサブ画素 P X n の場合にも同様に適用することができる。図 4 7 は第 1 サブ画素 P X 1 に配置された発光素子 3 0 の一端部と他端部を横切る断面を示している。

40

【 0 2 6 2 】

一方、図 4 7 には示していないが、表示装置 1 は各電極 2 1 , 2 2 の下部に位置する回路素子層をさらに含み得る。回路素子層は複数の半導体層および複数の導電パターンを含み、少なくとも一つのトランジスタと電源配線を含み得る。ただし、以下ではこれに係る詳しい説明は省略する。

【 0 2 6 3 】

図 4 6 に関連して図 4 7 を参照すると、表示装置 1 はビア層 2 0 とビア層 2 0 上に配置される電極 2 1 , 2 2 、発光素子 3 0 等を含み得る。ビア層 2 0 の下部には回路素子層 (

50

図示せず)がさらに配置され得る。ビア層20は有機絶縁物質を含んで表面平坦化機能を行うことができる。

【0264】

ビア層20上には複数のバンク41, 42, 43と複数の電極21, 22および発光素子30が配置され得る。

【0265】

複数のバンク41, 42, 43は各サブ画素PXn内で離隔して配置される内部バンク41, 42および隣り合うサブ画素PXnの境界に配置される外部バンク43を含み得る。

【0266】

外部バンク43は第5方向DR5に延びて第4方向DR4に配列されたサブ画素PXnの境界に配置され得る。ただし、これに限定されず、外部バンク43は第4方向DR4に延びて第5方向DR5に配列されたサブ画素PXnの境界にも配置され得る。すなわち、外部バンク43は各サブ画素PXnの境界を区分することができる。

10

【0267】

外部バンク43は表示装置1の製造の際、上述した図1の双極子整列装置1000を用いて発光素子30が分散したインクを噴射するときインクがサブ画素PXnの境界を越えることを防止する機能を行うことができる。外部バンク43は互いに異なるサブ画素PXnごとに異なる発光素子30が分散したインクが互いに混合されないようにこれらを分離させることができる。ただし、これに限定されるものではない。

【0268】

複数の内部バンク41, 42は各サブ画素PXnの中心部に隣接して配置された第1内部バンク41および第2内部バンク42を含み得る。

20

【0269】

第1内部バンク41および第2内部バンク42は互いに離隔して対向するように配置される。第1内部バンク41上には第1電極21が、第2内部バンク42上には第2電極22が配置され得る。図46および図47を参照すると第1内部バンク41上には第1電極枝部21Bが、第2内部バンク42上には第2電極枝部22Bが配置されたものと理解されることができる。

【0270】

第1内部バンク41と第2内部バンク42は各サブ画素PXn内で第5方向DR5に延びて配置され得る。ただし、これに限定されず、第1内部バンク41と第2内部バンク42は各サブ画素PXnごとに配置されて表示装置1の全面でパターンをなすことができる。複数のバンク41, 42, 43はポリイミド(Polyimide, PI)を含み得るが、これに限定されない。

30

【0271】

第1内部バンク41および第2内部バンク42はビア層20を基準として少なくとも一部が突出した構造を有することができる。第1内部バンク41および第2内部バンク42は発光素子30が配置された平面を基準として上部に突出することができ、前記突出した部分は少なくとも一部が傾斜を有することができる。内部バンク41, 42はビア層20を基準として突出して傾斜した側面を有するので、発光素子30から放出された光が内部バンク41, 42の傾斜した側面で反射することができる。後述するように、内部バンク41, 42上に配置される電極21, 22が、反射率が高い材料を含む場合、発光素子30から放出された光は電極21, 22で反射してビア層20の上部方向に進行することができる。

40

【0272】

前述したように、複数のバンク41, 42, 43は同じ材料を含んで同じ工程で形成されることができる。ただし、外部バンク43は各サブ画素PXnの境界に配置されて格子型パターンをなすように形成されるが、内部バンク41, 42は各サブ画素PXn内に配置されて一方向に延びた形状を有する。

【0273】

50

複数の電極 2 1 , 2 2 はビア層 2 0 および内部バンク 4 1 , 4 2 上に配置され得る。前述したように、各電極 2 1 , 2 2 は電極幹部 2 1 S , 2 2 S と電極枝部 2 1 B , 2 2 B を含む。

【 0 2 7 4 】

第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 は、一部領域がビア層 2 0 上に配置され、一部領域は第 1 内部バンク 4 1 および第 2 内部バンク 4 2 上に配置され得る。前述したように、第 1 電極 2 1 の第 1 電極幹部 2 1 S と第 2 電極 2 2 の第 2 電極幹部 2 2 S は第 4 方向 D R 4 に延び、第 1 内部バンク 4 1 と第 2 内部バンク 4 2 は第 5 方向 D R 5 に延びて第 5 方向 D R 5 に隣り合うサブ画素 P X n にも配置され得る。

【 0 2 7 5 】

第 1 電極 2 1 の第 1 電極幹部 2 1 S にはビア層 2 0 を貫いて回路素子層の一部を露出する第 1 電極コンタクトホール C N T D が形成されることができ得る。第 1 電極 2 1 は第 1 電極コンタクトホール C N T D を介して回路素子層のトランジスタと電氣的に接続され得る。第 1 電極 2 1 は前記トランジスタから所定の電気信号の伝達を受け得る。

【 0 2 7 6 】

第 2 電極 2 2 の第 2 電極幹部 2 2 S は一方向に延びて発光素子 3 0 が配置されない非発光領域にも配置されることができ得る。第 2 電極幹部 2 2 S にはビア層 2 0 を貫いて回路素子層の一部を露出する第 2 電極コンタクトホール C N T S が形成されることができ得る。第 2 電極 2 2 は第 2 電極コンタクトホール C N T S を介して電源電極と電氣的に接続され得る。第 2 電極 2 2 は前記電源電極から所定の電気信号の伝達を受け得る。

【 0 2 7 7 】

第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の一部領域、例えば第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B はそれぞれ第 1 内部バンク 4 1 および第 2 内部バンク 4 2 上に配置され得る。第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の間の領域、すなわち、第 1 電極枝部 2 1 B と第 2 電極枝部 2 2 B が離隔して対向する空間には複数の発光素子 3 0 が配置され得る。

【 0 2 7 8 】

各電極 2 1 , 2 2 は透明性伝導性物質を含み得る。一例として、各電極 2 1 , 2 2 は、I T O (I n d i u m T i n O x i d e)、I Z O (I n d i u m Z i n c O x i d e)、I T Z O (I n d i u m T i n - Z i n c O x i d e) 等のような物質を含み得るが、これに限定されるものではない。いくつかの実施形態で、各電極 2 1 , 2 2 は反射率が高い伝導性物質を含み得る。例えば、各電極 2 1 , 2 2 は反射率が高い物質として銀 (A g)、銅 (C u)、アルミニウム (A l) 等のような金属を含み得る。この場合、各電極 2 1 , 2 2 に入射される光を反射させて各サブ画素 P X n の上部方向に出射させることもできる。

【 0 2 7 9 】

また、電極 2 1 , 2 2 は透明性伝導性物質と反射率が高い金属層がそれぞれ一層以上積層された構造をなす、又は、これらを含んで一つの層として形成されることもできる。例示的な実施形態で、各電極 2 1 , 2 2 は、I T O / 銀 (A g) / I T O / I Z O の積層構造を有する、又は、アルミニウム (A l)、ニッケル (N i)、ランタン (L a) 等を含む合金であり得る。ただし、これに限定されるものではない。

【 0 2 8 0 】

第 1 絶縁層 5 1 はビア層 2 0、第 1 電極 2 1 および第 2 電極 2 2 上に配置される。第 1 絶縁層 5 1 は第 1 電極 2 1 および第 2 電極 2 2 を部分的に覆うように配置される。第 1 絶縁層 5 1 は第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の上面をほぼ覆うように配置され、第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の一部を露出させることができる。第 1 絶縁層 5 1 は第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 の上面のうち一部、例えば第 1 内部バンク 4 1 上に配置された第 1 電極枝部 2 1 B の上面と第 2 内部バンク 4 2 上に配置された第 2 電極枝部 2 2 B の上面のうち一部が露出するように配置され得る。すなわち、第 1 絶縁層 5 1 は実質的にビア層 2 0 上に全的に形成されるが、第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 2 を部分的に露出する開口部を含み得る。

【 0 2 8 1 】

10

20

30

40

50

例示的な実施形態で、第1絶縁層51は第1電極21と第2電極22の間で上面の一部が陥没するように段差が形成されることができ、いくつかの実施形態で、第1絶縁層51は無機物絶縁性物質を含み、第1電極21と第2電極22を覆うように配置された第1絶縁層51は下部に配置される部材の段差によって上面の一部が陥没し得る。第1電極21と第2電極22の間で第1絶縁層51上に配置される発光素子30は第1絶縁層51の陥没した上面の間で空の空間を形成することができる。発光素子30は第1絶縁層51の上面と部分的に離隔した状態で配置されることができ、後述する第2絶縁層52をなす材料が前記空間に埋められることもできる。ただし、これに限定されない。第1絶縁層51は発光素子30が配置されるように平坦な上面を形成することができる。

【0282】

第1絶縁層51は第1電極21と第2電極22を保護すると同時にこれらを相互絶縁させることができる。また、第1絶縁層51上に配置される発光素子30が他の部材と直接接触して損傷することを防止することもできる。ただし、第1絶縁層51の形状および構造はこれに限定されない。

【0283】

発光素子30は各電極21, 22の間で第1絶縁層51上に配置され得る。例示的に、発光素子30は各電極枝部21B, 22Bの間に配置された第1絶縁層51上に少なくとも一つ配置され得る。ただし、これに限定されず、図面に示していないが各サブ画素P×n内に配置された発光素子30のうち少なくとも一部は各電極枝部21B, 22Bの間以外の領域に配置されることもできる。発光素子30は第1電極枝部21Bと第2電極枝部22Bが互いに対向する各端部上に配置されて接触電極26を介して各電極21, 22と電気的に接続されることができ、

【0284】

発光素子30はビア層20に水平な方向に複数の層が配置され得る。一実施形態による表示装置1の発光素子30は一方向に伸びた形状を有し、複数の半導体層が一方向に順次配置された構造を有することができる。前述したように、発光素子30は第1半導体層31、活性層33、第2半導体層32および電極層37が一方向に沿って順次配置され、これらの外面を絶縁膜38が囲むことができる。表示装置1に配置された発光素子30は伸びた一方向がビア層20と平行なように配置され、発光素子30に含まれた複数の半導体層はビア層20の上面と平行する方向に沿って順次配置され得る。ただし、これに限定されない。場合によっては発光素子30が他の構造を有する場合、複数の層はビア層20に垂直な方向に配置されることもできる。

【0285】

また、発光素子30の一端部は第1接触電極26aと接触し、他端部は第2接触電極26bと接触し得る。一実施形態によれば、発光素子30は伸びた一方向側の端面には絶縁膜38が形成されず露出するので、前記露出した領域で後述する第1接触電極26aおよび第2接触電極26bと接触し得る。ただし、これに限定されない。場合によって発光素子30は絶縁膜38のうち少なくとも一部領域が除去され、絶縁膜38が除去されて発光素子30の両端部の側面が部分的に露出することができる。

【0286】

第2絶縁層52は第1電極21と第2電極22の間に配置された発光素子30上に部分的に配置され得る。第2絶縁層52は発光素子30の外面を部分的に囲むように配置され得る。第2絶縁層52は発光素子30を保護すると同時に表示装置1の製造工程で発光素子30を固定させる機能をすることもできる。また、例示的な実施形態で、第2絶縁層52の材料の一部は発光素子30の下面と第1絶縁層51の間に配置されることもできる。前述したように第2絶縁層52は表示装置1の工程中に形成された第1絶縁層51と発光素子30の間の空間を埋めるように形成されることもできる。そのため第2絶縁層52は発光素子30の外面を囲むように形成されることもできる。ただし、これに限定されない。

【0287】

第2絶縁層52は平面上第1電極枝部21Bと第2電極枝部22Bの間で第5方向DR

10

20

30

40

50

5 に延びて配置され得る。一例として、第2絶縁層52はビア層20上で平面上島状または線状の形状を有することができる。一実施形態によれば、第2絶縁層52は発光素子30の上部に配置され得る。

【0288】

第1接触電極26aと第2接触電極26bはそれぞれ電極21, 22および第2絶縁層52上に配置される。第1接触電極26aと第2接触電極26bは第2絶縁層52上で互いに離隔して配置され得る。第2絶縁層52は第1接触電極26aと第2接触電極26bが直接接触しないように相互絶縁させることができる。

【0289】

第1接触電極26aは第1内部バンク41上で第1電極21の露出した一部領域と接触することができ、第2接触電極26bは第2内部バンク42上で第2電極22の露出した一部領域と接触することができる。第1接触電極26aと第2接触電極26bは各電極21, 22から伝達される電気信号を発光素子30に伝達することができる。

10

【0290】

接触電極26は伝導性物質を含み得る。例えば、ITO、IZO、ITZO、アルミニウム(Al)等を含み得る。ただし、これに限定されるものではない。

【0291】

パッシベーション層55は接触電極26および第2絶縁層52上に配置され得る。パッシベーション層55はビア層20上に配置される部材を外部環境から保護する機能をすることができる。

20

【0292】

上述した第1絶縁層51、第2絶縁層52およびパッシベーション層55のそれぞれは無機物絶縁性物質または有機物絶縁性物質を含み得る。例示的な実施形態で、第1絶縁層51、第2絶縁層52およびパッシベーション層55はシリコン酸化物(SiO_x)、シリコン窒化物(SiN_x)、シリコン酸窒化物(SiO_xN_y)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、窒化アルミニウム(AlN)等のような無機物絶縁性物質を含み得る。また、第1絶縁層51、第2絶縁層52およびパッシベーション層55は有機物絶縁性物質として、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ベンゾシクロブテン、カルド樹脂、シロキサン樹脂、シルセスキオキサン樹脂、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート-ポリカーボネート合成樹脂等を含み得る。ただし、これに限定されるものではない。

30

【0293】

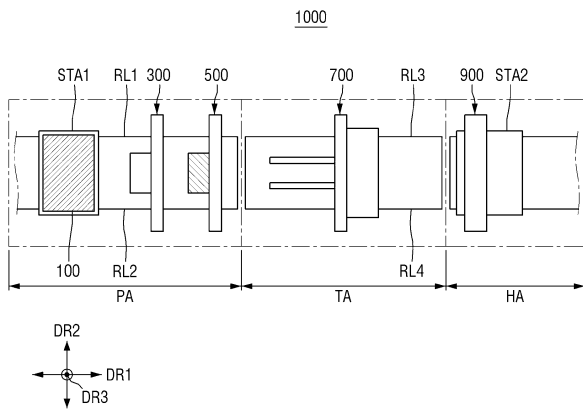
以上、添付する図面を参照して本発明の実施形態について説明したが、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者は、本発明のその技術的思想や必須の特徴を変更せず他の具体的な形態で実施できることを理解することができる。したがって、上記一実施形態はすべての面で例示的なものであり、限定的なものではないと理解しなければならない。

40

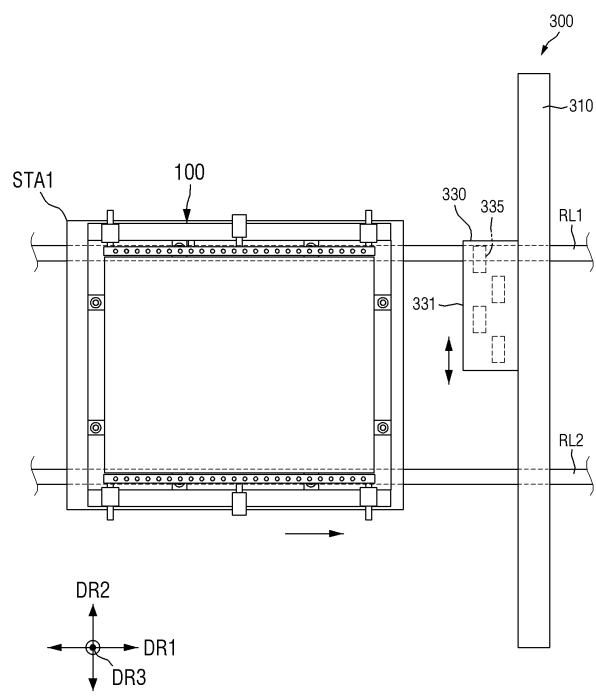
50

【図面】

【図 1】



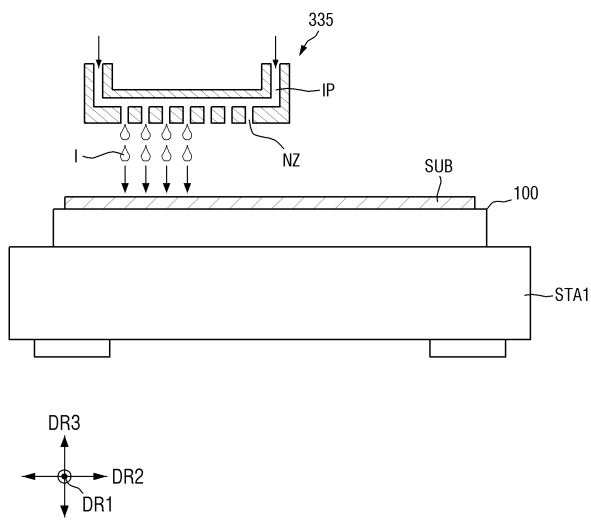
【図 2】



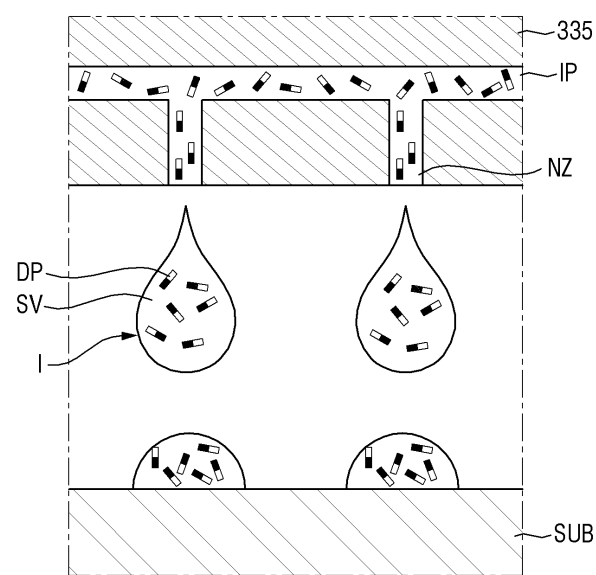
10

20

【図 3】



【図 4】

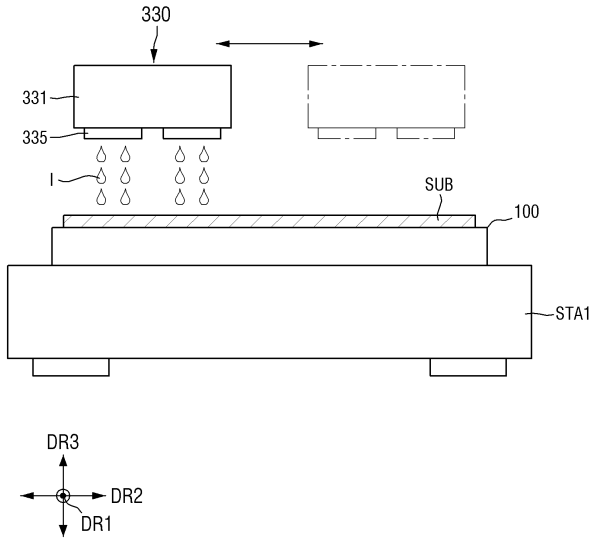


30

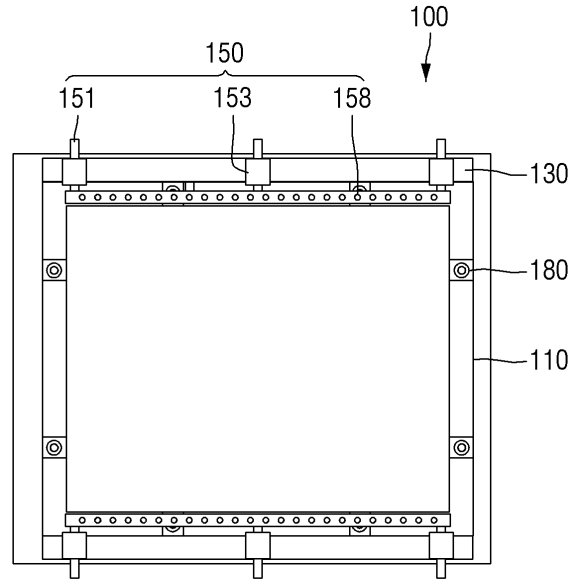
40

50

【 図 5 】



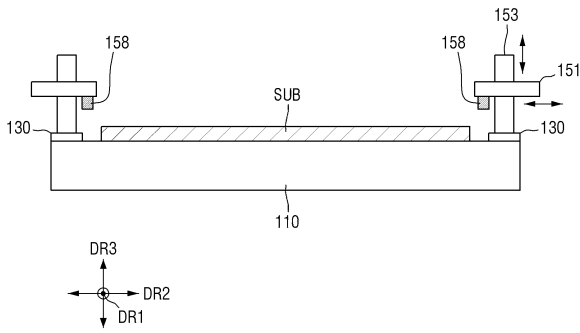
【 図 6 】



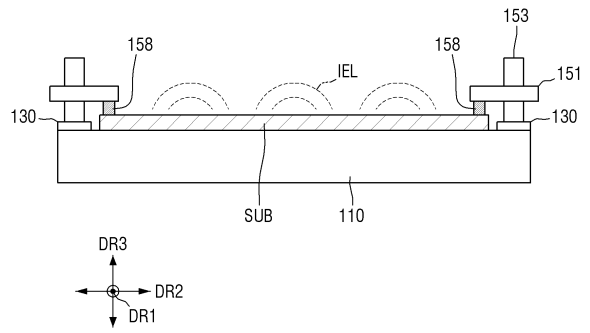
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

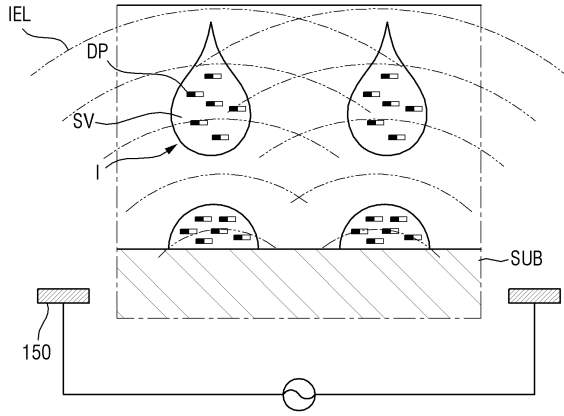


30

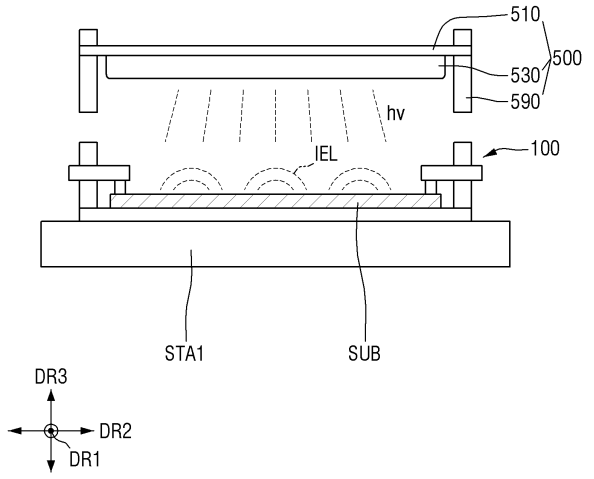
40

50

【 図 9 】

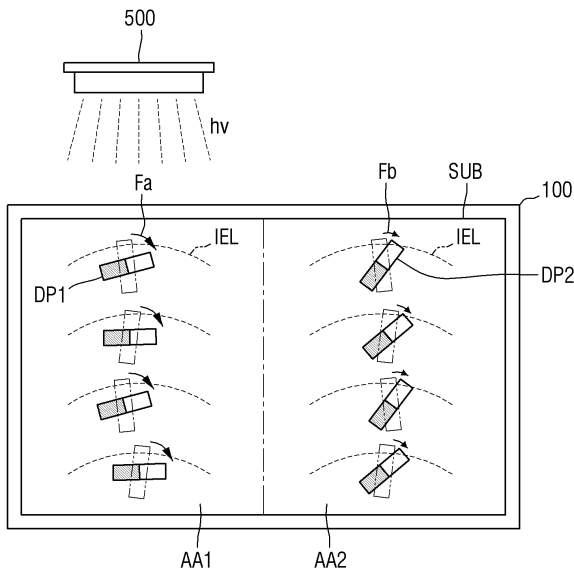


【 図 10 】

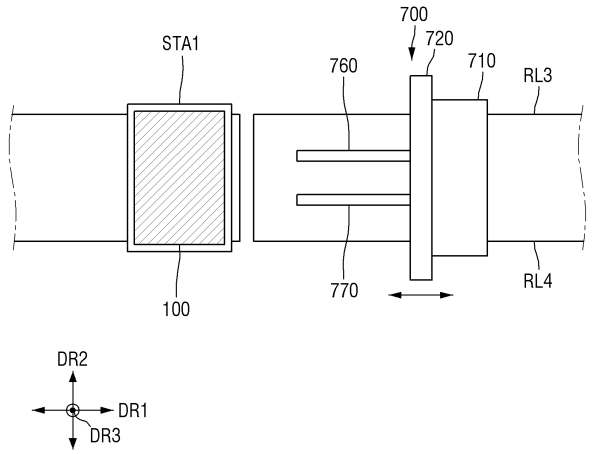


10

【 図 11 】



【 図 12 】



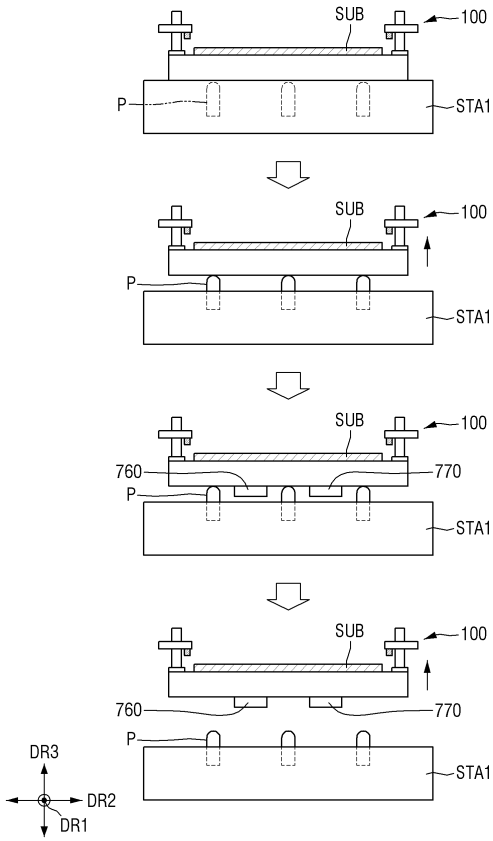
20

30

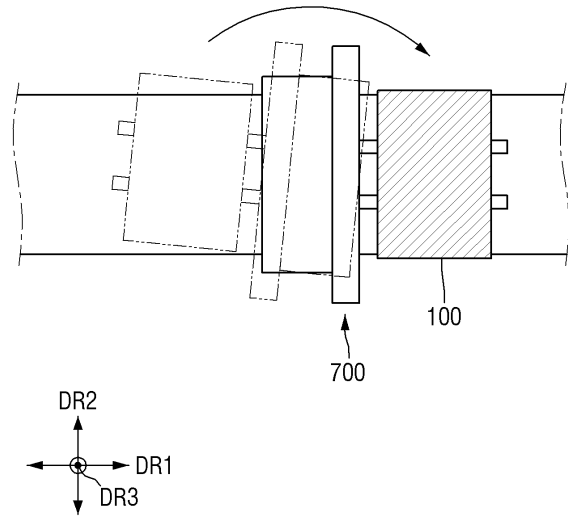
40

50

【 図 1 3 】



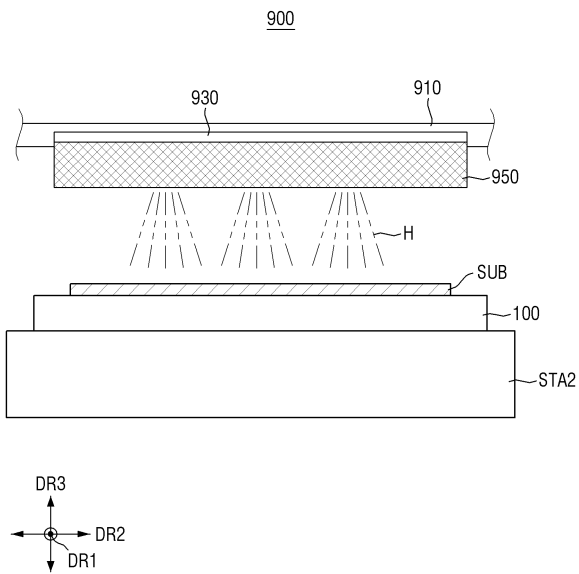
【 図 1 4 】



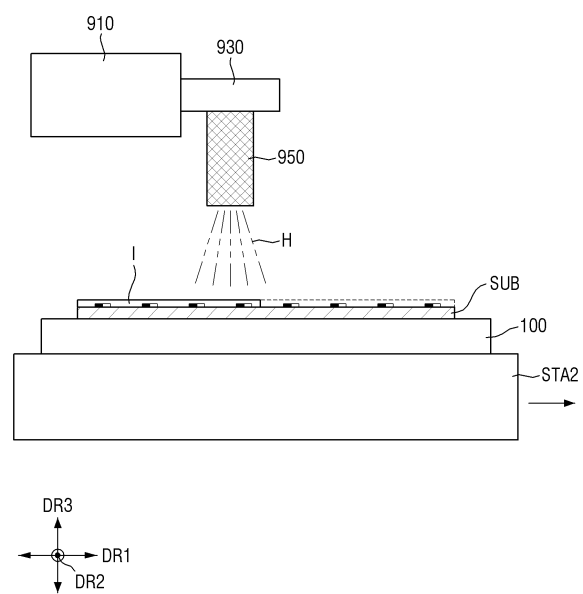
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

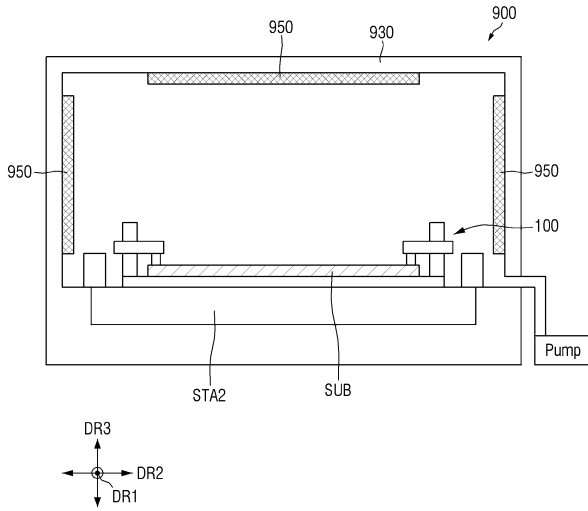


30

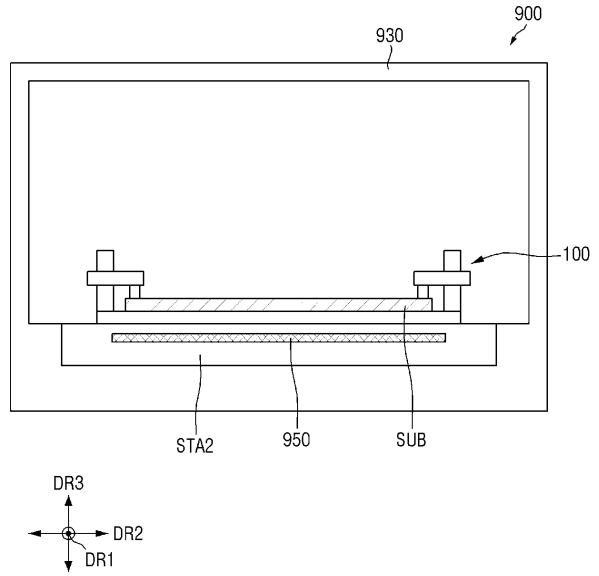
40

50

【図 17】

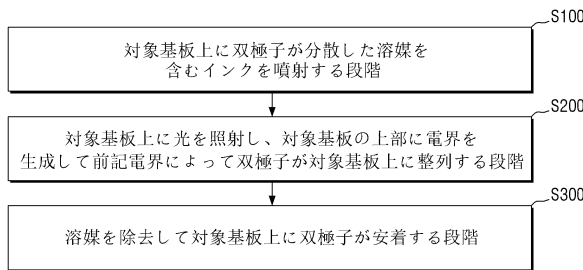


【図 18】

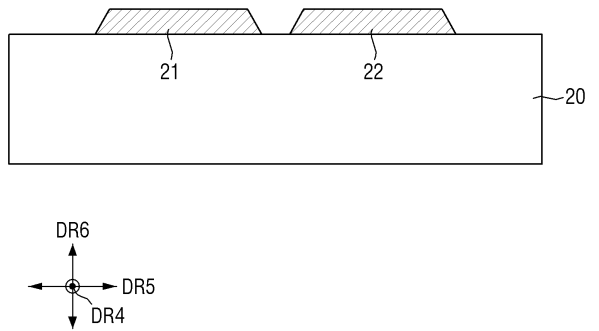


10

【図 19】



【図 20】



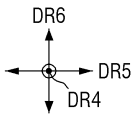
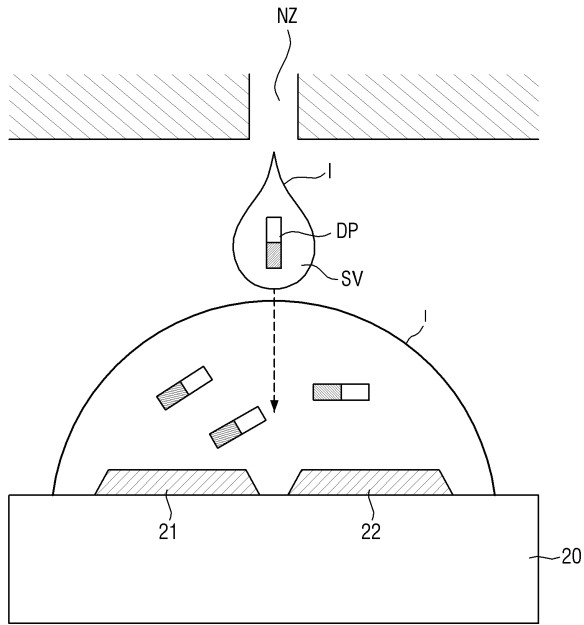
20

30

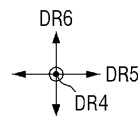
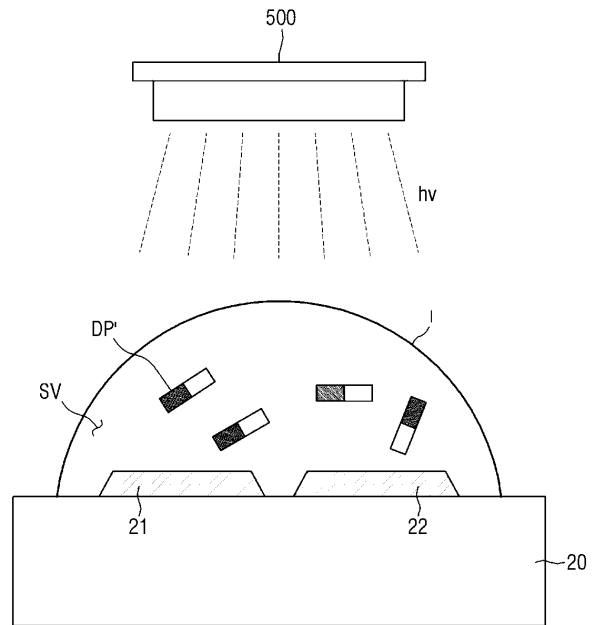
40

50

【図 2 1】



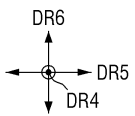
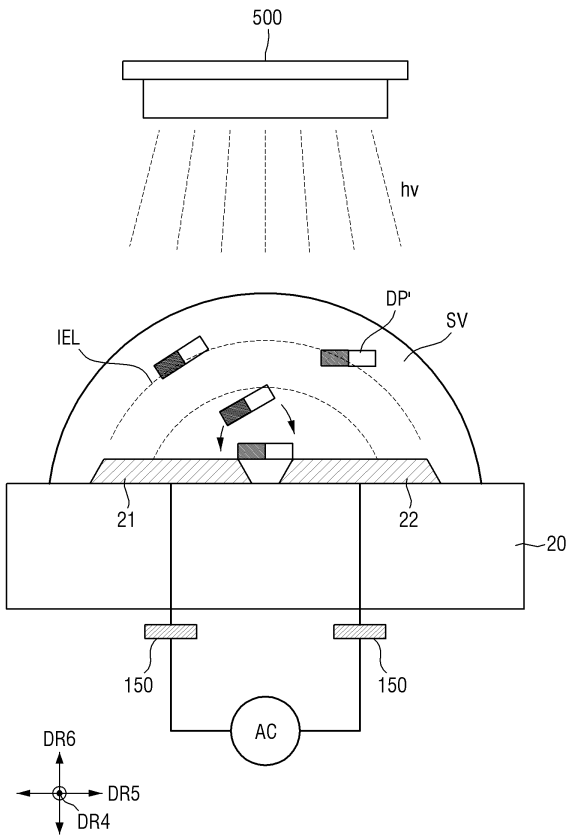
【図 2 2】



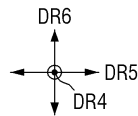
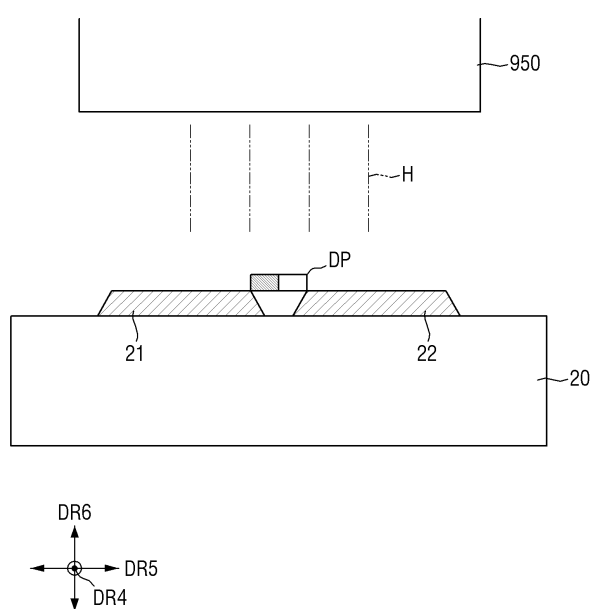
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

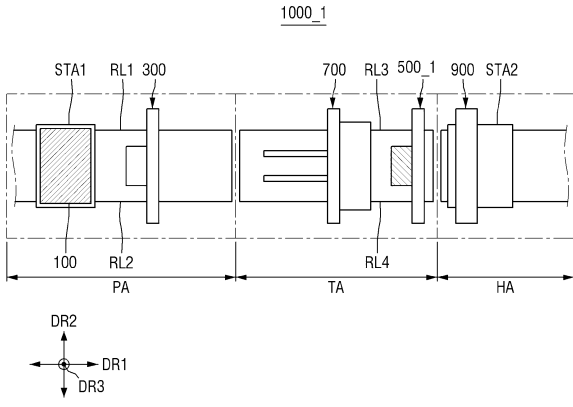


30

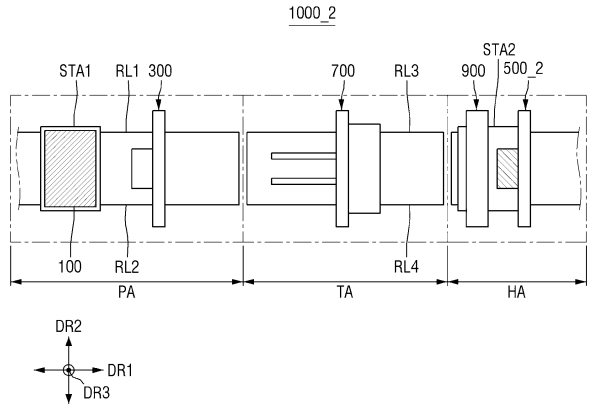
40

50

【 2 5 】

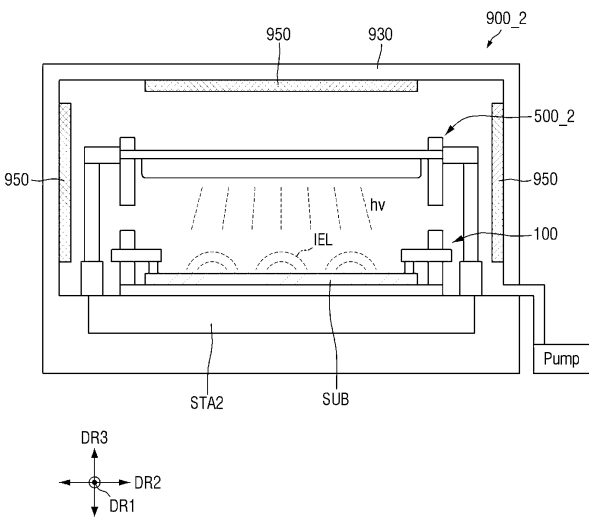


【 2 6 】

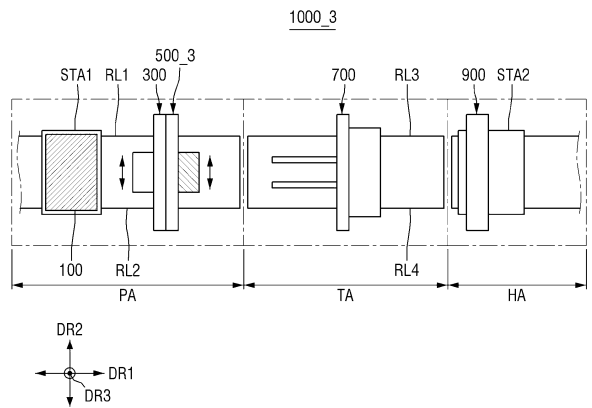


10

【 2 7 】



【 2 8 】



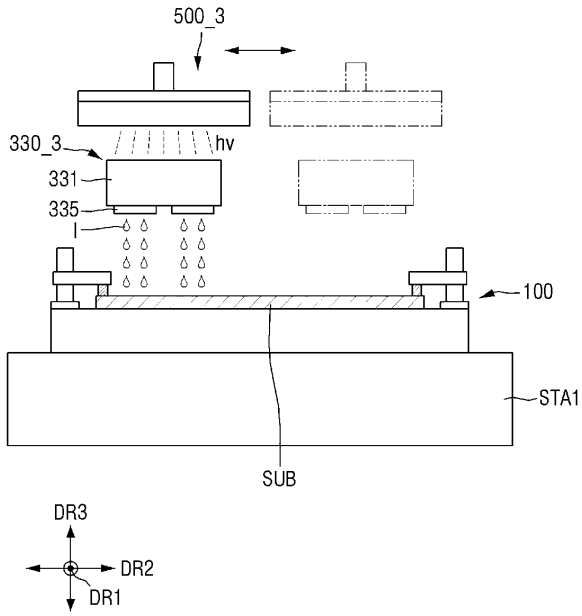
20

30

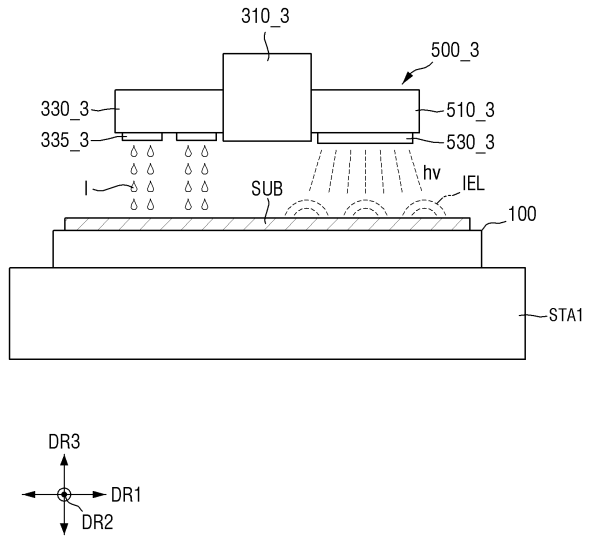
40

50

【 図 2 9 】

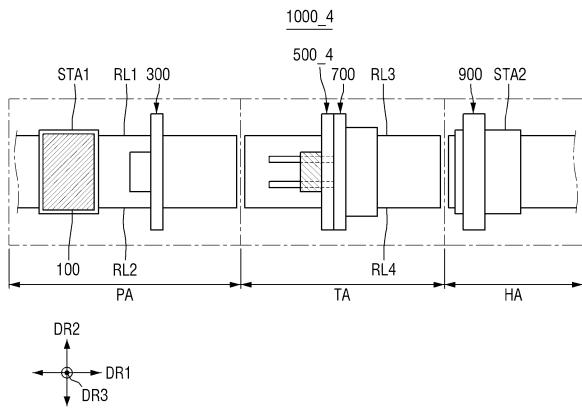


【 図 3 0 】

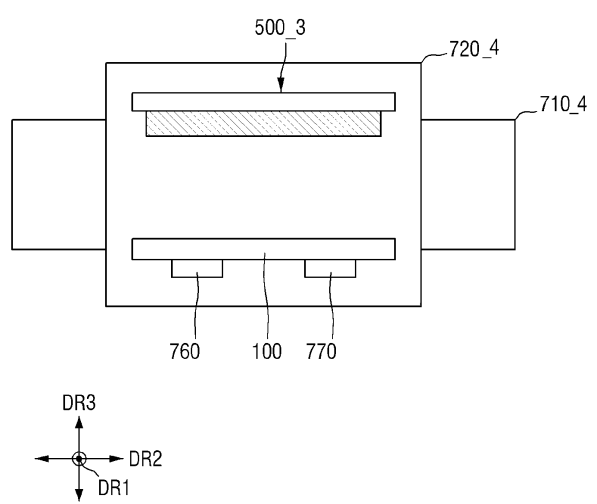


10

【 図 3 1 】



【 図 3 2 】



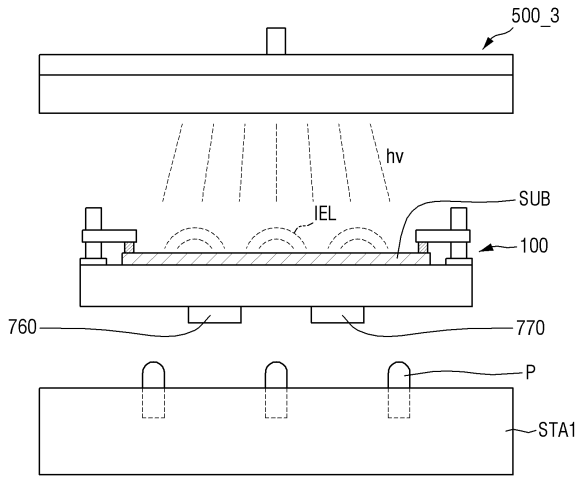
20

30

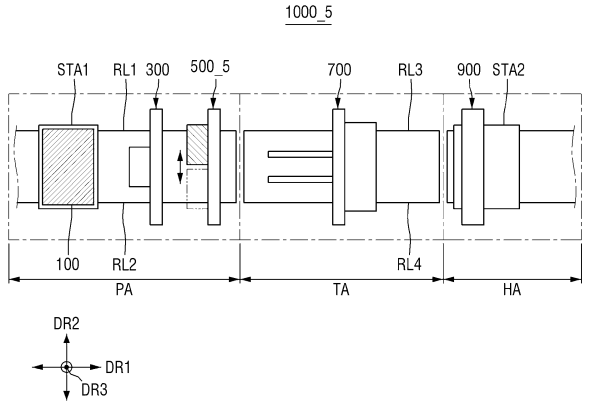
40

50

【 3 3 】

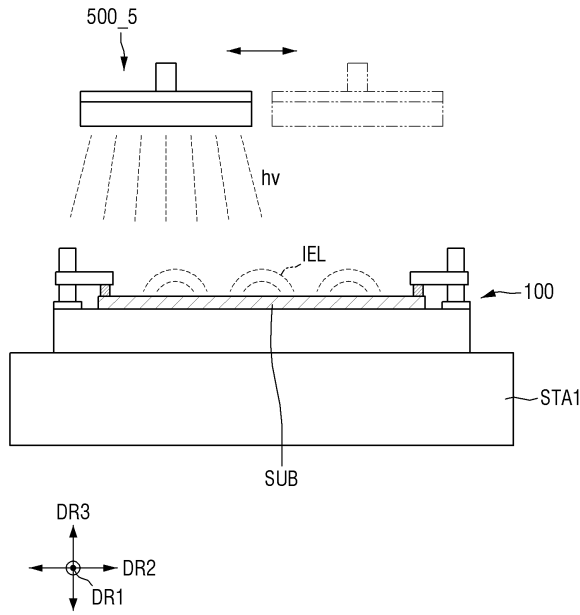


【 3 4 】

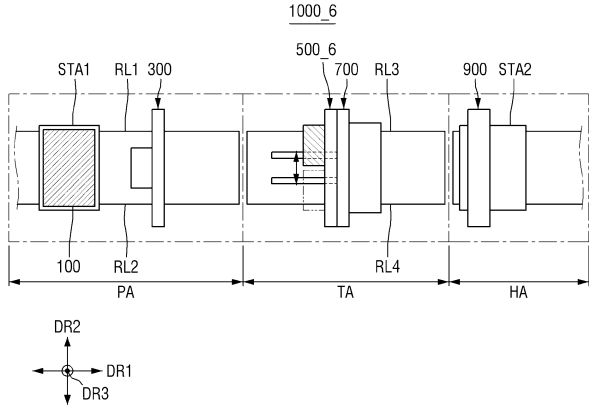


10

【 3 5 】



【 3 6 】



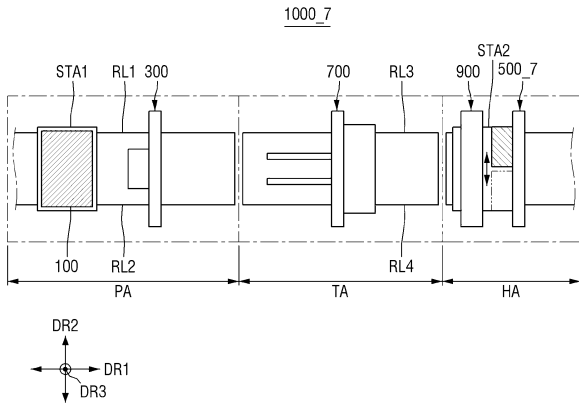
20

30

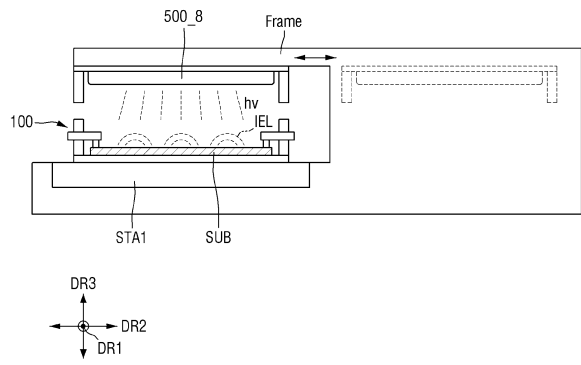
40

50

【 3 7 】

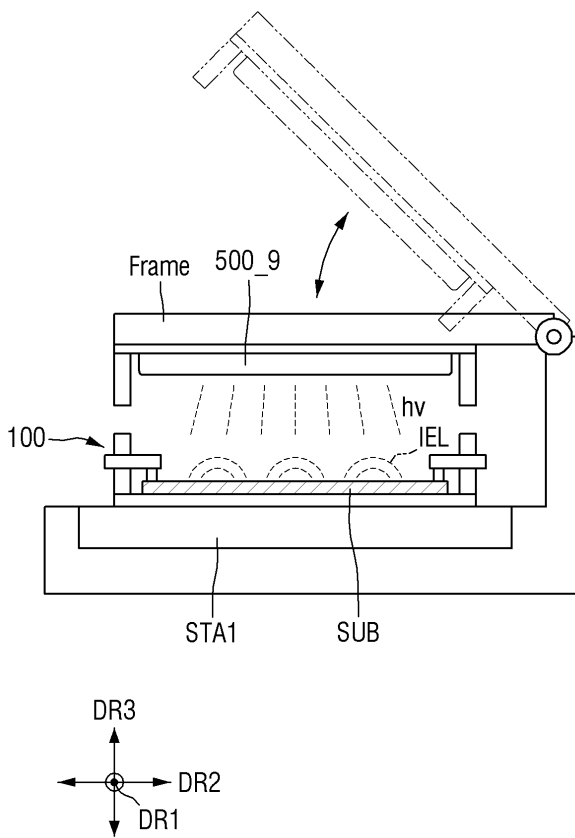


【 3 8 】

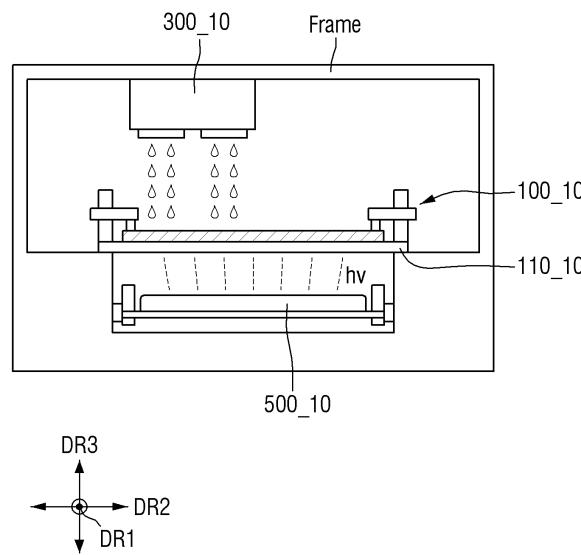


10

【 3 9 】



【 4 0 】



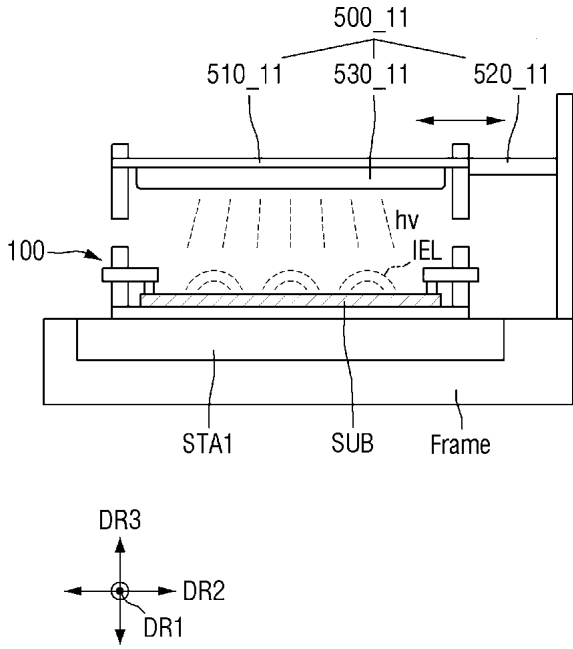
20

30

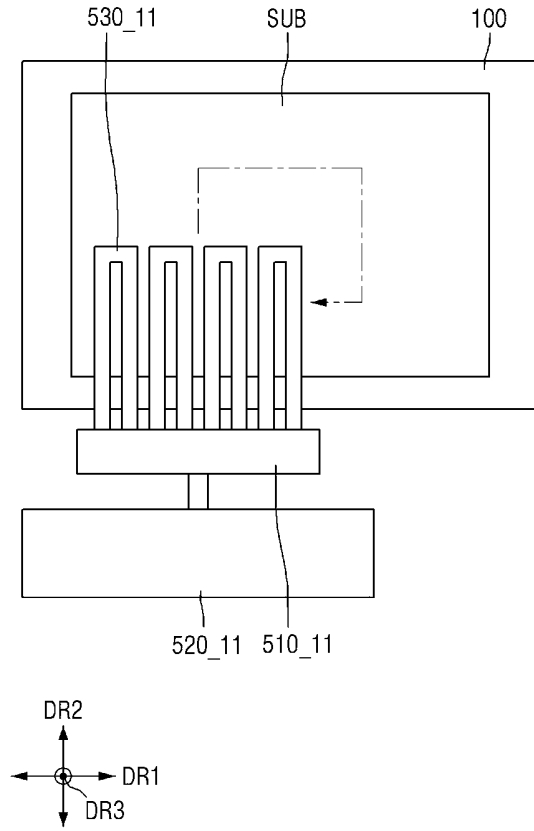
40

50

【 4 1 】



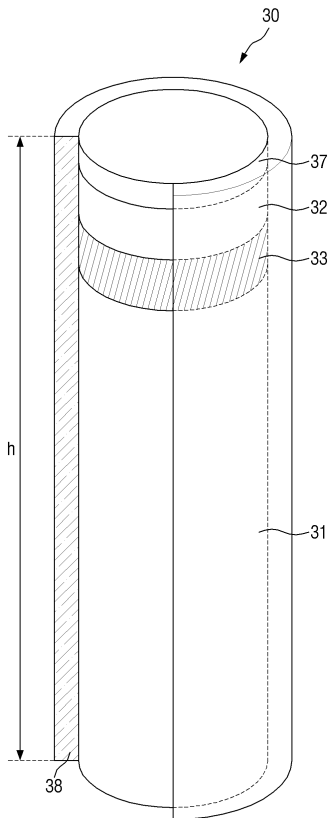
【 4 2 】



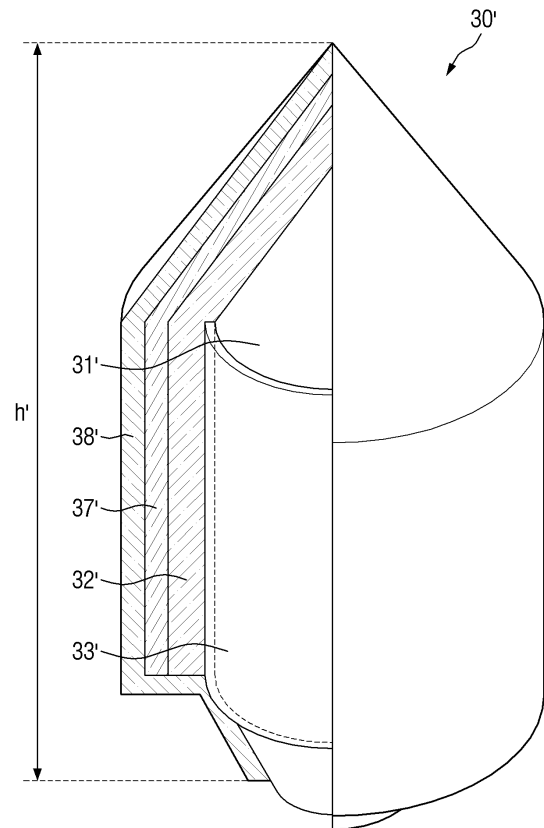
10

20

【 4 3 】



【 4 4 】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 0 1 L 33/48 (2010.01)

F I

H 0 1 L 33/48

(72)発明者 イム, ヒョンドク

大韓民国 0 5 3 8 5 ソウル ガンドン - グ オリンピック - 口 5 8 - ギル, 5, # 2 0 1

(72)発明者 カン, ジョンヒョク

大韓民国 1 6 6 9 8 ギョンギ - ド スウォン - シ ヨントン - グ, ヨントン - 口, 2 3 2, 8
2 2 - 2 0 0 2

(72)発明者 カク, ジンオ

大韓民国 1 6 9 5 0 ギョンギ - ド ヨンイン - シ キフン - グ, ソクヒョン - 口, 3 7

(72)発明者 ソン, クンキユ

大韓民国 1 3 6 2 6 ギョンギ - ド ソンナム - シ ブندان - グ, グミ - 口, 1 0 0

(72)発明者 チョ, ソンチャン

大韓民国 0 6 5 8 6 ソウル ソチョ - グ 3 0 - ギル パンベ - 口, 6, # 4 0 3

(72)発明者 チョ, ヒョンミン

大韓民国 0 6 8 0 2 ソウル ソチョ - グ 1 1 - ギル チョンゲサン - 口, 7 - 1 2, 7 0 7 -
2 0 4

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 2 1 4 3 6 4 (U S , A 1)

特開 2 0 1 2 - 0 1 9 2 4 1 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 0 8 7 4 5 2 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 2 0 5 0 6 0 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 1 / 1 1 1 5 1 6 (W O , A 1)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 7 - 0 0 4 8 3 1 1 (K R , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 9 F 9 / 0 0

G 0 9 F 9 / 3 3

H 0 1 L 2 1 / 6 7 7

H 0 1 L 2 1 / 6 8 3

H 0 1 L 3 3 / 0 0

H 0 1 L 3 3 / 4 8