

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5345443号  
(P5345443)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月23日 (2013.8.23)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G03F 7/20 (2006.01)</b>	G03F 7/20 501
<b>H01L 21/027 (2006.01)</b>	H01L 21/30 515B
<b>G02F 1/1368 (2006.01)</b>	G02F 1/1368
<b>G02F 1/1335 (2006.01)</b>	G02F 1/1335 505
	H01L 21/30 502H

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-103292 (P2009-103292)  
 (22) 出願日 平成21年4月21日 (2009.4.21)  
 (65) 公開番号 特開2010-256428 (P2010-256428A)  
 (43) 公開日 平成22年11月11日 (2010.11.11)  
 審査請求日 平成23年10月5日 (2011.10.5)

(73) 特許権者 501387839  
 株式会社日立ハイテクノロジーズ  
 東京都港区西新橋一丁目24番14号  
 (74) 代理人 100114166  
 弁理士 高橋 浩三  
 (72) 発明者 手塚 秀和  
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地  
 株式会社日立ハイテ  
 クロロジーズ埼玉事業所内  
 (72) 発明者 根本 亮二  
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地  
 株式会社日立ハイテ  
 クロロジーズ埼玉事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光光照射方法、及び表示用パネル基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

露光光を形成する光を発生する複数の半導体発光素子と、  
 前記複数の半導体発光素子が発生した光を拡大する複数の第1の光学部品と、  
 前記複数の第1の光学部品により拡大された光を集光して露光光を形成する第2の光学部品と、  
 前記複数の半導体発光素子の駆動を制御する制御手段と、  
 前記複数の半導体発光素子を冷却する冷却手段とを備え、  
 前記制御手段は、前記複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯させて、露光光の照度を調節し、断続的に点灯させる半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯させる半導体発光素子と異なるタイミングで点灯させ、断続的に点灯させる半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力で点灯させることを特徴とする露光装置。

【請求項2】

複数の半導体発光素子から露光光を形成する光を発生し、  
 複数の半導体発光素子から発生した光を拡大して集光して露光光を形成し、  
 複数の半導体発光素子を冷却しながら、  
 複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節し、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子と異なるタイミングで点灯し、断続的に点灯する半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力で点灯することを特徴とする露光光照射方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の露光装置を用いて基板の露光を行うことを特徴とする表示用パネル基板の製造方法。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載の露光光照射方法を用いて露光光をマスクを介して基板へ照射し、基板の露光を行うことを特徴とする表示用パネル基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液晶ディスプレイ装置等の表示用パネル基板の製造において、露光光を発生する光源に複数の半導体発光素子を用いた露光装置、露光光照射方法、及びそれらを用いた表示用パネル基板の製造方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

表示用パネルとして用いられる液晶ディスプレイ装置の TFT (Thin Film Transistor) 基板やカラーフィルタ基板、プラズマディスプレイパネル用基板、有機 EL (Electroluminescence) 表示パネル用基板等の製造は、露光装置を用いて、フォトリソグラフィー技術により基板上にパターンを形成して行われる。露光装置としては、レンズ又は鏡を用いてマスクのパターンを基板上に投影するプロジェクション方式と、マスクと基板との間に微小な間隙 (プロキシミティギャップ) を設けてマスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ方式とがある。プロキシミティ方式は、プロジェクション方式に比べてパターン解像性能は劣るが、照射光学系の構成が簡単で、かつ処理能力が高く量産用に適している。

20

## 【0003】

従来、プロキシミティ露光装置の露光光を発生する光源には、水銀ランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ等の様に、高圧ガスをバルブ内に封入したランプが使用されていた。これらのランプは寿命が短く、所定の使用時間が過ぎるとランプを交換しなければならない。例えば、ランプの寿命が 750 時間の場合、連続して点灯すると、約 1 ヶ月に 1 回の交換が必要となる。ランプの交換時は、露光処理が中断されるため、生産性が低下する。

30

## 【0004】

一方、特許文献 1 には、プロジェクション方式の露光装置において、露光光の光源として、発光ダイオード等の固体光源素子を用いる技術が開示されている。発光ダイオード等の半導体発光素子は、寿命が数千時間とランプに比べて長く、露光処理が中断されることが少ないので、生産性の向上が期待される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 332077 号公報

## 【発明の概要】

40

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

近年、表示用パネルの大画面化に伴い基板が大型化する程、露光光の光源には、より照度の高いものが要求されるようになってきた。プロキシミティ露光装置の露光光を発生する光源として、特許文献 1 に記載の様な半導体発光素子を用いる場合、半導体発光素子の出力が従来のランプに比べてはるかに小さいので、数百～数千個程度の半導体発光素子を並べて使用しなければならない。その場合、各半導体発光素子の発熱による出力の低下を抑制するため、多数の半導体発光素子を効率良く冷却する必要がある。

## 【0007】

また、プロキシミティ露光装置で現在最もよく使用されている水銀ランプの場合、水銀

50

のスペクトルの内の g 線 ( 4 3 6 n m )、h 線 ( 4 0 5 n m )、i 線 ( 3 6 5 n m ) 等が露光光として利用されているが、各スペクトルは、水銀ランプの使用時間により劣化特性が異なり、露光光の波長特性が水銀ランプの使用時間に応じて変化するという問題があった。

【 0 0 0 8 】

本発明の課題は、複数の半導体発光素子を用いて露光光を形成する際、複数の半導体発光素子を効率良く冷却することである。また、本発明の課題は、露光光の波長特性を安定化させることである。さらに、本発明の課題は、表示用パネル基板の生産性を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の露光装置は、露光光を形成する光を発生する複数の半導体発光素子と、複数の半導体発光素子が発生した光を拡大する複数の第 1 の光学部品と、複数の第 1 の光学部品により拡大された光を集光して露光光を形成する第 2 の光学部品と、複数の半導体発光素子の駆動を制御する制御手段と、複数の半導体発光素子を冷却する冷却手段とを備え、制御手段が、複数の半導体発光素子の内、点灯させる半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯させる半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更するものである。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の露光照射方法は、複数の半導体発光素子から露光光を形成する光を発生し、複数の半導体発光素子から発生した光を拡大して集光して露光光を形成し、複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の内、点灯する半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯する半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更するものである。

【 0 0 1 1 】

複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の内、点灯する半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯する半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更するので、露光光の照度が一定に保たれながら、各半導体発光素子の点灯と消灯が時間の経過に伴って繰り返される。従って、点灯している間に上がった半導体発光素子の温度が、消灯している間に冷却手段により下げられて、半導体発光素子の冷却が効率良く行われる。

【 0 0 1 2 】

あるいは、本発明の露光装置は、露光光を形成する光を発生する複数の半導体発光素子と、複数の半導体発光素子が発生した光を拡大する複数の第 1 の光学部品と、複数の第 1 の光学部品により拡大された光を集光して露光光を形成する第 2 の光学部品と、複数の半導体発光素子の駆動を制御する制御手段と、複数の半導体発光素子を冷却する冷却手段とを備え、制御手段が、複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯させて、露光光の照度を調節し、断続的に点灯させる半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯させる半導体発光素子と異なるタイミングで点灯させるものである。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の露光照射方法は、複数の半導体発光素子から露光光を形成する光を発生し、複数の半導体発光素子から発生した光を拡大して集光して露光光を形成し、複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節し、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子と異なるタイミングで点灯するものである。

【 0 0 1 4 】

複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節するので、断続的に点灯する半導体発光素子は、連続して点灯する場合に比べ、冷却手段により温度が下げられて、冷却が効率良く行われる。そして、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子

10

20

30

40

50

と異なるタイミングで点灯するので、露光光の照度が断続的に急激に変化することがない。

【0015】

さらに、本発明の露光装置は、制御手段が、断続的に点灯させる半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力で点灯させるものである。また、本発明の露光光照射方法は、半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力で断続的に点灯するものである。半導体発光素子の最大定格出力は、半導体発光素子を規定の冷却条件で連続して点灯する場合に、規定の出力劣化範囲を規定の時間維持することができる最大の出力であり、半導体発光素子を断続的に点灯させる場合には、冷却条件の強化により、最大定格出力の1.5倍から2倍程度の出力が可能である。半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力

10

【0016】

また、本発明の露光装置は、露光光を形成する光を発生する複数の半導体発光素子と、複数の半導体発光素子が発生した光を拡大する複数の第1の光学部品と、複数の第1の光学部品により拡大された光を集光して露光光を形成する第2の光学部品と、複数の半導体発光素子の駆動を制御する制御手段とを備え、複数の半導体発光素子が、異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数含み、制御手段が、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯させる半導体発光素子の種類を選択するものである。

【0017】

また、本発明の露光光照射方法は、異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数設け、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯する半導体発光素子の種類を選択し、選択した種類の複数の半導体発光素子から露光光を形成する光を発生し、選択した種類の複数の半導体発光素子から発生した光を拡大して集光して露光光を形成するものである。

20

【0018】

異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数設け、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯する半導体発光素子の種類を選択するので、感光樹脂材料に応じた波長特性の露光光が形成される。そして、従来の水銀ランプの様に露光光の波長特性が使用時間に応じて変化することがない。

【0019】

本発明の表示用パネル基板の製造方法は、上記のいずれかの露光装置を用いて基板の露光を行い、あるいは、上記のいずれかの露光光照射方法を用いて露光光をマスクを介して基板へ照射し、基板の露光を行うものである。露光光の光源の寿命が長くなるので、表示用パネル基板の生産性が向上する。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明の露光装置及び露光光照射方法によれば、複数の半導体発光素子から露光光を形成する光を発生し、複数の半導体発光素子から発生した光を拡大して集光して露光光を形成し、複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の内、点灯する半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯する半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更することにより、複数の半導体発光素子を用いて露光光を形成する際、複数の半導体発光素子を効率良く冷却することができる。

40

【0021】

あるいは、本発明の露光装置及び露光光照射方法によれば、複数の半導体発光素子を冷却しながら、複数の半導体発光素子の一部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節し、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子と異なるタイミングで点灯することにより、複数の半導体発光素子を用いて露光光を形成する際、複数の半導体発光素子を効率良く冷却することができる。

【0022】

さらに、半導体発光素子を、最大定格出力よりも大きな出力で断続的に点灯することに

50

より、露光光の照度を高くすることができるので、露光時間を短縮することができる。

【0023】

また、本発明の露光装置及び露光光照射方法によれば、異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数設け、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯する半導体発光素子の種類を選択することにより、感光樹脂材料に応じた波長特性の露光光を形成することができ、かつ露光光の波長特性を安定化させることができる。

【0024】

本発明の表示用パネル基板の製造方法によれば、露光光の光源の寿命が長くなるので、表示用パネル基板の生産性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0025】

【図1】本発明の一実施の形態による露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】光源ユニットの一例を示す図である。

【図3】光源ユニットの一例を示す図である。

【図4】光源ユニットの一例を示す図である。

【図5】半導体発光素子及び拡大レンズを正面から見た図である。

【図6】本発明の一実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。

【図7】本発明の他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。

【図8】本発明のさらに他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。

【図9】図8に示した露光光照射方法を、ネガタイプの感光樹脂材料に適用した場合を説明する図である。

20

【図10】本発明のさらに他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。

【図11】液晶ディスプレイ装置のTFI基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【図12】液晶ディスプレイ装置のカラーフィルタ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

図1は、本発明の一実施の形態による露光装置の概略構成を示す図である。本実施の形態は、プロキシミティ方式を用いて基板の露光を行うプロキシミティ露光装置の例を示している。プロキシミティ露光装置は、ベース3、Xガイド4、Xステージ5、Yガイド6、Yステージ7、ステージ8、チャック支持台9、チャック10、マスクホルダ20、及び露光光照射装置30を含んで構成されている。プロキシミティ露光装置は、これらの他に、基板1をチャック10へ搬入し、また基板1をチャック10から搬出する基板搬送ロボット、装置内の温度管理を行う温度制御ユニット等を備えている。

30

【0027】

なお、以下に説明する実施の形態におけるXY方向は例示であって、X方向とY方向とを入れ替えてもよい。

【0028】

図1において、チャック10は、基板1の露光を行う露光位置にある。露光位置の上空には、マスク2を保持するマスクホルダ20が設置されている。マスクホルダ20は、マスク2の周辺部を真空吸着して保持する。マスクホルダ20に保持されたマスク2の上空には、露光光照射装置30が配置されている。露光時、露光光照射装置30からの露光光がマスク2を透過して基板1へ照射されることにより、マスク2のパターンが基板1の表面に転写され、基板1上にパターンが形成される。

40

【0029】

チャック10は、Xステージ5により、露光位置から離れたロード/アンロード位置へ移動される。ロード/アンロード位置において、図示しない基板搬送ロボットにより、基板1がチャック10へ搬入され、また基板1がチャック10から搬出される。チャック10への基板1のロード及びチャック10からの基板1のアンロードは、チャック10に設

50

けた複数の突き上げピンを用いて行われる。突き上げピンは、チャック10の内部に収納されており、チャック10の内部から上昇して、基板1をチャック10にロードする際、基板搬送ロボットから基板1を受け取り、基板1をチャック10からアンロードする際、基板搬送ロボットへ基板1を受け渡す。

**【0030】**

チャック10は、チャック支持台9を介してステージ8に搭載されており、ステージ8の下にはYステージ7及びXステージ5が設けられている。Xステージ5は、ベース3に設けられたXガイド4に搭載され、Xガイド4に沿ってX方向(図1の図面横方向)へ移動する。Yステージ7は、Xステージ5に設けられたYガイド6に搭載され、Yガイド6に沿ってY方向(図1の図面奥行き方向)へ移動する。ステージ8は、Yステージ7に搭載され、方向へ回転する。チャック支持台9は、ステージ8に搭載され、チャック10を複数箇所支持する。

10

**【0031】**

Xステージ5のX方向への移動及びYステージ7のY方向への移動により、チャック10は、ロード/アンロード位置と露光位置との間を移動される。ロード/アンロード位置において、Xステージ5のX方向への移動、Yステージ7のY方向への移動、及びステージ8の方向への回転により、チャック10に搭載された基板1のプリアライメントが行われる。露光位置において、Xステージ5のX方向への移動及びYステージ7のY方向への移動により、チャック10に搭載された基板1のXY方向へのステップ移動が行われる。そして、Xステージ5のX方向への移動、Yステージ7のY方向への移動、及びステージ8の方向への回転により、基板1のアライメントが行われる。また、図示しないZ-チルト機構により、マスクホルダ20をZ方向(図1の図面上下方向)へ移動及びチルトすることによって、マスク2と基板1とのギャップ合わせが行われる。

20

**【0032】**

なお、本実施の形態では、マスクホルダ20をZ方向へ移動及びチルトすることにより、マスク2と基板1とのギャップ合わせを行っているが、チャック支持台9にZ-チルト機構を設けて、チャック10をZ方向へ移動及びチルトすることにより、マスク2と基板1とのギャップ合わせを行ってもよい。

**【0033】**

露光光照射装置30は、シャッター31、コリメーションレンズ群32、平面鏡33、シャッター駆動装置34、照度センサー35、及び光源ユニット40を含んで構成されている。後述する光源ユニット40は、基板1の露光を行う露光光を発生する。シャッター駆動装置34は、基板1の露光を行う時、シャッター31を開き、基板1の露光を行わない時、シャッター31を閉じる。シャッター31が開いているとき、光源ユニット40から発生した露光光は、コリメーションレンズ群32を透過して平行光線束となり、平面鏡33で反射して、マスク2へ照射される。マスク2へ照射された露光光により、マスク2のパターンが基板1へ転写され、基板1の露光が行われる。シャッター31が閉じているとき、光源ユニット40から発生した露光光は、シャッター31に遮断され、基板1の露光は行われない。

30

**【0034】**

平面鏡33の裏側近傍には、照度センサー35が配置されている。平面鏡33には、露光光の一部を通過させる小さな開口が設けられている。照度センサー35は、平面鏡33の開口を通過した光を受光して、露光光の照度を測定する。照度センサー35の測定結果は、光源ユニット40へ入力される。

40

**【0035】**

図2~図4は、光源ユニットの一例を示す図である。光源ユニット40は、ベース基板41、半導体発光素子42、拡大レンズ43、集光レンズ44、レンズ群45、制御回路46、冷却部材47、及び冷却装置48を含んで構成されている。ベース基板41には、複数の半導体発光素子42が搭載されている。ベース基板41は、制御回路46の制御により、各半導体発光素子42を駆動する。各半導体発光素子42は、発光ダイオードやレ

50

ーザーダイオード等から成り、露光光を形成する光を発生する。制御回路46は、照度センサー35の測定結果に基づき、各半導体発光素子42の駆動を制御する。

【0036】

なお、図2～図4では、13個の半導体発光素子42が示されているが、実際の光源ユニットには、数百～数千個程度の半導体発光素子が使用されている。

【0037】

各半導体発光素子42に対応して、拡大レンズ43が設けられており、各拡大レンズ43は、各半導体発光素子42から発生した光を拡大して、集光レンズ44へ照射する。集光レンズ44は、拡大レンズ43により拡大された光を集光して、レンズ群45へ照射する。レンズ群45は、フライアイレンズ又はロッドレンズ等からなり、集光レンズ44により集光された光の照度分布を均一化する。

10

【0038】

図2に示した例では、ベース基板41が球面の形状に構成されている。そして、各半導体発光素子42から発生した光が、各拡大レンズ43及び集光レンズ44を介してレンズ群45へ照射される様に、各半導体発光素子42が、球面形状のベース基板41上に配置されている。

【0039】

図3及び図4に示した例では、ベース基板41が複数に分割されており、各ベース基板41上には、複数の半導体発光素子42が平面的に配置されている。そして、各ベース基板41に搭載された複数の半導体発光素子42から発生した光が、各拡大レンズ43及び集光レンズ44を介してレンズ群45へ照射される様に、各ベース基板41が異なった角度で配置されている。各半導体発光素子42を各ベース基板41上に平面的に配置することにより、各半導体発光素子42の位置調整を容易に行うことができる。

20

【0040】

図2～図4において、ベース基板41の裏面には、冷却部材47が取り付けられている。冷却部材47は、内部に冷却水が流れる冷却水通路を有し、冷却装置48から冷却水通路へ供給される冷却水により、各半導体発光素子42を冷却する。なお、冷却部材47及び冷却装置48はこれに限らず、放熱板及び冷却ファンを含む空冷式としてもよい。

【0041】

図2に示した例では、冷却部材47が、ベース基板41の球面形状に合わせて、球面の形状に構成されている。また、図3に示した例では、冷却部材47が、各ベース基板41の配置に合わせた形状に構成されている。また、図4に示した例では、冷却部材47が複数に分割されており、各冷却部材47は、板状に構成されている。そして、各冷却部材47は、熱伝導部材47aを介して、複数のベース基板41の裏面に取り付けられている。

30

【0042】

図5は、半導体発光素子及び拡大レンズを正面から見た図である。拡大レンズ43は、同じスペースにより多くの拡大レンズ43を配置できる様に、できるだけ隙間無く配置するのが望ましい。また、本実施の形態では、半導体発光素子42が正六角形に構成されているが、半導体発光素子42の形状はこれに限らず、さらに角の多い多角形又は円形に構成してもよい。半導体発光素子42の形状を拡大レンズ43の形状に近づける程、拡大レンズ43の受光面を有効に利用することができる。

40

【0043】

以下、本発明の一実施の形態による露光光照射方法について説明する。図6は、本発明の一実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。本実施の形態は、制御回路46が、複数の半導体発光素子42の内、点灯させる半導体発光素子42の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯させる半導体発光素子42を、時間の経過に伴って変更するものである。

【0044】

図6は、制御回路46が、複数の半導体発光素子42の内、点灯させる半導体発光素子の数を3分の2に変更して、露光光の照度を、全ての半導体発光素子42を点灯するとき

50

の3分の2に調節する場合を示す。この場合、制御回路46は、各半導体発光素子42を、図5において符号A、B、Cを付した3つのグループに分割する。図6(a)は、図5で符号Aを付したグループの半導体発光素子42の点灯/消灯状態を示し、図6(b)は、図5で符号Bを付したグループの半導体発光素子42の点灯/消灯状態を示し、図6(c)は、図5で符号Cを付したグループの半導体発光素子42の点灯/消灯状態を示している。制御回路46は、図6(a)、(b)、(c)に示す様に、消灯させる半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更しながら、露光光の照度を一定に保つ。

【0045】

複数の半導体発光素子42を冷却しながら、複数の半導体発光素子42の内、点灯する半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯する半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更するので、露光光の照度が一定に保たれながら、各半導体発光素子42の点灯と消灯が時間の経過に伴って繰り返される。従って、点灯している間に上がった半導体発光素子42の温度が、消灯している間に冷却部材47により下げられて、半導体発光素子42の冷却が効率良く行われる。

10

【0046】

図7は、本発明の他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。本実施の形態は、制御回路46が、複数の半導体発光素子42の一部又は全部を断続的に点灯させて、露光光の照度を調節し、断続的に点灯させる半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯させる半導体発光素子と異なるタイミングで点灯させるものである。この場合、露光光の照度を調節するには、断続的に点灯させる半導体発光素子の数を変更する方法と、断続的に点灯させる半導体発光素子の点灯時間を変更する方法とがある。

20

【0047】

図7は、制御回路46が、断続的に点灯させる半導体発光素子の点灯時間を変更して、露光光の照度を調節し、断続的に点灯させる半導体発光素子の半分を、他の断続的に点灯させる半導体発光素子と異なるタイミングで点灯させる場合を示す。この場合、制御回路46は、各半導体発光素子42を2つのグループに分割する。図7(a)は、点灯時間と消灯時間を同じにしたときの各グループの半導体発光素子42の点灯/消灯状態を示し、図7(b)は点灯時間を消灯時間よりも長くしたときの各グループの半導体発光素子42の点灯/消灯状態を示している。制御回路46は、図7(a)、(b)に示す様に、断続的に点灯させる半導体発光素子42の半分を、断続的に点灯させる残りの半分の半導体発光素子42と異なるタイミングで点灯させる。

30

【0048】

複数の半導体発光素子42を冷却しながら、複数の半導体発光素子42の一部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節するので、断続的に点灯する半導体発光素子は、連続して点灯する場合に比べ、冷却部材47により温度が下げられて、冷却が効率良く行われる。そして、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子と異なるタイミングで点灯するので、露光光の照度が断続的に急激に変化することがない。

【0049】

図8は、本発明のさらに他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。本実施の形態は、制御回路46が、断続的に点灯させる半導体発光素子42を、最大定格出力よりも大きな出力で点灯させるものである。半導体発光素子の最大定格出力は、半導体発光素子を規定の冷却条件で連続して点灯する場合に、規定の出力劣化範囲を規定の時間維持することができる最大の出力であり、半導体発光素子を断続的に点灯させる場合には、冷却条件の強化により、最大定格出力の1.5倍から2倍程度の出力が可能である。

40

【0050】

図8(a)は、半導体発光素子42を最大定格出力で連続して点灯する場合の半導体発光素子42の出力を示す図、図8(b)は、この場合の半導体発光素子42の温度変化を示す図である。半導体発光素子42を最大定格出力で連続して点灯する場合、露光に必要な時間をtとする。この場合、半導体発光素子42の温度が、時間tで規定温度 $T_c$ を超

50

えない様に、半導体発光素子 4 2 の冷却条件を設定する。

【 0 0 5 1 】

図 8 ( c ) は、半導体発光素子 4 2 を最大定格出力の 2 倍で断続的に点灯する場合の半導体発光素子 4 2 の出力を示す図、図 8 ( d ) は、この場合の半導体発光素子 4 2 の温度変化を示す図である。半導体発光素子 4 2 を最大定格出力の 2 倍で断続的に点灯する場合、露光光の照度が 2 倍になるので、露光に必要な時間は半分になる。断続的に点灯する半導体発光素子 4 2 の点灯時間と消灯時間を同じにした例では、図 8 ( b ) に示す様に、図 8 ( a ) に比べて  $t / 4$  だけ早く露光が終了する。この例の場合、半導体発光素子 4 2 の温度が、時間  $t / 4$  で規定温度  $T_c$  を超えない様に、半導体発光素子 4 2 の冷却条件を設定する。

10

【 0 0 5 2 】

図 9 は、図 8 に示した露光光照射方法を、ネガタイプの感光樹脂材料に適用した場合を説明する図である。ネガタイプの感光樹脂材料では、図 9 ( a ) に示す様に、照度  $I_c$  で露光を行うときに必要な露光量  $J_c$  (露光光のエネルギー) に比べ、照度  $I_c$  よりも高い照度  $I_p$  で露光を行うときに必要な露光量  $J_p$  (露光光のエネルギー) が小さくなる。従って、半導体発光素子 4 2 を最大定格出力の 2 倍で断続的に点灯する場合、例えば、半導体発光素子 4 2 を最大定格出力で点灯する場合に比べて必要な露光量 (露光光のエネルギー) が半分になると、図 9 ( b ) に示す様に、露光に必要な時間は図 8 ( b ) のさらに半分になる。従って、図 9 ( b ) 示した例では、図 8 ( a ) に比べて  $t / 2$  だけ早く露光が終了する。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、本発明のさらに他の実施の形態による露光光照射方法を説明する図である。本実施の形態は、複数の半導体発光素子 4 2 が、異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数含み、制御回路 4 6 が、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯させる半導体発光素子の種類を選択するものである。図 1 0 において、複数の半導体発光素子 4 2 は、符号 G , H , I を付した 3 つの種類に分類されている。符号 G を付した半導体発光素子 4 2 は、水銀のスペクトルの g 線 ( 4 3 6 n m ) に近い波長特性の光を発生する。符号 H を付した半導体発光素子 4 2 は、水銀のスペクトルの h 線 ( 4 0 5 n m ) に近い波長特性の光を発生する。符号 I を付した半導体発光素子 4 2 は、水銀のスペクトルの i 線 ( 3 6 5 n m ) に近い波長特性の光を発生する。制御回路 4 6 は、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯させる半導体発光素子の種類を、1 つ又は 2 つ以上選択する。この場合、図 1 に示した照度センサー 3 5 として、g 線、h 線、i 線の照度をそれぞれを別々に測定する 3 つの照度センサーを配置し、各照度センサーの測定結果を制御回路 4 6 へ出力する。制御回路 4 6 は、各照度センサーの測定結果に基づき、点灯させる半導体発光素子の出力を制御して、g 線、h 線、i 線の照度をそれぞれ所望の値に調節する。

30

【 0 0 5 4 】

異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数設け、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯する半導体発光素子の種類を選択し、かつ点灯する半導体発光素子の出力を制御するので、感光樹脂材料に応じた波長特性の露光光が形成される。そして、従来の水銀ランプの様に露光光の波長特性が使用時間に応じて変化することがない。

40

【 0 0 5 5 】

以上説明した実施の形態によれば、複数の半導体発光素子 4 2 から露光光を形成する光を発生し、複数の半導体発光素子 4 2 から発生した光を拡大して集光して露光光を形成し、複数の半導体発光素子 4 2 を冷却しながら、複数の半導体発光素子 4 2 の内、点灯する半導体発光素子の数を変更して、露光光の照度を調節し、消灯する半導体発光素子を、時間の経過に伴って変更することにより、複数の半導体発光素子 4 2 を用いて露光光を形成する際、複数の半導体発光素子 4 2 を効率良く冷却することができる。

【 0 0 5 6 】

あるいは、複数の半導体発光素子 4 2 を冷却しながら、複数の半導体発光素子 4 2 の一

50

部又は全部を断続的に点灯して、露光光の照度を調節し、断続的に点灯する半導体発光素子の一部を、他の断続的に点灯する半導体発光素子と異なるタイミングで点灯することにより、複数の半導体発光素子 4 2 を用いて露光光を形成する際、複数の半導体発光素子 4 2 を効率良く冷却することができる。

【 0 0 5 7 】

さらに、半導体発光素子 4 2 を、最大定格出力よりも大きな出力で断続的に点灯することにより、露光光の照度を高くすることができるので、露光時間を短縮することができる。

【 0 0 5 8 】

また、異なる波長特性の光を発生する異なる種類の半導体発光素子をそれぞれ複数設け、露光する感光樹脂材料に応じて、点灯する半導体発光素子の種類を選択することにより、感光樹脂材料に応じた波長特性の露光光を形成することができ、かつ露光光の波長特性を安定化させることができる。

【 0 0 5 9 】

本発明は、プロキシミティ露光装置に限らず、プロジェクション方式を用いて基板の露光を行う投影露光装置にも適用することができる。

【 0 0 6 0 】

本発明の露光装置を用いて基板の露光を行い、あるいは、本発明の露光光照射方法を用いて露光光をマスクを介して基板へ照射し、基板の露光を行うことにより、露光光の光源の寿命が長くなるので、表示用パネル基板の生産性を向上させることができる。

【 0 0 6 1 】

例えば、図 1 1 は、液晶ディスプレイ装置の T F T 基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。薄膜形成工程（ステップ 1 0 1）では、スパッタ法やプラズマ化学気相成長（C V D）法等により、基板上に液晶駆動用の透明電極となる導電体膜や絶縁体膜等の薄膜を形成する。レジスト塗布工程（ステップ 1 0 2）では、ロール塗布法等により感光樹脂材料（フォトレジスト）を塗布して、薄膜形成工程（ステップ 1 0 1）で形成した薄膜上にフォトレジスト膜を形成する。露光工程（ステップ 1 0 3）では、プロキシミティ露光装置や投影露光装置等を用いて、マスクのパターンをフォトレジスト膜に転写する。現像工程（ステップ 1 0 4）では、シャワー現像法等により現像液をフォトレジスト膜上に供給して、フォトレジスト膜の不要部分を除去する。エッチング工程（ステップ 1 0 5）では、ウエットエッチングにより、薄膜形成工程（ステップ 1 0 1）で形成した薄膜の内、フォトレジスト膜でマスクされていない部分を除去する。剥離工程（ステップ 1 0 6）では、エッチング工程（ステップ 1 0 5）でのマスクの役目を終えたフォトレジスト膜を、剥離液によって剥離する。これらの各工程の前又は後には、必要に応じて、基板の洗浄 / 乾燥工程が実施される。これらの工程を数回繰り返して、基板上に T F T アレイが形成される。

【 0 0 6 2 】

また、図 1 2 は、液晶ディスプレイ装置のカラーフィルタ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。ブラックマトリクス形成工程（ステップ 2 0 1）では、レジスト塗布、露光、現像、エッチング、剥離等の処理により、基板上にブラックマトリクスを形成する。着色パターン形成工程（ステップ 2 0 2）では、染色法、顔料分散法、印刷法、電着法等により、基板上に着色パターンを形成する。この工程を、R、G、Bの着色パターンについて繰り返す。保護膜形成工程（ステップ 2 0 3）では、着色パターンの上に保護膜を形成し、透明電極膜形成工程（ステップ 2 0 4）では、保護膜の上に透明電極膜を形成する。これらの各工程の前、途中又は後には、必要に応じて、基板の洗浄 / 乾燥工程が実施される。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 に示した T F T 基板の製造工程では、露光工程（ステップ 1 0 3）において、図 1 2 に示したカラーフィルタ基板の製造工程では、ブラックマトリクス形成工程（ステップ 2 0 1）及び着色パターン形成工程（ステップ 2 0 2）の露光処理において、本発明の

10

20

30

40

50

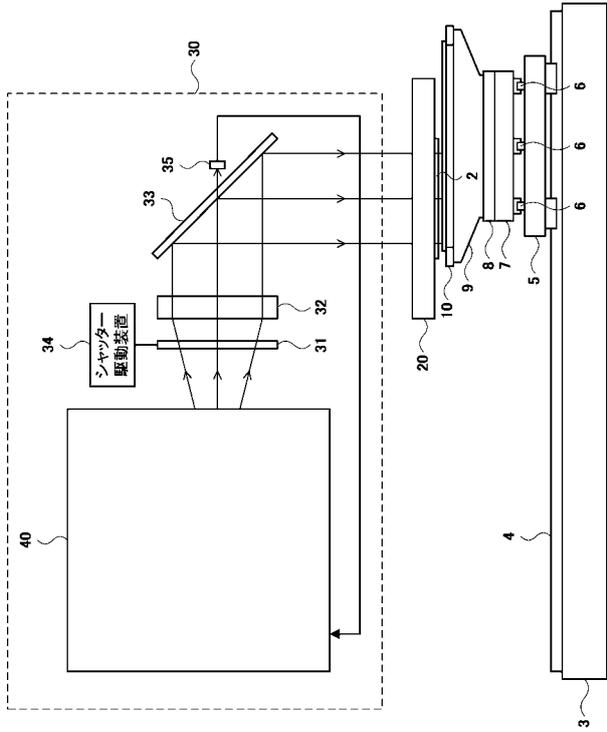
露光装置又は露光光照射方法を適用することができる。

【符号の説明】

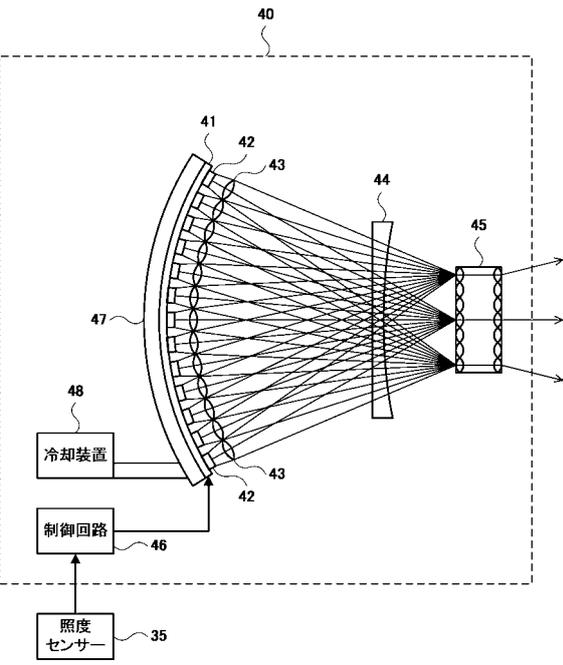
【0064】

1	基板	
2	マスク	
3	ベース	
4	Xガイド	
5	Xステージ	
6	Yガイド	
7	Yステージ	10
8	ステージ	
9	チャック支持台	
10	チャック	
20	マスクホルダ	
30	露光光照射装置	
31	シャッター	
32	コリメーションレンズ群	
33	平面鏡	
34	シャッター駆動装置	
35	照度センサー	20
40	光源ユニット	
41	ベース基板	
42	半導体発光素子	
43	拡大レンズ	
44	集光レンズ	
45	レンズ群	
46	制御回路	
47	冷却部材	
47 a	熱伝導部材	
48	冷却装置	30

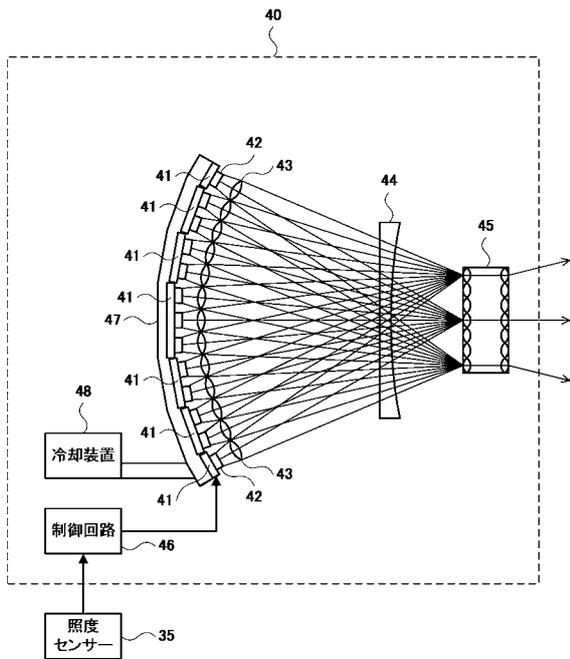
【図1】



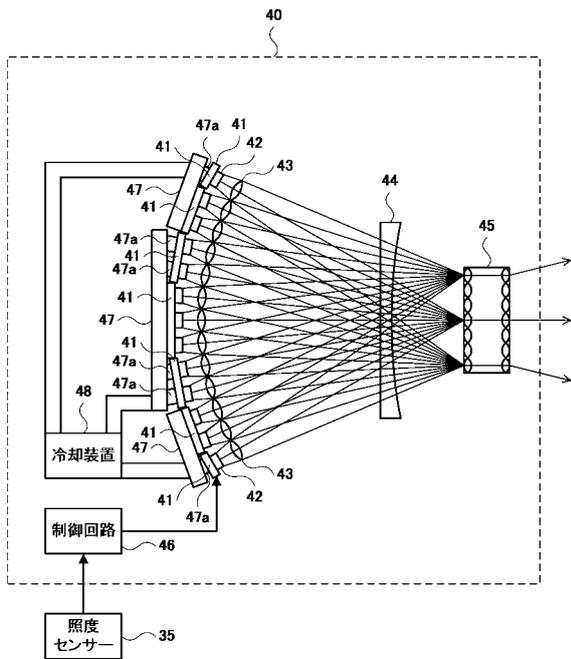
【図2】



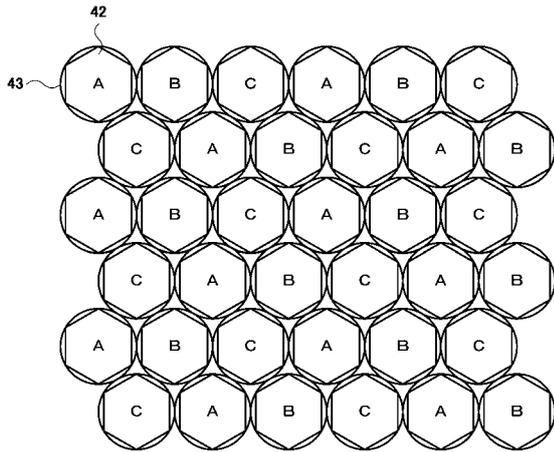
【図3】



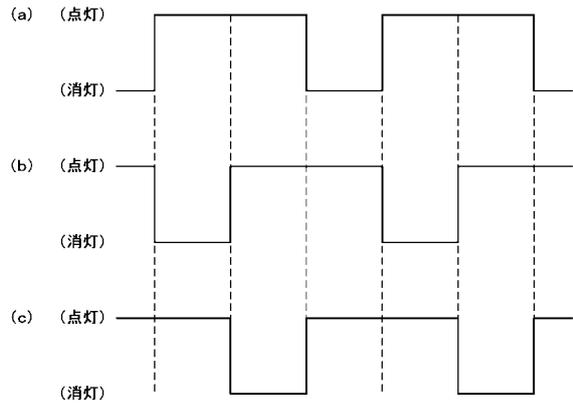
【図4】



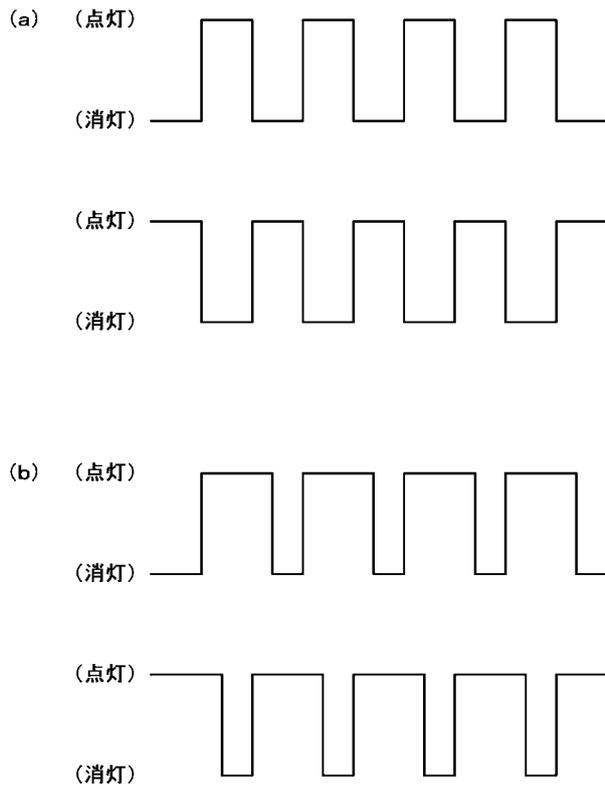
【 図 5 】



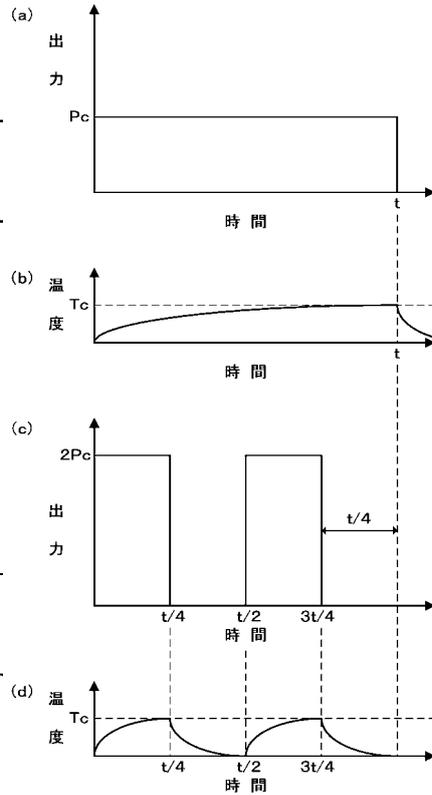
【 図 6 】



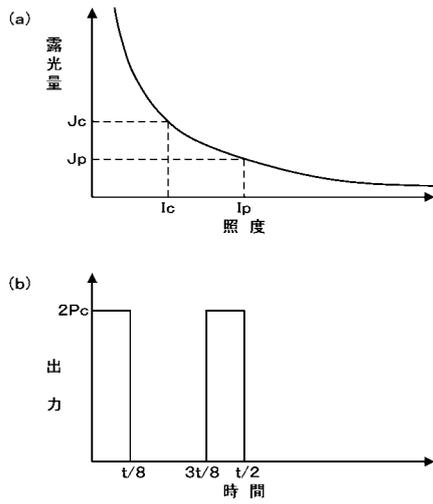
【 図 7 】



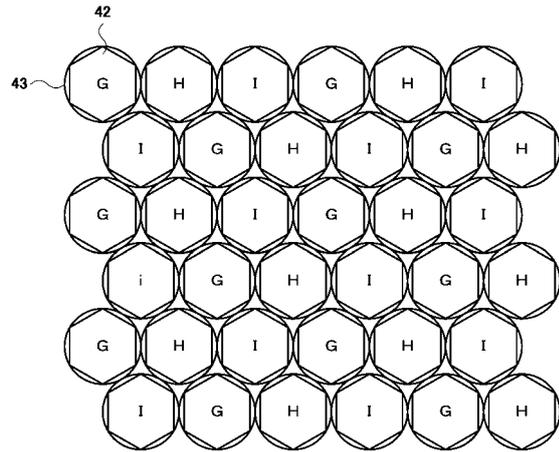
【 図 8 】



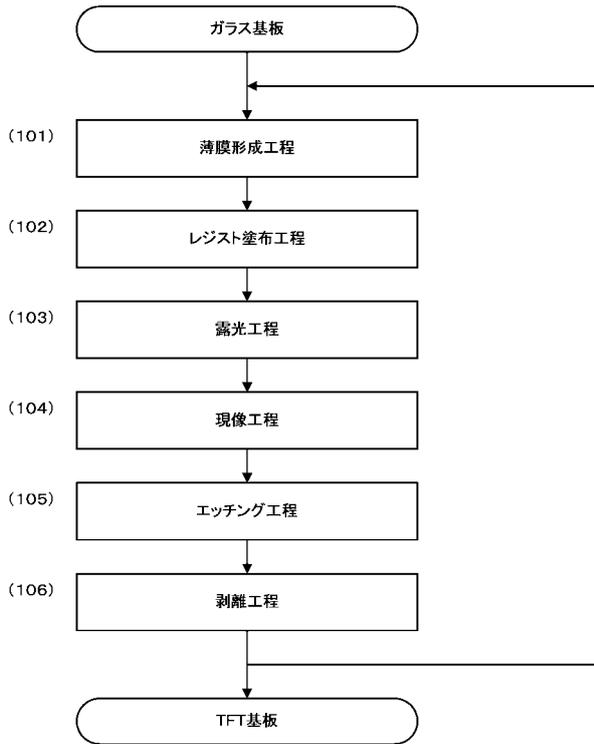
【図9】



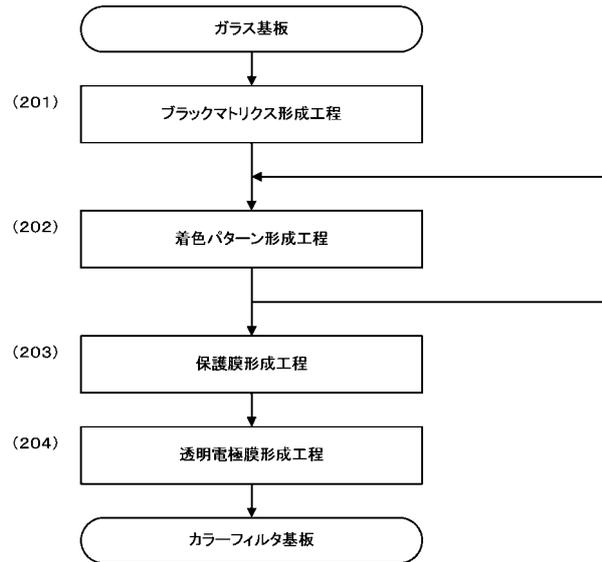
【図10】



【図11】



【図12】



## フロントページの続き

(72)発明者 土井 秀明  
埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地  
埼玉事業所内  
株式会社日立ハイテクノロジーズ

(72)発明者 斎藤 佳大  
埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地  
埼玉事業所内  
株式会社日立ハイテクノロジーズ

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開2004-342633(JP,A)  
特開2006-332077(JP,A)  
特開2004-335949(JP,A)  
特開2006-019412(JP,A)  
特開2007-333965(JP,A)  
特開2004-325872(JP,A)  
特開2005-162880(JP,A)  
特開2006-278907(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G03F 7/20-7/24  
H01L 21/027