(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3563936号
(P3563936)
(45)発行日　平成16年9月8日(2004.9.8)　(24)登録日　平成16年6月11日(2004.6.11)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/027　H01L 21/30　515E
G03F 7/20　G03F 7/20　521
H01L 21/30　516F
H01L 21/30　503G

請求項の数 6　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平9-265689
(22)出願日　平成9年9月30日(1997.9.30)
(65)公開番号　特開平11-111587
(43)公開日　平成11年4月23日(1999.4.23)
審査請求日　平成13年6月7日(2001.6.7)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100067541
弁理士　岸田　正行
(74)代理人　100108361
弁理士　小花　弘路
(74)代理人　100067530
弁理士　新部　興治
(74)代理人　100083312
弁理士　本多　小平
(74)代理人　100104628
弁理士　水本　敦也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体製造用露光装置およびこれを用いた半導体デバイス製造プロセス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に前記開口を閉じる遮蔽部材を設け、

前記開口の大きさを、前記投影光学系の開口数に応じて変更可能としたことを特徴とする半導体製造用露光装置。

【請求項２】

投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に前記開口を閉じる遮蔽部材を設け、

前記遮蔽部材の表面に有機ガスを吸着する物質がコーティングされていることを特徴とする半導体製造用露光装置。

【請求項３】

投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に前記開口を閉じる遮蔽部材を設け、

前記遮蔽部材が透明な材料で作られており、この遮蔽部材の表面に酸化チタンがコーティングされていることを特徴とする半導体製造用露光装置。

【請求項４】

前記遮蔽部材に前記投影光学系からクリーニング光を照射することを特徴とする請求項３に記載の半導体製造用露光装置。
【請求項５】
請求項１から４のいずれかに記載の半導体製造用露光装置を用いたことを特徴とする半導体デバイス製造プロセス。
【請求項６】
請求項３又は４に記載の半導体製造用露光装置を用い、前記遮蔽部材にクリーニング光を照射する工程を含むことを特徴とする請求項５に記載の半導体デバイス製造プロセス。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体デバイス製造プロセスにて使用される半導体製造用露光装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、半導体集積回路の高集積化はギガビットＤＲＡＭ世代へ向けて進んでいる。そして、この高集積化に伴い、露光装置とりわけ投影光学系に要求される性能もさらに高レベルとなってきている。
【０００３】
ここで、露光装置の解像度は、投影光学系の開口数（ＮＡ）を大きくすることによって高めることができるが、ＮＡを大きくすることによって焦点深度が浅くなる。したがって、ある程度以上ＮＡを大きくすることができず、解像度を高めるためには露光波長を短波長化することが要求されている。
【０００４】
このような理由で、ギガビットＤＲＡＭ世代の露光装置に用いられる光源として、ＫｒＦエキシマレーザやＡｒＦエキシマレーザが有望視されているが、光源の短波長化に伴いレジストも解像度の高い化学増幅型レジストへと移行する。化学増幅型レジストは、ＫｒＦ等の光源を用いて露光することにより酸を発生させ、露光後のベーク処理時に酸を触媒として、ポジ型では保護基脱離反応を、ネガ型では架橋反応を起こさせるものであり、これによりアルカリ現像液に対する溶解速度を変化させて現像後に高アスペクト比のパターンを得ることができる。
【０００５】
図５には、ポジ型化学増幅レジストの反応の概略を示している。図中（Ａ），（Ｂ），（Ｃ），（Ｄ）の順に反応は進行する。レジストは保護基６２を有したベース樹脂６１および光酸発生剤６３から構成される（Ａ）。ＫｒＦやＡｒＦ光源からの光によって露光されると、光酸発生剤６３が反応し、酸６４を発生する（Ｂ）。酸６４は触媒となって保護基６２を脱離し、反応生成物６５を作る（Ｃ）。反応生成物６５は気化し、レジスト膜外へと出ていくため、レジストの膜厚は減少する（Ｄ）。
【０００６】
図中（Ｃ），（Ｄ）の現象は、主に露光後の熱処理時に起きるものであるが、実際に用いられている化学増幅レジストは、露光中あるいは露光からベーク処理までの間にも起きる。これは、露光装置のスループットを上げるためにレジストの感度を向上させた結果、保護基脱離反応が酸の存在に対して敏感に起こり、高温にベークしなくても常温で反応が進行することが原因である。なお、図６には、実際の露光後のレジスト膜厚の変化を示している。この図から分かるように、露光量に応じて反応速度が異なり、膜厚の減少速度に差が生じる。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
上述したように、露光中から熱処理時にかけて反応生成物が気化してガスが生じるのであるが、このガスが露光光と反応して有機物が生じ、投影レンズ系が汚染されるという問題

がある。

【０００８】

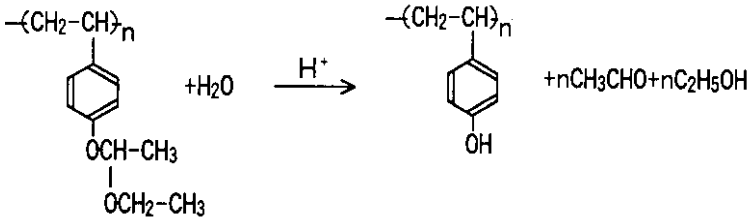
すなわち、図７に示すように、光源から照明光学系、レチクルおよび投影光学系８６を通過して被露光基板９０に光が照射されると、基板９０のレジストが反応してガス８８が発生する。発生したガス８８が光源光に反応して有機物８７が発生し、この有機物８７が投影光学系８６の最終段レンズ８９の表面に付着する。

【０００９】

例えば、保護基として代表的なものである１エトキシエトキシ基の脱離反応は、温度よりもむしろ触媒となる酸に敏感であり、ベーク前の状態において反応が進行する。この脱離反応（化１）において生成されたアセトアルデヒドとエタノールは揮発性が高く、レジスト中に存在する残存溶媒や酸、酸発生剤、界面活性剤等の添加剤等とともに揮発する。

【００１０】

【化１】



【００１１】

このように反応生成ガスとともに膜外に放出された有機物が、光照射による分解、再結合を含む複雑な反応過程を経て、投影レンズ等の表面に付着固化する。そして、このように投影レンズが汚染された場合、露光装置の解像性能が低下したり、照度むらによる画角内の線幅のばらつきが生じたりして、製造した半導体デバイスの歩留まりが低下するという問題がある。

【００１２】

このような問題に対して、特開平６－１４０３０４号公報にて提案され、本願図８に示す露光装置では、投影光学系９６のレンズ９９と被露光基板１００との間にフィルム１０１を設けて、レジストからの発生ガス９８がレンズ表面に付着するのを防止している。

【００１３】

しかしながら、このような露光装置では、露光光の短波長化に対応した十分な透過率を有するフィルム材料がないという問題がある。また、露光光によりフィルムがダメージを受けて透過率が変化したり、フィルム面に付着した物質によってフイルム面内での透過率の偏りが生じたりして、解像性能が劣化したり照度が変動したりするという問題もある。

【００１４】

また、特開平６－２６０３８５号公報にて提案され、本願図９に示す露光装置では、被露光基板１１０の周辺にノズル１１３を設け、投影光学系１０６のレンズ１０９と被露光基板１１０との間に不活性ガス１１２を供給することにより、スループットを落とさずに不活性ガス中での露光を可能としている。

【００１５】

しかしながら、このような露光装置では、レジストからの発生ガス１０８は投影光学系に付着しにくいものの、不活性ガスのフローによって露光雰囲気中の屈折率がゆらぎ、被露光基板の露光むらを引き起こすという問題がある。

【００１６】

そこで、本発明は、化学増幅レジストを用いた際の投影光学系の汚染を防いで、長期間安定した高精度のパターン転写が可能な半導体製造用露光装置を提供することを目的としている。

【００１７】

【課題を解決するための手段】
上記の目的を達成するために、本発明では、投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、投影光学系と基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に開口を閉じるシャッター状の光学系汚染防止用遮蔽部材を設け、遮蔽部材の開口面積を投影光学系の開口数に応じて変更できるようにしている。
【００１８】
例えば、逐次移動型縮小投影露光装置（ステッパ）で８インチ基板を露光する場合、１枚の基板を処理するのに必要な時間は６０秒程度である。この間に露光された領域のレジストから脱ガスが生じ、投影光学系汚染の原因となる。しかし、この時間から被露光基板の移動等を除いた純粋な露光時間は数秒に過ぎない。このため、純粋な露光時間の間だけ露光用開口を開き、これ以外の時間の間は露光用開口を閉じるようにすれば、レジストからの発生ガスによる投影光学系（特に、投影レンズの最終面）の汚染を効果的に防止することが可能となる。しかも、遮蔽部材の開口面積を投影光学系の開口数に応じて変更することで、露光時の遮蔽部材の開口面積を常に光路を妨げない最小の面積とすることができ、光学系汚染防止効果を高めることができる。
【００１９】
また、本発明では、投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、投影光学系と基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に開口を閉じるシャッター状の光学系汚染防止用遮蔽部材を設け、遮蔽部材の表面に有機ガスを吸着する物質をコーティングしている。これにより、露光用開口の開閉によって発生ガスによる撮影光学系の汚染を防止でき、しかも、レジストからの発生ガスを遮蔽部材に効果的に吸着させることができるため、光学系汚染防止効果を一層高めることができる。
【００２０】
なお、コーティング材料としては、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロドリン、セルロース等のデンプン類、ポリエチレングリコール、ゼラチン、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリマレイン酸、ポリアクリルアミドやこれらの誘電体等の水溶性の高分子や、メタクリル酸エステル、アクリル酸エステル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネート、ポリエステルやこれらの誘電体等の有機可溶性ポリマー等が挙げられる。また、コーティング材料中に、有機ガスを化学吸着する物質、例えばカルシウム、ストロンチウム、バリウム、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、鉄等を含有させてもよい。
【００２１】
また、本発明では、投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、投影光学系と基板との間に、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時に開口を閉じるシャッター状の光学系汚染防止用遮蔽部材を設け、遮蔽部材を透明な材料で作り、この遮蔽部材の表面（基板側表面）に酸化チタンをコーティングしている。ここで、遮蔽部材にクリーニング光を照射すれば、遮蔽部材の表面に付着した有機物を酸化チタンの光触媒反応の効果により分解・除去することができる。この酸化チタンのクリーン化作用により、遮蔽部材の頻繁な交換が不要となり、生産ラインを頻繁に止めなければならないといった不都合を回避することが可能となる。なお、ここにいう透明とは、クリーニング光（露光光等）に対する透過率が少なくとも３０％以上、好ましくは８０％以上であることを指す。
【００２３】
そして、これらの結果、露光装置の解像性能および照度の長期安定性を向上させ、良好なレジストパターンを安定的に得ることが可能となる。
【００２４】
【発明の実施の形態】
（第１実施形態）

図１には、本発明の第１実施形態であるＫｒＦ逐次移動型縮小投影露光装置（ステッパ）の露光部の構成を示している。この図中、６は投影光学系であり、９は最終段の投影レンズである。１０は被露光基板であり、この基板１０と投影レンズ９との間には、シャッター（遮蔽部材）１４が設けられている。

【００２５】

シャッター１４は、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時には開口を閉じる。なお、シャッター１４は、その開口面積を、露光光の光路を妨げない最小の面積とするために、投影光学系６の開口数（ＮＡ）に応じて変更できる構造となっている。つまり、ＮＡが大きい場合には、シャッター１４の開口面積は大きく設定され、ＮＡが小さい場合には、シャッター１４の開口面積は小さく設定される。

【００２６】

以上のように構成されたステッパでは、図１（Ａ）に示すように、シャッター１４の開口を開いた状態で、ＫｒＦ光源（図示せず）からの露光光１５が、レチクル（図示せず）がセットされている投影光学系６を通して被露光基板１０に照射されて露光が行われる。

【００２７】

露光終了後は、図１（Ｂ）に示すように、直ちにシャッター１４の開口が閉じ、基板１０上のレジストから発生したガス８が投影光学系６側に移動しないようにする。これにより、露光直後（被露光基板１０が次のショット位置に移動する前）における投影レンズ９のガス８による汚染が防止される。

【００２８】

続いて、図１（Ｃ）に示すように、被露光基板１０が次のショット位置に移動するとともに、再びシャッター１４の開口が開いて露光が行われるが、このとき既に露光されてレジストからガス８を発生する領域はシャッター１４の開口の真下から移動している。このため、ガス８は投影レンズ９の表面にほとんど到達しない。これにより、被露光基板１０が次のショット位置に移動した後の投影レンズ９のガス８による汚染も防止される。

【００２９】

なお、このようなステッパを定常稼働により６ヶ月間使用した後に、投影レンズ９を検査したところ、投影レンズ９への付着物は極めて少なく、許容できる範囲内であった。

【００３０】

（第２実施形態）

上記第１実施形態のシャッター１４の基板側表面にカルシウムを５部含んだ５００ｎｍ厚のポリメタクリル酸メチルフィルムでコーティングしてもよい。

【００３１】

これによれば、シャッター１４の基板側表面には有機ガスを化学吸着する物質がコーティングされているため、レジストから発生したガス８はシャッター１４に吸着され、シャッター１４の開口を通して投影光学系６側に移動しない。このため、ガス８による投影レンズ９の表面の汚染を第１実施形態のものよりも効果的に防止することができる。

【００３２】

なお、このようなステッパを定常稼働により６ヶ月間使用した後に、投影レンズ９を検査したところ、投影レンズ９への付着物は極めて少なく、許容できる範囲内であった。

【００３３】

また、本実施形態では、シャッター１４にポリメタクリル酸メチルをコーティングした場合について説明したが、本発明の遮蔽部材にはこれら以外の有機物吸着材料をコーティングしてもよい。

【００３４】

（第３実施形態）

図２には、本発明の第３実施形態であるＫｒＦ逐次移動型縮小投影露光装置（ステッパ）の露光部の構成を示している。なお、本実施形態において、第１実施形態と同じ構成要素については第１実施形態と同符号を付して説明に代える。

【００３５】

本実施形態でも、被露光基板１０と投影レンズ９との間にシャッター２４が設けられているが、このシャッター２４は石英で作られており、その基板側表面には酸化チタンが１００ｎｍの厚さでコーティングされている。

【００３６】

このように構成されたステッパにおいても、第１実施形態と同様に、シャッター２４によりガスによる投影レンズ９の表面の汚染を防止することができる。なお、本実施形態では、図２に示すように、酸化チタン（つまりはシャッター２２４）に定期的に（定常稼働において１週間に１回程度の割合で）、図示しないＫｒＦ光源からのクリーニング光１７を投影光学系６を通して照射する。クリーニング光１７の照射により酸化チタンが光触媒として作用し、シャッター２４の基板側表面に付着した有機物が分解除去される。このため、シャッター２４の頻繁な交換が不要となる。

【００３７】

なお、本実施形態では、シャッターを石英で作った場合について説明したが、石英以外の透明材料を用いてもよい。また、第１実施形態に示したステッパのシャッターを石英等の透明材料で作って酸化チタンでコーティングしてもよい。

【００３８】

また、上記第１から第３実施形態では、ＫｒＦ等の光源を使用するステッパについて説明したが、本発明はこれら以外の光源又は方式を用いた露光装置にも適用することができる。

【００３９】

（第４実施形態）

図３および図４には、上記各実施形態にて説明したステッパを使用する半導体デバイスの製造プロセスを示している。この製造プロセスは、ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、液晶パネル、ＣＣＤ、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシンおよびマイクロオプティクス等の製造に使用される。

【００４０】

図３には、回路設計から出荷までのフローを示しており、まずステップ１で半導体デバイスの回路設計が行われると、次にステップ２で、設計された回路パターンを形成したマスク（レチクル）構造体が作られる。一方、ステップ３では、シリコン等の材料を用いてウエハが製造される。

【００４１】

次にステップ４では、前工程、すなわちマスク構造体とウエハとを用い、フォトリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する工程が行われる。そして、ステップ５では、後工程、すなわち回路が形成されたウエハを半導体チップ化する工程が行われる。なお、この後工程では、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング工程）やパッケージング工程も含まれる。

【００４２】

こうして製造された半導体デバイスは、ステップ６で動作確認、耐久性等の各種検査が行われ、ステップ７で出荷される。

【００４３】

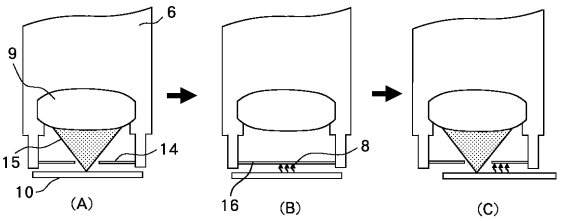
図４には、上記前工程の詳細なフローを示している。まずステップ１１でウエハの表面が酸化され、ステップ１２でウエハ表面にＣＶＤにより絶縁膜が形成される。次に、ステップ１３では、ウエハ上に電極が蒸着形成され、ステップ１４では、ウエハにイオンが打ち込まれる。

【００４４】

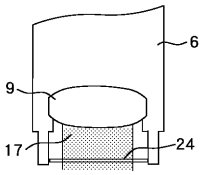
続いてステップ１５では、ウエハに感光剤が塗布され、ステップ１６ではマスクの回路パターンをウエハ上に焼き付け露光する。このステップ１６において、上記各実施形態のステッパ等が使用されることにより、従来難しかった高集積度の半導体デバイスの製造が可能になる。なお、第３実施形態のステッパを用いる場合には、このステップ１６の実行前に、定期的にシャッター２４にクリーニング光を照射する（ステップ１６′）。

【００４５】
露光後、ステップ１７でウエハ上の回路パターンが現像され、ステップ１８では、エッチングにより現像したパターン像以外の部分が削り取られ、ステップ１９では、エッチング後不要となったレジストが取り除かれる。これらのステップが繰り返し行われることで、ウエハ上に回路パターンが多重形成される。
【００４６】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、投影光学系と被露光基板との間にシャッター状の光学系汚染防止用遮蔽部材を設けているので、基板の露光を妨げることなく、基板レジストからの発生ガスの投影光学系側への流れを遮蔽したりガスから生じる有機物を吸着したりすることができ、高い光学系汚染防止効果を得ることができる。そして、この結果、露光装置の解像性能および照度の長期安定性を向上させ、良好なレジストパターンを安定的に得ることができる。
【００４７】
なお、遮蔽部材を透明な材料で作り、この遮蔽部材の表面（基板側表面）に酸化チタンをコーティングすれば、クリーニング光を照射することによって遮蔽部材の表面に付着した有機物を酸化チタンの光触媒反応の効果により分解・除去することができるため、遮蔽部材の頻繁な交換を不要とし、生産ラインの頻繁な停止といった不都合を回避することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１実施形態であるステッパの構成を示す概略図である。
【図２】本発明の第２実施形態であるスキャナの構成を示す概略図である。
【図３】上記ステッパおよびスキャナが使用される半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。
【図４】上記製造プロセス中の前工程のフローチャートである。
【図５】ポジ型化学増幅レジストの反応説明図である。
【図６】露光後のレジスト膜厚の変化を示したグラフ図である。
【図７】レジストからの発生ガスによる投影レンズの汚染構造を示す説明図である。
【図８】従来のレンズ汚染防止用フィルムを備えた露光装置の概略図である。
【図９】従来のレンズ汚染防止用ノズルを備えた露光装置の概略図である。
【符号の説明】
６，８６，９６，１０６　　投影光学系
８，８８，９８，１０８　　ガス
９，８９，９９，１０９　　投影レンズ
１０，９０，１００，１１０　　被露光基板
１４，２４　　シャッター
１５　　露光光
１７　　クリーニング光
６１　　ベース樹脂
６２　　保護基
６３　　光酸発生剤
６４　　酸
６５　　反応生成物
１０１　　フィルム
１１３　　ノズル
１１２　　不活性ガス

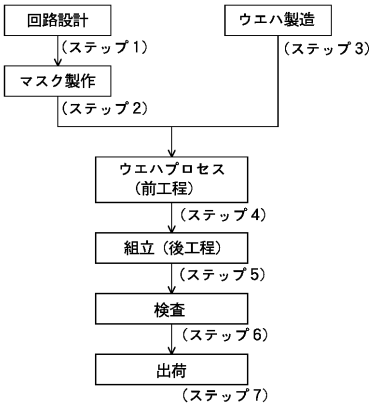
【図１】


6
9
15
14
10
(A)
16
8
(B)
(C)

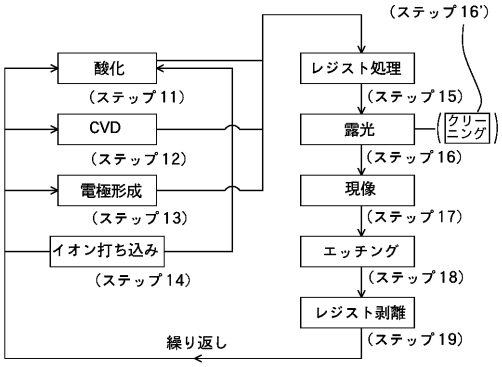
【図２】


6
9
17
24

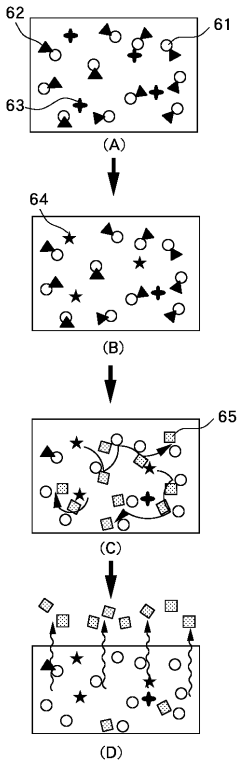
【図３】


回路設計
(ステップ１)
マスク製作
(ステップ２)
ウエハ製造
(ステップ３)
ウエハプロセス
(前工程)
(ステップ４)
組立（後工程）
(ステップ５)
検査
(ステップ６)
出荷
(ステップ７)

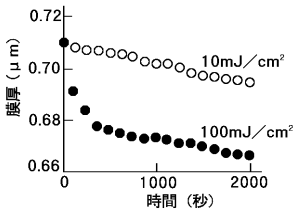
【図４】


(ステップ16')
酸化
(ステップ11)
CVD
(ステップ12)
電極形成
(ステップ13)
イオン打ち込み
(ステップ14)
レジスト処理
(ステップ15)
露光
クリーニング
(ステップ16)
現像
(ステップ17)
エッチング
(ステップ18)
レジスト剥離
(ステップ19)
繰り返し

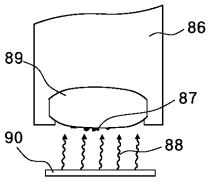
【図５】


62
61
63
(A)
64
(B)
65
(C)
(D)

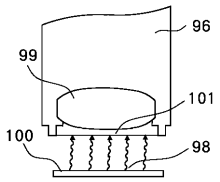
【図６】


0.72
0.70
0.68
0.66
膜厚（μm）
10mJ／cm²
100mJ／cm²
0
1000
2000
時間（秒）

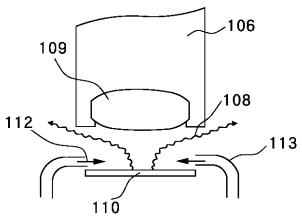
【図７】


86
89
87
90
88

【図８】


96
99
101
100
98

【図９】


106
109
108
112
113
110

フロントページの続き

(72)発明者　酒井　啓太
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　佐藤　秀樹

(56)参考文献　特開昭６３－２６６８２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０４５２２９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－３０９６２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１９９３８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０９７０１１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H01L 21/027