

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4366407号
(P4366407)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 5 G
 GO 3 F 7/20 (2006.01) GO 3 F 7/20 5 2 1
 HO 1 L 21/30 5 1 5 D

請求項の数 8 (全 9 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2007-36810 (P2007-36810) | (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 |
| (22) 出願日 | 平成19年2月16日(2007.2.16) | (74) 代理人 | 100076428 弁理士 大塚 康徳 |
| (65) 公開番号 | 特開2008-205038 (P2008-205038A) | (74) 代理人 | 100112508 弁理士 高柳 司郎 |
| (43) 公開日 | 平成20年9月4日(2008.9.4) | (74) 代理人 | 100115071 弁理士 大塚 康弘 |
| 審査請求日 | 平成19年2月16日(2007.2.16) | (74) 代理人 | 100116894 弁理士 木村 秀二 |
| | | (72) 発明者 | 川▲崎▼ 陽司 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 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を保持するステージと、原版からの光を前記基板に投影する投影光学系とを有し、前記投影光学系の最終面と前記基板との間隙に満たされた液体を介して前記基板を露光する露光装置であって、

前記投影光学系の最終面と前記基板ステージとの間隙へ液体を供給するための第1ノズルと、

第1モードにおいては前記投影光学系の最終面と前記基板ステージとの間隙から液体を回収し、第2モードにおいては前記投影光学系の最終面と前記ステージとの間隙へ液体を供給するための第2ノズルと、

前記第2モードにおいて、少なくとも前記第2ノズルを介して供給された液体を回収する第3ノズルと、
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

前記第3ノズルが前記ステージに配置され、前記第2モードにおいて前記第3ノズルが前記投影光学系の下に位置するように前記ステージが配置されることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】

前記第3ノズルを介して回収された液体の中の異物を検出する検出器を有し、前記検出器の出力に基づき、前記第2ノズルを介した液体の供給及び前記第3ノズルを

介した液体の回収を行う、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記検出器によって検出される異物の量が規定値を下回るまで、前記第 2 ノズルを介した液体の供給及び前記第 3 ノズルを介した液体の回収を行う、ことを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記検出器は、液体に光を照射し、且つ該液体からの散乱光に基づいて異物を検出する、ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記第 2 ノズルを介した液体の供給に並行して前記第 1 ノズルを介した液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光装置。 10

【請求項 7】

前記第 2 ノズルを介したクリーニング用の液体の供給を行う、ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、
該露光された基板を現像する工程と、
を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 20

【0001】

本発明は、投影光学系の最終面とステージに保持された基板との間に満たされた液体を介して基板を露光する露光装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス等のデバイスを製造するための露光装置に対しては、常に解像力の向上が要求されている。露光装置の解像力を向上させるために、投影光学系の高 NA 化と、露光光の波長の短波長化が進んでいる。露光光の波長については、365 nm の i 線から 248 nm の波長を有する KrF エキシマレーザ光に移行し、近年では 193 nm の波長を有する ArF エキシマレーザ光に移行しつつある。 30

【0003】

現在、更なる解像力の向上のための技術として、液浸露光方式が注目されている（特許文献 1）。液浸露光方式の露光装置の 1 つとして、投影光学系の端面の少なくとも一部の領域と基板ステージ上の基板との間の空間に液体を満たした状態で基板を露光する露光装置がある。このような露光装置では、投影光学系の周囲に配置された供給ノズルから前記空間に液体を供給するとともに、投影光学系の周囲に配置された回収ノズルを通して前記空間から液体を回収される。

【特許文献 1】再公表特許 W 0 9 9 / 4 9 5 0 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0004】

上記のような液浸露光方式の露光装置では、例えば、基板上又は基板ステージ上にある異物が液体と共に回収ノズルに向けて流れるために回収ノズルに異物が付着しうる。このような異物は、基板の露光時などにおいて、回収ノズルから遊離して露光ビームを遮ったり、基板や投影光学系の端面等に再付着したりしうる。基板に再付着する異物は、ランダムな不良の原因となり、投影光学系の端面に再付着する異物は、複数ショット領域又は複数基板に共通した不良の原因となりうる。

【0005】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、例えば、露光に影響を与える異物を低減する機能を有する露光装置を提供することを目的とする。 50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、基板を保持するステージと、原版からの光を前記基板に投影する投影光学系とを有し、前記投影光学系の最終面と前記基板との間に満たされた液体を介して前記基板を露光する露光装置に関する。前記露光装置は、前記投影光学系の最終面と前記基板ステージとの間隙へ液体を供給するための第1ノズルと、第1モードにおいては前記投影光学系の最終面と前記基板ステージとの間隙から液体を回収し、第2モードにおいては前記投影光学系の最終面と前記ステージとの間隙へ液体を供給するための第2ノズルと、前記第2モードにおいて、少なくとも前記第2ノズルを介して供給された液体を回収する第3ノズルとを有する。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、例えば、露光に影響を与える異物を低減する機能を有する露光装置が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。

【0009】

図1は、本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。図1に示す露光装置100は、原版(レチクル)Rを保持する原版ステージRSと、原版Rを照明する照明光学系ILと、基板Wを保持する基板ステージWSと、原版Rのパターン情報を含む原版Rからの光を基板Wに投影する投影光学系POとを備える。露光装置100は、例えば、原版Rと基板Wとを走査駆動しながらスリットによって整形された露光ビームEBで基板を走査露光する露光装置として、或いは、原版R及び基板Wを静止させた状態で露光ビームEBで基板を露光する露光装置として構成される。基板ステージWSは、基板Wを保持する基板チャック(不図示)を有し、基板チャックで基板Wを保持し且つ移動する。基板ステージWSは、ステージ定盤SP上で例えば6軸方向に駆動される。

20

【0010】

露光装置100は、投影光学系POの最終面ESの少なくとも一部の領域と基板ステージWS上の基板Wとの間の空間(間隙)Sに液体Lを満たした状態で基板Wを露光する。ここで、投影光学系POの最終面ESの少なくとも一部の領域は、露光ビームEBの光路を含む。投影光学系POの最終面ESは、投影光学系POを構成する複数の光学素子のうち最も基板ステージWS又は基板Wに近い光学素子(最終光学素子)FOの2面のうち基板ステージWS又は基板Wに対面する面である。露光装置100は、投影光学系POの最終面ESと基板ステージWSに保持された基板Wとの空間(間隙)Sに満たされた液体を介して基板Wを露光する。

30

【0011】

露光装置100は、液体を制御するための構成として次のような構成を備える。即ち、露光装置100は、第1ノズル11と、第2ノズル12と、第3ノズル13とを備える。第1ノズル11は、投影光学系POの周囲に配置され、空間(間隙)Sを満たすべき液体Lを空間Sに供給する。第1ノズル11は、空間Sに向けて液体を排出されるように構成されてもよいし、第1ノズル11から排出された液体が移動することによって空間Sに液体が満たされるように構成されてもよい。第2ノズル12は、投影光学系POの周囲に配置され、第1モードにおいては空間Sから液体Lを回収し、第2モードにおいては、基板ステージWS上或いは空間Sに液体を供給する。即ち、第2ノズル12は、空間Sからの液体の回収、及び投影光学系POの最終面ESと基板ステージWSとの間の空間Sへの液体の供給を選択的にを行うために使用される。第3ノズル13は、第2モードにおいて、空間Sに供給された液体を回収する。ここで、第3ノズル13によって回収される液体には、少なくとも、第2ノズル12を介して空間Sに供給された液体が含まれる。第3ノズル13は、更に第1モードにおいても液体を回収するように利用されてもよい。

40

50

【 0 0 1 2 】

ここで、第1モードは、基板Wを露光ビームEBで露光する露光モードを含むが、他のモードを含んでもよい。第2モードは、露光に影響を与える異物を低減するクリーニングモードを含むが、他のモードを含んでもよい。第1モード、第2モードは、この明細書では、液体をどのように流すモードであるかを区別するために使用される用語である。

【 0 0 1 3 】

第1ノズル11は、典型的には、第2ノズル12よりも投影光学系POに近い位置に配置される。1つの実施形態において、第1ノズル11及び第2ノズル12は、リング形状を有しうる。他の実施形態において、第1ノズル11及び第2ノズル12は、直線形状を有しうる。

10

【 0 0 1 4 】

第1ノズル11は、液体ライン(液体供給ライン)21の一端に連通していて、液体ライン21には、バルブ22及びポンプ23が配置されている。バルブ22の開閉及び/又は開度、並びに、ポンプ23の動作は、制御ユニット50によって制御される。液体ライン21の他端は、液体の供給源(例えば、供給タンク)に接続されている。

【 0 0 1 5 】

第2ノズル12は、液体ライン31に連通している。液体ライン31は、液体ライン(液体回収ライン)32と液体ライン(液体供給ライン)33とに分岐している。液体ライン32には、バルブ34及びポンプ35が配置されている。バルブ34の開閉及び/又は開度、並びに、ポンプ35の動作は、制御ユニット50によって制御される。液体ライン32は、液体の回収部(例えば、回収タンク)に接続されている。液体ライン33には、バルブ36及びポンプ37が配置されている。バルブ36の開閉及び/又は開度、並びに、ポンプ37の動作は、制御ユニット50によって制御される。液体ライン33は、液体の供給源(例えば、供給タンク)に接続されている。液体ライン21及び液体ライン33は、共通の供給源に接続されていてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

第3ノズル13は、基板ステージWSに配置されうる。第3ノズル13は、液体ライン(液体回収ライン)41の一端に連通していて、液体ライン41には、バルブ42、異物検査ユニット(検出器)43及びポンプ44が配置されている。バルブ42の開閉及び/又は開度、異物検査ユニット43の動作、並びに、ポンプ44の動作は、制御ユニット50によって制御される。液体ライン41の他端は、液体の回収部(例えば、回収タンク)に接続されている。液体ライン41の一部は、基板ステージWSの移動を可能にするようにフレキシブルチューブによって構成されうる。

30

【 0 0 1 7 】

異物検査ユニット43は、第3ノズル13を通して回収された液体の中の異物を検査する。異物検査ユニット43は、例えば、液体に光を照射し、該液体からの散乱光の強度で異物を検出する。異物検査ユニット43からの出力、即ち検査結果は、制御ユニット50に提供される。

【 0 0 1 8 】

制御ユニット50は、第1モードにおいて、空間Sに液体が第1ノズル11を通して供給されるようにバルブ22及びポンプ23を制御する。制御ユニット50はまた、第1モードでは第2ノズル12を通して空間Sから液体Lが回収されるように、第2モードでは第2ノズル12を通して基板ステージWS上或いは空間Sに液体が供給されるように、バルブ34及び36並びにポンプ35及び37を制御する。制御ユニット50はまた、第2モードにおいて、第3ノズル13を通して基板ステージWS上の液体が回収されるようにバルブ42及びポンプ44を制御する。

40

【 0 0 1 9 】

図1には、第1モードにおける液体の流れが例示されている。第1モード(露光モード)では、投影光学系POの最終面ESの少なくとも一部の領域と基板ステージWS上の基板Wとの間の空間Sに液体Lを満たした状態で基板Wが露光される。第1ノズル11を通

50

して液体が排出されるようにバルブ 2 2 及びポンプ 2 3 を制御し、第 2 ノズル 1 2 を通して空間 S から液体 L が回収されるようにバルブ 3 4 及びポンプ 3 5 を制御することによって、液体 L は、基板 W の露光中に連続的に入れ替えられる。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、第 2 モードにおける液体の流れの 1 つの例が示されている。第 2 モード（クリーニングモード）では、第 2 ノズル 1 2 から基板ステージ W S 上或いは空間 S に液体（クリーニング用の液体）が供給されるようにバルブ 3 4 及び 3 6 並びにポンプ 3 5 及び 3 7 が制御される。第 2 モードではまた、第 3 ノズル 1 3 を通して基板ステージ W S 上の液体が回収されるようにバルブ 4 2 及びポンプ 4 4 が制御される。これにより、第 2 ノズル 1 2 に付着している異物が第 2 ノズル 1 2 から遊離して液体とともに移動して第 3 ノズル 1 3 を通して回収されうる。また、第 2 ノズル 1 2 に付着している異物のほか、他の部材（例えば、投影光学系 P O、基板ステージ W S ）に付着している異物についても、液体の流れによって当該他の部材から遊離して第 3 ノズル 1 3 を通して回収されうる。

10

【 0 0 2 1 】

図 3 は、第 2 モードにおける液体の流れの他の例が示されている。この例の第 2 モード（クリーニングモード）では、第 2 ノズル 1 2 を介した空間 S への液体の供給に並行して第 1 ノズル 1 1 を介した空間 S への液体の供給がなされるようにバルブ 2 2、3 4 及び 3 6 並びにポンプ 2 3、3 5 及び 3 7 が制御される。また、第 3 ノズル 1 3 を通して基板ステージ W S 上の液体が回収されるようにバルブ 4 2 及びポンプ 4 4 が制御される。第 2 ノズル 1 2 に付着している異物が第 2 ノズル 1 2 から遊離して液体とともに移動して第 3 ノズル 1 3 を通して回収されうる。この例では、更に、第 2 ノズル 1 2 から遊離した異物が第 1 ノズル 1 1 に付着することが抑制される。

20

【 0 0 2 2 】

制御ユニット 5 0 は、第 2 モードにおいて、異物検査ユニット 4 3 による検査結果に基づいて、第 2 ノズル 1 2 及び第 3 ノズル 1 3 を通して流れる液体を制御する。更に、図 3 に例示するように、第 2 モードにおいて第 1 ノズル 1 1 を通して液体を排出する場合には、制御ユニット 5 0 は、異物検査ユニット 4 3 による検査結果に基づいて、第 1 ノズル 1 1、第 2 ノズル 1 2 及び第 3 ノズル 1 3 を通して流れる液体を制御する。

【 0 0 2 3 】

第 2 モードは、図 2 及び図 3 に例示するように、典型的には、第 2 ノズル 1 2 で囲まれた領域内に第 3 ノズル 1 3 が入るように基板ステージ W S を位置決めしてなされる。

30

【 0 0 2 4 】

制御ユニット 5 0 は、第 2 モードにおいて、異物検査ユニット 4 3 によって検出される異物の量が規定値を下回るまで、第 2 ノズル 1 2 から液体が排出されかつ第 3 ノズル 1 3 を通して液体が回収されるように液体を制御することが好ましい。なお、液体の制御は、前述のように、バルブ及びポンプを制御することによってなされる。なお、第 2 モードにおいて、基板 W に異物を付着させることがないよう、基板ステージ W S が基板 W を保持していないことが好ましい。その際、基板ステージ W S が基板 W に代わるクリーニング用の基板（ダミー基板）を保持するようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

次に上記の露光装置を利用したデバイス製造方法を説明する。図 4 は、半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（レチクル作製）では設計した回路パターンに基づいてレチクル（原版またはマスクともいう）を作製する。一方、ステップ 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハ（基板ともいう）を製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記のレチクルとウエハを用いて、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。次のステップ 5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組み立て工程を含む。ステップ 6（検査）ではステップ 5 で作製された半導体デバイスの動

40

50

作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。

【0026】

図5は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（CMP）ではCMP工程によって絶縁膜を平坦化する。ステップ16（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ17（露光）では上記の露光装置を用いて、回路パターンが形成されたマスクを介し感光剤が塗布されたウエハを露光してレジストに潜像パターンを形成する。ステップ18（現像）ではウエハ上のレジストに形成された潜像パターンを現像してレジストパターンを形成する。ステップ19（エッチング）ではレジストパターンが開口した部分を通してレジストパターンの下にある層又は基板をエッチングする。ステップ20（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

10

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成及び第1モードにおける液体の流れを例示する図である。

【図2】第2モードにおける液体の流れを例示する図である。

20

【図3】第2モードにおける液体の流れを例示する図である。

【図4】半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【図5】ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【符号の説明】

【0028】

I L 照明光学系

R 原版

R S 原版ステージ

E B 露光ビーム

P O 投影光学系

30

F O 最終光学部材

E S 投影光学系の最終面

W 基板

W S 基板ステージ

S P ステージ定盤

S 空間

L 液体

1 1 第1ノズル

1 2 第2ノズル

1 3 第3ノズル

40

2 1、3 1、3 2、3 3、4 1 液体ライン

2 2、3 2、3 4、3 6 パルプ

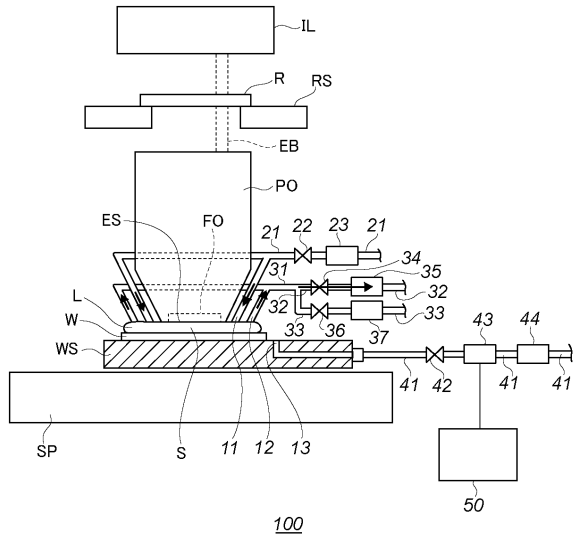
2 3、3 5、3 7、4 4 ポンプ

4 3 異物検査ユニット

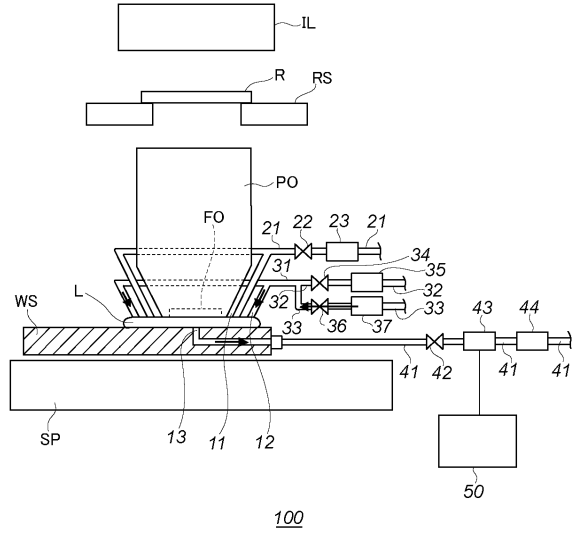
5 0 制御ユニット

1 0 0 露光装置

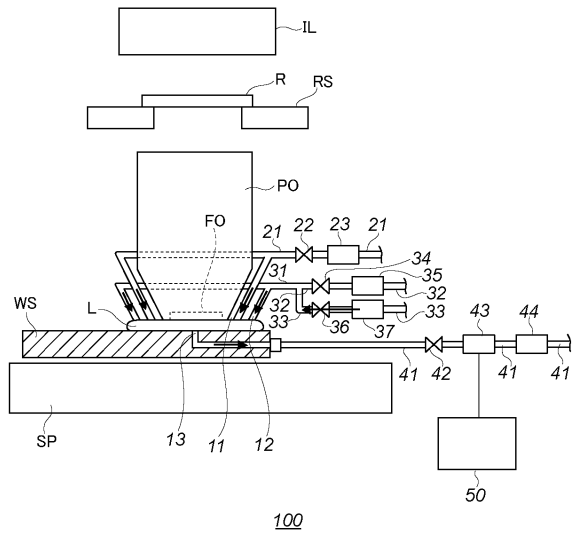
【図1】



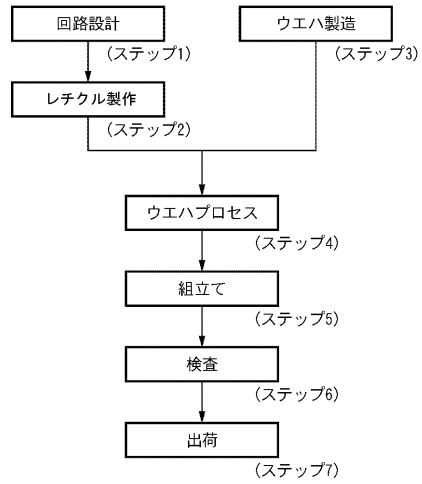
【図2】



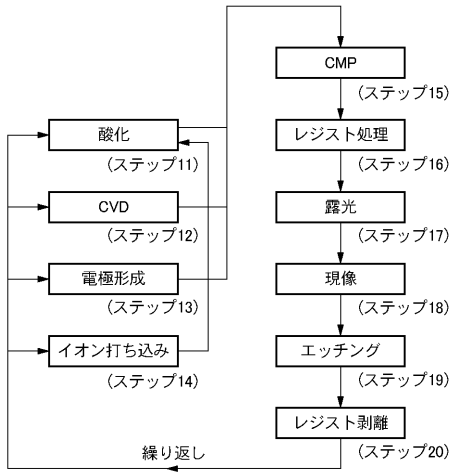
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 川野辺 善夫
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
- (72)発明者 中野 一志
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
- (72)発明者 荒川 三喜男
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
- (72)発明者 知花 貴史
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
- (72)発明者 松岡 洋一
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 海

- (56)参考文献 特開2005-268742(JP,A)
国際公開第2005/122218(WO,A1)
国際公開第2006/137410(WO,A1)
特開2004-304138(JP,A)
国際公開第2007/004552(WO,A1)
国際公開第2008/001871(WO,A1)
国際公開第2007/135990(WO,A1)

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