

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年9月7日 (07.09.2007)

PCT

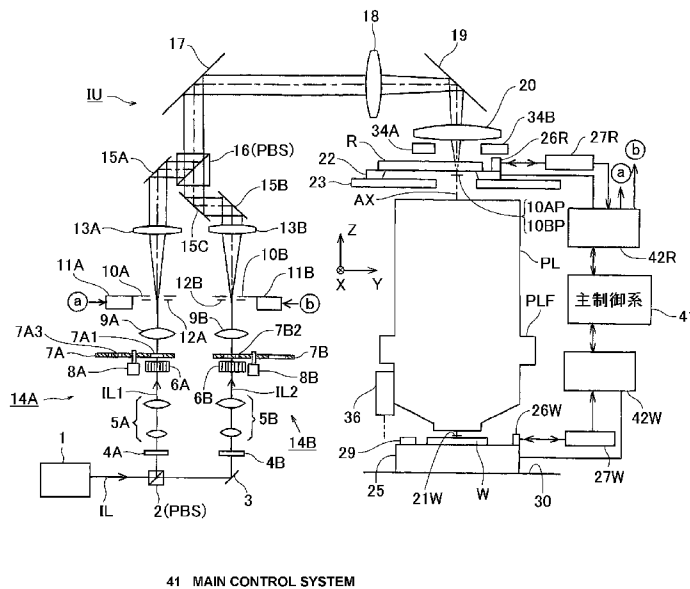
(10) 国際公開番号  
WO 2007/100081 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01) 1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054012 (74) 代理人: 大森 聡 (OMORI, Satoshi); 〒2140014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2007年3月2日 (02.03.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, JP)
- (30) 優先権データ: 特願2006-058739 2006年3月3日 (03.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴崎 祐一 (SHIBAZAKI, Yuichi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 小松田 秀基 (KOMATSUDA, Hideki) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE METHOD AND APPARATUS, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: Provided is an exposure method wherein patterns for double exposure are illuminated, respectively, on the entire surface under optimum illuminating conditions, and exposure is performed at a high throughput. To transfer the pattern of a reticle (R) on a wafer (W) by a scanning exposure system, first and second pattern regions are formed adjacent to a scanning direction on the reticle (R). When the first and the second pattern regions are passing through within a visual field of a projection optical system (PL) at the same time, a wafer (W) is exposed by illuminating the first pattern region by using a first illuminating slit (10AP) whose width in the scanning direction gradually narrows, under first illuminating conditions, and by illuminating the second pattern region by using a second illuminating slit (10BP) whose width in the scanning direction gradually widens, under first illuminating conditions.

[続葉有]



WO 2007/100081 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

---

(57) 要約: 二重露光を行う各パターン毎にそれぞれ全面で最適な照明条件で照明し、かつ高スループットで露光を行う露光方法を提供する。走査露光方式でレチクル(R)のパターンをウエハ(W)上に転写する際に、レチクル(R)上に走査方向に隣接して第1、第2のパターン領域を形成しておき、その第1、第2のパターン領域が同時に投影光学系(PL)の視野内を通過しているときに、次第にその走査方向の幅が狭くなる第1照明スリット(10AP)を用いて第1の照明条件でその第1のパターン領域を照明し、次第にその走査方向の幅が広がる第2照明スリット(10BP)を用いて第2の照明条件でその第2のパターン領域を照明してウエハ(W)を露光する。

## 明 細 書

### 露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等の各種デバイスを製造するためのリソグラフィ工程中でパターンをウエハ等の基板上に転写するための露光技術に関し、特に基板を多重露光、例えば二重露光する際に使用して好適なものである。

#### 背景技術

[0002] 半導体素子等を製造する際に使用される、マスクとしてのレチクルのパターンをレジストが塗布されたウエハ(又はガラスプレート等)上に転写するための露光方法の一つに、二重露光法がある。これは、ウエハ上の同一レイヤに例えば周期的パターンと孤立的パターンとが混じったパターンを露光するような場合に、レチクルパターンを周期的パターンに対応する第1のパターンと、孤立的パターンに対応する第2のパターンとに分けて、これら2つのパターンを順次露光条件を最適化させて二重露光することにより、高い結像性能を得るものである。従来、このような二重露光法で露光を行う場合、その第1のパターンが1個又は複数個形成された第1のレチクルを用いて1回目の露光を行い、次に第1のレチクルをその第2のパターンが1個又は複数個形成された第2のレチクルに交換して2回目の露光を行っていた。しかしながら、このようにレチクルを交換して露光を行うのでは高いスループットが得られない。

[0003] そこで、1枚のレチクルにその第1及び第2のパターンを形成しておき、走査露光方式でそのレチクルのパターンをウエハ上の隣接する第1及び第2のショット領域に転写した後、そのウエハを走査方向に1つのショット領域分だけステップ移動して、そのレチクルのパターンをウエハ上の第2及び第3のショット領域に転写することによって、その第2のショット領域にその第1及び第2のパターンを二重露光する露光方法が提案されている(例えば、特許文献1参照)。この露光方法では、走査露光時にその第1及び第2のパターンの照明条件を変えることで、その2つのパターンに対する照明条件を最適化することができる。

特許文献1:特開平11-111601号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の如き従来の走査露光と組み合わせた二重露光法では、第1又は第2のパターンのみが、照明条件が可変の照明領域内にあるときには、それぞれ照明条件の最適化を行うことができる。しかしながら、照明領域内にその2つのパターンが同時に入っている状態では、両方のパターンに照明条件を個別に設定するのは困難である。そのため、その第1及び第2のパターンの全面でそれぞれ照明条件を最適化することは困難であった。

[0005] また、2つのパターンの照明条件が大きく異なるような場合には、照明光学系で照明条件を切り替えるのに或る程度の時間が必要となるため、レチクル(ひいてはウエハ)の走査速度を高めることが難しく、スループットをさらに高めるのが困難であるという問題もあった。

本発明はこのような事情に鑑み、近接して配置される2つのパターン(パターン領域)を走査露光方式で基板上に転写する場合に、各パターンの全面をそれぞれ最適な照明条件で照明できる露光技術を提供することを第1の目的とする。

[0006] さらに本発明は、高いスループットで二重露光を行うことが可能であるとともに、二重露光を行うパターン(パターン領域)毎にそれぞれ全面で最適な照明条件で露光を行うことができる露光技術及びデバイス製造技術を提供することを第2の目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明による第1の露光方法は、マスク(R)及び投影光学系(PL)を介して基板(W)に露光ビームを照射しつつ、そのマスクを所定の走査方向に移動するのに同期してその基板を移動する露光方法において、そのマスク上にその走査方向に隣接して第1及び第2のパターン領域(52A, 52B)を形成しておき、そのマスクをその走査方向に移動し、その第1のパターン領域がその投影光学系の視野内を通過しているときに、その走査方向の幅が可変の第1の照明領域(10AP)を用いて第1の照明条件でその第1のパターン領域を照明してその基板を露光する第1工程と、その第1及

び第2のパターン領域が同時にその視野内を通過しているときに、次第にその走査方向の幅が狭くなるその第1の照明領域(10AP)を用いてその第1の照明条件でその第1のパターン領域を照明するとともに、次第にその走査方向の幅が広がる第2の照明領域(10BP)を用いて第2の照明条件でその第2のパターン領域を照明してその基板を露光する第2工程と、その第2のパターン領域がその視野内を通過しているときに、その走査方向の幅が可変のその第2の照明領域(10BP)を用いてその第2の照明条件でその第2のパターン領域を照明してその基板を露光する第3工程とを有するものである。

[0008] 本発明は、一例として、さらにその基板をその走査方向に対応する方向にその第2のパターン領域の幅に対応する距離だけステップ移動して、その第1工程からその第3工程までの動作を実行して、その基板上のその第2のパターン領域のパターンの像(B1)で露光された区画領域(48F)をその第1のパターン領域のパターンの像(A2)で二重露光する第4工程を有する。

また、本発明による第2の露光方法は、投影光学系(PL)を介して露光ビームで基板(W)を露光する露光方法において、その露光ビームが照射される第1及び第2照明領域(10AP, 10BP)での照明条件をそれぞれ独立に設定し、その第1及び第2照明領域に対する、所定の走査方向に沿って配置される第1及び第2パターン(52A, 52B)の移動と、その第1パターンとその投影光学系とを介してその露光ビームが照射される第1露光領域、及びその第2パターンとその投影光学系とを介してその露光ビームが照射される第2露光領域に対するその基板の移動とを同期して行い、その基板上でその走査方向に関する位置が異なる区画領域(48A, 48F)を走査露光するものである。

[0009] また、本発明による第1の露光装置は、マスク(R)及び投影光学系(PL)を介して基板(W)に露光ビームを照射しつつ、そのマスクを所定の走査方向に移動するのに同期してその基板を移動する露光装置において、その投影光学系の視野内のその走査方向の幅が可変の第1の照明領域(10AP)を第1の照明条件で照明するとともに、その視野内のその走査方向の幅が可変の第2の照明領域(10BP)を第2の照明条件で照明する照明光学系(IU)と、そのマスクのその走査方向の位置に応じてその第

1及び第2の照明領域のその走査方向の幅を制御する照明制御装置(42R)とを備えたものである。

[0010] 本発明において、一例として、その照明光学系は、その第1の照明領域と共役な領域をその第1の照明条件で照明する第1の部分照明系(14A)と、その第2の照明領域と共役な領域をその第2の照明条件で照明する第2の部分照明系(14B)と、その第1及び第2の部分照明系からの露光ビームを合成してそのマスクを照明する視野合成系(15A~15C, 16~20)とを有する。

また、本発明による第2の露光装置は、投影光学系(PL)を介して露光ビームで基板(W)を露光する露光装置において、その露光ビームを第1及び第2照明領域(10AP, 10BP)に照射するとともに、その第1及び第2照明領域での照明条件をそれぞれ独立に設定する照明光学系(IU)と、その第1及び第2照明領域に対する、所定の走査方向に沿って配置される第1及び第2パターン(52A, 52B)の移動と、その第1パターンとその投影光学系とを介してその露光ビームが照射される第1露光領域、及びその第2パターンとその投影光学系とを介してその露光ビームが照射される第2露光領域に対するその基板の移動とを同期して行い、その基板上でその走査方向に関する位置が異なる区画領域(48A, 48F)を走査露光する制御装置(41, 42R, 42W)とを備えるものである。

[0011] また、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光方法又は露光装置を用いるものである。

なお、以上の本発明の所定要素に付した括弧付き符号は、本発明の一実施形態を示す図面中の部材に対応しているが、各符号は本発明を分かり易くするために本発明の要素を例示したに過ぎず、本発明をその実施形態の構成に限定するものではない。

### 発明の効果

[0012] 本発明の露光方法によれば、その2つの照明領域を切り替えて用いることによって、その2つのパターン領域の全面をそれぞれ最適な照明条件で照明できる。

また、その第4工程を有する場合には、マスクを交換することなく、走査露光方式によって高いスループットで二重露光を行うことができる。

[0013] また、本発明の露光装置によれば、本発明の露光方法を使用できる。さらに、視野合成系を有する場合には、簡単な構成でその第1及び第2の照明領域を異なる照明条件で照明できる。

#### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態の一例で使用される露光装置の概略構成を示す図である。

[図2]その実施形態で使用されるレチクルのパターン配置を示す平面図である。

[図3]走査露光時のレチクルR上での2つの照明スリット10AP, 10BPの切り換え動作の説明図である。

[図4]その実施形態のウエハ上のショット配列の一例を示す平面図である。

[図5]ウエハ上の2行目及び3行目のショット領域に露光を行う場合の説明に供する平面図である。

[図6]ウエハ上の3行目及び4行目のショット領域に露光を行う場合の説明に供する平面図である。

[図7]本発明の実施形態の他の例の照明光学系の要部を示す図である。

#### 符号の説明

[0015] 1…露光光源、2…光分割器、7A, 7B…開口絞り板、10A, 10B…可動レチクルブラインド、10AP, 10BP…照明スリット、14A, 14B…照明ユニット、16…視野合成器、IU…照明光学系、R…レチクル、PL…投影光学系、W…ウエハ、22…レチクルステージ、25…ウエハステージ、42R…レチクルステージ駆動系

#### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の好ましい実施形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、ステップ・アンド・スキャン方式よりなる走査露光型の露光装置を用いて二重露光を行う場合に本発明を適用したものである。

図1は本例の露光装置を示し、この図1において、その露光装置は、露光光源1と、この露光光源1からの露光光でマスクとしてのレチクルRを照明する照明光学系IUと、レチクルRを保持して移動するレチクルステージ22と、レチクルR上の照明領域内のパターンの像を基板としてのレジスト(感光材料)が塗布されたウエハW上に投影する投影光学系PLと、ウエハWを保持して移動するウエハステージ25と、これらのス

テージ等の駆動機構と、これらの駆動機構等の動作を統括的に制御するコンピュータよりなる主制御系41とを備えている。露光光源1としては、ArFエキシマレーザ(波長193nm)が使用されているが、その他に、例えばKrFエキシマレーザ(波長248nm)、F<sub>2</sub>レーザ(波長157nm)、固体レーザ(YAGレーザ若しくは半導体レーザ等)の高調波発生装置、又は水銀ランプ等も露光光源として使用できる。

[0017] 露光光源1から射出された直線偏光の紫外パルスレーザ光よりなる露光光ILは、不図示のビームマッチングユニット(BMU)などを介して照明光学系IUに入射して、光分割器2で第1露光光IL1及び第2露光光IL2に分割され、それぞれ第1照明ユニット14A及び第2照明ユニット14Bに入射する。本例では、光分割器2として偏光ビームスプリッタ(PBS)が使用され、光分割器2に入射する露光光ILの偏光方向は、光分割器2で反射される第1露光光IL1(S偏光成分)の光量と、光分割器2を透過する第2露光光IL2(P偏光成分)の光量とが等しくなるように設定されている。なお、光分割器2として、例えばハーフミラーを使用することも可能である。

[0018] 第1照明ユニット14Aに入射した第1露光光IL1は、偏光状態を制御する偏光制御素子4A、光量制御部材(不図示)、及び投影光学系PLの瞳面と共役な所定面、すなわち照明光学系IUの瞳面上での第1露光光IL1の光量分布(又は強度分布)を変とする成形光学系5Aを経てオプティカル・インテグレータ6Aに入射する。光分割器2が偏光ビームスプリッタである場合には、偏光制御素子4Aは入射光をそのまま通過させるのみでよい。光分割器2がハーフミラーである場合には、偏光制御素子4Aは、第1露光光IL1の偏光方向(又は偏光分布)を所望の状態に設定するための光学素子(1/2波長板等)などから構成される。

[0019] 成形光学系5Aは、一例として回折光学素子(Diffractive Optical Element:DOE)、ズームレンズ系、及び少なくとも一方が可動の一对のプリズム(アキシコン等)を含んで構成される。本例では、オプティカル・インテグレータ6Aとしてはフライアイレンズが使用されているが、その代わりに内面反射型インテグレータ(ロッドインテグレータ等)、又は回折光学素子等を用いてもよい。また、露光光の照度分布の均一性をより向上するために、複数のオプティカル・インテグレータをリレー光学系を介して連結して用いてもよい。



[0020] オプティカル・インテグレータ6Aの射出面には、開口絞り板7Aが回転自在に配置され、開口絞り板7Aの回転軸の周りには、例えば通常照明用の円形の開口絞り7A1、2個の偏心した小開口よりなるX軸の2極照明用の開口絞り、この開口絞りを90°回転した形状のY軸の2極照明用の開口絞り7A3、輪帯照明用の輪帯状の開口絞り、及び小さい円形の小さいコヒーレンスファクタ( $\sigma$  値)用の開口絞り等が配置されている。そして、主制御系41が、駆動モータ8Aを介して開口絞り板7Aを回転することによって、オプティカル・インテグレータ6Aの射出面に所望の開口絞りを配置して、照明光学系IUの瞳面上での第1露光光IL1の光量分布、すなわち第1露光光IL1によるレチクルR上の第1照明スリット10AP(後述)での照明条件を設定できるように構成されている。本例では、成形光学系5Aを開口絞り板7Aと併用することで、開口絞りによる光量損失を抑えつつ照明条件を可変としているが、成形光学系5Aあるいは開口絞り板7Aのみを設けて照明条件を可変としてもよい。開口絞り板7Aを設けず成形光学系5Aのみによって照明条件を変更する場合、成形光学系5Aの光学素子の移動及び／又は交換、例えば回折光学素子の交換と、ズームレンズ系又はプリズムの移動とが行われる。また、例えば偏光制御素子4Aによって、レチクルR上の第1照明スリット10APでの第1露光光IL1の偏光状態を可変としてもよい。なお、偏光制御素子4A及び成形光学系5Aの構成は、例えば米国特許出願公開第2006/0170901号などに開示されている。

[0021] オプティカル・インテグレータ6Aの射出面に配置される開口絞りを通過した第1露光光IL1の一部は分岐されて、光電検出器よりなるインテグレータセンサ(不図示)に入射して、その光量が計測され、この計測結果からウエハW上の各点での積算露光量が間接的に検出される。また、第1露光光IL1の大部分は、第1リレーレンズ9Aを経て、レチクルR上の照明領域を設定するブラインド装置(マスキングシステム)に入射する。本例では、このブラインド装置が、例えば米国特許第5,473,410号などに開示されているように、固定レチクルブラインド(固定視野絞り)12A、及び少なくとも走査方向(本例ではY方向)に関して照明領域の幅を可変とする可動レチクルブラインド(可動視野絞り)10Aを有する。固定レチクルブラインド12A、及び可動レチクルブラインド10Aは近接して、ほぼ転写対象のレチクルRのパターン面との共役面に配置

されている。固定レチクルブラインド12Aは、レチクルR上で非走査方向(本例ではX方向)に細長いスリット状の照明領域の形状(及び走査方向の最大幅)を規定する視野絞りであり、可動レチクルブラインド10Aは、走査露光時にレチクルR上の所望のパターン領域以外の領域に第1露光光ILが照射されないように駆動機構11Aによって駆動される。駆動機構11Aの動作は、後述のレチクルステージ駆動系42Rによって制御される。可動レチクルブラインド10Aは、その照明領域の非走査方向の幅を制御するためにも使用される。すなわち、非走査方向に関してその照明領域の幅をレチクルRのパターン領域の幅に対応して設定する。

[0022] 本例では後述のように、第1照明ユニット14Aのブラインド装置(10A、12A)によって設定される照明領域と、第2照明ユニット14Bのブラインド装置(10B、12B)によって設定される照明領域とがレチクルRのパターン面(すなわち、投影光学系PLの物体面)で視野合成される。このため、以下では第1照明ユニット14AによってレチクルR上に設定される照明領域を第1照明スリット10APと呼び、第2照明ユニット14BによってレチクルR上に設定される照明領域を第2照明スリット10BPと呼ぶ。可動レチクルブラインド10A及び10Bが全開の状態では、本例の第1照明スリット10AP及び第2照明スリット10BPは、その幅が固定レチクルブラインド12A及び12Bによって規定される最大値になるとともに、投影光学系PLの視野内の同一の領域となる。

[0023] 固定レチクルブラインド12A及び可動レチクルブラインド10Aを通過した第1露光光IL1は、第2リレーレンズ13A、光路折り曲げ用のミラー15Aを経てほぼ直角に折り曲げられて視野合成器16に入射する。以上の偏光制御素子4Aから第2リレーレンズ13Aまでの光学部材を含んで第1照明ユニット14Aが構成されている。光分割器2が偏光ビームスプリッタである場合には、視野合成器16も偏光ビームスプリッタであり、第1露光光IL1はS偏光状態で視野合成器16に入射して反射される。しかしながら、例えば第1露光光IL1の偏光状態を制御する偏光照明を使用するときには、光量は減少することになるが、視野合成器16としてハーフミラーを使用してもよい。

[0024] 一方、第2照明ユニット14Bに入射した第2露光光IL2は、ミラー3で反射された後、第1照明ユニット14A内の光学部材とそれぞれ同一構成の偏光制御素子4B、光量制御部材(不図示)、成形光学系5B、オプティカル・インテグレータ6B、開口絞り板7

B(駆動モータ8Bで駆動される)、インテグレータセンサ用の分岐光学系(不図示)、第1リレーレンズ9B、固定レチクルブラインド12B、及び可動レチクルブラインド10B(レチクルステージ駆動系42Rによって制御される駆動機構11Bで駆動される)を介して第2リレーレンズ13Bに入射する。偏光制御素子4Bから第2リレーレンズ13Bまでの光学部材を含んで第2照明ユニット14Bが構成されている。第2リレーレンズ13Bを通過した第2露光光IL2は、光路折り曲げ用のミラー15B及び15Cを介して光軸が平行にずれた状態で、視野合成器16に入射する。視野合成器16が偏光ビームスプリッタである場合には、第2露光光IL2は、P偏光状態で視野合成器16に入射してそのまま透過する。視野合成器16がハーフミラーである場合には、第2露光光IL2についても偏光状態を所望の状態に制御することができる。

[0025] この結果、視野合成器16から射出される第1露光光IL1及び第2露光光IL2は同軸に合成される。本例では、第1照明ユニット14Aと第2照明ユニット14Bとは同一構成であるが、可動レチクルブラインド10A及び10Bは互いに独立に駆動される。従って、第1照明ユニット14Aのブラインド装置12A及び10Aと、第2照明ユニット14Bのブラインド装置12B及び10Bとによって、第1露光光IL1の照明領域である第1照明スリット10APと、第2露光光IL2の照明領域である第2照明スリット10BPとでその形状及び/又は大きさ(幅)を互いに独立に設定することができる。

[0026] さらに、開口絞り板7A及び7Bも互いに独立に駆動される。従って、第1照明ユニット14Aによって設定される第1照明スリット10AP内の照明条件と、第2照明ユニット14Bによって設定される第2照明スリット10BP内の照明条件とは互いに独立に設定することができる。なお、本例では成形光学系5A及び5Bも互いに独立に駆動可能である。成形光学系5A及び5Bによって、オプティカル・インテグレータ6A、6Bの射出面に配置される開口絞りに入射する第1及び第2露光光IL1、IL2の光量分布をそれぞれ調整することで、その開口絞りによる光量損失を抑えることが可能となっている。

[0027] 視野合成器16で合成された露光光IL1及びIL2は、光路を水平方向に折り曲げるミラー17、第1コンデンサレンズ18、光路をほぼ鉛直下方に折り曲げるミラー19、及び第2コンデンサレンズ20を経て、レチクルRのパターン面(下面)に設けられたパターン領域内の照明スリット10AP及び10BPを均一な照度分布で照明する。ミラー15

A~15C、視野合成器16、ミラー17, 19、及びコンデンサレンズ18, 20を含んで視野合成用の光学系が構成され、この視野合成用の光学系と、第1照明ユニット14Aと、第2照明ユニット14Bとを含んで照明光学系IUが構成されている。本例では、露光光IL1及びIL2はレチクルR及び投影光学系PLを介してウエハW上の第1及び第2露光領域にそれぞれ照射されるが、第1及び第2露光領域は投影光学系PLに関して第1及び第2照明スリット10AP、10BPと共役な関係になっている。従って、第1及び第2照明スリット10AP、10BPの走査方向の幅が最大となる場合、第1及び第2露光領域は投影光学系PLの像面側の視野内で同一の領域となる、すなわち完全に重なるので、以下ではまとめて露光領域21Wと呼ぶ。また、第1及び第2照明スリット10AP、10BPの走査方向の幅を変更すると、同様に第1及び第2露光領域の走査方向の幅も変化するので、以下では走査露光時におけるウエハW上での第1及び第2露光領域の幅の変化などについてその説明を省略する。

[0028] 露光光IL1, IL2のもとで、レチクルRの照明スリット10AP, 10BP内のパターンは、投影光学系PLを介して所定の投影倍率 $\beta$  ( $\beta$ は $1/4$ ,  $1/5$ 等)でレジストが塗布されたウエハW上の露光領域21Wに投影される。ウエハWは、例えば直径が200mm又は300mm等の円板状の基板である。投影光学系PLは、フランジ部PLFによって不図示のコラムに支持されている。なお、例えば国際公開第2006/038952号パンフレットなどに開示されているように、投影光学系PLの上方に配置される不図示のメインフレーム、あるいはレチクルベース23などに対して投影光学系PLを吊り下げ支持しても良い。投影光学系PLとしては、屈折系の他に、例えば特開2001-249286号公報に開示されているように、レチクルからウエハに向かう光軸を持つ光学系と、その光軸に対してほぼ直交する光軸を持つ反射屈折光学系とを有し、内部で中間像を2回形成する反射屈折投影光学系等も使用できる。

[0029] 本例の投影光学系PLは屈折系であり、その物体面側の有効視野は光軸AXを中心とする円形領域であり、照明スリット10AP及び10BPを最大にしたときの領域は、それぞれその光軸AXを中心としてその円形領域(有効視野の輪郭)にほぼ内接するX方向に細長い長方形の領域である。ここでは、照明スリット10AP及び10BPを最大にしたときの共通の領域を、投影光学系PLの照明視野(物体面側の照明視野)と

呼ぶ。同様に、走査方向の幅が最大になるときの第1及び第2露光領域は、投影光学系PLの像面側で光軸AXを中心とする円形視野にほぼ内接するX方向に細長い長方形の領域であり、この領域を投影光学系PLの露光視野(像面側の露光視野)と呼ぶ。以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で走査露光時のレチクルR及びウエハWの走査方向(図1の紙面に平行な方向)に沿ってY軸を取り、その走査方向に垂直な非走査方向(図1の紙面に垂直な方向)に沿ってX軸を取って説明する。

[0030] 先ず、レチクルRはレチクルステージ22上に吸着保持され、レチクルステージ22はレチクルベース23上に例えばリニアモータ等によってY方向に連続移動できるように載置されている。更に、レチクルステージ22には、レチクルRをX方向、Y方向、Z軸の周りの回転方向に微動する機構も組み込まれている。レチクルステージ22(レチクルR)の位置は、レチクルステージ22上の移動鏡26R(ステージに形成した反射面でもよい。)及びこれに対向して配置されたレーザ干渉計27Rによって高精度に計測され、この計測結果及び主制御系41からの制御情報に基づいてレチクルステージ駆動系42Rがレチクルステージ22の動作を制御する。また、レチクルステージ駆動系42Rは、レチクルステージ22(ひいてはレチクルR)のY方向(走査方向)の位置情報に基づいて、駆動機構11A及び11Bを介して可動レチクルブラインド10A及び10Bの開閉動作、即ち第1照明スリット10AP及び第2照明スリット10BPのそれぞれのY方向の幅を制御する。

[0031] なお、可動レチクルブラインド10A及び10Bの開閉動作は、レチクルステージ駆動系42Rとは独立に設けた制御装置によって制御してもよい。

一方、ウエハWはウエハホルダ(不図示)を介してウエハステージ25上に吸着保持され、ウエハステージ25は、ウエハWのフォーカス位置(Z方向の位置)及び傾斜角(X軸及びY軸回りの回転)を制御するZチルトステージと、例えばリニアモータ等によってウエハベース30上でY方向に連続移動すると共に、X方向及びY方向にステップ移動するXYステージとから構成されている。ウエハステージ25(ウエハW)の位置は、ウエハステージ25上の移動鏡26W(ステージに形成した反射面でもよい。)及びこれに対向して配置されたレーザ干渉計27Wによって高精度に計測され、この計測

結果及び主制御系41からの制御情報に基づいてウエハステージ駆動系42Wがウエハステージ25の動作を制御する。

[0032] 通常の走査露光時には、レチクルステージ22を介してレチクルRを照明スリット10AP及び／又は10BPに対してY方向に速度VRで移動するのと同期して、ウエハステージ25を介してウエハWを露光領域21Wに対してY方向に速度 $\beta \cdot VR$  ( $\beta$ はレチクルRからウエハWへの投影倍率)で移動することによって、レチクルRの一連の2つのパターン領域(詳細後述)内のパターン像がウエハW上の2つの走査方向に隣接したショット領域に逐次転写される。なお、本例では投影光学系PLが反転投影を行うため、レチクルR及びウエハWの走査方向は逆方向であるが、投影光学系PLが走査方向に正立像を投影する場合には、レチクルR及びウエハWの走査方向は同一である。その後、ウエハステージ25をステップ移動させてウエハ上の次のショット領域を走査開始位置に移動して、走査露光を行うという動作がステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハW上の走査方向に隣接する2つのショット領域毎に順次露光が行われる。

[0033] また、この露光が重ね合わせ露光である場合には、予めレチクルRとウエハWとのアライメントを行っておく必要がある。そこで、ウエハステージ25上のウエハの近傍に基準マークが形成された基準マーク部材29が固定され、投影光学系PLの側面にウエハW上の各ショット領域に付設されたアライメントマークの位置を検出するための画像処理方式のアライメントセンサ36が設置されている。また、レチクルステージ22の上方に、レチクルR上のアライメントマークの位置を計測するために、画像処理方式の1対のアライメント系34A, 34Bが設置されている。アライメント系34A, 34Bは、実際には照明スリット10AP, 10BPのX方向(非走査方向)の両端部の上方に配置されている。アライメントセンサ36及びアライメント系34A, 34Bの検出結果は不図示のアライメント制御系で処理されている。

[0034] 以下、本例の二重露光の動作の一例につき説明する。本例のレチクルRのパターン面には、走査方向に沿って二重露光用の2個のパターン領域(転写用のパターン)が形成されている。

図2は、本例で使用されるレチクルRのパターン配置を示す平面図であり、この図2

において、レチクルRの遮光帯51に囲まれた矩形領域が、Y方向に2つの同一の大きさの第1及び第2のパターン領域52A, 52Bに分割され、パターン領域52A及び52B内にそれぞれ異なる転写用のパターン(以下、それぞれパターンA及びBと呼ぶ)が描画されている。パターンA及びBは、ウエハW上の各ショット領域の1つのレイヤに転写される回路パターンから生成されたパターンであり、パターンA及びBの像を重ねて露光することによってその回路パターンに対応する投影像が各ショット領域に露光される。一例として、第1のパターン領域52A内のパターンAは、Y方向に解像限界程度のピッチで配列されたY方向のライン・アンド・スペースパターン(以下、L&Sパターンという。)55Yよりなり、第2のパターン領域52B内のパターンBは、X方向に解像限界程度のピッチで配列されたX方向のL&Sパターン55Xよりなる。

[0035] 本例では、図1の第1照明スリット10AP及び第2照明スリット10BPによってそれぞれ第1のパターン領域52A内のパターンA及び第2のパターン領域52B内のパターンBをウエハW上の各ショット領域に転写する。そこで、解像力を高めるために、第1照明ユニット14AではY方向のL&Sパターン55Yに最適な照明条件、すなわちY軸の2極照明が設定されるように、Y方向に離れた2つの2次光源を形成する、2極照明用の開口絞り7A3を選択する。一方、第2照明ユニット14BではX方向のL&Sパターン55Xに最適な照明条件、すなわちX軸の2極照明が設定されるように、X方向に離れた2つの2次光源を形成する、2極照明用の開口絞り7B2を選択する。この場合、照明スリット10AP及び10BPは、互いに直交する2極照明で照明される。なお、例えばパターンAが周期的パターンよりなり、パターンBが孤立的パターンよりなる場合には、一例として、第1照明スリット10APの照明条件を輪帯照明として、第2照明スリット10BPの照明条件を小 $\sigma$ 照明等としてもよい。また、図1の視野合成器16がハーフミラーである場合には、パターンA, Bの少なくとも一方で偏光照明の最適化を行うことも可能である。

[0036] また、図2のレチクルRのパターン領域52A及び52Bの大きさは、それぞれウエハW上の一つのショット領域の大きさに対応しており、パターン領域52A及び52Bの境界の遮光帯53は、ウエハW上の隣接するショット領域の境界となるストリートライン(スクライブライン)の幅に対応する幅を持っている。即ち、2つのパターン領域52A及び

52Bを投影光学系PLの投影倍率で縮小した像が、ウエハW上の走査方向に隣接する2つのショット領域の大きさに対応する。ウエハW上のストリートラインの幅を $100\ \mu\text{m}$ として、投影光学系PLの倍率を $1/4$ とすると、遮光帯53の幅は $400\ \mu\text{m}$ となる。この程度の幅があれば、図1の可動レチクルブラインド10A及び10Bのエッジ部の僅かな位置決め誤差があっても、第1照明スリット10AP(又は第2照明スリット10BP)が第2のパターン領域52B(又は第1のパターン領域52A)内に照射されるのを防止できる。また、ウエハW上での露光領域の最大幅(露光視野の幅)は一例として $6\text{mm}$ であり、投影光学系PLの倍率を $1/4$ とすると、レチクルR上での照明スリットの最大幅(照明視野の幅)は $24\text{mm}$ である。従って、パターンA、Bの間隔(遮光帯53の幅)、及び2つのショット領域の間隔(ストリートラインの幅)は、照明スリットの最大幅、及び露光領域の最大幅と比べて極端に狭く設定されている。

[0037] また、レチクルRのパターン領域をX方向に挟むように1対のアライメントマーク54A及び54Bが形成されており、これらのアライメントマーク54A及び54Bの位置を図1のアライメント系34A、34Bで計測することによって、レチクルRのアライメントを行うことができる。

図4は、本例のウエハW上のショット配列を示し、この図4において、ウエハW上にX方向、Y方向に所定ピッチで多数のショット領域(代表的にショット領域48で表す。)が形成され、これらのショット領域48は、隣接するショット領域との境界部のストリートラインの中央までの領域を含めて、Y方向(走査方向)の幅FでX方向の幅Eの矩形領域である。これらのショット領域48にそれぞれ図2のレチクルRの第1のパターン領域52AのパターンAの像と、第2のパターン領域52BのパターンBの像とが二重露光される。また、ショット領域48には例えば2つのアライメントマーク46A、46Bが付設され、ウエハW上から選択された所定個数のショット領域48のアライメントマーク46A、46Bの座標(位置)を図1のアライメントセンサ36で計測する。そして、例えば米国特許第4,780,617号に開示されるエンハンスド・グローバル・アライメント方式にてその計測値を統計処理することでウエハW上の各ショット領域の位置を決定してアライメントを行うことができる。

[0038] 次に、図4に示すようにウエハW上に配列されるショット領域48に、図2のレチクルR



の2つのパターン領域52A, 52BのパターンA, Bの像を二重露光する場合の動作につき説明する。なお、本例の投影光学系PLは反転投影を行うが、説明の便宜上、図2のレチクルRのパターンA及びBは、ウエハW上の走査方向に隣接する2つのショット領域48に正立像として投影されるものとする。

[0039] [第1工程]

まず、図4のウエハW上のY方向に隣接する2つのショット領域48A及び48Fに、1回の走査によってそれぞれ図2のレチクルRのパターン領域52AのパターンAの像A1及びパターン領域52BのパターンBの像B1を露光する。このために、図3(A)に示すように、レチクルRは投影光学系PLの照明視野に対して+Y方向への走査が開始され、レチクルRのパターン領域52Aの移動に応じてその照明視野内で第1照明スリット10APの走査方向の幅が次第に広がる。これに同期して、ウエハWは投影光学系PLの露光視野に対して-Y方向への走査が開始され、ウエハW上のショット領域48Aの移動に応じてその露光視野内で第1露光領域の走査方向の幅が次第に広がる。この際に、レチクルR上のパターン領域52A及び52Bの像に対してそれぞれウエハW上のショット領域48A及び48Fが重なるように、ウエハWが同期して駆動される。そして、図3(B)に示すように、レチクルRの第1のパターン領域52Aのみが投影光学系PLの照明視野内にある状態では、第1照明スリット10APは走査方向の幅が最大となる。これによって、第1のパターン領域52Aのパターンの像A1が、図4のウエハWのショット領域48Aに逐次露光される。

[0040] [第2工程]

次に、図3(C)に示すように、レチクルRの第1のパターン領域52Aの他に第2のパターン領域52Bも投影光学系PLの照明視野内に入って来たときには、レチクルRの遮光帯53を基準として、+Y方向の照明視野では第1照明スリット10APで第1のパターン領域52Aを照明し、遮光帯53よりも-Y方向の照明視野では第2照明スリット10BPで第2のパターン領域52Bを照明する。この際に、第1照明スリット10APの走査方向の幅は次第に狭くなり、第2照明スリット10BPの走査方向の幅は次第に広くなり、図4のウエハW上のショット領域48FにレチクルRの第2のパターン領域52Bのパターンの像B1の露光が開始される。

[0041] そして、レチクルRが+Y方向に走査されるにつれて、図3(D)に示すように、2つの照明スリット10AP及び10BPの走査方向の幅は等しくなり、次に図3(E)に示すように、第1照明スリット10APの幅は次第に狭くなり、その幅が零となった時点で図4のショット領域48Hに対する像A1の露光が終了する。

[第3工程]

次に、図3(F)に示すように、レチクルRの第2のパターン領域52Bのみが投影光学系PLの照明視野内にある状態では、第2照明スリット10BPの走査方向の幅が最大となり、第2のパターン領域52Bのパターンの像B1が、図4のウエハWのショット領域48Fに逐次露光される。その後、図3(G)に示すように、第2照明スリット10BPの幅は次第に狭くなり、その幅が零となった時点で図4のショット領域48Fに対する像B1の露光も終了する。

[0042] 次に、図3(H)に示すように、レチクルRを投影光学系PLの照明視野に対して+Y方向の走査開始位置に移動するとともに、図4において、ウエハWをX方向に1つのショット領域48のX方向の幅Eだけステップ移動した後、レチクルRを-Y方向に移動するのに同期してウエハWを+Y方向に移動する。この場合、照明スリット10AP、10BPは走査方向の幅が図3(G)から図3(A)の順に変化し、図4のウエハW上のY方向に隣接するショット領域48B及び48GにそれぞれレチクルRのパターン領域52A及び52B内のパターンの像A1及びB1が露光される。以下、ウエハWと露光領域21Wとが相対的に図4の軌跡47Aに沿って移動するようにウエハステージ25を駆動し、図3に示すように照明スリット10AP、10BPの幅を独立に変化させながらレチクルRとウエハWとの同期移動を行うことで、図4のウエハW上の1行目のショット領域48A～48Eに像A1が露光され、2行目のショット領域48F～48Jに像B1が露光される。

[0043] [第4工程]

次に、図4のウエハWを-Y方向にショット領域48のY方向の幅F分だけステップ移動した後、図5のウエハW上のY方向に隣接するショット領域48J及び48Oに対して、上記の第1工程～第3工程を実行することで、1回の走査によって、ショット領域48J及び48Oにそれぞれ図2のレチクルRの第1のパターン領域52Aのパターンの像A2及び第2のパターン領域52Bのパターンの像B2を露光する。これによって、ショット

領域48J上には、レチクルRの第2のパターン領域52Bのパターンの像B1と第1のパターン領域52Aのパターンの像A2とが二重露光される。

[0044] 以下、ウエハWと露光領域21Wとが相対的に図5の軌跡47Bに沿って移動するようにウエハステージ25を駆動し、図3に示すように照明スリット10AP, 10BPの幅を独立に変化させながらレチクルRとウエハWとの同期移動を行うことで、図5のウエハW上の2行目のショット領域48J~48Fに像A2が露光され、3行目のショット領域48O~48Kに像B2が露光される。そして、2行目のショット領域48F~48Jは、それぞれ像B1と像A2とが二重露光される。

[0045] 次に、図5のウエハWを-Y方向にショット領域48(図4参照)のY方向の幅F分だけステップ移動した後、ウエハWと露光領域21Wとが相対的に図6の軌跡47Cに沿って移動するようにウエハステージ25を駆動し、図3に示すように照明スリット10AP, 10BPの幅を独立に変化させながらレチクルRとウエハWとの同期移動を行うことで、図6のウエハW上の3行目のショット領域48K~48OにレチクルRの第1のパターン領域52Aのパターンの像A3が露光され、4行目のショット領域48P~48Tに第2のパターン領域52Bのパターンの像B3が露光される。この結果、3行目のショット領域48K~48Tは、それぞれ像B2と像A3とが二重露光される。

[0046] この動作を繰り返すことによって、ウエハW上の±Y方向の端部のショット領域を除く全部のショット領域に、レチクルRの第1のパターン領域52Aのパターンの像と第2のパターン領域52Bのパターンの像とが二重露光される。この際に、ウエハW上の走査方向に隣接する2つのショット領域は1回の走査で露光が行われるため、二重露光を極めて高いスループットで行うことができる。

[0047] なお、ウエハW上のY方向の端部のショット領域には別途、レチクルRのパターン領域52A又は52Bのパターンの像のみを露光する必要があるが、ウエハW上のショット領域の個数は実際には図4のショット領域の個数よりもかなり多いため、スループットは殆ど低下しない。ここで、+Y方向の端部のショット領域48A~48Eに対するパターン領域52Bのパターンの像の露光は上記の露光動作に先立って行い、-Y方向の端部のショット領域に対するパターン領域52Aのパターンの像の露光は上記の露光動作後に行ってもよい。

また、本例では、図1の2つの照明ユニット14A及び14Bを用いてレチクルR上の2つの照明スリット10AP及び10BPの走査方向の幅を独立に制御しているため、走査露光中に、図2のレチクルRのパターン領域52A及び52B内のパターンの全面をそれぞれ最適化した照明条件で照明することができる。従って、二重露光後の投影像について高い結像特性を得ることができる。

[0048] その後、ウエハWを現像することによって、各ショット領域にレジストパターンが形成され、このレジストパターンをマスクとしてエッチング等を行うことによって目標とする回路パターンが形成される。この際に、パターンA及びBの像はそれぞれ最適化された露光条件(照明条件を含む)で露光されているため、二重露光されたパターンの像の結像特性(解像度等)は全面で極めて良好であり、最終的に形成される回路パターンの線幅制御性等も極めて良好である。従って、半導体デバイス等を高精度に製造できる。

[0049] なお、上記の実施形態では、図1に示すように、1つの露光光源1を用いるものとしたが、図7に示すように、独立にパルス発光する2台の露光光源1A, 1Bを用いてもよい。また、図1に示すようにミラー17の前で視野合成器16によって2つの露光光IL1, IL2を合成するものとしたが、図7に示すように、ミラー17の代わりに偏光ビームスプリッタ17A(又はハーフミラー)を設置してもよい。図7において、第1の露光光源1Aからの露光光IL1は、ミラー3Aを介して第1照明ユニット14Aに導かれ、第2の露光光源1Bからの露光光IL2は、ミラー3Bを介して第2照明ユニット14Bに導かれる。また、第2リレーレンズ13Aからの露光光IL1をミラー15Aを介して偏光ビームスプリッタ17Aに導き、第2リレーレンズ13Bからの露光光IL2をミラー15B, 15Cを介して偏光ビームスプリッタ17Aに導くことで、偏光ビームスプリッタ17Aを視野合成器として2つの露光光IL1, IL2を合成できる。合成後の光束は図1の第1コンデンサレンズ18に供給される。これによって、照明光学系の構成を簡素化できる。また、照明ユニット14A及び14Bに対応してそれぞれ独立に露光光源を備えることによって、露光光IL1, IL2のスペクトル幅、中心波長、パルス周波数等を独立に制御できる。

[0050] また、上記の実施形態では、図2に示すように1つのレチクルR上に隣接して2つのパターン領域52A及び52Bが形成されているが、2つのパターン領域52A及び52B

を異なるレチクルに形成しておき、図1のレチクルステージ22上でその2つのレチクルを走査方向に離して保持して、二重露光を行ってもよい。さらに、上記実施形態では、走査方向に沿って配置される2つのパターン領域52A及び52BのパターンA、Bでウエハ上の各ショット領域を二重露光するものとしたが、少なくとも3つのパターン領域を走査方向に沿って配置して、三重以上の多重露光を行ってもよい。また、上記実施形態では2つのパターン領域52A、52Bに形成するパターンA、Bが異なるものとしたが、パターンA、Bは同一であってもよい。

[0051] なお、上記実施形態の露光装置における投影光学系は、物体面側の視野及び像面側の視野を1つずつ有するものとしたが、これに限らず、例えば像面側に2つの視野を有するものでもよい。この場合、2つの像面側の視野内にそれぞれ前述の第1及び第2露光領域が配置されるので、2つのウエハステージを用いることによって2枚のウエハの二重露光を並行して行うことが可能となり、さらなるスループットの向上を図ることができる。また、上記実施形態の露光装置は、物体面側で前述の第1及び第2照明領域が内接する視野を有する単一の投影光学系を備えるものとしたが、例えば米国特許第7,088,425号などに開示されているように、各パターン領域に形成されるパターンを複数に分けてウエハ上に投影する複数の投影光学系を備えてもよい。

[0052] また、上記実施形態の露光装置における投影光学系は縮小系のみならず等倍系及び拡大系のいずれでも良いし、投影光学系は屈折系のみならず反射系及び反射屈折系のいずれでも良いし、その投影像は倒立像及び正立像のいずれでも良い。さらに、投影光学系を介して露光光が照射される露光領域は、投影光学系の視野内で光軸を含むオンアクシス領域であるが、例えば国際公開第2004/107011号パンフレットに開示されるように、複数の反射面を有しかつ中間像を少なくとも1回形成する光学系(反射系または反屈系)がその一部に設けられ、かつ単一の光軸を有する、いわゆるインライン型の反射屈折系と同様に、その露光領域は光軸を含まないオフアクシス領域でも良い。また、前述の照明領域及び露光領域はその形状が矩形であるものとしたが、これに限らず、例えば円弧、台形、あるいは平行四辺形などでも良い。

[0053] また、上記実施形態では、干渉計システムを用いてレチクルステージ及びウエハス

ステージの位置情報を計測するものとしたが、これに限らず、例えばウエハステージの上面に設けられるスケール(回折格子)を検出するエンコーダシステムを用いてもよい。この場合、干渉計システムとエンコーダシステムの両方を備えるハイブリッドシステムとし、干渉計システムの計測結果を用いてエンコーダシステムの計測結果の較正(キャリブレーション)を行うことが好ましい。また、干渉計システムとエンコーダシステムとを切り替えて用いる、あるいはその両方を用いて、基板ステージの位置制御を行うようにしてもよい。

[0054] なお、上記実施形態の露光対象の基板としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)、またはフィルム部材等が適用される。また、基板はその形状が円形に限られるものでなく、矩形など他の形状でもよい。

[0055] また、上記実施形態の露光装置は、例えば特開平10-163099号公報(対応米国特許第6,590,634号)、特表2000-505958号公報(対応米国特許第5,969,441号)などに開示されているように複数のウエハステージを備え、露光動作と計測動作(アライメント動作を含む)とを並行して行ってもよい。さらに、上記実施形態の露光装置は、例えば特開平11-135400号公報(対応国際公開1999/23692)、及び特開2000-164504号(対応米国特許第6,897,963号)公報などに開示されているように、ウエハステージとは独立に移動可能であるとともに、計測部材(例えば、基準マークが形成された基準部材及び/又は各種の光電センサ)を搭載した計測ステージを備えていてもよい。

[0056] なお、上述の実施形態の露光装置は、不図示のコラム機構を設置した後、それぞれ複数の光学素子から構成される照明光学系、及び投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をして、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより製造することができる。なお、その露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

[0057] また、上記の実施形態の露光装置を用いて半導体デバイスを製造する場合、この

半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、このステップに基づいてレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを形成するステップ、上記の実施形態の投影露光装置によりアライメントを行ってレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、エッチング等の回路パターンを形成するステップ、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)、及び検査ステップ等を経て製造される。

[0058] なお、本発明は、例えば国際公開第99/49504号パンフレット、国際公開第2004/019128号パンフレット等で開示されている液浸型の露光装置で露光を行う場合にも適用できる。この場合には、走査露光時に、図1において、不図示の液体回収装置から投影光学系PLとウエハWとの間に純水等の液体が局所的に供給され、供給された液体は不図示の液体回収装置によって回収される。

また、本発明は、波長数nm～100nm程度の極端紫外光(EUV光)を露光ビームとして用いる投影露光装置で露光を行う場合にも適用できる。

[0059] また、本発明は、半導体デバイス製造用の露光装置への適用に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子(CCD等)、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びDNAチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク(フォトマスク、レチクル等)をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程(露光装置)にも適用することができる。

[0060] なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。また、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む2006年3月3日付け提出の日本国特願2006-058739号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用して本願に組み込まれている。

なお、法令で許容される限りにおいて、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての引例の開示を援用して本文の記載の一部とする。

#### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明によれば、二重露光を最適な照明条件で高スループットで行うことができる

ため、微細なパターンを持つデバイスを高精度に高スループットで製造できる。



## 請求の範囲

- [1] マスク及び投影光学系を介して基板に露光ビームを照射しつつ、前記マスクを所定の走査方向に移動するのに同期して前記基板を移動する露光方法において、  
前記マスク上に前記走査方向に隣接して第1及び第2のパターン領域を形成しておき、  
前記マスクを前記走査方向に移動し、前記第1のパターン領域が前記投影光学系の視野内を通過しているときに、前記走査方向の幅が可変の第1の照明領域を用いて第1の照明条件で前記第1のパターン領域を照明して前記基板を露光する第1工程と、  
前記第1及び第2のパターン領域が同時に前記視野内を通過しているときに、次第に前記走査方向の幅が狭くなる前記第1の照明領域を用いて前記第1の照明条件で前記第1のパターン領域を照明するとともに、次第に前記走査方向の幅が広がる第2の照明領域を用いて第2の照明条件で前記第2のパターン領域を照明して前記基板を露光する第2工程と、  
前記第2のパターン領域が前記視野内を通過しているときに、前記走査方向の幅が可変の前記第2の照明領域を用いて前記第2の照明条件で前記第2のパターン領域を照明して前記基板を露光する第3工程と  
を有することを特徴とする露光方法。
- [2] 前記基板を前記走査方向に対応する方向に前記第2のパターン領域の幅に対応する距離だけステップ移動して、前記第1工程から前記第3工程までの動作を実行して、前記基板上的前記第2のパターン領域のパターンの像で露光された区画領域を前記第1のパターン領域のパターンの像で二重露光する第4工程を有することを特徴とする請求項1に記載の露光方法。
- [3] 前記第1及び第2の照明条件は互いに異なることを特徴とする請求項1又は2に記載の露光方法。
- [4] 前記第1及び第2の照明領域の前記走査方向の幅を最大にした領域は実質的に完全に重なることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の露光方法。
- [5] 前記第1及び第2のパターン領域は互いに異なるマスクに形成されることを特徴と

する請求項1から4のいずれか一項に記載の露光方法。

- [6] 投影光学系を介して露光ビームで基板を露光する露光方法において、前記露光ビームが照射される第1及び第2照明領域での照明条件をそれぞれ独立に設定し、
- 前記第1及び第2照明領域に対する、所定の走査方向に沿って配置される第1及び第2パターンの移動と、前記第1パターンと前記投影光学系とを介して前記露光ビームが照射される第1露光領域、及び前記第2パターンと前記投影光学系とを介して前記露光ビームが照射される第2露光領域に対する前記基板の移動とを同期して行い、前記基板上でその走査方向に関する位置が異なる区画領域を走査露光することを特徴とする露光方法。
- [7] 前記異なる領域はそれぞれ、前記同期移動による前記第1及び第2パターンの一方の露光と、前記第1及び第2パターンの他方と前記基板との同期移動による他方のパターンの露光とを含む多重露光が行われことを特徴とする請求項6に記載の露光方法。
- [8] 前記第1及び第2露光領域は、前記走査方向に関して少なくとも一部が重なるように配置されることを特徴とする請求項6又は7に記載の露光方法。
- [9] 前記第1及び第2露光領域は、前記同期移動中に前記走査方向の幅が独立に変更されかつ前記走査方向に関してその最大幅が前記異なる領域の間隔よりも広いことを特徴とする請求項6から8のいずれか一項に記載の露光方法。
- [10] 前記第1及び第2露光領域は、前記走査方向の幅が独立に可変であり、前記同期移動中に前記異なる領域内で重ならないようにその幅が変更されることを特徴とする請求項6から9のいずれか一項に記載の露光方法。
- [11] 前記第1及び第2照明領域の前記走査方向の幅を独立に可変として、前記第1及び第2露光領域の前記走査方向の幅を変更することを特徴とする請求項9又は10に記載の露光方法。
- [12] 前記同期移動時に前記第1及び第2照明領域での照明条件が互いに異なることを特徴とする請求項6から11のいずれか一項に記載の露光方法。
- [13] 前記第1及び第2パターンは同一のマスクに形成されることを特徴とする請求項6か

ら12のいずれか一項に記載の露光方法。

- [14] 前記第1及び第2露光領域は、前記投影光学系の単一の視野内に配置されることを特徴とする請求項6から13のいずれか一項に記載の露光方法。
- [15] 前記第1及び第2照明領域は、前記投影光学系の単一の視野内に配置されることを特徴とする請求項6から14のいずれか一項に記載の露光方法。
- [16] 前記第1及び第2の照明領域は同一の露光光源からの露光ビームで照明されることを特徴とする請求項1から15のいずれか一項に記載の露光方法。
- [17] 前記第1及び第2の照明領域は互いに異なる露光光源からの露光ビームで照明されることを特徴とする請求項1から15のいずれか一項に記載の露光方法。
- [18] 前記基板の露光中に、前記投影光学系と前記基板との間に前記露光ビームを透過する液体を供給することを特徴とする請求項1から17のいずれか一項に記載の露光方法。
- [19] マスク及び投影光学系を介して基板に露光ビームを照射しつつ、前記マスクを所定の走査方向に移動するのに同期して前記基板を移動する露光装置において、  
前記投影光学系の視野内の前記走査方向の幅が可変の第1の照明領域を第1の照明条件で照明するとともに、前記視野内の前記走査方向の幅が可変の第2の照明領域を第2の照明条件で照明する照明光学系と、  
前記マスクの前記走査方向の位置に応じて前記第1及び第2の照明領域の前記走査方向の幅を制御する照明制御装置とを備えたことを特徴とする露光装置。
- [20] 前記マスク上に前記走査方向に隣接して第1及び第2のパターン領域が形成されているときに、  
前記照明制御装置は、前記マスクが前記走査方向に移動するのに同期して、前記第1及び第2の照明領域がそれぞれ前記第1及び第2のパターン領域のみを照明するように前記第1及び第2の照明領域の前記走査方向の幅を制御することを特徴とする請求項19に記載の露光装置。
- [21] 前記照明光学系は、  
前記第1の照明領域を前記第1の照明条件で照明する第1の部分照明系と、  
前記第2の照明領域を前記第2の照明条件で照明する第2の部分照明系と、

前記第1及び第2の部分照明系からの露光ビームを合成して前記マスクを照明する視野合成系とを有することを特徴とする請求項19又は20に記載の露光装置。

- [22] 前記第1及び第2の部分照明系はそれぞれ可変視野絞りを備え、  
前記照明制御装置は、前記2つの可変視野絞りの開閉動作を制御することを特徴とする請求項21に記載の露光装置。
- [23] 露光光源と、  
前記露光光源からの露光ビームを2分割して前記第1及び第2の部分照明系に導く分岐光学系とを備えたことを特徴とする請求項21又は22に記載の露光装置。
- [24] 前記第1及び第2の部分照明系はそれぞれ露光光源を有することを特徴とする請求項21又は22に記載の露光装置。
- [25] 前記第1及び第2の照明条件は互いに異なることを特徴とする請求項19から24のいずれか一項に記載の露光装置。
- [26] 前記第1及び第2の照明領域の前記走査方向の幅を最大にした領域は実質的に完全に重なることを特徴とする請求項19から25のいずれか一項に記載の露光装置。
- [27] 前記投影光学系と前記基板との間に前記露光ビームを透過する液体を供給して回収する液体供給機構を備えたことを特徴とする請求項19から26のいずれか一項に記載の露光装置。
- [28] 投影光学系を介して露光ビームで基板を露光する露光装置において、  
前記露光ビームを第1及び第2照明領域に照射するとともに、前記第1及び第2照明領域での照明条件をそれぞれ独立に設定する照明光学系と、  
前記第1及び第2照明領域に対する、所定の走査方向に沿って配置される第1及び第2パターンの移動と、前記第1パターンと前記投影光学系とを介して前記露光ビームが照射される第1露光領域、及び前記第2パターンと前記投影光学系とを介して前記露光ビームが照射される第2露光領域に対する前記基板の移動とを同期して行い、前記基板上でその走査方向に関する位置が異なる区画領域を走査露光する制御装置とを備えることを特徴とする露光装置。
- [29] 前記制御装置は、前記同期移動による前記第1及び第2パターンの一方の露光と、

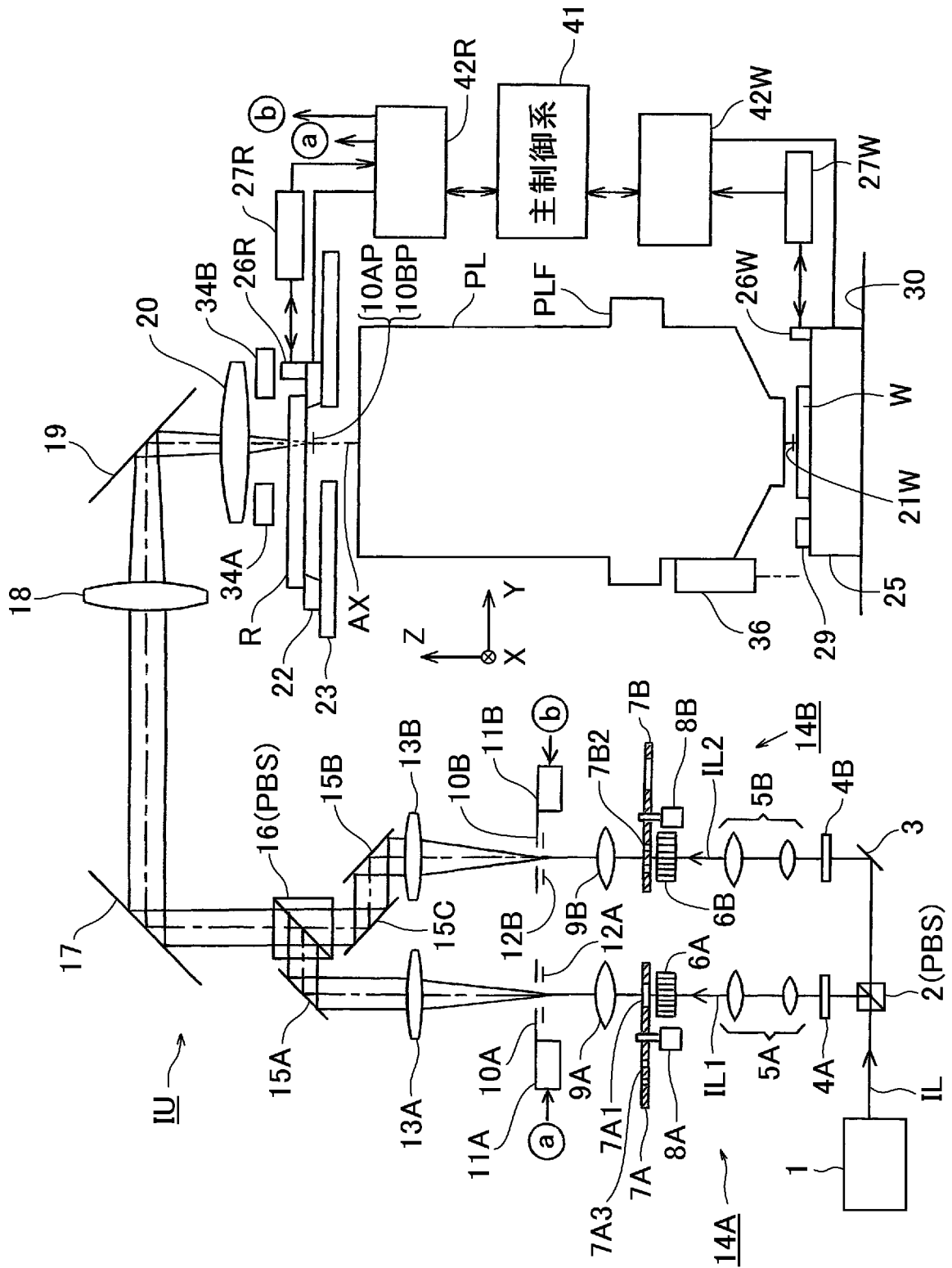
前記第1及び第2パターンの方と前記基板との同期移動による他方のパターンの露光とを含む多重露光を、前記異なる領域でそれぞれ行うことを特徴とする請求項28に記載の露光装置。

- [30] 前記第1及び第2露光領域は、前記走査方向に関して少なくとも一部が重なるように配置されることを特徴とする請求項28又は29に記載の露光装置。
- [31] 前記制御装置は、前記同期移動時に前記第1及び第2照明領域での照明条件を互いに異ならせることを特徴とする請求項28から30のいずれか一項に記載の露光装置。
- [32] 前記第1及び第2露光領域の前記走査方向の幅を独立に変更する光学装置をさらに備え、前記第1及び第2露光領域は、前記走査方向に関して前記同期移動中に設定される最大幅が前記異なる領域の間隔よりも広いことを特徴とする請求項28から31のいずれか一項に記載の露光装置。
- [33] 前記第1及び第2露光領域の前記走査方向の幅を独立に変更する光学装置をさらに備え、前記第1及び第2露光領域は、前記同期移動中に前記異なる領域内で重ならないようにその幅が変更されることを特徴とする請求項28から32のいずれか一項に記載の露光装置。
- [34] 前記光学装置は、前記第1及び第2照明領域の前記走査方向の幅を独立に可変として、前記第1及び第2露光領域の前記走査方向の幅を変更することを特徴とする請求項32又は33に記載の露光装置。
- [35] 前記照明光学系は、それぞれ前記露光ビームが入射し、前記第1及び第2照明領域での照明条件を可変とする第1及び第2成形光学系を有することを特徴とする請求項28から34のいずれか一項に記載の露光装置。
- [36] 前記照明光学系は、少なくとも一方が偏向部材を介して入射する、前記第1及び第2成形光学系からの露光ビームを前記第1及び第2照明領域に照射する合成光学系を有することを特徴とする請求項35に記載の露光装置。
- [37] 前記第1及び第2露光領域の前記走査方向の幅を独立に変更する光学装置をさらに備え、前記光学装置は、前記第1及び第2成形光学系に設けられ、かつ前記第1及び第2照明領域の前記走査方向の幅を可変とする第1及び第2マスクング部材を

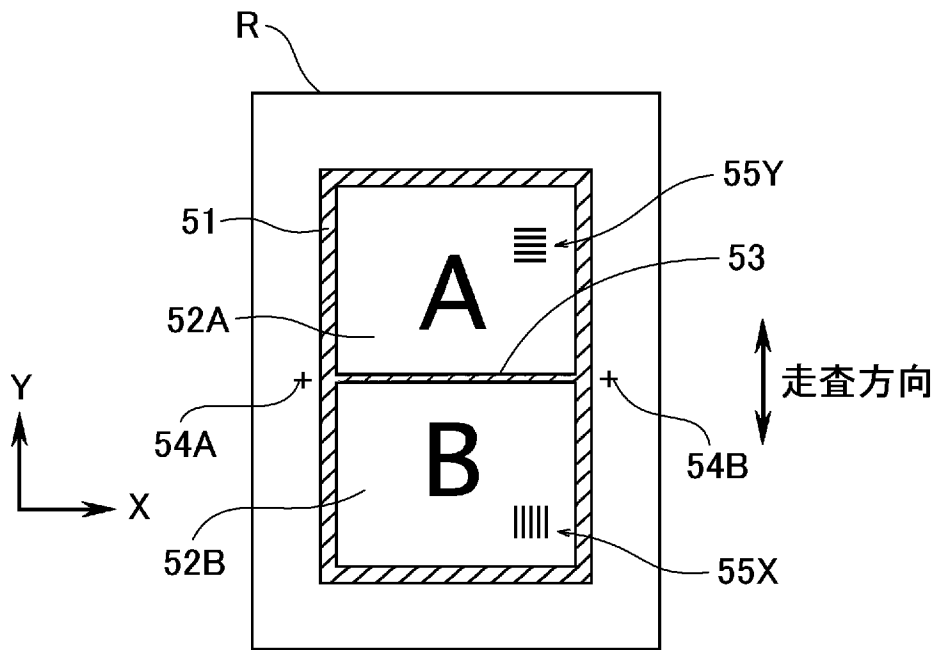
有することを特徴とする請求項35又は36に記載の露光装置。

- [38] 前記制御装置は、前記第1及び第2パターンが形成される同一のマスクを保持するマスクステージ、及び前記基板を保持する基板ステージを駆動して、前記第1及び第2パターンの少なくとも一方と前記基板とを同期移動することを特徴とする請求項28から37のいずれか一項に記載の露光装置。
- [39] 前記第1及び第2露光領域は、前記投影光学系の単一の視野内に配置されることを特徴とする請求項28から38のいずれか一項に記載の露光装置。
- [40] 前記第1及び第2照明領域は、前記投影光学系の単一の視野内に配置されることを特徴とする請求項28から39のいずれか一項に記載の露光装置。
- [41] 請求項1から18のいずれか一項に記載の露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

[図1]

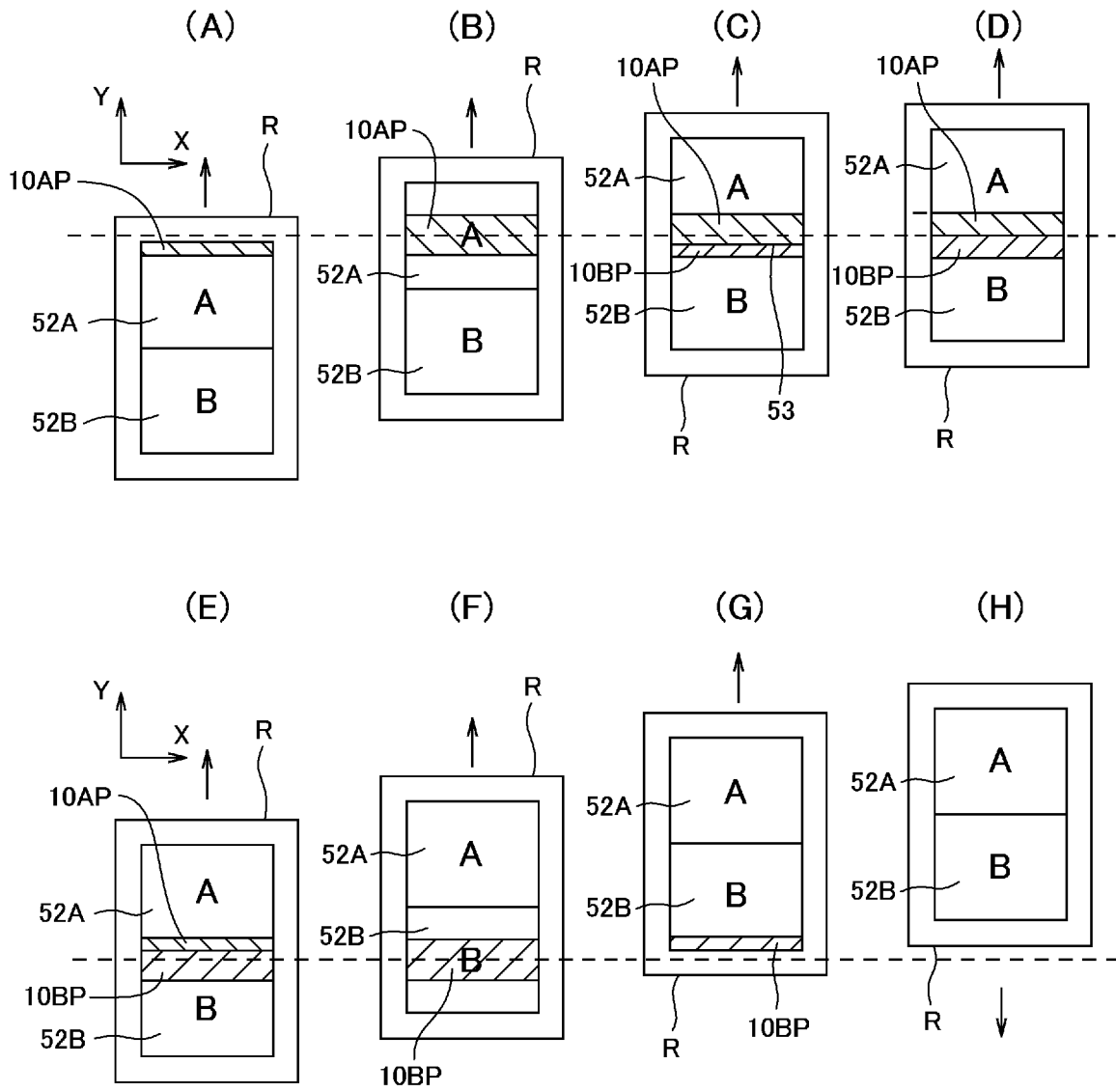


[図2]

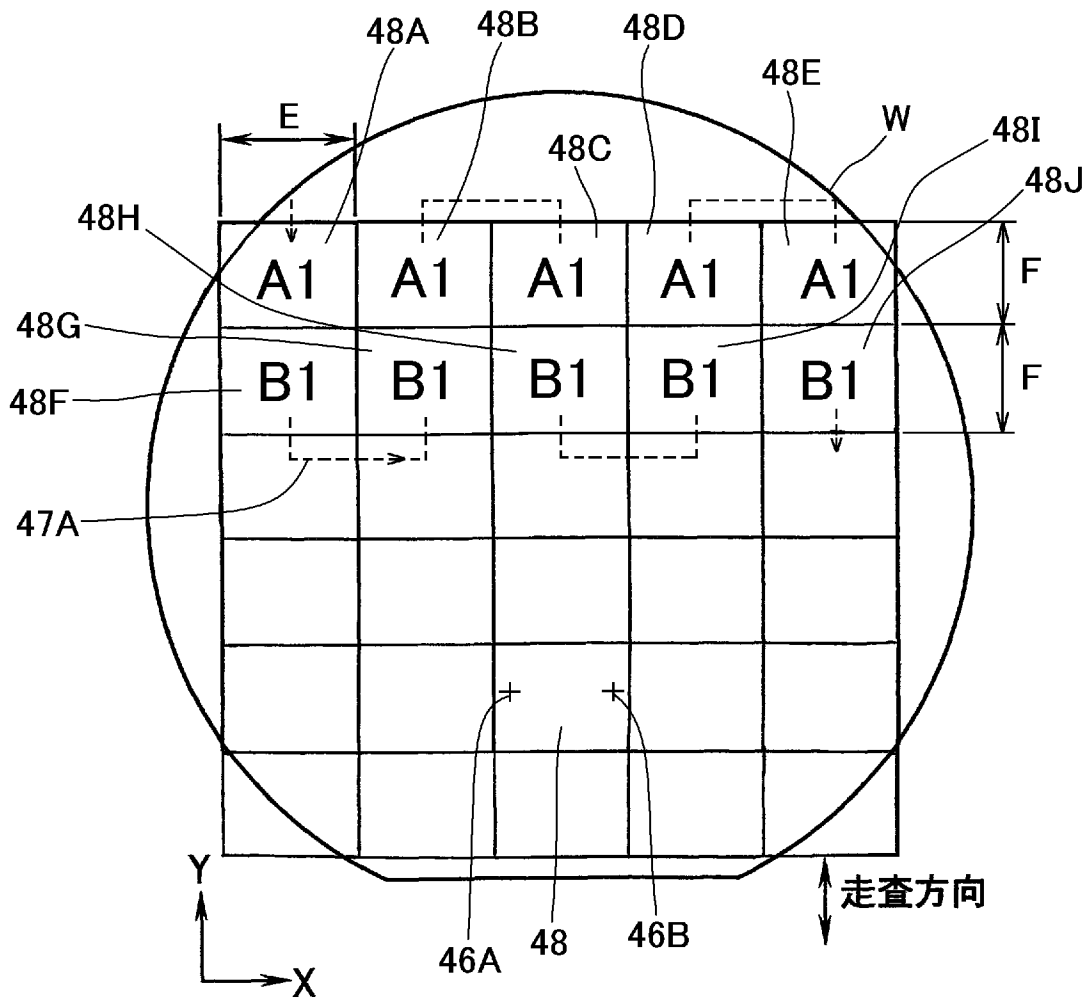




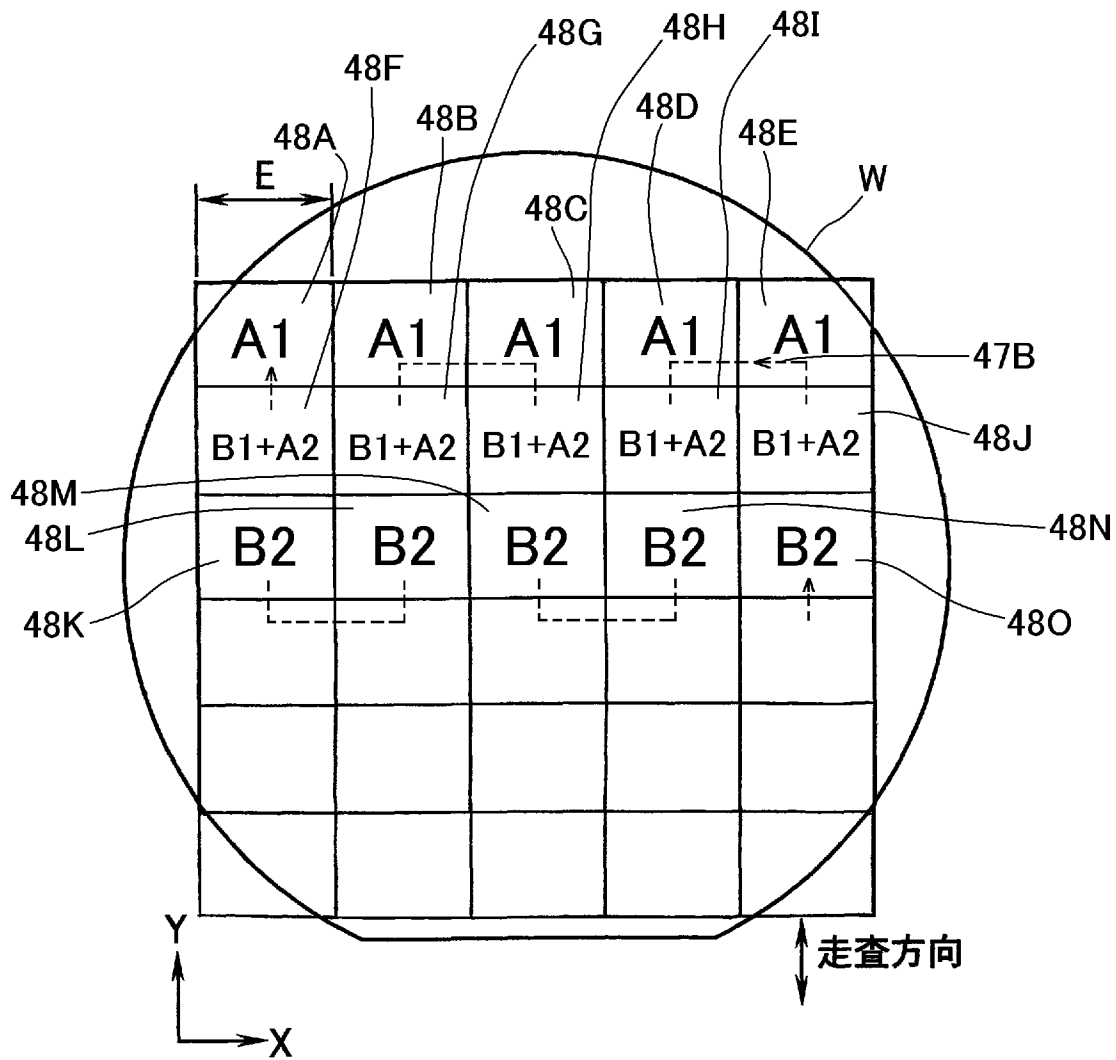
[図3]



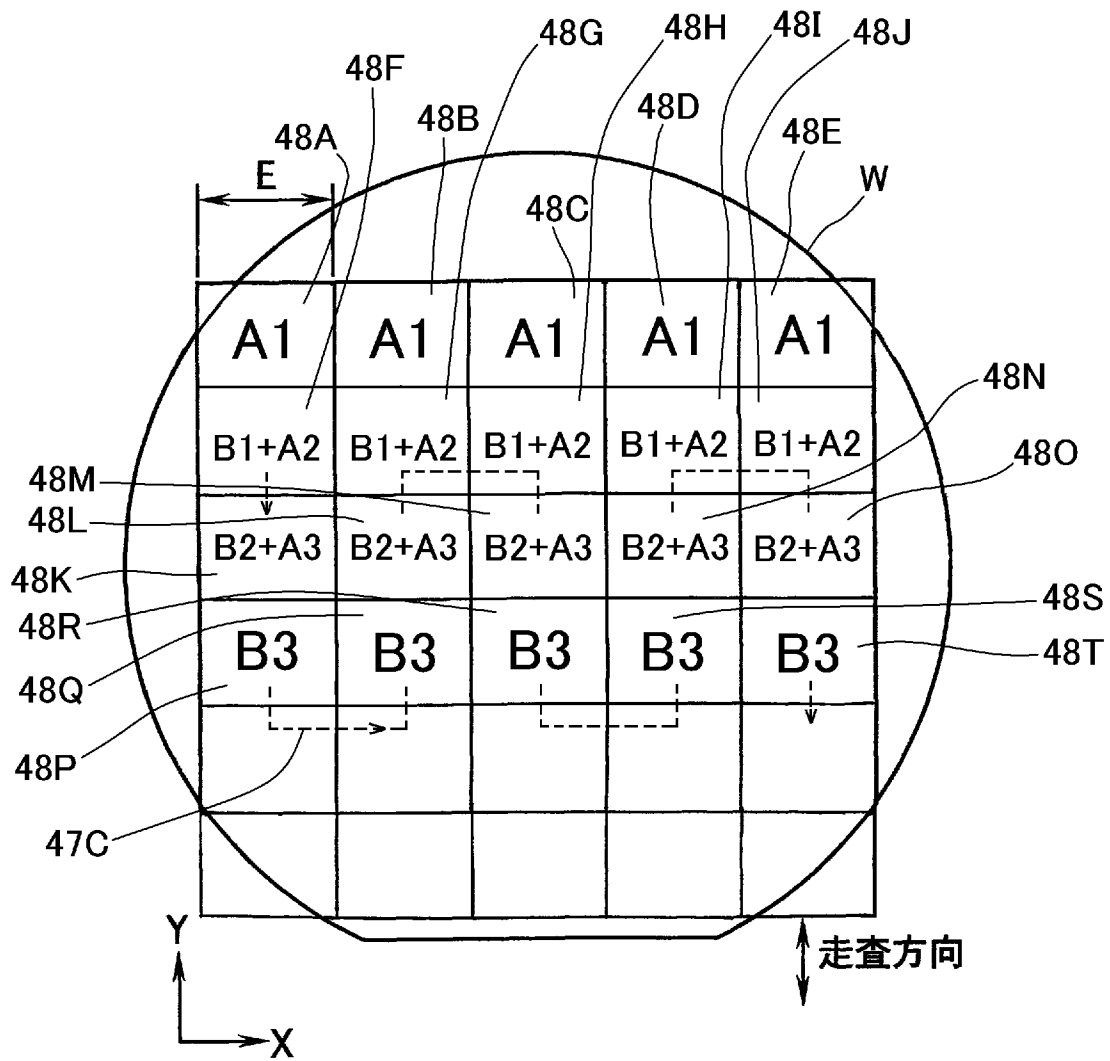
[図4]



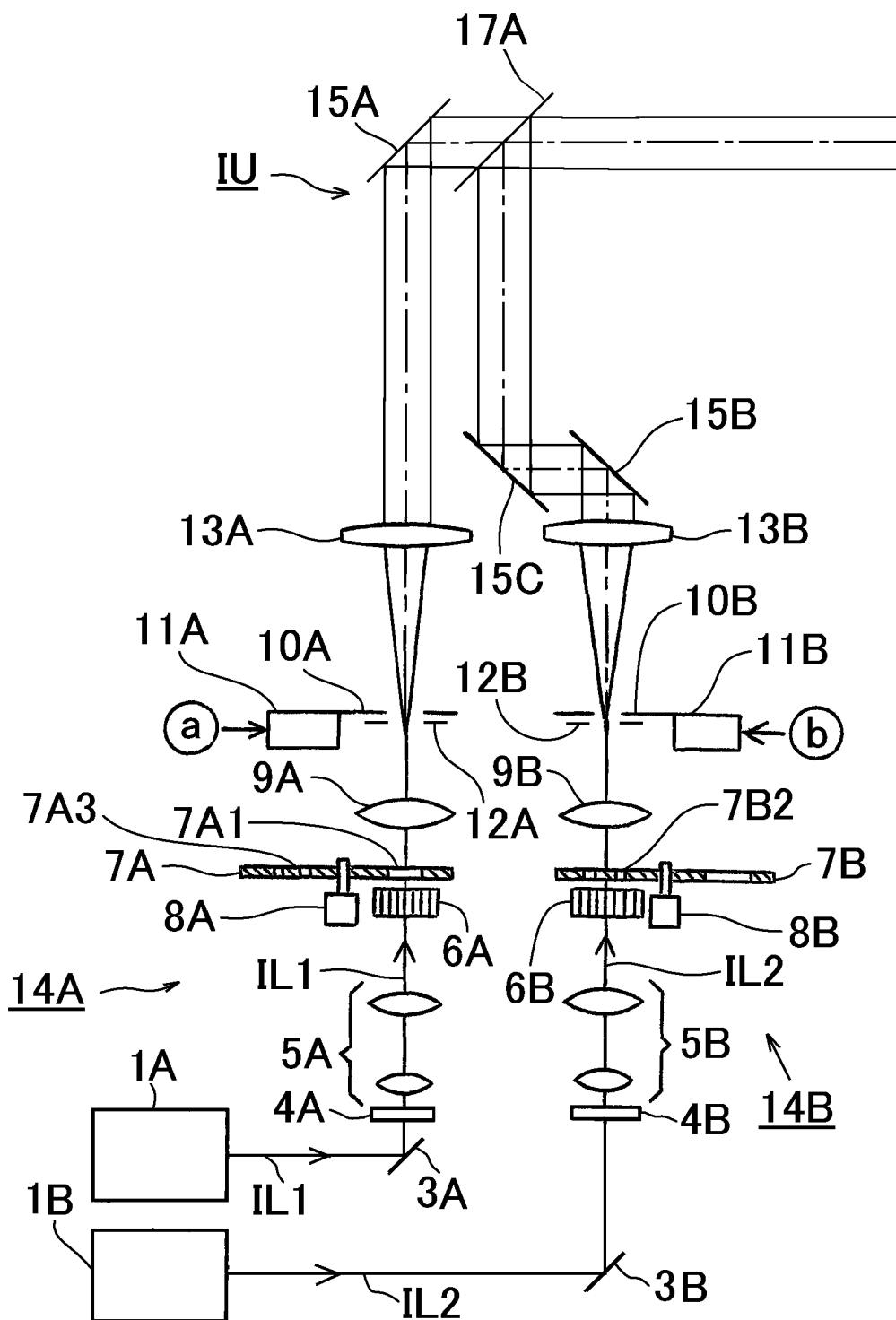
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/054012

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L21/027(2006.01) i, G03F7/20(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-111601 A (Nikon Corp.), 23 April, 1999 (23.04.99), Par. Nos. [0026] to [0035]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-5, 9-11, 20, 22, 26, 32-34, 37
X	JP 2000-021751 A (Canon Inc.), 21 January, 2000 (21.01.00), Claims; Par. Nos. [0024] to [0025]; Figs. 1 to 2, 7	6-8, 12-19, 21, 23-25, 27-31, 35-36, 38-41
Y	& US 6383940 B1	1-5, 9-11, 20, 22, 26, 32-34, 37

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 May, 2007 (08.05.07)

Date of mailing of the international search report  
22 May, 2007 (22.05.07)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2007年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-111601 A (株式会社ニコン) 1999. 04. 23, 段落[0026]-[0035], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-5, 9-11, 20, 22, 26, 32-34, 37
X	JP 2000-021751 A (キヤノン株式会社) 2000. 01. 21, 特許請求の範囲, 段落[0024]-[0025], 図 1-2, 7 & US 6383940 B1	6-8, 12-19, 21, 23-25, 27-31, 35-36, 38-41
Y		1-5, 9-11,

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08. 05. 2007	国際調査報告の発送日 22. 05. 2007
----------------------------	----------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 渡戸 正義 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M	9023
--	--	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
		20, 22, 26, 32-34, 37