

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 8 月 3 日(03.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/130746 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) **H05K 3/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001087
- (22) 国際出願日: 2017 年 1 月 13 日(13.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-016687 2016 年 1 月 29 日(29.01.2016) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 五十嵐 晃(IKARASHI Akira); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 5 号 株式会社アドテックエンジニアリング内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 保立 浩一(HOTATE Koichi); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目 1 8 番 1 1 号サニーシティ荻窪 201 Tokyo (JP).
- (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, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

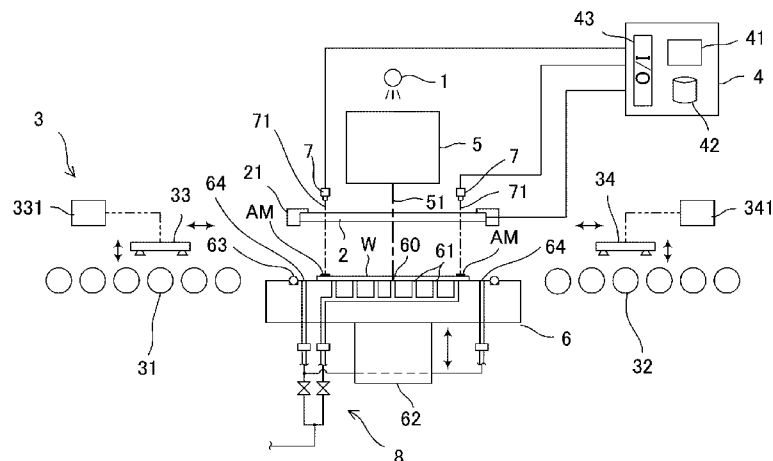
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: EXPOSURE DEVICE AND EXPOSURE METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置及び露光方法



(57) Abstract: [Problem] To provide an exposure technique suitable for small-volume production of multiple products which is neither burdensome nor costly even when performing exposure with different exposure patterns for different types of products. [Solution] Alignment marks AM on a workpiece W are imaged with cameras 7 through a transmission-type digital photomask 2, and on the basis of the image data, a correction program on a controller 4 corrects the original pattern data. The correction includes correction of the display position of a master pattern and correction of magnification. Light from the light source 1, which includes ultraviolet rays, is irradiated through the corrected mask pattern onto the workpiece W, and the workpiece W is exposed.

(57) 要約: 【課題】 異なる品種用に異なる露光パターンでの露光を行う場合にも手間やコストがかからず、多品種少量生産に適した露光技術を提供する。【解決手段】 ワークWの各アライメントマークAMが、透過型であるデジタルフォトマスク2を通して各カメラ7で撮影され、各撮像データに基づいてコントローラ4上の修正プログラムがオリジナルのパターンデータを修正する。修正には、マスクパターンの表示位置の修正、倍率の修正が含まれる。光源1からの紫外線を含む光は、修正されたマスクパターンを通してワークWに照射され、ワークWが露光される。



WO 2017/130746 A1

明 細 書

発明の名称：露光装置及び露光方法

技術分野

[0001] 本願の発明は、フォトリソグラフィにおける露光技術に関するものである。

背景技術

[0002] フォトリソグラフィは、対象物に微細な形状を作り込む技術として各種の用途で用いられている。代表的には、各種電子機器に搭載されているプリント基板の製造における回路パターンの形成のために、フォトリソグラフィが行われている。フォトリソグラフィにおいては、得ようとしている形状の光を対象物に照射する露光工程が存在しており、露光装置が使用される。

[0003] 露光装置には、投影露光、コンタクト露光、プロキシミティ露光等の各種方式が存在している。これら方式では、光源からの光をフォトマスクを介して対象物（以下、ワークという）に照射する構成となっている。フォトマスクは、石英ガラス基板のような透明なガラス基板上に、クロム等の遮光性材料でパターンが形成されており、このパターンにより光の透過、遮断が制御される。このパターンは、ワークに形成しようとするパターンと同じものであり、このパターンの光がワーク上に投影又は転写されることで露光が行われる。以下、ワーク上に照射される光のパターンを露光パターンといい、マスク上に形成されているパターンをマスクパターンという。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平6－232024号公報

特許文献2：特開2004－87771号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した従来の露光装置において、製品の品種が異なる場合には形成するパ

ターンも異なるので、各品種に合わせて各フォトマスクを用意して保管しなければならず、フォトマスク自体のコストの他、管理のコストも無視できないものとなっている。この点は、多品種少量生産の傾向が大きい生産現場ほど深刻な問題となっている。

本願の発明は、上記課題を考慮して為されたものであり、異なる品種用に異なる露光パターンでの露光を行う場合にも手間やコストがかからず、多品種少量生産に適した露光技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本願の請求項1記載の発明は、紫外線を含む光を放出する光源と、

透過型であるデジタルフォトマスクと、

デジタルフォトマスクを通した光源からの光の照射位置にワークを搬送する搬送系と、

光の照射位置に搬送されたワークの特定部位を撮像するカメラと、

コントローラと

を備えており、

デジタルフォトマスクは、コントローラによって制御される多数の画素を有していて、各画素は、紫外線を透過するオフ状態と、紫外線を遮断するオン状態とを取り得るものであり、

コントローラは、マスクパターンの表示をデジタルフォトマスクに行わせるためのデータであるパターンデータを記憶した記憶部と、デジタルフォトマスクに対してパターンデータを出力してマスクパターンの表示をデジタルフォトマスクに行わせる出力部とを備えているとともに、コントローラには、カメラによる撮像データに基づいて修正されたデータを修正して修正したパターンデータが出力部から出力されるようにする修正プログラムが実装されており、

修正プログラムは、カメラによるワークの特定部位の撮像データに従ってデジタルフォトマスク上におけるマスクパターンの表示位置を修正する表示

位置修正モジュールを含んでいるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 2 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記ワークの特定部位は、アライメントマークであるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 3 記載の発明は、前記請求項 2 の構成において、前記アライメントマークは複数設けられており、前記カメラは各アライメントマークを撮像するものであるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 4 記載の発明は、前記請求項 3 の構成において、前記カメラは、各アライメントマークを撮像可能な位置にそれぞれ設けられているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 5 記載の発明は、前記請求項 3 又は 4 の構成において、前記修正プログラムは、前記カメラによる前記アライメントマークの撮像データに従って、デジタルフォトマスクにおけるマスクパターンの表示倍率を決定する拡縮モジュールを含んでいるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 6 記載の発明は、前記請求項 3、4 又は 5 の構成において、前記修正プログラムは、前記カメラによるアライメントマークの撮像データに従ってワークの変形を判断し、その判断結果に従ってマスクパターンが変形して表示されるようにする変形モジュールを含んでいるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 7 記載の発明は、前記請求項 1 乃至 6 いずれかの構成において、前記デジタルフォトマスクは、前記カメラの撮影波長の光を透過する透過部を有しており、

前記カメラは、前記デジタルフォトマスクの当該透過部を通して前記特定部位を見込む位置に配置されているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 8 記載の発明は、前記請求項 7 の構成において、前記照射位置に搬送されたワーク又は前記デジタルフォトマスクを移動させてワークと前記デジタルフォトマスクとが接触した状態とす

るか又は所定の間隙を持って対向した状態する移動機構が設けられているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 9 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記ワークの特定部位は、既に行われたフォトリソグラフィにより形成されたパターンの特定箇所であるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 10 記載の発明は、前記請求項 1 乃至 9 いずれかに記載の露光装置を使用した露光方法であって、

当該露光装置は、前記光の照射位置に配置されたステージと、ステージにワークが載置された状態でステージ又は前記デジタルフォトマスクとを移動させて前記デジタルフォトマスクをワークに接触させる移動機構とを備えており、

前記デジタルフォトマスクとワークとが接触した後に、前記デジタルフォトマスクを通して前記カメラにより前記ワークの特定部位の撮影を行う撮影ステップと、

撮影ステップで得られた撮像データに従って前記修正プログラムを実行する修正ステップと、

前記修正プログラムで修正されたパターンデータにより前記デジタルフォトマスクにマスクパターンを表示させながら前記ワークを露光する露光ステップと

を有しており、

撮影ステップから露光ステップが終了するまでの間、前記デジタルフォトマスクとワークとが接触して両者の位置関係が変化しない状態が継続されるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 11 記載の発明は、請求項 1 乃至 9 いずれかに記載の露光装置を使用した露光方法であって、

当該露光装置は、前記光の照射位置に配置されたステージと、ステージにワークが載置された状態でステージ又は前記デジタルフォトマスクとを移動させて前記デジタルフォトマスクをワークに接触させる移動機構と、前記デ

デジタルフォトマスクがワークに接触している状態で前記デジタルフォトマスクとワークとの間の空間を真空排気して両者を密着させる排気系とを備えており、

前記デジタルフォトマスクとワークの間の空間が真空排気されて両者が密着した後に、前記デジタルフォトマスクを通して前記カメラにより前記ワークの特定部位の撮影を行う撮影ステップと、

撮影ステップで得られた撮像データに従って前記修正プログラムを実行する修正ステップと、

前記修正プログラムで修正されたパターンデータにより前記デジタルフォトマスクにマスクパターンを表示させながら前記ワークを露光する露光ステップと

を有しており、

撮影ステップから露光ステップが終了するまでの間、前記デジタルフォトマスクとワークの間の空間が真空排気されて両者が密着した状態が継続されるという構成を有する。

発明の効果

[0007] 以下に説明する通り、本願の請求項1記載の発明によれば、デジタルフォトマスクを使用して露光が行われるので、異なる品種の製品のための露光を行う場合でもハードウェアとしてのフォトマスクの交換は必要なく、また品種毎にハードウェアとしてのフォトマスクを用意して管理する必要はない。このため、生産性が高く、またランニングコストの安価な露光装置が提供される。そして、ワークの特定部位の撮像結果に従って算出された表示修正データにより修正されたパターンデータでマスクパターンが表示され、そのマスクパターンを通した光でワークが露光されるので、アライメントの動作は不要となる。したがって、この点でさらに装置のコストが安価となり、また生産性が高くなる。

また、請求項2記載の発明によれば、上記効果に加え、ワークに設けられたアライメントマークをカメラが撮像して表示修正データを算出するので、

データ処理が容易である。

また、請求項 3 記載の発明によれば、上記効果に加え、アライメントマークが複数設けられているので、非常に解像度の高いカメラが必要になったり、マークの拡大からワークの拡大を判断する際の精度が低下したりする問題がない。

また、請求項 4 記載の発明によれば、上記効果に加え、各アライメントマーク撮影用にそれぞれカメラが設けられているので、カメラの移動機構は不要であり、停止位置の精度も無縁となる。このため、コスト及び露光品質の面でさらに優位となる効果が得られる。

また、請求項 5 記載の発明によれば、上記効果に加え、ワークのサイズが変化していたとしても、そのサイズ変化に応じてマスクパターンが修正され、修正された状態で露光がされるので、サイズ変化が最終的な製品との関係で許容できるものである場合、許容できるサイズ変化に応じたパターン形成がされる。このため、製品の歩留まりを高くすることができる。

また、請求項 6 記載の発明によれば、上記効果に加え、ワークが変形していたとしてもその変形に応じてマスクパターンが修正され、修正された状態で露光がされるので、変形が最終的な製品との関係で許容できるものである場合、許容できるワークの変形に応じた状態でパターンが形成される。このため、製品の歩留まりを高くすることができる。

また、請求項 7 記載の発明によれば、上記効果に加え、デジタルフォトリソマスクを通してアライメントマークを撮像するので、アライメントマークを撮像する際の視差が小さくなる。このため、より高精度のデータ修正が行える。

また、請求項 9 記載の発明によれば、上記効果に加え、階層構造のパターン形成を行う際、位置ずれや変形が補正された状態で各層のパターンが形成されるので、より良質な多層構造のパターンが得られる。

また、請求項 10 記載の発明によれば、デジタルフォトリソマスクとワークとが接触して両者の位置関係が変化しない状態が保持されたまま、修正データ

が適用されたパターンデータがデジタルフォトマスクに表示され、露光が行われる。このため、カメラによる撮影の後にワークの位置ずれが生じて表示修正データが不正確になってしまうことはなく、カメラによる撮像結果に応じたマスクパターンの修正という技術構成がより有意義なものとなる。

また、請求項 11 記載の発明によれば、真空排気によるデジタルフォトマスクとワークとの密着状態が保持されたまま、修正データが適用されたパターンデータがデジタルフォトマスクに表示され、露光が行われる。このため、上記効果がより確実に得られる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態の露光装置の概略図である。

[図2]実施形態の装置におけるシーケンスプログラムの主要部を示すフローチャートである。

[図3]修正プログラムの概略を示したフローチャートである。

[図4]像原点の特定について示した概念図である。

[図5]表示位置修正モジュールについて示した概念図である。

[図6]拡縮モジュールについて示した概念図である。

[図7]変形モジュールについて示した概念図である。

[図8]実施形態の露光装置の全体の動作を示す正面断面概略図である。

発明を実施するための形態

[0009] 次に、本願発明を実施するための形態（以下、実施形態）について説明する。

図 1 は、実施形態の露光装置の概略図である。図 1 に示す露光装置は、光源 1 と、フォトマスク 2 と、搬送系 3 と、装置の各部を制御するコントローラ 4 等を備えて構成されている。

光源 1 は、少なくとも紫外線を含む光を放出するものである。例えば、ショートアーク型又はロングアーク型の水銀ランプ等が光源 1 として採用される。

フォトマスク 2 は、この実施形態の露光装置を大きな特徴点を成しており

、透過型のデジタルフォトマスク 2 が使用されている。デジタルフォトマスク 2 とは、一般的な用語ではないが、マスクパターンをデジタル表示するフォトマスクである。

[0010] デジタルフォトマスク 2 は、コントローラ 4 によって制御される多数の画素を有していて、各画素は、紫外線を透過するオフ状態と、紫外線を遮断するオン状態とを取り得るものであり、それら画素のオンオフのパターンが、表示されるマスクパターンである。

このようなデジタルフォトマスク 2 としては、この実施形態では、透過型液晶ディスプレイが使用されている。例えば、10～100 μm 程度の画素ピッチの高解像度の TFT カラー液晶ディスプレイが採用できる。但し、バックライトは不要であるので取り外した状態で使用される。また、市販されている液晶ディスプレイは、紫外線カットフィルタが設けられている場合があるが、その場合も取り外されて使用される。

[0011] 光学系の構成は、露光の方式により異なってくる。この実施形態の装置は、コンタクト露光を行う装置となっており、光源 1 とデジタルフォトマスク 2 の間に照射光学系 5 が配置されている。照射光学系 5 については、種々のものから任意に選択し得るが、例えばショートアーク型の紫外線ランプを光源 1 とした場合、光源 1 からの光をインテグレートレンズで均一な強度分布の光束とした後、コリメータレンズで平行光としてデジタルフォトマスク 2 に照射する構成が採用され得る。デジタルフォトマスク 2 で透過・遮断が制御された光は、平行光のままワーク W に達してワーク W を露光する。照射光学系 5 は、不図示のシャッタを含んでおり、シャッタはコントローラ 4 によって制御される。

尚、投影露光を行う場合、デジタルフォトマスク 2 とワーク W の間に投影光学系が配置される。投影光学系は、デジタルフォトマスク 2 上のマスクパターンを投影してワーク W に光照射する。

[0012] デジタルフォトマスク 2 と対向した位置には、ステージ 6 が配置されている。ステージ 6 は、露光パターンの光が照射される位置にワーク W を保持す

る部材である。ワークWは、ステージ6の上面に載置されて保持される。ステージ6は、ワークWがステージ6上で動かないようにするための真空吸着孔61を上面に有しており、真空吸着孔61を排気してワークWを真空吸着する排気系8が設けられている。ステージ6は、不図示のワーク用センサを備えており、ワークWが載置されたことがワーク用センサで確認されるようになっている。ワーク用センサは、コントローラ4に接続されている。

[0013] 搬送系3としては、ワークWのタイプにより最適化されたものが採用される。この実施形態では、リジッドタイプのプリント基板用の露光装置となっている。このため、この実施形態では、コンベア31、32と、搬送ハンド33、34等によって搬送系3が構成されている。

コンベア31、32は、ステージ6に対して搬入側と搬出側に設けられており（以下、搬送側コンベア、搬出側コンベア）、搬送ハンド33、34も搬入側と搬出側に設けられている（以下、搬入ハンド、搬出ハンド）。この実施形態では、搬送方向は水平方向である。以下、説明の都合上、搬送方向（図1の紙面上、左右方向）をX方向とし、X方向に垂直な水平方向（図1の紙面に垂直な方向）をY方向とする。

[0014] 搬入ハンド33は、搬入側コンベア31で搬送されたワークWをピックアップしてステージ6に載置する機構であり、搬出ハンド34は、露光されたワークWをステージ6からピックアップして搬出側コンベア32に載置する機構である。各ハンド33、34は、下端にワークWを吸着する吸着パッド（符号省略）を備えているとともに、ハンド駆動機構331、341を備えている。各ハンド駆動機構331、341は、各ハンドを水平方向及び垂直方向に移動させる機構である。これら機構によって、ワークWの移載が行われる。

[0015] また、装置は、ステージ6を移動する移動機構62を備えている。移動機構62は、載置されたステージ6のデジタルフォトマスク2に対する距離を最適に調節するための機構である。この実施形態では、コンタクト露光を行うものとなっており、載置されたワークWをデジタルフォトマスク2に接触

させるための移動を行う機構となっている。したがって、移動機構 6 2 は、この実施形態では昇降機構となっている。尚、デジタルフォトマスク 2 についても、必要に応じて移動機構が設けられ、ワーク W に対する距離（距離ゼロを含む）が調節される。

[0016] さらに、実施形態の装置は、ワーク W に対するデジタルフォトマスク 2 の密着性を高めるため、ワーク W とデジタルフォトマスク 2 との間を真空排気する構成を採用している。具体的には、図 1 に示すように、ステージ 6 の表面には O リングのような周状封止部材 6 3 が設けられている。デジタルフォトマスク 2 は枠部 2 1 を有しており、後述するようにステージ 6 が移動機構 6 2 によって上昇した際、枠部 2 1 は周状封止部材 6 3 に当接して密着する。ワーク W は、周状封止部材 6 3 の内側に載置される。ステージ 6 は、載置されたワーク W と周状封止部材 6 3 との間の位置になるようにして密着用の排気孔 6 4 を有している。排気孔 6 4 から排気されることでワーク W とデジタルフォトマスク 2 との間が真空となり、ワーク W に対するデジタルフォトマスク 2 の密着性が高められる。

[0017] また、照射位置に搬送されたワーク W のアライメントマークを撮像するカメラ 7 が設けられている。アライメントマークは、ワーク W の表面に少なくとも二つ設けられている。これに合わせて、この実施形態では少なくとも二つのカメラ 7 が設けられている。例えばアライメントマークが四つであれば、カメラ 7 も四つ設けられる。

各カメラ 7 の配置位置は、設定された載置位置にワーク W が載置された際、当該載置されたワーク W のアライメントマークを撮像可能な位置（視野の範囲内）である。各カメラ 7 には、例えば C C D カメラ 7 が採用され、デジタルフォトマスク 2 の画素ピッチに応じた高解像度のカメラ 7 が採用される。例えば、 $2\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ 程度の画素ピッチのものが採用される。尚、各カメラ 7 は、デジタルフォトマスク 2 を通して各アライメントマークを撮像する。各カメラは可視光を撮像波長とするものであるが、デジタルフォトマスク 2 は、可視光を透過する透過部を有する。透過部は、マスクパターンの

表示と同様、一定の領域のドット群を透過状態とすることで構成される。

また、各カメラ 7 はコントローラ 4 に接続されており、各カメラ 7 で撮影することにより得られたデータ（以下、撮像データという）はコントローラ 4 に送られるようになっている。コントローラ 4 の記憶部は、各カメラ 7 用に記憶領域を確保しており、各記憶領域には各カメラ 7 からの撮像データを記憶し、各カメラ 7 のフレーム周期で更新する。

[0018] コントローラ 4 は各種プログラムを実行するプロセッサを含む制御手段であり、P L C（Programmable Logic Controller）のようなプログラマブルな制御デバイスがコントローラ 4 として使用される。図 1 に示すように、コントローラ 4 は、プロセッサ 4 1、メモリのような記憶部 4 2、入出力部（I/O）4 3 等を備えている。尚、記憶部 4 2 には、各種プログラムが記憶されており、その中にシーケンスプログラムが含まれる。

[0019] 上述したように、デジタルフォトマスク 2 は、形成されているマスクパターンで光の透過・遮断を制御してワーク W 上に露光パターンの光を投影し転写するためのものである。この実施形態の装置において、デジタルフォトマスク 2 はコントローラ 4 に接続されており、コントローラ 4 から送られるデータに従って表示を行うことがマスクパターンの形成となる。以下、このマスクパターンの表示用データをパターンデータという。また、コントローラ 4 における入出力部 4 3 は、実施形態における出力部として機能し、フォトマスク 2 に対してパターンデータを出力する部分である。

[0020] コントローラ 4 は、搬送系 3 を制御してワーク W を一枚ずつ搬入してステージ 6 に載置させ、デジタルフォトマスク 2 にパターンデータを出力してマスクパターンを表示させ、この状態でワーク W を露光する。所定時間の露光の後、ワーク W をステージ 6 からピックアップして搬出させる。このようなシーケンスで動作するようシーケンスプログラムがコントローラ 4 に実装されている。このようなシーケンスプログラムにおいて、デジタルフォトマスク 2 を使用したマスクパターンの表示とそれを利用したワーク W の露光が最適化されている。以下、この点について説明する。

[0021] 図2は、実施形態の装置におけるシーケンスプログラムの主要部を示すフローチャートである。

実施形態において、パターンデータは基本的には予め作成され、コントローラ4の記憶部42に記憶される。パターンデータの作成は、ワークWに対してどのようなパターンを形成するかということによるのであり、最終的な製品の設計情報に基づいて作成される。尚、パターンデータは、デジタルフォトマスク2でのイメージ表示用のデータであり、ある種のイメージデータであるともいえる。

[0022] 記憶部42には、品種毎にパターンデータが記憶されている。以下、記憶部42に記憶されているオリジナルの品種毎のパターンデータをオリジナルデータという。シーケンスプログラムは、指定された品種のパターンデータを記憶部42から読み出し、入出力部43を介してデジタルフォトマスク2に送ってマスクパターンの表示を行わせる。この際、各カメラ7から送られる撮像データに従ってオリジナルデータを修正し、修正されたパターンデータ（以下、修正済みパターンデータ）をデジタルフォトマスク2に送る。この修正を行う修正プログラムが、シーケンスプログラムのサブルーチンとして実装されている。

[0023] より具体的に説明すると、図2に示すように、露光の際、シーケンスプログラムは、ワークWをステージ6に載置した後、ステージ6を駆動してワークWがデジタルフォトマスク2に接触した状態とし、且つ排気系8によって両者の間を真空排気して密着させる。この状態で、シーケンスプログラムは、修正プログラムを実行する。

[0024] 修正プログラムの戻り値は、オリジナルデータをどのように修正して表示するかというデータ（以下、表示修正データ）である。図2に示すように、シーケンスプログラムは、オリジナルデータに対して表示修正データを適用して修正済みパターンデータを取得し、修正済みパターンデータをデジタルフォトマスク2に送ってマスクパターンを表示させる。この状態で、照射光学系5内のシャッタを開いて露光を行わせる。そして、所定時間の露光の後

、シャッタを閉じ、密着を解除してから搬送系3を制御して露光済みのワークWをステージ6からピックアップして搬出させる。このようなシーケンスで動作するようシーケンスプログラムがコントローラ4に実装されている。

[0025] 次に、修正プログラムについて、図3を参照して説明する。図3は、修正プログラムの概略を示したフローチャートである。

図2に示すように、ワークWが載置されたことがワーク用センサで確認されと、シーケンスプログラムは、修正プログラムを呼び出して実行する。図3に示すように、修正プログラムは、起動すると、各カメラ7の撮像データを取得する。即ち、記憶部42の記憶領域から各撮像データを読み出し、一時的に変数に格納する。

[0026] 次に、修正プログラムは、各撮像データを処理して表示修正データを算出する。表示修正データは、マスクパターンの表示位置を修正するデータである場合、マスクパターンの形状を修正するデータである場合、又はそれらの双方である場合がある。いずれの場合においても、修正プログラムは、各撮像データからアライメントマークの像（以下、マーク像）を表示している部分のデータを取得し、マーク像の基準となる点（以下、像原点）を特定する。この点について、図4を参照して説明する。図4は、実施形態におけるアライメントマーク及び像原点の特定について示した概念図である。

[0027] 図4に示すように、ワークWは、フォトリソグラフィによりパターン形成が行われる領域（以下、パターン形成領域）WRを有する。アライメントマークAMは、パターン形成領域WRの外側のマージンの領域に形成されている。図4に示すように、この実施形態では、方形であるワークWの平面視の輪郭における各角の部分に設けられている。この例では、アライメントマークAMは、円形のパターンとなっている。

図4において、各カメラ7による撮影可能領域（視野）72が示されており、あるカメラ7により撮影されたイメージ1が例示的に示されている。このイメージ1のデータ（撮像データ）を処理して像原点M_oが特定される。像原点の特定については、幾つかのやり方があるが、この実施形態では、重

心を像原点として特定するようになっている。この場合の重心とは、平面視において当該マーク像の形状を有する均質な板であると仮定した場合の重心の意味である。この例ではアライメントマークAMは円形であるので円の中心が像原点M○となるが、星形や十字形等の他の形状の場合も重心の平面視の座標が算出されて像原点M○とされる。

[0028] 図3に示すように、修正プログラムは、像原点M○の算出の後、基準点と像原点M○とのずれを求め、そのずれを補償する（修正する）量として表示修正データを算出する。まず、基準点について説明する。

表示修正データの算出の際の基準点とは、ステージ6へのワークWの載置における基準点であり、理想的には、ステージ6上でこの位置に載置されるという意味での基準点である。以下、基準点を載置基準点と言い換える。載置基準点を、図4においてP○で示す。例えばワークWが方形であり、方形の各隅にアライメントワークWが形成されており、カメラ7が各アライメントマークを同時に撮像できるように四台設けられているとする。この場合、載置基準点P○は、例えばステージ6に対して照射光学系5の光軸51が交差する点をステージ原点（図1に60で示す）とし、このステージ原点60に対してXY方向に延びる方形の各角の位置が載置基準点P○となる。この方形の寸法は、四つのアライメントマークが成す設計情報としての方形の寸法に相当している。即ち、ワークW上でのアライメントマークの形成位置として予め定められた情報における方形の寸法と同じである。

[0029] 各カメラ7は、ステージ6上の載置基準点P○を臨む位置に配置される。通常は、カメラ7の光軸（カメラ7の撮像レンズの中心軸）71が載置基準点P○と一致する位置とされる。搬送系3における搬入ハンド33は、ワークWの各アライメントマークが各載置基準点P○に一致するようワークWをステージ6に載置する。しかしながら、搬入ハンド33の精度や、搬入コンベア41上にある時点で既に位置がずれている等の要因から、ステージ6に載置された際のワークWの位置は、各アライメントマークが載置基準点P○に一致する位置ではない。それでも、各アライメントマークは、各カメラ7

の撮像領域の中に入っている。つまり、各機構系の精度を要因とする位置ずれは、あったとしても最大で0.5～1.0mm程度である。一方、各カメラ7は、取り付け状態での撮影距離において例えば7.5×10mm程度の領域を撮像領域としており、十分な余裕を持って各アライメントマークが撮像される。

[0030] このような載置基準点P○は、撮像データの処理においても定数として設定されている。例えばカメラ7の光軸71上の点が載置基準点P○である場合、図4に示すように撮像データが表現するイメージ1の中心点が載置基準点P○である。修正プログラムは、図4に示すように、各カメラ7からの撮像データにおいて上記像原点M○を算出し、各像原点M○を結んでできる形状（以下、像原点形成図形という）が、方形であるかどうか判断する。方形である場合、載置基準点P○を結んでできる方形（以下、基準方形という）BRとほぼ同じサイズであるかどうか判断する。「ほぼ同じサイズ」とは、各辺の大きさの相違がある閾値以内であるということである。ほぼ同じサイズである場合、図3に示すように、修正プログラムは、表示位置修正モジュールを実行する。表示位置修正モジュールは、修正プログラムのサブルーチンとして実装されているプログラムである。図5は、表示位置修正モジュールについて示した概念図である。

[0031] 表示位置修正モジュールは、四つの載置基準点P○のいずれかを基準としてずれ量を算出する。例えば、図5に示すように左下の載置基準点P○が基準とされ、各像原点M○を結んでできる方形（以下、像方形という）MRが、左下の載置基準点P○を基準にしてどの程度ずれているかが算出される。即ち、像方形MRの左下の像原点M○の載置基準点P○からのX方向のずれ量、Y方向のずれ量、回転方向（ θ 方向）のずれ量が算出される。これらのずれ量のデータがXY θ 方向での修正用データ（以下、XY θ 修正データという）である。表示位置修正データには、XY θ の各量と、四つの載置基準点P○のうちのどれを基準にしたかという情報を含む。表示位置修正モジュールは、このようにして算出した表示位置修正データを戻り値として修正プ

ログラムに戻す。尚、 θ がゼロという場合もある。

[0032] また、像原点形成図形が方形ではあるものの、基準方形BRとほぼ同サイズではない場合、表示位置修正プログラムは、拡大縮小モジュールを実行する。図6は、拡大縮小モジュールについて示した概念図である。

図6(1)に示すように、拡大縮小モジュールは、同様に四つの載置基準点P_oのうちのいずれかの点を基準にして像方形MRのXY方向のずれ、 θ 方向のずれを算出する。即ち、XY θ 修正データを算出する。そして、図6(2)に示すように、その載置基準点P_oに、対応する像方形MRの像原点M_oを一致させて傾き角 θ だけ逆向きに回転させ、XY方向の辺を一致させた状態を観念する。この状態で、像方形MRが基準方形BRからどの程度の倍率であるかを算出し、その倍率を拡大縮小率として表示修正データに含める。この場合、X方向の拡大縮小率とY方向の拡大縮小率とが同じ場合もあるし違う場合もある。このようにして、拡大縮小モジュールは、XY θ 修正データに加え、XYの拡大縮小率を加えた修正データを取得し、戻り値として修正プログラムに戻す。

[0033] 像原点形成図形が方形ではない場合、図4に示すように修正プログラムは変形モジュールを実行する。図7は、変形モジュールについて示した概念図である。

像原点形成図形が方形ではない場合、ワークWに歪みのような変形が生じていることを意味する。この場合、修正可能な変形と修正可能でない変形とがある。変形モジュールは、像原点形成図形を解析し、修正できるかどうか判断する。例えば、図7(1)に示すように、像原点M_oを結んでできる形状が中心線L_cに対して対称な台形である場合、修正可能である。即ち、変形モジュールは、ある二つの像原点M_oを結ぶ線分L_oを基準線分とし、基準線分L_oの中点を通り当該線分に垂直な線L_cを観念する。像原点形成図形がその線分に対して対称な台形であれば、修正可能であるとされる。

[0034] この場合、変形プログラムは、図7(1)に示すように、当該基準線分L_oを、対応する基準方形BRの辺に一致させるためのXY θ 修正データを算出する。そして、図7(2)に示すように、像原点形成図形をXY θ につい

て逆向きに移動させ、像原点形成図形の基準線分 L_o を基準方形 B_R の対応する辺に一致させた状態を観念する。この際、基準線分 L_o の長さが、基準方形 B_R の対応する辺の長さとは一致しない場合、像原点形成図形を全体に拡大縮小し、その際の拡大縮小率を記憶する。

そして、図7(2)に示す状態において、台形の上辺と下辺との比率を算出し、中心線 L_c の方向において徐々に拡大又は縮小する修正データ(漸次拡大縮小率)を生成する。そして、 $XY\theta$ 修正データ、全体の拡大縮小率の逆数、及び X 方向又は Y 方向での漸次拡大縮小率を修正データに含める。このようにして算出された表示修正データが変形モジュールの実行結果として修正プログラムに戻される。上記の例は台形であったが、平行四辺形や菱形といった図形の場合も修正可能であり、修正可能であるとして変形データが作成されて修正プログラムに戻される。尚、変形不能の判断がされた場合、その旨の値が戻り値として修正プログラムに戻される。

[0035] このようにして、条件に応じて各モジュールが実行され、表示修正データが修正プログラムにおいて取得される。修正プログラムは、このようにして取得された表示修正データをプログラムの実行結果としてシーケンスプログラムに戻し、プログラムを終了する。尚、変形モジュールにより変形不能の値が戻された場合、ワーク W において修正ができない歪みが生じていることになるので、修正プログラムは、修正不能である旨のプログラムの実行結果をシーケンスプログラムに出力し、プログラムを終了する。

[0036] 図2に示すように、修正プログラムから表示修正データが戻されると、シーケンスプログラムは、表示修正データを適用してオリジナルデータを更新する。即ち、 XY 方向の修正データに基づいてマスクパターンの表示位置を XY 方向で修正してオリジナルデータを更新し、修正済みパターンデータとする。また、表示修正データに θ 修正データが含まれていれば、回転中心点と回転角度を適用してオリジナルデータを修正する。さらに、拡大縮小修正データや変形データが含まれていれば、それを適用し、 X 方向、 Y 方向で拡大縮小又は漸次拡大縮小を行ってオリジナルデータを修正する。このようにして、シーケ

ンスプログラムは、修正済みパターンデータを取得する。

[0037] 次に、シーケンスプログラムは、修正済みパターンデータをデジタルフォトマスク 2 に送り、マスクパターンを表示させる。この状態でシャッタを開き、デジタルフォトマスク 2 を通してワーク W を露光する。尚、図 2 に示すように、修正プログラムからの戻り値が表示修正データでない場合（修正不能である場合）、シーケンスプログラムは、コントローラ 4 が備える不図示のディスプレイにその旨のエラーメッセージを表示し、プログラムを中止する。このようなシーケンスで動作が行われるよう、シーケンスプログラム及び修正プログラムはプログラミングされている。

尚、各カメラ 7 による各アライメントマークの撮像は、排気系 8 によって真空排気がされてデジタルフォトマスク 2 とワーク W が密着した後であり、表示修正データを適用してのマスクパターンの表示、マスクパターンに応じた露光パターンでのワーク W の露光が完了するため、密着状態は保持される。したがって、各カメラ 7 で各アライメントマークが撮像された後の露光が完了するまでの間にデジタルフォトマスク 2 に対してワーク W が位置ずれしてしまうことはない。

[0038] 次に、実施形態の露光装置の全体の動作について、図 8 を参照して概略的に説明する。図 8 は、実施形態の露光装置の全体の動作を示す正面断面概略図である。以下の説明は、露光方法の発明の実施形態の説明でもある。

まず、図 8（１）に示すように、一枚のワーク W が搬入側コンベア 3 1 により搬入される。そして、図 8（２）に示すように、搬入ハンド 3 3 によりステージ 6 に載置される。そして、ワーク W は真空吸着孔 6 2 からの真空排気によりステージ 6 に吸着される。次に、移動機構 6 2 が動作してステージ 6 を上昇させ、図 8（３）に示すように、ワーク W をデジタルフォトマスク 2 に接触させる。

[0039] そして、ステージ 6 の排気孔 6 4 から真空排気がされ、デジタルフォトマスク 2 とワーク W との間の空間が真空排気されて両者が密着する。この状態で各カメラ 7 がデジタルフォトマスク 2 を通してワーク W の各アライメント

マークを撮像する。各カメラは、撮像データをコントローラ4に送り、コントローラ4では修正プログラムが実行される。この結果、修正済みパターンデータがデジタルフォトマスク2に送られ、修正されたマスクパターンがデジタルフォトマスク2において表示される。

[0040] この状態で照射光学系5内のシャッタが開き、修正されたマスクパターンが表示されているデジタルフォトマスク2に照射光学系Rからの光Eが照射され、ワークWに対して露光パターンでの露光が行われる。所定時間の露光の後、シャッタが閉じられ、デジタルフォトマスク2とワークWとの間の真空排気は解除される。その後、移動機構62がステージ6を下降させ、図8（4）に示すように、当初の高さに戻す。これにより、ワークWはデジタルフォトマスク2から離間する。その後、ステージ6でのワークWの真空吸着が解除され、図8（5）に示すように、搬出ハンド34がワークWをステージ6からピックアップし、搬出側コンベア32に移載する。そして、搬出側コンベア32がワークWを搬出する。一方、搬入側コンベア31には次のワークWが搬入されており、次のワークWについて同様のステップが繰り返される。

[0041] 上述した構成及び動作に係る実施形態の露光装置によれば、従来のいわばアナログのフォトマスクではなくデジタルフォトマスクを使用して露光が行われる。このため、異なる品種の製品のための露光を行う際にはパターンデータの変更のみで足り、ハードウェアとしてのフォトマスクの交換は必要ない。このため、生産性の高いプロセスとなる。また、品種毎にハードウェアとしてのフォトマスクを用意する必要はなく、品種毎にハードウェアとしてのフォトマスクを管理する必要はない。このため、ランニングコストも安価となる。

[0042] また、実施形態の露光装置では、ワークWが搬入されてステージ6に載置された際、ワークWの各アライメントマークを撮像し、その撮像データを処理することでマスクパターンの表示修正データが作成され、表示修正データにより修正された状態でマスクパターンが表示される。そして、修正表示さ

れたマスクパターンにより光の透過及び遮断が制御されて露光パターンの光がワークWに照射されて露光される。つまり、ワークWは、ステージ6に載置されたままの状態でも露光され、本質的にアライメントの動作は不要である。このため、実施形態の装置はアライメント機構を必要とせず、またアライメントの動作は不要である。したがって、この点で装置のコストが安価となり、またタクトタイムが短くなる。

[0043] また、ワークWにサイズの変化や変形があったとしても、そのサイズ変化や変形に応じてマスクパターンが修正され、修正された状態で露光がされる。したがって、それらサイズ変化や変形が最終的な製品との関係で許容できるものである場合、それら許容できるサイズ変化や変形に応じたパターン形成がされる。このため、製品の歩留まりを高くすることができる。つまり、ワークWに許容されるサイズ変化や変形があった場合に、それに対応していない状態でパターンが形成されると、パターンとワークWのサイズや形状がアンバランスとなるため、製品不良になり易い。実施形態の装置によれば、この要因での製品不良を低減させることができ、歩留まり向上に寄与することができる。

尚、サイズ変化や変形が許容される程度は、上述した修正プログラムにおける判断の条件に反映される。即ち、例えば方形であると判断される場合の閾値は、変形が許容される程度を反映したものとなる。サイズ変化についても同様である。

[0044] サイズ変化や変形に対する対応が不要な場合は、修正プログラムは、X Y θ の修正だけを行えば良い。この場合でも、アライメントが不要であるという効果は享受される。尚、 θ 方向のずれがない状態でワークWが搬入、載置される場合、 θ 方向の修正を行わないよう修正プログラムはプログラミングされる場合もある。さらに、拡縮の修正においてX Y 方向で等倍の拡縮の修正は行いが、不等倍の修正（非相似の修正）は行わないようにする場合もあり得る。ワークWにおいて相似形での変化のみ発生し、非相似の変化は生じないのであれば、そのようにする場合もある。またさらに、方形のワークW

が非方形となる変化が生じないのであれば、非方形への修正（変形）は行わないようにする場合もある。

[0045] 上記実施形態において、異なる品種のための露光が行われる場合、マスクパターンは当然に異なるものとされる。コントローラ4の記憶部42には、各品種についてのパターンデータが記憶されている。作業者は、ある品種のロットの処理が始まる際、コントローラ4を操作し、マスクパターンを選択する入力を行う。コントローラ4は、選択されたマスクパターンを記憶部42から読み出し、上記のように修正プログラムを実行しながら各ワークWの露光処理を行わせる。修正プログラムは、載置基準点P₀の位置、基準方形BR、さらには各閾値などが品種毎に異なるため、パターンデータに応じて最適化されてプログラミングされ、コントローラ4に実装される。したがって、異なるパターンデータで露光処理が行われる場合、それに応じて修正プログラムも選択され、プロセッサ41において実行される。

尚、ワークWには、製品の品種を示すIDが印字されている場合もあるので、場合によってはこのIDをカメラ7で読み取って品種を判断し、パターンデータをコントローラ4が自動的に選択するようにしても良い。

[0046] 上述した実施形態において、アライメントマークの数は四つであるとしたが、アライメントマークは少なくとも二つあれば足りる。二つあれば、XY θ の表示位置修正は可能である。また、アライメントマークが三つの場合、載置基準点P₀も三つとなるので、基準の図形は三角形となる。したがって、像原点形成図形が、載置基準点P₀を結んでできる三角形とほぼ相似の三角形になるかどうかで、拡大縮小修正ができるかどうか判断される。

[0047] また、カメラの台数はアライメントマークの数に応じたものとなるが、必ずしも同数でなくとも良い。即ち、例えば二つのアライメントマークに対して1台のカメラとした場合、当該カメラに移動機構を設け、カメラを各アライメントマークの撮像位置に順次移動させる構成であっても良い。但し、撮像した際にどの位置にアライメントマークがあるかで表示位置修正を行うので、カメラは基準となる位置に精度良く停止する必要がある。上述した実施

形態のように各アライメントマーク撮影用にそれぞれカメラが設けられていると、移動機構は不要であり、停止位置の精度も無縁となるので、コスト及び露光品質の面で優位性がある。

[0048] また、アライメントマークが一つであっても、実施は可能である。例えば塗りつぶされた方形のパターンで一つのアライメントマークが形成されており、そのアライメントマークの撮像された位置、傾き角から $XY\theta$ 修正データが算出され、像のサイズの基準サイズからのずれで拡大データが算出される。但し、一つのマークのみで修正データを算出しようとする、非常に解像度の高いカメラが必要になる欠点がある。また、マークの拡大からワークWの拡大を判断すると精度が良くない場合もあり得る。このような欠点がない点で、複数のアライメントマークで判断する方が優れている。

[0049] また、上記実施形態では、カメラ7はデジタルフォトマスク2を通してアライメントマークを撮像する位置に配置されていたが、これも必ずしも必須ではない。例えばワークWの裏面に各アライメントマークが設けられている場合もあり、この場合はステージ6に撮像用の開口を設け、裏側から開口を通して撮像する構造が考えられる。開口の位置は、ワークWが載置された際に各アライメントマークを見通すことができる位置とされる。また、投影露光を行う光学系の場合、デジタルフォトマスク2とステージ6との間に折り返しミラーを設け、ミラーで折り返しながら各アライメントマークを撮像する構成もあり得る。各折り返しミラーは、露光用の光を遮蔽しない位置に配置される。

但し、コンタクト露光又はプロキシミティ露光を行う装置において、デジタルフォトマスク2を通してアライメントマークを撮像する構成を採用すると、アライメントマークを撮像する際の視差が小さくなるので、より高精度のデータ修正が行える優位性がある。

[0050] また、上述したように、上記実施形態では真空排気で密着性を高めたコンタクト露光を行う装置となっており、カメラ7によるアライメントマークの撮像は、デジタルフォトマスク2とワークWとが真空排気により密着した状

態で行われる。そして、真空排気による密着状態を保持したまま、修正データが適用されたマスクパターンがデジタルフォトマスク 2 に表示され、露光が行われる。このため、カメラ 7 による撮影の後にワーク W の位置ずれが生じて表示修正データが不正確になってしまうことはなく、アライメントマークの撮像によるマスクパターンの修正という技術構成がより有意義なものとなる。

尚、真空排気で密着性を高めることは本願発明において必須要件ではなく、ワーク W に対してデジタルフォトマスク 2 を接触させるだけでも良い。この場合でも、両者の間には摩擦力が作用しているし、いずれか一方のみを動かすようなことをしない限り、両者の位置関係は変化せず、上記効果は同様に得られる。但し、真空吸着をした方が摩擦力が高くなるので、上記効果がより確実となるという面はある。

[0051] デジタルフォトマスク 2 のドットピッチと露光の解像度との関係について、一例を挙げると、例えば $30\ \mu\text{m}$ 程度のドットピッチのデジタルフォトマスク 2 を使用し、等倍で露光する場合（コンタクト方式又はプロキシミティ方式）、 $100\ \mu\text{m}$ 程度のラインアンドスペースで露光が可能である。 $100\ \mu\text{m}$ 程度の線幅は、多くの製品で採用されているオーダーであり、このオーダーでフレキシブル性の高いフォトリソグラフィが可能になることの意義は大きい。

[0052] また、ある種の製造プロセスでは、一つのワーク W に対してフォトリソグラフィを複数回繰り返して階層構造のパターンを形成する場合がある。この場合、ある回のフォトリソグラフィの際にパターン形成の状況に合わせて次の回のフォトリソグラフィのパターン形成（上の層のパターン形成）を調整する場合があります。即ち、図 4 中に拡大して示すように、ワーク W のパターン形成領域 WR には、既に別のパターンが形成されていることがあり得る。実施形態の構成は、このような用途において最適化されることがあり得る。具体的には、前の回のフォトリソグラフィで形成されたパターンの特定箇所をカメラで撮像し、データ処理を行う。この場合、前の回のフォトリソグ

ラフィでのパターンの形成位置を判断できる箇所が撮像箇所として選択され、ワークWの場合と同様に、 $XY\theta$ 修正データが算出される。また、ある特徴的な箇所を撮像することで、既に形成されているパターンのサイズのずれを判断したり、変形を判断したりすることができ、この場合もワークWの場合と同様に、拡大修正データを算出したり、変形データを作成したりして、マスクパターンの表示位置や形状が修正された状態で次の回の露光が行われる。このようにすると、位置ずれや変形が補正された状態で各層のパターンが形成されるので、より良質な多層構造のパターンが得られる。

[0053] さらに、ウエハのようなワークWでは、オリフラやノッチといった輪郭形状における特異点が設けられる。したがって、カメラでこの特異点を撮像して $XY\theta$ 修正データを作成することもあり得る。したがって、本願発明において、カメラによる撮像は、修正データの作成が可能なワークWの特定部位ということになる。

但し、前述した説明から解るように、ワークにアライメントマークを設けてアライメントマークを撮影してマスクデータの修正に利用した方が、データ処理が容易であり、拡大修正等も容易に行える。この点で、アライメントマークの撮像の方が好ましい。

符号の説明

- [0054] 1 光源
2 デジタルフォトマスク
3 搬送系
3 1 搬入側コンベア
3 2 搬出側コンベア
3 3 搬入ハンド
3 4 搬出ハンド
4 コントローラ
4 1 プロセッサ
4 2 記憶部

4 3 入出力部

5 照射光学系

6 ステージ

6 1 真空吸着孔

6 2 移動機構

6 3 周状封止部材

6 4 排気孔

7 カメラ

8 排気系

請求の範囲

[請求項1]

紫外線を含む光を放出する光源と、
透過型であるデジタルフォトマスクと、
デジタルフォトマスクを通した光源からの光の照射位置にワークを
搬送する搬送系と、

光の照射位置に搬送されたワークの特定部位を撮像するカメラと、
コントローラと
を備えており、

デジタルフォトマスクは、コントローラによって制御される多数の
画素を有していて、各画素は、紫外線を透過するオフ状態と、紫外線
を遮断するオン状態とを取り得るものであり、

コントローラは、マスクパターンの表示をデジタルフォトマスクに
行わせるためのデータであるパターンデータを記憶した記憶部と、デ
ジタルフォトマスクに対してパターンデータを出力してマスクパター
ンの表示をデジタルフォトマスクに行わせる出力部とを備えていると
ともに、コントローラには、カメラによる撮像データに基づいてパタ
ーンデータを修正して修正したパターンデータが出力部から出力され
るようにする修正プログラムが実装されており、

修正プログラムは、カメラによるワークの特定部位の撮像データに
従ってデジタルフォトマスク上におけるマスクパターンの表示位置を
修正する表示位置修正モジュールを含んでいることを特徴とする露光
装置。

[請求項2]

前記ワークの特定部位は、アライメントマークであることを特徴と
する請求項1記載の露光装置。

[請求項3]

前記アライメントマークは複数設けられており、前記カメラは各ア
ライメントマークを撮像するものであることを特徴とする請求項2記
載の露光装置。

[請求項4]

前記カメラは、各アライメントマークを撮像可能な位置にそれぞれ

設けられていることを特徴とする請求項3記載の露光装置。

[請求項5] 前記修正プログラムは、前記カメラによる前記アライメントマークの撮像データに従って、デジタルフォトマスクにおけるマスクパターンの表示倍率を決定する拡大縮小モジュールを含んでいることを特徴とする請求項3又は4記載の露光装置。

[請求項6] 前記修正プログラムは、前記カメラによるアライメントマークの撮像データに従ってワークの変形を判断し、その判断結果に従ってマスクパターンが変形して表示されるようにする変形モジュールを含んでいることを特徴とする請求項3、4又は5記載の露光装置。

[請求項7] 前記デジタルフォトマスクは、前記カメラの撮影波長の光を透過する透過部を有しており、

前記カメラは、前記デジタルフォトマスクの当該透過部を通して前記特定部位を見込む位置に配置されていることを特徴とする請求項1乃至6いずれかに記載の露光装置。

[請求項8] 前記照射位置に搬送されたワーク又は前記デジタルフォトマスクを移動させてワークと前記デジタルフォトマスクとが接触した状態とするか又は所定の間隙を持って対向した状態とする移動機構が設けられていることを特徴とする請求項7記載の露光装置。

[請求項9] 前記ワークの特定部位は、既に行われたフォトリソグラフィにより形成されたパターンの特定箇所であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

[請求項10] 請求項1乃至9いずれかに記載の露光装置を使用した露光方法であって、

当該露光装置は、前記光の照射位置に配置されたステージと、ステージにワークが載置された状態でステージ又は前記デジタルフォトマスクとを移動させて前記デジタルフォトマスクをワークに接触させる移動機構とを備えており、

前記デジタルフォトマスクとワークとが接触した後に、前記デジタ

ルフォトマスクを通して前記カメラにより前記ワークの特定部位の撮影を行う撮影ステップと、

撮影ステップで得られた撮像データに従って前記修正プログラムを実行する修正ステップと、

前記修正プログラムで修正されたパターンデータにより前記デジタルフォトマスクにマスクパターンを表示させながら前記ワークを露光する露光ステップと

を有しており、

撮影ステップから露光ステップが終了するまでの間、前記デジタルフォトマスクとワークとが接触して両者の位置関係が変化しない状態が継続されることを特徴とする露光方法。

[請求項11]

請求項1乃至9いずれかに記載の露光装置を使用した露光方法であって、

当該露光装置は、前記光の照射位置に配置されたステージと、ステージにワークが載置された状態でステージ又は前記デジタルフォトマスクとを移動させて前記デジタルフォトマスクをワークに接触させる移動機構と、前記デジタルフォトマスクがワークに接触している状態で前記デジタルフォトマスクとワークとの間の空間を真空排気して両者を密着させる排気系とを備えており、

前記デジタルフォトマスクとワークの間の空間が真空排気されて両者が密着した後に、前記デジタルフォトマスクを通して前記カメラにより前記ワークの特定部位の撮影を行う撮影ステップと、

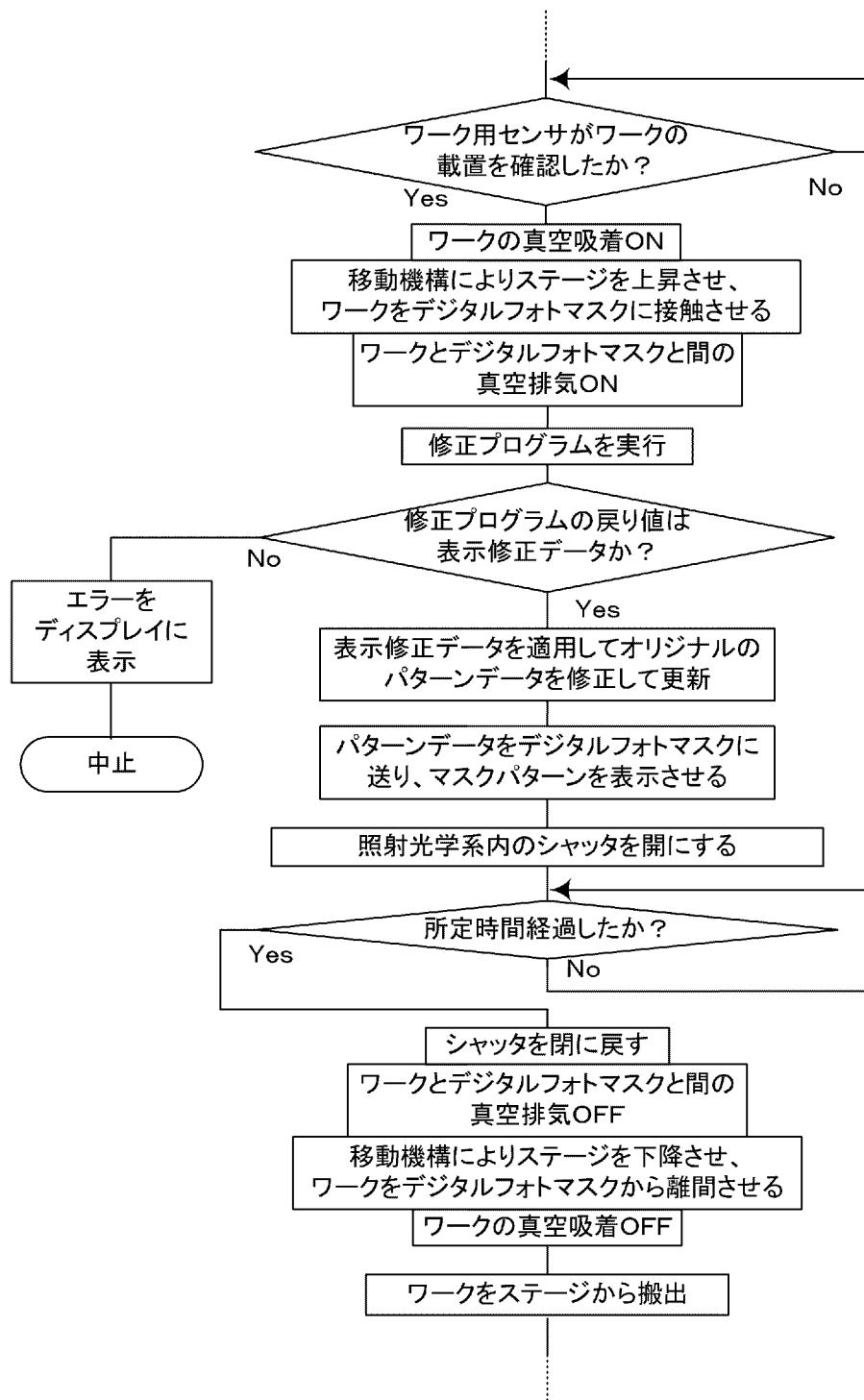
撮影ステップで得られた撮像データに従って前記修正プログラムを実行する修正ステップと、

前記修正プログラムで修正されたパターンデータにより前記デジタルフォトマスクにマスクパターンを表示させながら前記ワークを露光する露光ステップと

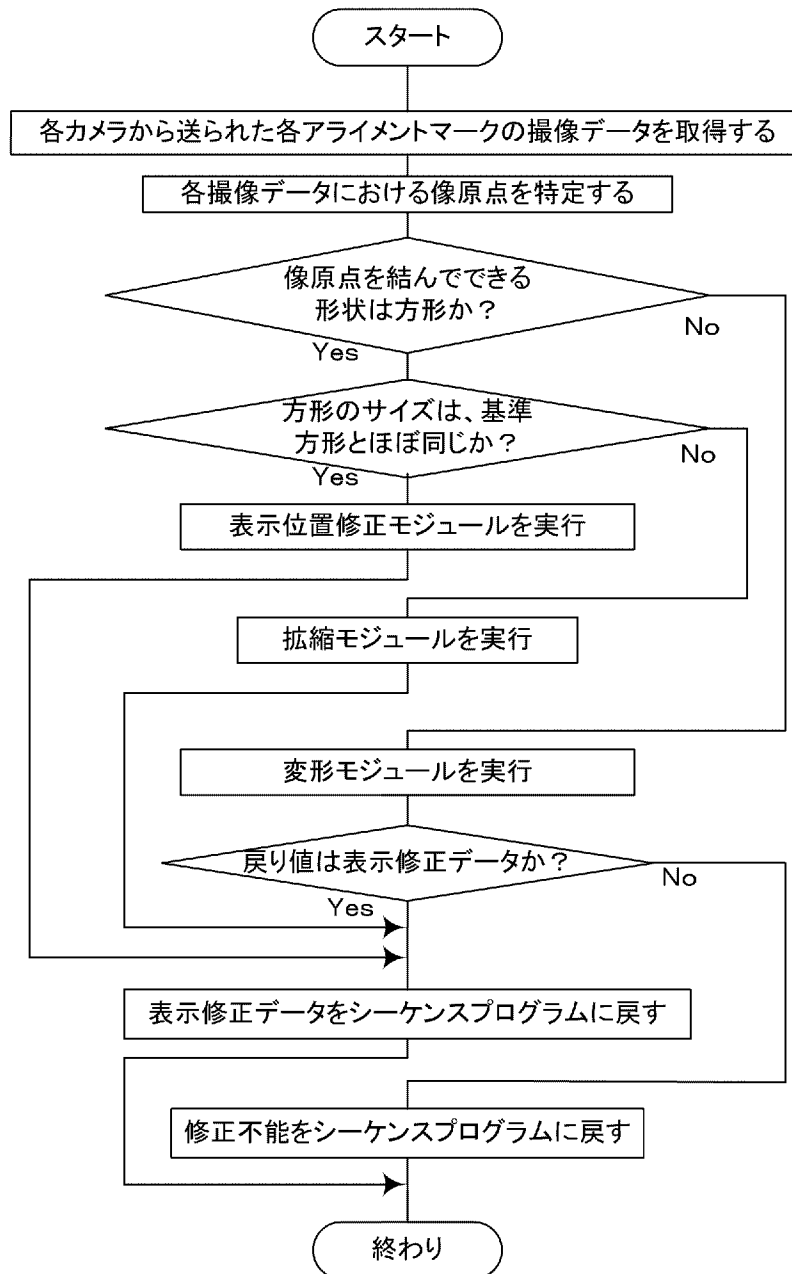
を有しており、

撮影ステップから露光ステップが終了するまでの間、前記デジタルフォトマスクとワークの間の空間が真空排気されて両者が密着した状態が継続されることを特徴とする露光方法。

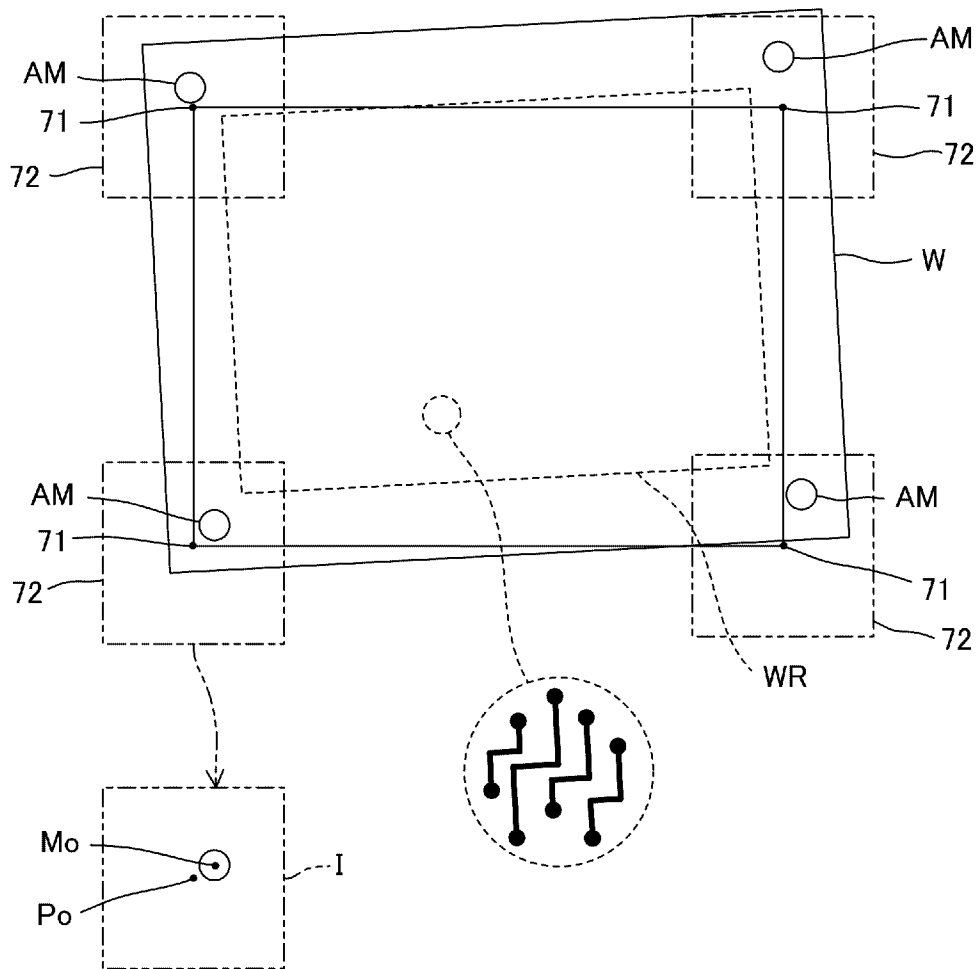
[図2]



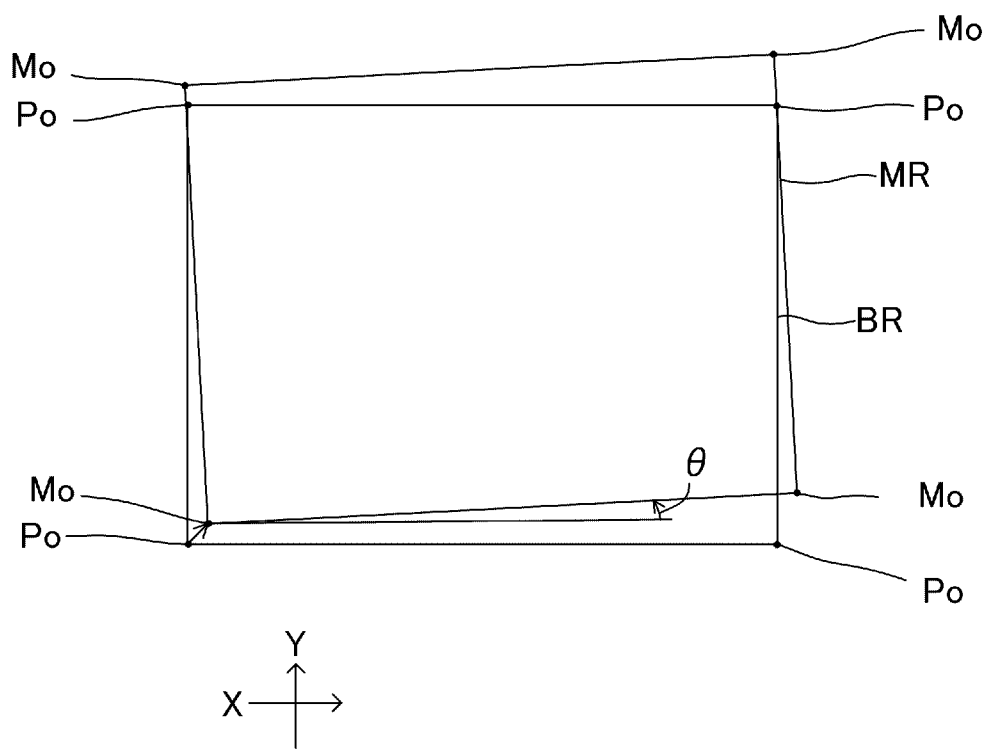
[図3]



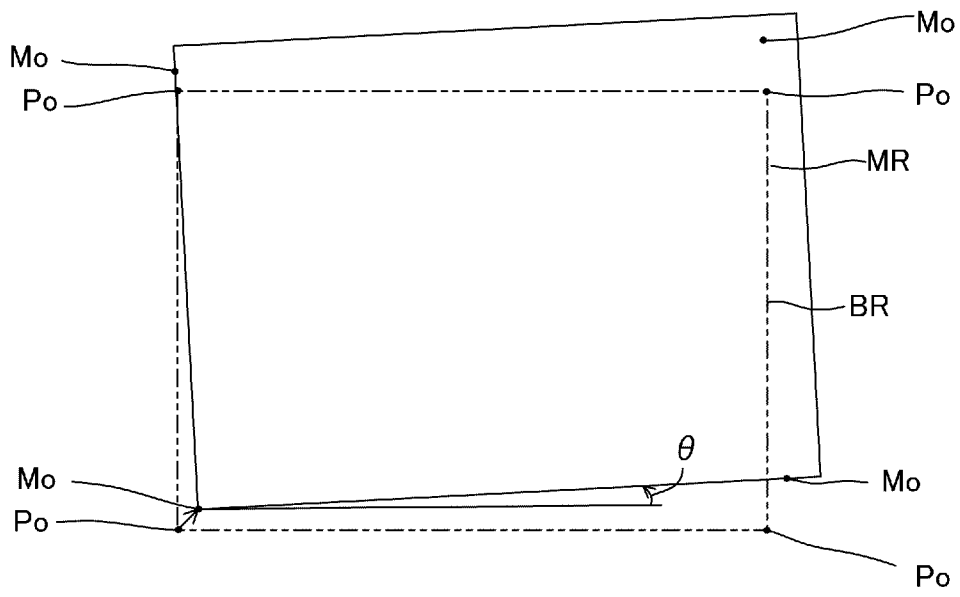
[図4]



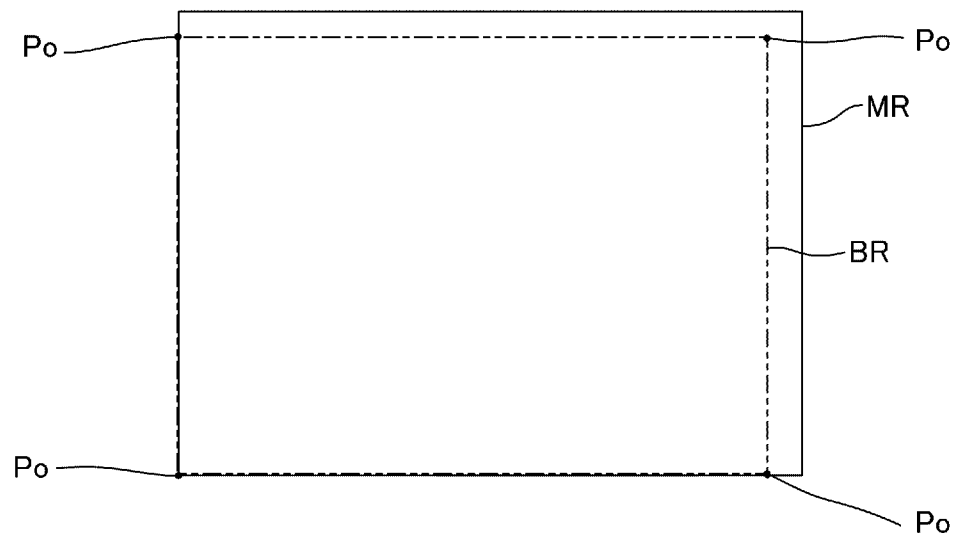
[図5]



[図6]

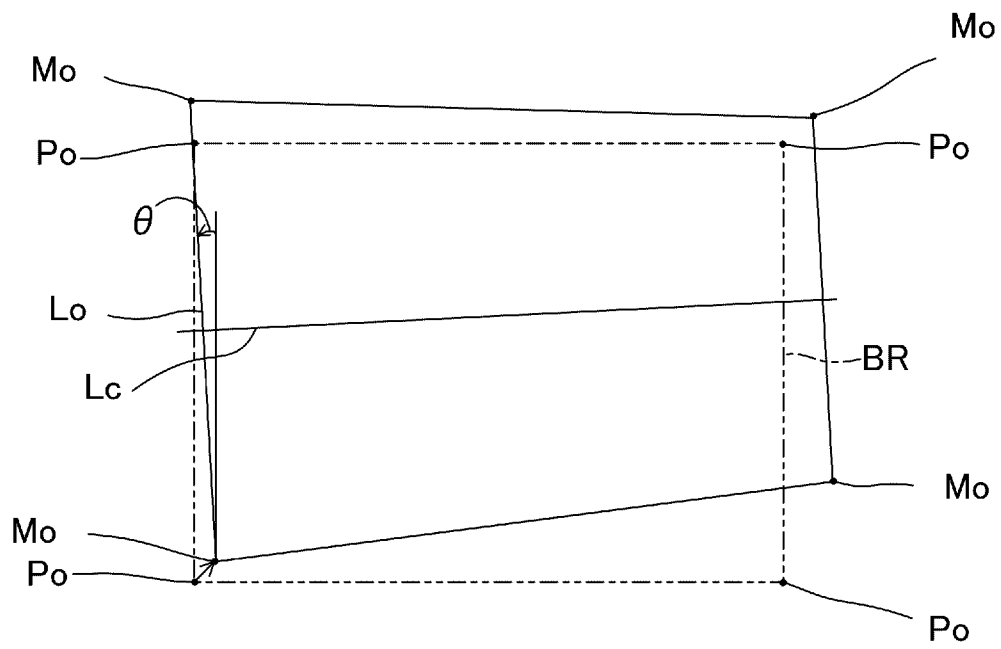


(1)

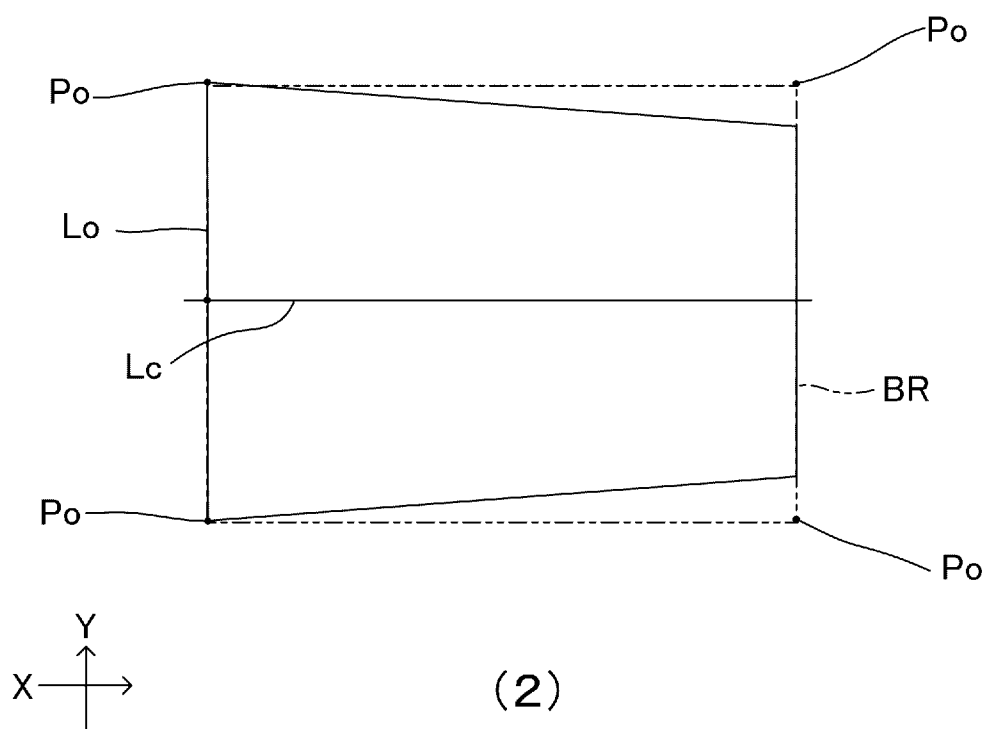


(2)

[図7]

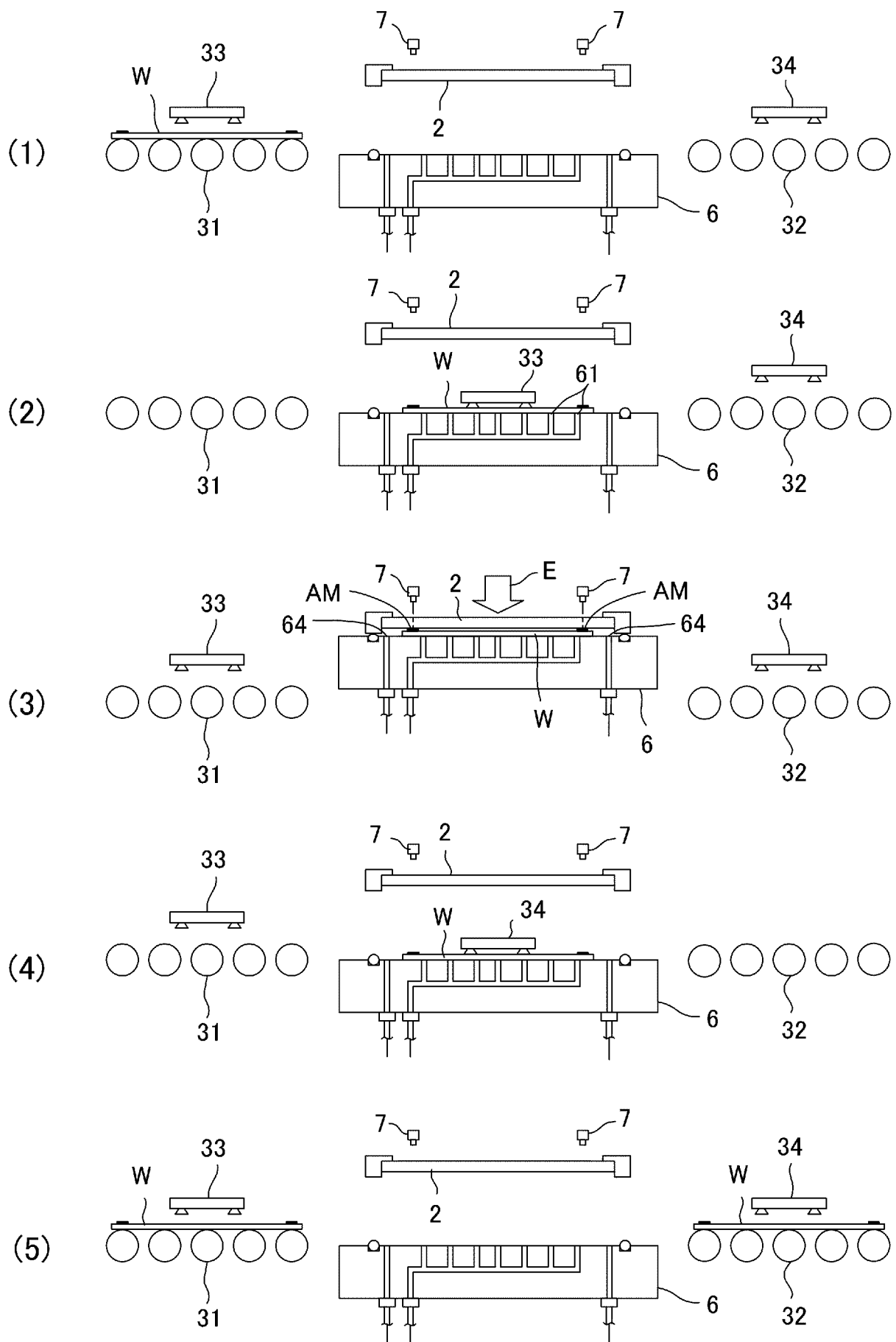


(1)



(2)

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, H05K3/00(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)

H01L21/30, H01L21/027, G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2005-338357 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0001], [0032] to [0040], [0046] to [0047]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6, 9 7-8, 10-11
Y A	JP 2000-99158 A (ORC Mfg. Co., Ltd.), 07 April 2000 (07.04.2000), paragraphs [0003] to [0005], [0022]; fig. 1 & US 6258495 B1 column 1, lines 22 to 50; column 8, lines 6 to 19; fig. 5 & TW 418351 B & KR 10-2000-0023146 A & KR 10-2003-0087587 A	7-8, 10-11 1-6, 9

☒ 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
28 February 2017 (28.02.17)

Date of mailing of the international search report
14 March 2017 (14.03.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001087

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-55458 A (Adtec Engineering Co., Ltd.), 20 February 2002 (20.02.2002), paragraphs [0005] to [0006]; fig. 1 (Family: none)	7-8, 10-11 1-6, 9
A	JP 2005-284046 A (National University Corporation Kumamoto University, Zaidan Hojin Kumamoto Techno Sangyo Zaidan), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0037] to [0042], [0064] to [0065]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-11
A	JP 2004-186377 A (Japan Science and Technology Agency), 02 July 2004 (02.07.2004), paragraphs [0015] to [0016], [0062] to [0069], [0075] to [0082]; fig. 1 to 2, 4 to 5 & US 2006/0211249 A1 paragraphs [0015] to [0017], [0094] to [0103], [0112] to [0124]; fig. 1 to 2, 4 to 5 & WO 2004/051378 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i, H05K3/00(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. H01L21/30, H01L21/027, G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 請求項の番号
X Y	JP 2005-338357 A (松下電器産業株式会社) 2005.12.08, [0001] 段落、[0032] - [0040] 段落、[0046] - [0047] 段落、図1-2 (ファミリーなし)	1-6, 9 7-8, 10-11
Y A	JP 2000-99158 A (株式会社オーク製作所) 2000.04.07, [0003] - [0005] 段落、[0022] 段落、図1 & US 6258495 B1, 第1欄第22行-第50行、第8欄第6行-第1 9行、Fig.5	7-8, 10-11 1-6, 9

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

「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

「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

「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)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.02.2017

国際調査報告の発送日

14.03.2017

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)

今井 彰

2G

5703

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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 請求項の番号
	& TW 418351 B & KR 10-2000-0023146 A & KR 10-2003-0087587 A	
Y A	JP 2002-55458 A (株式会社アドテックエンジニアリング) 2002. 02. 20, [0005] – [0006] 段落、図1 (ファミリーなし)	7-8, 10-11 1-6, 9
A	JP 2005-284046 A (国立大学法人 熊本大学、財団法人くまもとテ クノ産業財団) 2005. 10. 13, [0037] – [0042] 段落、[0064] – [0065] 段落、 図2 – 3 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2004-186377 A (独立行政法人 科学技術振興機構) 2004. 07. 02, [0015] – [0016] 段落、[0062] – [0069] 段落、 [0075] – [0082] 段落、図1 – 2、図4 – 5 & US 2006/0211249 A1, [0015] – [0017] 段落、[0094] – [0103] 段落、 [0112] – [0124] 段落、Figs. 1-2、Figs. 4-5 & WO 2004/051378 A1	1-11