

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-284046

(P2005-284046A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G03 F 9/00	G03 F 9/00 A	2 H 0 9 7
H01 L 21/027	H01 L 21/30 5 2 5 Z	5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-99162 (P2004-99162)	(71) 出願人	504159235 国立大学法人 熊本大学 熊本市黒髪二丁目39番1号
(22) 出願日	平成16年3月30日 (2004.3.30)	(71) 出願人	501261920 財団法人くまもとテクノ産業財団 熊本県上益城郡益城町大字田原2081番地10
特許法第30条第1項適用申請有り	平成16年2月20日 熊本大学主催の「修士論文試問会」において文書をもって発表	(74) 代理人	100105337 弁理士 眞鍋 潔
特許法第30条第1項適用申請有り	平成16年2月26日 熊本大学主催の「卒業論文発表会」において文書をもって発表	(72) 発明者	赤道 孝之 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 熊本大学内
		(72) 発明者	吉野 彰一郎 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 熊本大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターンずれ量検出方法及び露光装置

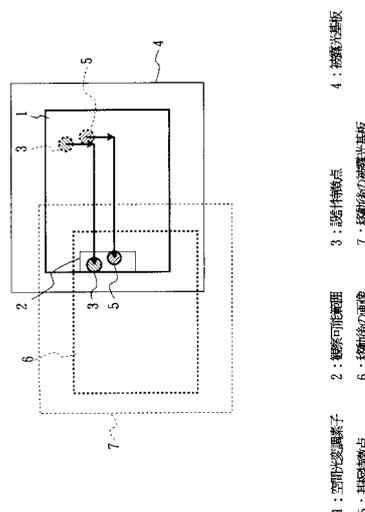
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 パターンずれ量検出方法及び露光装置に関し、アライメント機構における露光装置の制限を受けずに基板に発生した不規則な伸縮に対応した任意の位置の基板パターンと転写パターンとのずれ量を検出する。

【解決手段】 空間光変調素子1に表示された撮影位置確認用パターンを撮影手段により撮影し、取得した画像データから空間光変調素子画像上の観察可能範囲2の検出を行い、観察可能範囲2の検出結果と設計転写画像上の設計特徴点データから被露光基板移動量を決定し、被露光基板4を決定した移動量を移動させたのち撮影手段により撮影し、被露光基板4の撮影により取得した基板特徴点データと空間光変調素子1上で画像を観察可能範囲2に移動させた設計特徴点データとの比較からずれ量検出処理を行う。

【選択図】 図1

本発明の原理的構成の説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォトマスクとなる空間光変調素子に表示された撮影位置確認用パターンを撮影手段により撮影し、取得した画像データから前記空間光変調素子画像上の観察可能範囲検出を行い、前記観察可能範囲検出結果と設計転写画像上の設計特徴点データから被露光基板移動量を決定し、前記被露光基板を決定した移動量を移動させたのち前記撮影手段により撮影し、前記被露光基板撮影により取得した被露光基板上の対応する基板特徴点データと前記観察可能範囲に前記空間変調素子上で画像を移動させた設計特徴点データとの比較からずれ量検出処理を行うことを特徴とするパターンずれ量検出方法。

【請求項 2】

上記観察可能範囲検出結果と上記設計転写画像上の設計特徴点データから決定した移動量だけ被露光基板を移動させた時に、前記被露光基板上の基板特徴点が前記観察可能範囲外にある場合、前記被露光基板をさらに前記観察可能範囲に移動させ、前記被露光基板移動量をずれ量に加えることを特徴とする請求項 1 に記載のパターンずれ量検出方法。

10

【請求項 3】

上記観察可能範囲検出を行う際に、上記空間光変調素子に上記撮影手段の観察可能範囲を超えない距離ごとに少なくとも 1 つ以上の特定のパターンを表示させたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のパターンずれ量検出方法。

【請求項 4】

上記特定のパターンとして文字を含むことを特徴とする請求項 3 に記載のパターンずれ量検出方法。

20

【請求項 5】

上記特定のパターンと合わせて上記空間光変調素子の画素を単位とした目盛を表示させることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のパターンずれ量検出方法。

【請求項 6】

フォトマスクとなる空間光変調素子、被露光基板を保持するためのステージ、前記ステージ上に設置された前記被露光基板上的実パターン及び前記空間光変調素子に表示される転写パターンの両者の一部分のみを撮影するための撮影装置、及び、前記被露光基板を露光するための露光光を供給する光源とを少なくとも備えた露光装置において、前記撮影装置により前記空間光変調素子上の画像の一部を画像データとして取得し前記画像データより観察位置座標を検出する観察位置検出手段、前記観察位置座標と設計転写画像上の設計特徴点座標及び設計パターン記憶装置に格納されている設計転写画像を用いて前記空間光変調素子にずれ量検出用データを出力する画像生成手段、前記被露光基板の基板特徴点を設計特徴点座標に基づき前記観察可能範囲に前記ステージを移動させるためのステージ制御信号を伝達するステージ制御手段、及び、前記撮影装置により取得した転写画像データ及び基板画像データを用いてずれ量を検出するずれ量計測処理手段を備えた演算制御装置を有することを特徴とした露光装置。

30

【請求項 7】

上記ずれ量計測処理手段において、上記転写画像データ及び基板画像データに加えてステージ位置情報を用いることを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターンずれ量検出方法及び露光装置に関するものであり、例えば、半導体集積回路製造工程或いはその他基板製造工程において液晶等の空間光変調素子により転写データを露光する際の下層パターンと上層パターンの任意の点のずれ量を検出するための構成に特徴のあるパターンずれ量検出方法及び露光装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、パソコンなどのコンピュータ関連機器、A V 機器をはじめとする民生機器、携帯

50

電話、PDAの通信機器などニーズが多種多様化し、重要度はますます高まっている。

【0003】

また、半導体製造分野及びプリント配線基板製造分野においては多種多様化と共に短ライフサイクルの傾向が強くなり、ビジネスを成功させるためには、電子回路パターンの微細化のみならず、製品ニーズにフレキシブルに対応した多種多様化、短ライフサイクル化への対応が求められるようになってきている。

【0004】

特に、プリント配線基板製造分野においては、パターンの微細化はもちろんのこと、それに加え多種多様の製品ニーズに対応するために、システムオンチップ(SOC: System On Chip)に対する開発期間の短さと機能変更に対する柔軟性に利点を見出し、システムインパッケージ(SIP: System In Package)技術を利用したシステムを開発する方向に進んでいる。

10

【0005】

最近では、携帯電話、小型HDDなどに代表される小型IT関連機器にフレキシブルプリント配線板(FPC: Flexible Printed Circuit)の採用が拡大しており、フレキシブルプリント配線板がこれらの機器の小型化、軽量化、高機能化に寄与している。

【0006】

さらに、今後、プリント配線基板及びフレキシブルプリント配線板だけではなく、ガラス、金属片、セラミックス、有機材料、布等の様々な基板に電子回路パターンを形成することの必要性が増してくることが予測される。

20

【0007】

しかしながら、そのような各種の基板に電子回路パターンを形成し、微細化及び高密度実装を実施する場合には、シリコンウェハを対象としたマスクを用いた半導体露光技術をそのまま適用させることは困難であると考えられる。

【0008】

例えば、プリント配線基板材料はプロセスによってパターン伸縮が発生し、伸縮量は250~500ppm程度になり、この伸縮量はロット毎にばらつくだけでなく、同一ロット内でも200ppm程度にまで及ぶ場合がある。

【0009】

また、プロセスだけではなく基板のデザイン等に依存し、同一基板内でも場所により伸縮量はばらついており、そのため、基板上に既に形成してある基板パターンと次に転写するパターンの正確な重ね合わせが困難となる。

30

【0010】

このような、基板の荒れ、温度、湿度、プロセス履歴などによる基板の伸縮等に対する対応策としては現在2つの方式が適用されており、第1の方式はマスク補正方式と呼ばれ、基板伸縮量をマスクデータにフィードバックさせ、基板伸縮量も含めた補正マスクを作る方式であり、第2の方式はレンズの投影倍率を変えることにより転写パターンをスケールングさせリアルタイムに補正する方式である(例えば、非特許文献1, 2参照)。

【0011】

しかし、第1の方式では、実際の基板の伸縮量は基板毎にばらついており、高精度な重ね合わせをすることは不可能であるという問題がある。

40

また、第2の方式では、補正可能倍率を超えた場合には重ね合わせすることができず、また、ショット内であらゆる方向に不規則な伸縮に対しては対応不可能であるという問題がある。

【0012】

また、液晶を用いたレティクルレス露光方式においても、アライメント機構によりアライメントマークを測定し、測定結果に基づいて歪み量を算出し、歪み量によって設計データを補正することも提案(例えば、特許文献1参照)されているが、基板内での不規則な歪み変形に対応することはできない。

50

【0013】

このような問題を解決するためには、同一基板内で不規則に伸縮した基板で高精度のアライメントを実施するためには、任意の位置において転写パターンと基板パターンのずれ量を検出する必要がある。

【0014】

そこで、基板を格子状のメッシュに分割し、各格子点での歪みによる位置ずれ量を測定し、測定した位置ずれ量に基づいて転写パターンを補正するマスクの製造方法も提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開平11-045851号公報

【特許文献2】特開平09-015834号公報

10

【非特許文献1】ウシオ電機ホームページ, <http://www.ushio.co.jp/>

【非特許文献2】アドテックエンジニアリングホームページ, <http://www.adtec.com/index.j.htm>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかし、格子状のメッシュに分割する方法では、FPC基板のように同一基板内での伸縮の不均一性が大きい場合には、十分細かいメッシュを設定しないとパターン位置合わせ欠陥が発生するが、メッシュを細かくすると測定及び演算のための時間が大幅に増加し、スループットが大幅に低下するという問題がある。

20

【0016】

そこで、本発明者等は液晶等の空間光変調素子を用いたレティクルレス露光方法において、転写パターンと基板パターンとのパターンにおけるコンタクトホール等の特徴点によりパターンを三角形メッシュに分割して、基板の不均一な伸縮変形に応じて各三角形毎に転写パターンを変形することを提案している（特願2002-351000号参照）。

【0017】

しかし、電子ビーム及びレーザー直接描画露光装置を除く通常のフォトマスクを用いた露光装置或いはレティクルレス露光装置においては、アライメントマークはある決められた領域に配置するように露光装置側からの要求として制限がかかっているため、通常の露光装置においては任意の位置において転写パターンと基板パターンのずれ量を検出することが困難であるという問題があり、このような事情は上述の格子状メッシュ分割の場合も同様である。

30

【0018】

したがって、本発明は、アライメント機構における露光装置の制限を受けずに基板に発生した不規則な伸縮に対応した任意の位置の基板パターンと転写パターンとのずれ量を検出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

図1は本発明の原理的構成図であり、ここで図1を参照して、本発明における課題を解決するための手段を説明する。

40

図1参照

(1)上記の目的を達成するために、本発明はパターンずれ量検出方法において、フォトマスクとなる空間光変調素子1に表示された撮影位置確認用パターンを撮影手段により撮影し、取得した画像データから空間光変調素子画像上の観察可能範囲2の検出を行い、観察可能範囲2の検出結果と設計転写画像上の設計特徴点データから被露光基板移動量を決定し、被露光基板4を決定した移動量を移動させたのち撮影手段により撮影し、被露光基板4の撮影により取得した被露光基板4上の対応する基板特徴点データと観察可能範囲2に空間光変調素子上で画像を移動させた設計特徴点データとの比較からずれ量検出処理を行うことを特徴とする。

50

【0020】

この様に、空間光変調素子1に表示されている転写パターンの設計特徴点3の位置を観察可能範囲2に表示させることで、従来の露光装置においては撮影が不可能であったコンタクトホール等の転写パターンの設計特徴点3を撮影することが可能となり、それによって、被露光基板4を移動させるだけで被露光基板4上の任意の位置に配置された基板特徴点5と転写パターンの設計特徴点3のずれ量の検出が可能となる。

【0021】

また、特徴点としてコンタクトホール等の上下の重合わせが絶対に必要な箇所のみを用いた場合には、微細格子状メッシュのずれ量測定に比べて測定点を少なくすることができ、且つ、上下のパターンの接続を確実に行うことができる。

10

【0022】

(2)また、本発明は、上記(1)において、観察可能範囲2の検出結果と設計転写画像上の設計特徴点データから決定した移動量だけ被露光基板4を移動させた時に、被露光基板4上の基板特徴点5が観察可能範囲2の外にある場合、被露光基板4をさらに観察可能範囲2に移動させ、被露光基板4の移動量をずれ量に加えることを特徴とする。

【0023】

この様に、不均一な伸縮が大きい場合にも、被露光基板4をさらに動かし、この移動量をずれ量に加えることによって、露光装置に備わっている視野の狭いアライメントスコープによってずれ量の検出が可能となる。

【0024】

(3)また、本発明は、上記(1)または(2)において、観察可能範囲2の検出を行う際に、空間光変調素子1に撮影手段の観察可能範囲2を超えない距離ごとに少なくとも1つ以上の特定のパターンを表示させたことを特徴とする。

20

【0025】

この様に、観察可能範囲2に特定のパターンを複数表示させることで、容易に撮影手段の観察座標を特定することができる。

【0026】

(4)また、本発明は、上記(3)において、特定のパターンとして文字を含むことを特徴とする。

【0027】

この様に、特定のパターンとして文字を用いることにより、人間が目視で観察する場合にも容易に観察座標を特定することができる。

30

【0028】

(5)また、本発明は、上記(3)または(4)において、特定のパターンと合わせて空間光変調素子1の画素を単位とした目盛を表示することを特徴とする。

【0029】

この様に、特定パターンと合わせて空間光変調素子1上に画素単位の日盛を表示することで、より正確に観察座標を特定することができる。

【0030】

(6)また、本発明は、フォトマスクとなる空間光変調素子1、被露光基板4を保持するためのステージ、ステージ上に設置された被露光基板4上の実パターン及び空間光変調素子1に表示される転写パターンの両者の一部分のみを撮影するための撮影装置、及び、被露光基板4を露光するための露光光を供給する光源とを少なくとも備えた露光装置において、撮影装置により空間光変調素子1上の画像の一部を画像データとして取得し画像データより観察位置座標を検出する観察位置検出手段、観察位置座標と設計転写画像上の設計特徴点座標及び設計パターン記憶装置に格納されている設計転写画像を用いて空間光変調素子1にずれ量検出用データを出力する画像生成手段、被露光基板4上の基板特徴点5を設計特徴点座標に基づき観察可能範囲2にステージを移動させるためのステージ制御信号を伝達するステージ制御手段、及び、撮影装置により取得した転写画像データ及び基板画像データを用いてずれ量を検出するずれ量計測処理手段を備えた演算制御装置を有する

40

50

ことを特徴とする。

【0031】

この様な構成の露光装置を用いることによって、特別な構成の撮影手段を必要とすることなく、不均一な伸縮によって発生した任意の基板上のパターンと設計転写パターンとのずれ量を検出することが可能となる。

【0032】

(7)また、本発明は、上記(6)において、ずれ量計測処理手段において、転写画像データ及び基板画像データに加えてステージ位置情報を用いることを特徴とする。

【0033】

この様に、ずれ量計測処理装置においてステージ座標情報を用いることにより、観察可能範囲2外に基板特徴点5が位置する場合にもずれ量を検出することが可能となる。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、撮影装置の有効画像撮影領域によって制限されるアライメントマーク配置範囲制限が緩和され、基板上的任意の位置の特徴点をアライメントマークとすることができ、今後普及されると予測される脆弱で歪の影響を受けやすいフレキシブル基板において、その全面にわたり個々の位置に生ずる任意の不均一な歪量を検出することが可能となり、不均一な歪量に対応した正確なアライメントが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

本発明は、液晶等の空間光変調素子に表示された位置確認用パターンをアライメントスコープにより撮影し、取得した画像データから空間光変調素子画像上の観察可能範囲検出を行い、観察可能範囲検出結果と設計転写画像上の特徴点データから基板移動量を決定し、次いで、基板を決定した移動量だけ移動させたのちアライメントスコープにより撮影し、基板撮影により取得した基板上的特徴点データと空間光変調素子上で観察可能範囲に移動させた設計画像上の特徴点データとを比較してずれ量を求める。

【0036】

この場合、観察可能範囲検出結果と設計転写画像上の特徴点データから決定した移動量だけ基板を移動させただけでは基板上的特徴点が観察可能範囲外となる場合、基板をさらに観察可能範囲に移動させてずれ量の測定を行うものである。

【実施例1】

【0037】

ここで、図2乃至図11を参照して、本発明の実施例1のパターンずれ量検出方法を説明する。

図2参照

図2は、本発明の実施例1のパターンずれ量検出方法におけるシステム構成図であり、プリント配線基板等の被露光基板14上に塗布した感光剤を感光させるための露光光を供給する光源11、設計転写パターンを表示するための透過型液晶表示装置からなる空間光変調素子12、被露光基板14上の基板パターン及び空間光変調素子12による投影画像を撮るための撮影装置13、被露光基板14を空間光変調素子12に表示されたパターンを反射させるためのミラー16を保持するためのステージ15を備えた露光装置10と、演算制御装置20と、キーボードやマウスなどの入力装置21と、液晶モニタあるいはCRTなどの表示装置22および設計パターン記憶装置30から構成される。

【0038】

ここで演算制御装置20は、空間光変調素子12に画像信号を出力する端子、撮影装置13から得られる画像データを取り込む端子、ステージ15に与えるステージ制御信号を出力する端子、および設計パターン記憶装置30から設計パターンデータや特徴点座標を受け取る端子を少なくとも備えた、中央制御装置(CPU)により制御される演算制御装置であり、具体的には、例えば汎用のパーソナルコンピュータあるいはワークステーションなどにこれら必要な端子を設けることで構成できる。また演算制御装置20には、以下

10

20

30

40

50

で述べる本発明のパターンずれ量検出方式の手順を予めプログラムしておき、必要な手順を実行する。

【0039】

また設計パターン記憶装置30はこの露光装置のために専用に設置されたハードディスクドライブなどの外部記憶装置であっても良いが、ネットワーク上にオンラインで接続された複数のデータサーバを共用して用いても良い。

【0040】

撮影装置13による基板パターンと透過型液晶ディスプレイに表示される転写パターンの撮影はTTLオン軸シス非露光波長アライメント方式(例えば、上述の非特許文献1参照)を用いている。

10

【0041】

なお、この場合の撮影装置13としては、通常の露光装置に備えられているアライメントマークのアライメントに用いる視野の狭いアライメントスコープを用いるものであり、通常、左右の中央に一对備わっているアライメントスコープの内の一つを使って行う。

因に、アライメントスコープは、ステージに対して傾斜させたハーフミラーと、ハーフミラーからの反射像を撮像するCCD撮像素子から構成される。

【0042】

図3参照

図3は、本発明の実施例1のパターンずれ量検出方法のフローチャートであり、まず、

- A. 観察可能範囲の検出工程、次いで、
- B. ずれ検出用画像生成工程、次いで、
- C. 空間光変調素子画像撮影工程、次いで、
- D. 被露光基板画像撮影工程、最後に、
- E. C及びDに基づくずれ量検出工程

20

を順次行うものであり、以下において、各工程を詳細に説明する。

【0043】

図4参照

図4は、上記Aの観察可能範囲の検出工程における空間光変調素子12と撮影装置13の観察可能範囲41の位置関係を表した一例の説明図である。

この時、撮影装置13の観察可能範囲41が空間光変調素子12の有効表示領域40の一部分の領域しかないことがわかる。

30

【0044】

また、撮影装置13は、上述のように空間光変調素子12の有効表示領域40の左右の中央に一对の観察可能範囲41を有している。

なお、被露光基板14に既に形成してある基板パターンはステージ15の移動により任意の位置の観察が可能であることは言うまでもない。

【0045】

上述のように、空間光変調素子12としては透過型液晶表示装置を用いているが、ここでは、例えば、1画素 $23\mu\text{m}$ 、開口率25%、画素数 1600×1200 画素、有効エリアが $36.889\text{mm} \times 27.685\text{mm}$ である。

40

【0046】

また、撮影装置13の撮像素子には 640×480 画素のCCDエリアセンサを用いており、撮影画像上でのピクセルサイズは10倍の高倍率では $1\mu\text{m} / 1$ 画素となり、3倍の低倍率では $3.3\mu\text{m} / 1$ 画素となる。

【0047】

図5参照

図5は、上記Bのずれ検出用画像生成工程における空間光変調素子12に表示される検出すべき設計転写パターン上の特徴点 42_1 と観察可能範囲41との関係の説明図であり、ここでは、検出すべき特徴点 42_1 が撮影装置13の観察可能範囲41内に存在していないことがわかる。

50

【 0 0 4 8 】

そこで、まず上記 A の観察可能範囲の検出工程において、現在の撮影装置 1 3 の観察視野が空間光変調素子 1 2 上のどの座標にあるのかを検出するために、例えば目印となるスケールの入った画像等を空間光変調素子 1 2 に撮影位置確認用パターンとして表示させ、表示させた撮影位置確認用パターンをステージ 1 5 に設けたミラー 1 6 で反射させたのち、撮影装置 1 3 で撮影する。

ここでは、一例として十字マーク 4 3 を使用し、現在の撮影装置 1 3 の視野内の空間光変調素子 1 2 の座標を確定する。

【 0 0 4 9 】

図 6 参照

図 6 は、撮影装置 1 3 の観察可能範囲 4 1 が空間光変調素子 1 2 のどの座標に対応するのかを検出するために使用した画像の一例の説明図である。

ここでは、一例として周辺部に十字マーク 4 3 およびスケール 4 5 の入った画像を使用しており、スケール 4 5 には空間光変調素子 1 2 の画素単位で目盛とその位置を表す文字のそれぞれのパターンを使用している。

【 0 0 5 0 】

図 7 参照

図 7 は図 6 に示したパターンを空間光変調素子 1 2 に表示して実際に撮影装置 1 3 にて観察を行った観察画像 4 4 の説明図である。

このように観察可能範囲 4 1 の大きさで決まる距離ごとに予め座標を特定できるパターンを連続的に配置して空間光変調素子 1 2 に表示すれば、人間が目視した際にも容易に観察可能範囲 4 1 の座標を確定することが可能となる。

【 0 0 5 1 】

座標の確定は、例えば、図中の撮影装置 1 3 で撮影した観察画像 4 4 の中央座標を基準として、観察画像 4 4 上の十字マーク 4 3 の座標、即ち、撮影装置 1 3 上における位置座標 ($X_{IPD-design}$, $Y_{IPD-design}$) を求め、空間光変調素子 1 2 上の原点座標 ($X_{LMD-Origin}$, $Y_{LMD-Origin}$) を下記の式 (1) 及び (2) により決定する。

$$X_{LMD-Origin} = X_{LMD-design} - \times (X_{IPD-design}) \quad \dots (1)$$

$$Y_{LMD-Origin} = Y_{LMD-design} - \times (Y_{IPD-design}) \quad \dots (2)$$

ここで ($X_{LMD-design}$, $Y_{LMD-design}$) は、空間光変調素子 1 2 上の十字マーク 4 3 の座標であり、 \times は撮影装置 1 3 の撮影画像上の座標から空間光変調素子 1 2 上の座標への長さの変換倍率である。

【 0 0 5 2 】

上記設計転写パターンにおける特徴点 4 2₁ の空間光変調素子 1 2 上の座標 (X_{LMD} , Y_{LMD}) は既知であるので、以降この座標 ($X_{LMD-Origin}$, $Y_{LMD-Origin}$) に各特徴点を移動させることで撮影装置 1 3 を用いて観察可能範囲 4 1 以外の空間光変調素子 1 2 に表示された特徴点 4 2₁ を検出することができる。

【 0 0 5 3 】

この特徴点 4 2₁ の移動のための画像移動量 (X_{LMD} , Y_{LMD}) は下記の式 (3) 及び (4) で表される。

$$X = X_{LMD-Origin} - X_{LMD} \quad \dots (3)$$

$$Y = Y_{LMD-Origin} - Y_{LMD} \quad \dots (4)$$

なお、この場合の画像移動量 (X_{LMD} , Y_{LMD}) は画素を単位として表される。

以上の操作を行うことで上記 B のずれ検出用画像生成工程が完了する。

【 0 0 5 4 】

図 8 参照

図 8 は、上記 C の空間光変調素子画像撮影工程の説明図であり、式 (3) 及び (4) を用いて画像移動させた後の空間光変調素子 1 2 と観察可能範囲 4 1 及び撮影画像の関係を示しており、この画像の移動により、観察可能範囲 4 1 以外の領域の空間光変調素子 1 2 に表示される特徴点 4 2₁ を観察することが可能となる。

10

20

30

40

50

この時、移動後の設計転写パターン上の特徴点 4 2₂ の撮影装置 1 3 で取得した画像中での座標を (X_{IPD-mask} , Y_{IPD-mask}) とする。

【 0 0 5 5 】

次に、上記 D の被露光基板画像撮影工程を説明するが、被露光基板 1 4 上に形成された特徴点 1 7 が設計転写パターン上の特徴点 4 2₁ と全くのずれが無い場合、空間光変調素子 1 2 の画像移動量だけステージを移動させ撮影装置 1 3 で観察すれば、空間光変調素子 1 2 に表示された設計転写パターンの移動後の特徴点 4 2₂ と被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 とが一致するはずである。

【 0 0 5 6 】

このときのステージ 1 5 の移動量 (X_{stage} , Y_{stage}) は、下記の式 (5) 及び (6) で表される。 10

$$X_{stage} = \times (X_{LMD}) \quad \dots (5)$$

$$Y_{stage} = \times (Y_{LMD}) \quad \dots (6)$$

なお、 \times は空間光変調素子 1 2 上の座標からステージ 1 5 上の座標への長さの変換倍率である。

【 0 0 5 7 】

即ち、空間光変調素子 1 2 に表示された特徴点 4 2₂ の移動に対応したステージ 1 5 の移動量 (X_{stage} , Y_{stage}) は、空間光変調素子 1 2 上における移動画素数 (X_{LMD} , Y_{LMD}) に空間光変調素子 1 2 を構成するグリッドの最小グリッドサイズおよび露光倍率とで決定される \times を乗ずることによって実空間上の移動量として求まる。 20

この時、ステージ 1 5 移動後の被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 の撮影装置 1 3 で取得した画像中での座標を (X_{IPD-sub} , Y_{IPD-sub}) とする。

【 0 0 5 8 】

図 9 参照

次に、上記 E の C 及び D に基づくずれ量検出工程を説明する。

図 9 は、ステージ 1 5 の移動によって観察可能範囲 4 1 内に被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 が入っていた場合のずれ量検出の説明図であり、撮影装置 1 3 で取得した画像上の設計転写パターン上の特徴点 4 2₂ の座標 (X_{IPD-mask} , Y_{IPD-mask}) と、同じく撮影装置 1 3 で取得した画像上の被露光基板 1 5 上の特徴点 1 7 の座標 (X_{IPD-sub} , Y_{IPD-sub}) との差 (X_{IPD} = X_{IPD-sub} - X_{IPD-mask} , Y_{IPD} = Y_{IPD-sub} - Y_{IPD-mask}) を 30

【 0 0 5 9 】

次いで、得られた差 (X_{IPD} , Y_{IPD}) に \times と \times を乗ずることによって、実空間上のずれ量を求めることができ、このずれ量を下記の式 (7) 及び (8) として表す。

$$X = \times \times X_{IPD} \quad \dots (7)$$

$$Y = \times \times Y_{IPD} \quad \dots (8)$$

【 0 0 6 0 】

なお、この場合、 \times の値は撮像倍率に依存するので、撮像素子の画素を単位として長さを表現した時、例えば、10 倍の高倍率では 1 μ m / 1 画素となり、3 倍の低倍率では 3 . 3 μ m / 1 画素のようになる。 40

【 0 0 6 1 】

図 10 参照

図 10 は、ステージ 1 5 の移動によって観察可能範囲 4 1 内に被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 が入らない場合のずれ量検出の説明図である。

この時点におけるステージ 1 5 の座標を求めてステージ座標 (X_{S-before} , Y_{S-before}) とする。

【 0 0 6 2 】

図 11 参照

図 11 は、観察可能範囲 4 1 に入るように被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 を移動させた場合の設計転写パターンの特徴点 4 2₂ と被露光基板 1 4 上の特徴点 1 7 の関係及びその 50

時の撮影画像を示している。

なお、この様な移動は試行錯誤的に行うものであり、この時点におけるステージ15の座標を求めてステージ座標 ($X_{S-after}$, $Y_{S-after}$) とする。

【0063】

この状態において、図9の場合と全く同様に、被露光基板14上の特徴点17について撮影画像上の座標 ($X_{IPD-sub}$, $Y_{IPD-sub}$) を取得し、既已取得した上記2つのステージ座標及び設計転写パターン上の特徴点42₂の撮影画像上の座標 ($X_{IPD-mask}$, $Y_{IPD-mask}$) より、設計パターンの特徴点と基板上の特徴点のずれ量を計算することにより上述のEのずれ量検出工程が可能となる。

【0064】

この場合のずれ量 (X , Y) は下記の式 (9) 及び (10) で表される。

$$\begin{aligned} X &= (X_{S-before} - X_{S-after}) + \alpha \times (X_{IPD-sub} - X_{IPD-mask}) \\ &= (X_{S-before} - X_{S-after}) + \alpha \times X_{IPD} \quad \dots (9) \\ Y &= (Y_{S-before} - Y_{S-after}) + \beta \times (Y_{IPD-sub} - Y_{IPD-mask}) \\ &= (Y_{S-before} - Y_{S-after}) + \beta \times Y_{IPD} \quad \dots (10) \end{aligned}$$

【0065】

このようなずれ量の検出を、設計転写パターン上の各特徴点42₁について行い、求めたずれ量に基づいて、上述の特願2002-351000号に記載したパターン補正方法によって設計転写パターンを補正し、補正した結果を空間光変調素子12上に表示して被露光基板14上への露光を行う。

【0066】

以上説明したように、本発明においては、設計転写パターン上の特徴点42₁を撮影装置13の観察可能範囲41に入るように空間変調素子12上で移動させて特徴点42₂とするとともに、ステージ15を空間変調素子12上で特徴点の移動量に対応する量だけ移動させているので、通常の露光装置に備付けの視野の狭いアライメントスコープを用いてのパターンずれ量の検出が可能になる。

【0067】

また、本発明においては、実際の上下のパターンが接続する必要があるコンタクトホール等の特徴点のみについてずれ量を検出しているため、パターンずれによるデバイス或いは実装基板の欠陥不良が発生することはなく、また、格子状メッシュのように検出点を不必要に増大することはないのでスループットが向上する。

【0068】

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は実施例に記載された構成・条件に限られるものではなく、各種の変更が可能である。

例えば、上記の実施例の説明においては、空間光変調素子として透過型液晶パネルを用いているが、微小なミラーを二次元配列状に多数並べた反射鏡表示素子 (DMD: デジタルマイクロミラーなどと呼ばれるミラーデバイス) を用いても良いものである。

【0069】

例えば、露光装置に用いられる透過型液晶パネルは、およそ80万個 (1024 × 768個) の画素の液晶パネルが用いられており、各画素の大きさは20 μm前後の大きさであり、これを縮小投影光学系によって、基板上に1/5の大きさに縮小させることによって、1つの画素に対応するパターンは1辺が4 μmの矩形となるが、DMDではおよそ100万個 (約500 × 約2000個) のマイクロミラーを用いたミラーデバイスが用いられ、各マイクロミラーは16 μm前後の大きさであり、これを縮小投影光学系によって、基板上に1/160の大きさに縮小投影させることによって、1つのマイクロミラーに対応するパターンは1辺が0.1 μmの正方形となる。

【0070】

さらには、空間光変調素子は透過型液晶パネル或いはDMDに限られるものではなく、LEDアレイ或いはレーザダイオードアレイ、更には、CRT等の自己発光素子を用いても良いものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

また、上記の実施例の説明においてはFPC基板を前提としているが、本発明はFPC基板に限られるものではなく、通常のプリント配線基板にも適用されるものであり、さらには、液晶パネルの製造工程或いは半導体基板の製造工程にも適用されるものである。

【 0 0 7 2 】

例えば、上述のように空間光変調素子としてDMDを用いて縮小投影露光を行うと0.1 μ m幅のパターンの描画が可能になるが、シリコンウェハの大口径化に伴ってウェハの歪みが大きくなった場合に有効となる。

【 0 0 7 3 】

或いは、高集積化にともなって多層配線の積層数が増大するが、多層配線の積層数の増大に伴って基板最表面の凹凸も大きくなり表面のパターンの歪みも大きくなるが、本発明の手法を適用することにより、パターンずれによる欠陥不良の発生を抑制することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 4 】

本発明の活用例としては、プリント配線基板用の露光装置におけるパターンずれ量の検出工程が典型的なものであるが、空間光変調素子の解像度をさらに高めたり、或いは、投影レンズにより縮小率を高めることによって、液晶パネル製造用の露光装置或いは半導体集積回路装置製造用の露光装置としても使用できるものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 5 】

【 図 1 】 本発明の原理的構成図である。

【 図 2 】 本発明の実施例 1 のパターンずれ量検出方法におけるシステム構成図である。

【 図 3 】 本発明の実施例 1 のパターンずれ量検出方法のフローチャートである。

【 図 4 】 空間光変調素子と観察可能範囲の位置関係の説明図である。

【 図 5 】 設計転写パターン上の特徴点と観察可能範囲の関係の説明図である。

【 図 6 】 観察可能範囲を検出する際に用いる画像の一例の説明図である。

【 図 7 】 撮影装置で撮影した空間光変調素子に表示した画像の一例の説明図である。

【 図 8 】 画像移動後の空間光変調素子と観察可能範囲及び撮影画像の関係の説明図である。

【 図 9 】 観察可能範囲に被露光基板上の特徴点が入った場合のずれ量検出の説明図である。

【 図 1 0 】 観察可能範囲に被露光基板上の特徴点が入らない場合のずれ量検出の説明図である。

【 図 1 1 】 基板移動後の空間光変調素子と観察可能範囲及び撮影画像の関係の説明図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

- 1 空間光変調素子
- 2 観察可能範囲
- 3 設計特徴点
- 4 被露光基板
- 5 基板特徴点
- 6 移動後の画像
- 7 移動後の被露光基板
- 1 0 露光装置
- 1 1 光源
- 1 2 空間光変調素子
- 1 3 撮影装置
- 1 4 被露光基板

10

20

30

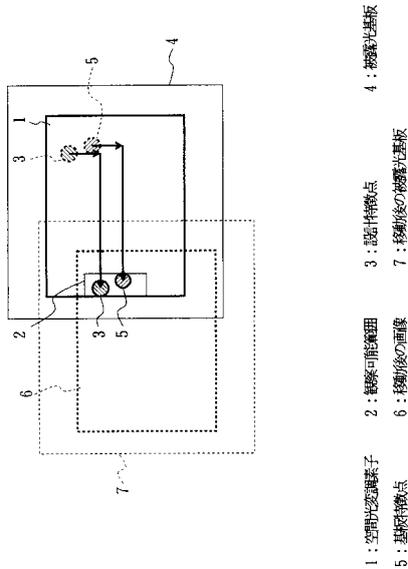
40

50

- 1 5 ステージ
- 1 6 ミラー
- 1 7 特徴点
- 2 0 演算制御装置
- 2 1 入力装置
- 2 2 表示装置
- 3 0 設計パターン記憶装置
- 4 0 有効表示領域
- 4 1 観察可能範囲
- 4 2₁ 特徴点
- 4 2₂ 特徴点
- 4 3 十字マーク
- 4 4 観察画像
- 4 5 スケール

【 図 1 】

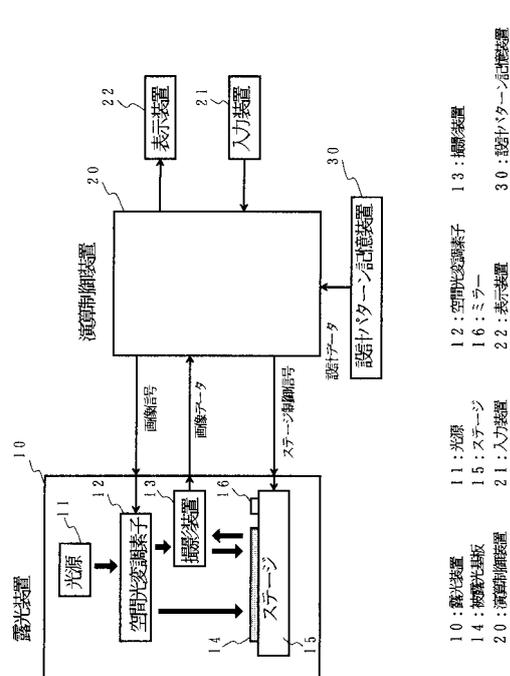
本発明の原理的構成の説明図



- 1 : 空間光変調素子
- 2 : 観察可能視野
- 3 : 設計特徴点
- 4 : 被露光基板
- 5 : 基準特徴点
- 6 : 移動後の画像
- 7 : 移動後の被露光基板

【 図 2 】

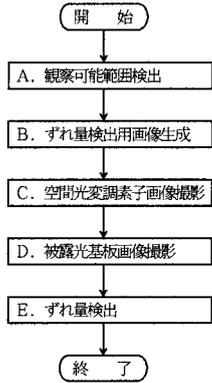
本発明の実施例1のパターンずれ量検出方法におけるシステム構成図



- 10 : 露光装置
- 11 : 光源
- 12 : 空間光変調素子
- 13 : 被露光基板
- 14 : 被露光基板
- 15 : ステージ
- 16 : ミラー
- 20 : 演算制御装置
- 21 : 入力装置
- 22 : 表示装置
- 30 : 設計パターン記憶装置

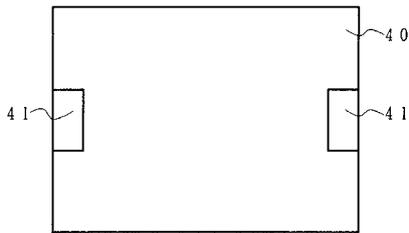
【 図 3 】

本発明の実施例1のパターンずれ量検出方法のフローチャート



【 図 4 】

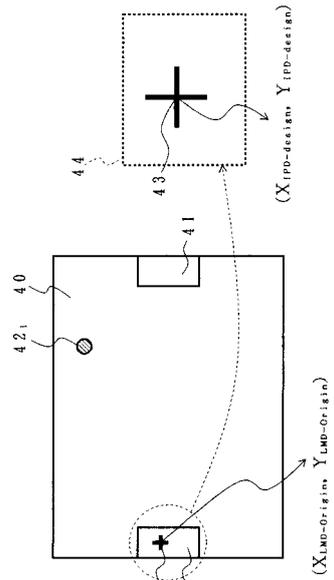
空間光変調素子と撮影可能範囲の位置関係の説明図



40 : 有効表示領域 41 : 撮影可能範囲

【 図 5 】

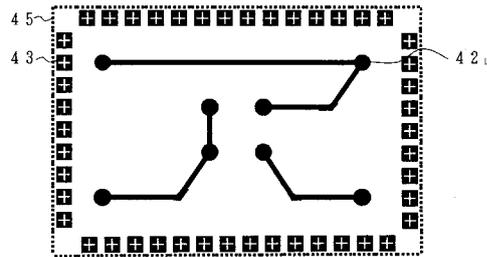
設計転写パターン上の特徴点と撮影可能範囲の関係の説明図



40 : 有効表示領域 41 : 観察可能範囲 42.1 : 特徴点 43 : 十字マーク 44 : 観察画像

【 図 6 】

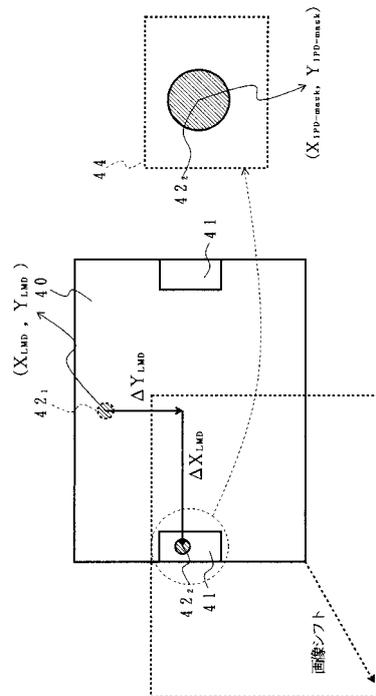
観察可能範囲を検出する際に用いる画像の一例の説明図



42.1 : 特徴点 43 : 十字マーク 45 : スケール

【 図 8 】

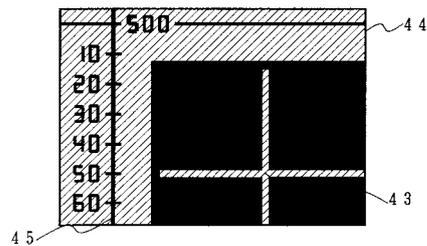
画像移動後の空間光変調素子と撮影可能範囲及び撮影画像の関係の説明図



40 : 有効表示領域 41 : 観察可能範囲 42.1 : 特徴点 42.2 : 特徴点 44 : 観察画像

【 図 7 】

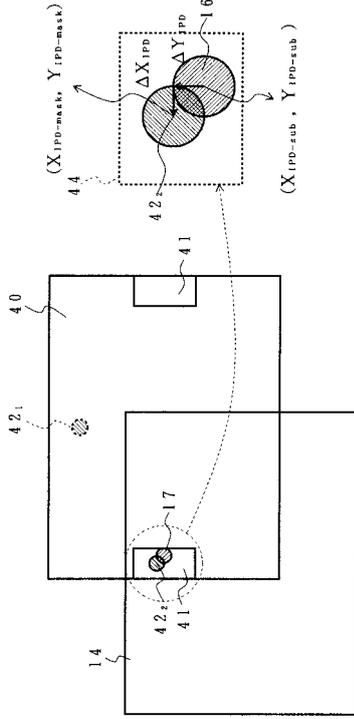
撮影装置で撮影した空間変調素子に表示した画像の一例の説明図



43 : 十字マーク 44 : 観察画像 45 : スケール

【図 9】

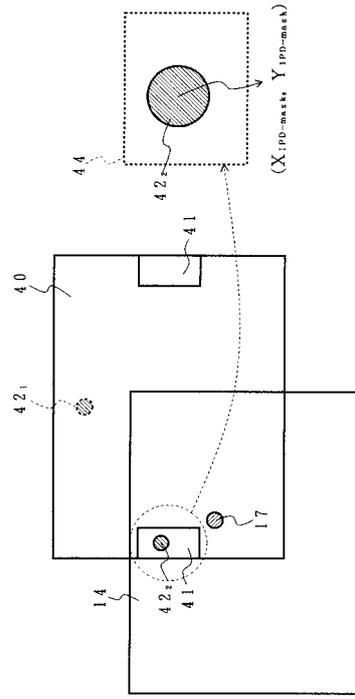
撮影可能範囲に被露光基板上的特徴点が入った場合のずれ量検出の説明図



14 : 被露光基板 17 : 特徴点
 40 : 有効表示領域 41 : 撮影可能範囲 42 : 特徴点 44 : 撮影画像

【図 10】

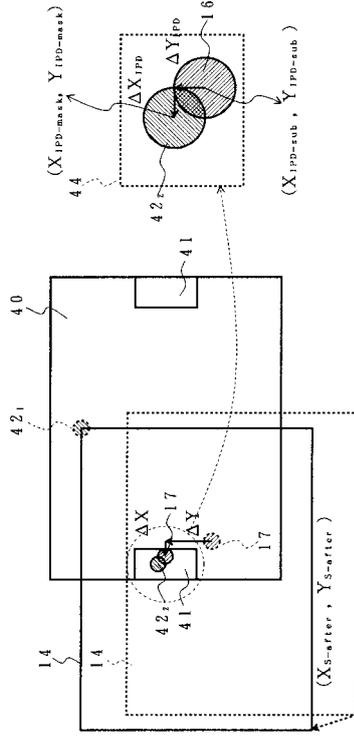
撮影可能範囲に被露光基板上的特徴点が入らない場合のずれ量検出の説明図



14 : 被露光基板 17 : 特徴点
 40 : 有効表示領域 41 : 撮影可能範囲 42 : 特徴点 44 : 撮影画像

【図 11】

基板移動後の空間光変調素子と撮影可能範囲及び撮影画像の関係の説明図



14 : 被露光基板 17 : 特徴点
 40 : 有効表示領域 41 : 撮影可能範囲 42 : 特徴点 44 : 撮影画像

フロントページの続き

(72)発明者 中田 明良

熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 熊本大学内

(72)発明者 森本 達郎

熊本県上益城郡益城町大字田原2081番地10 財団法人くまもとテクノ産業財団内

Fターム(参考) 2H097 GB04 KA29 KA31 KA40 LA09 LA10

5F046 BA06 DB05 DB11 DB14 FB20 FC10