

(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2020-4586

(P2020-4586A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 J 37/28 (2006.01)	H O 1 J 37/28 B	5 C O 3 3
H O 1 J 37/16 (2006.01)	H O 1 J 37/16	
H O 1 J 37/147 (2006.01)	H O 1 J 37/147 B	
H O 1 J 37/29 (2006.01)	H O 1 J 37/29	
H O 1 J 37/05 (2006.01)	H O 1 J 37/05	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-122081 (P2018-122081)	(71) 出願人	504162958
(22) 出願日	平成30年6月27日 (2018. 6. 27)		株式会社ニューフレアテクノロジー
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
		(74) 代理人	100119035
			弁理士 池上 徹真
		(74) 代理人	100141036
			弁理士 須藤 章
		(74) 代理人	100178984
			弁理士 高下 雅弘
		(72) 発明者	泉 義浩
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1 株
			式会社ニューフレアテクノロジー内
		(72) 発明者	伊藤 秀樹
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1 株
			式会社ニューフレアテクノロジー内
			最終頁に続く

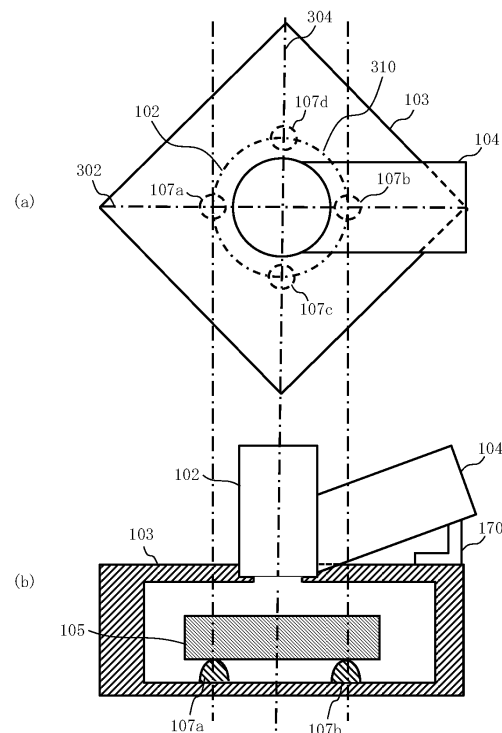
(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビーム画像取得装置

(57) 【要約】

【目的】チャンバ内を真空状態にすることにより、チャンバ内圧と大気圧との差圧によって、チャンバ自身に変形する場合でも、位置関係の誤差を補正し易い装置を提供する。

【構成】本発明の一態様の荷電粒子ビーム画像取得装置は、試料が配置される直方体の検査室103(チャンバ)と、チャンバ上面の2本の対角線の交点を中心にして、チャンバ上面に載置される、試料に1次荷電粒子ビームを照射する1次荷電粒子ビーム光学系が配置される1次電子ビームカラム102と、1次電子鏡筒の下部に接続され、1次荷電粒子ビームが試料に照射されることに起因して放出される2次荷電粒子ビームが通過する2次荷電粒子ビーム光学系が配置される2次電子ビームカラム104と、を備えたことを特徴とする。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

試料が配置される直方体のチャンバと、

前記チャンバ上面の 2 本の対角線の交点を中心にして、前記チャンバ上面に載置される、前記試料に 1 次荷電粒子ビームを照射する 1 次荷電粒子ビーム光学系が配置される 1 次電子鏡筒と、

前記 1 次電子鏡筒の下部に接続され、前記 1 次荷電粒子ビームが前記試料に照射されることに起因して放出される 2 次荷電粒子ビームが通過する 2 次荷電粒子ビーム光学系が配置される 2 次電子鏡筒と、

を備えたことを特徴とする荷電粒子ビーム画像取得装置。

10

【請求項 2】

前記チャンバの底板内側面における、前記チャンバの内外圧の差圧により変形した状態での等高線上に配置される 3 点以上の複数のステージ支持部材と、

前記複数のステージ支持部材によって支持される、前記試料が載置される、高さ方向に移動可能なステージと、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子ビーム画像取得装置。

【請求項 3】

前記 2 次電子鏡筒は、前記 1 次電子鏡筒の下部への接続により支持される他、前記チャンバ上面の外周部で支持され、

前記 2 次荷電粒子ビーム光学系は、偏向器を有し、

20

前記チャンバの内外圧の差圧により生じる前記 2 次電子鏡筒の回転方向誤差を前記偏向器による前記 2 次荷電粒子ビームの偏向によって補正することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子ビーム画像取得装置。

【請求項 4】

前記 2 次電子鏡筒は、前記 1 次電子鏡筒の下部への接続により支持される他、前記チャンバとは別体の鏡筒支持部材により支持され、

前記 2 次荷電粒子ビーム光学系は、偏向器を有し、

前記チャンバの内外圧の差圧により生じる前記 2 次電子鏡筒の回転方向誤差を前記偏向器による前記 2 次荷電粒子ビームの偏向によって補正することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子ビーム画像取得装置。

30

【請求項 5】

前記鏡筒支持部材は、中央部に前記チャンバとは隙間を空けた状態で前記チャンバ側面の 4 隅で前記チャンバに接続されることを特徴とする請求項 4 記載の荷電粒子ビーム画像取得装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の一態様は、荷電粒子ビーム画像取得装置に関する。例えば、荷電粒子ビームである電子線によるマルチビームを照射して放出されるパターンの 2 次電子画像を取得してパターンを検査する検査装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

近年、大規模集積回路 (LSI) の高集積化及び大容量化に伴い、半導体素子に要求される回路線幅はますます狭くなってきている。そして、多大な製造コストのかかる LSI の製造にとって、歩留まりの向上は欠かせない。しかし、1 ギガビット級の DRAM (ランダムアクセスメモリ) に代表されるように、LSI を構成するパターンは、サブミクロンからナノメータのオーダーになっている。近年、半導体ウェハ上に形成される LSI パターン寸法の微細化に伴って、パターン欠陥として検出しなければならない寸法も極めて小さいものとなっている。よって、半導体ウェハ上に転写された超微細パターンの欠陥を検査するパターン検査装置の高精度化が必要とされている。その他、歩留まりを低下させ

50

る大きな要因の一つとして、半導体ウェハ上に超微細パターンをフォトリソグラフィ技術で露光、転写する際に使用されるマスクのパターン欠陥があげられる。そのため、LSI製造に使用される転写用マスクの欠陥を検査するパターン検査装置の高精度化が必要とされている。

【0003】

検査手法としては、半導体ウェハやリソグラフィマスク等の基板上に形成されているパターンを撮像した測定画像と、設計データ、あるいは基板上の同一パターンを撮像した測定画像と比較することにより検査を行う方法が知られている。例えば、パターン検査方法として、同一基板上の異なる場所の同一パターンを撮像した測定画像データ同士を比較する「die to die (ダイ - ダイ) 検査」や、パターン設計された設計データをベースに設計画像データ (参照画像) を生成して、それとパターンを撮像した測定データとなる測定画像とを比較する「die to database (ダイ - データベース) 検査」がある。撮像された画像は測定データとして比較回路へ送られる。比較回路では、画像同士の位置合わせの後、測定データと参照データとを適切なアルゴリズムに従って比較し、一致しない場合には、パターン欠陥有りと判定する。

【0004】

上述したパターン検査装置には、レーザ光を検査対象基板に照射して、その透過像或いは反射像を撮像する装置の他、検査対象基板上を荷電粒子ビームである、例えば、電子ビームで走査 (スキャン) して、電子ビームの照射に伴い検査対象基板から放出される2次電子を検出して、パターン像を取得する検査装置の開発も進んでいる。電子ビームを用いた検査装置では、さらに、マルチビームを用いた装置の開発も進んでいる。かかる検査装置を含む電子ビーム画像取得装置では、電子ビームの照射環境及び電子ビームの検出環境を真空状態に保つ必要がある。そのため、真空チャンバ内に電子ビームが照射される試料を配置する必要がある。そして、チャンバ上に位置する電子鏡筒内に配置される照射光学系を使って、試料に電子ビームが照射される。また、チャンバ上に位置する電子鏡筒内に配置される検出光学系を使って、2次電子を検出する。ここで、チャンバ内を真空状態に保つ場合、チャンバ内圧と大気圧との差圧によって、チャンバ自身に変形してしまう。その結果、ビームが照射される試料と照射光学系及び検出光学系との相対的な位置関係に誤差が生じるため、高精度な画像の取得が困難になってしまうといった問題があった。

【0005】

かかる真空容器の変形について、真空容器内の気圧変化に伴う真空容器の変形により光学系に伝達される変位量が小さい部分で支持された部材に光学系を載置する点が開示されている (例えば、特許文献1参照)。しかしながら、電子ビーム照射装置において、すべての光学系要素を変位量が小さい部分で支持することは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平06 - 094900号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の一態様は、チャンバ内を真空状態にすることにより、チャンバ内圧と大気圧との差圧によって、チャンバ自身に変形する場合でも、位置関係の誤差を補正し易い装置及び方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様の荷電粒子ビーム画像取得装置は、

試料が配置される直方体のチャンバと、

チャンバ上面の2本の対角線の交点を中心にして、チャンバ上面に載置される、試料に1次荷電粒子ビームを照射する1次荷電粒子ビーム光学系が配置される1次電子鏡筒と、

10

20

30

40

50

1次電子鏡筒の下部に接続され、1次荷電粒子ビームが試料に照射されることに起因して放出される2次荷電粒子ビームが通過する2次荷電粒子ビーム光学系が配置される2次電子鏡筒と、

を備えたことを特徴とする。

【0009】

また、チャンバの底板内側面における、チャンバの内外圧の差圧により変形した状態での等高線上に配置される3点以上の複数のステージ支持部材と、

複数のステージ支持部材によって支持される、試料が載置される、高さ方向に移動可能なステージと、

をさらに備えると好適である。

10

【0010】

また、2次電子鏡筒は、1次電子鏡筒の下部への接続により支持される他、チャンバ上面の外周部で支持され、

2次荷電粒子ビーム光学系は、偏向器を有し、

チャンバの内外圧の差圧により生じる2次電子鏡筒の回転方向誤差を偏向器による2次荷電粒子ビームの偏向によって補正すると好適である。

【0011】

或いは、2次電子鏡筒は、1次電子鏡筒の下部への接続により支持される他、チャンバとは別体の鏡筒支持部材により支持され、

2次荷電粒子ビーム光学系は、偏向器を有し、

チャンバの内外圧の差圧により生じる2次電子鏡筒の回転方向誤差を偏向器による2次荷電粒子ビームの偏向によって補正すると好適である。

20

【0012】

また、鏡筒支持部材は、中央部にチャンバとは隙間を空けた状態でチャンバ側面の4隅でチャンバに接続されると好適である。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一態様によれば、チャンバ内を真空状態にすることにより、チャンバ内圧と大気圧との差圧によって、チャンバ自身が変形する場合でも、位置関係の誤差を補正し易くできる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態1におけるパターン検査装置の構成を示す構成図である。

【図2】実施の形態1における大気圧下でのチャンバの状態と真空下でのチャンバの状態との一例を示す図である。

【図3】実施の形態1における1次電子ビームカラムと検査室と2次電子ビームカラムとの配置構成の一例を示す図である。

【図4】実施の形態1における大気圧下でのチャンバの変位と真空下でのチャンバの変位とを測定するための測定点の一例を説明するための図である。

【図5】実施の形態1における大気圧下でのチャンバの変位と真空下でのチャンバの変位との測定結果の一例を示す図である。

40

【図6】実施の形態1におけるチャンバの底板内側面における等高線とステージ支持部材の配置位置との関係の一例を示す図である。

【図7】実施の形態1におけるチャンバの底板内側面における等高線とステージ支持部材の配置位置との関係の他の一例を示す図である。

【図8】実施の形態1における1次電子ビームカラムと検査室と2次電子ビームカラムとの配置構成の他の一例を示す図である。

【図9】実施の形態1における1次電子ビームカラムと検査室と2次電子ビームカラムとの配置構成の他の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 5 】

以下、実施の形態では、荷電粒子ビームの一例として電子ビームを用いる場合について説明する。また、電子ビームの一例として、マルチビームを用いた装置について説明する。但し、電子ビームは、マルチビームに限るものではなく、シングルビームであっても構わない。また、電子ビーム画像取得装置の一例として、検査装置について説明する。但し、電子ビーム画像取得装置は、検査装置に限るものではなく、例えば、画像が取得可能な電子ビームを照射する装置であれば構わない。

【 0 0 1 6 】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 におけるパターン検査装置の構成を示す構成図である。図 1 において、基板に形成されたパターンを検査する検査装置 1 0 0 は、マルチ電子ビーム検査装置の一例である。検査装置 1 0 0 は、画像取得機構 1 5 0、及び制御系回路 1 6 0 を備えている。画像取得機構 1 5 0 は、1 次電子ビームカラム 1 0 2 (1 次電子鏡筒ともいう。)、検査室 1 0 3 (チャンバ)、2 次電子ビームカラム 1 0 4 (2 次電子鏡筒ともいう。)、検出回路 1 0 6、チップパターンメモリ 1 2 3、ステージ駆動機構 1 4 2、及びレーザ測長システム 1 2 2 を備えている。

【 0 0 1 7 】

1 次電子ビームカラム 1 0 2 内には、電子銃 2 0 1、電磁レンズ 2 0 2、成形アパーチャアレイ基板 2 0 3、電磁レンズ 2 0 4、制限アパーチャ基板 2 0 6、電磁レンズ 2 0 5、対物レンズ 2 0 7、偏向器 2 0 8、ビームセパレーター 2 1 0、及び偏向器 2 1 2 が配置されている。2 次電子ビームカラム 1 0 4 内には、投影レンズ 2 1 4、制限アパーチャ基板 2 1 5、投影レンズ 2 1 6、投影レンズ 2 1 8、偏向器 2 1 9、及び検出器 2 2 2 が配置されている。図 1 の例では、例えば、電子銃 2 0 1、電磁レンズ 2 0 2、成形アパーチャアレイ基板 2 0 3、電磁レンズ 2 0 4、制限アパーチャ基板 2 0 6、電磁レンズ 2 0 5、対物レンズ 2 0 7、及び偏向器 2 0 8 により 1 次電子ビーム光学系 (1 次荷電粒子ビーム光学系) が構成される。また、例えば、ビームセパレーター 2 1 0、偏向器 2 1 2、投影レンズ 2 1 4、制限アパーチャ基板 2 1 5、投影レンズ 2 1 6、投影レンズ 2 1 8、偏向器 2 1 9、及び検出器 2 2 2 により 2 次電子ビーム光学系 (2 次荷電粒子ビーム光学系) が構成される。言い換えれば、1 次電子ビームカラム 1 0 2 内には、基板 1 0 1 (試料) に 1 次電子ビームを照射する 1 次電子ビーム光学系が配置される。そして、2 次電子ビームカラム 1 0 4 内には、1 次電子ビームが基板 1 0 1 に照射されることに起因して放出される 2 次電子ビームが通過する 2 次電子ビーム光学系が配置される。

【 0 0 1 8 】

検査室 1 0 3 内には、少なくとも X Y 平面及び高さ (Z) 方向に移動可能なステージ 1 0 5 が配置される。ステージ 1 0 5 では、ベース 2 3 0 上に例えば X Y 平面に移動可能な X Y ステージ 2 3 2 が配置され、X Y ステージ 2 3 2 上に Z 方向に移動可能な Z ステージ 2 3 4 が配置される。ステージ 1 0 5 は、検査室 1 0 3 の底板内側面上に配置される 3 点以上の複数の支持台 1 0 7 によって支持される。具体的には、ベース 2 3 0 が 3 点以上の複数のステージ支持部材 1 0 7 によって支持される。また、検査室 1 0 3 内は、真空ポンプ 5 0 0 によって真空引きされる。また、1 次電子ビームカラム 1 0 2 内及び 2 次電子ビームカラム 1 0 4 内も同様に真空ポンプによって真空引きされる。

【 0 0 1 9 】

X Y ステージ 1 0 5 上には、検査対象となる基板 1 0 1 (試料) が配置される。基板 1 0 1 には、露光用マスク基板、及びシリコンウェハ等の半導体基板が含まれる。基板 1 0 1 が半導体基板である場合、半導体基板には複数のチップパターン (ウェハダイ) が形成されている。基板 1 0 1 が露光用マスク基板である場合、露光用マスク基板には、チップパターンが形成されている。チップパターンは、複数の図形パターンによって構成される。かかる露光用マスク基板に形成されたチップパターンが半導体基板上に複数回露光転写されることで、半導体基板には複数のチップパターン (ウェハダイ) が形成されることになる。以下、基板 1 0 1 が半導体基板である場合を主として説明する。基板 1 0 1 は、例

えば、パターン形成面を上側に向けてX Yステージ105に配置される。また、X Yステージ105上には、検査室103の外部に配置されたレーザ測長システム122から照射されるレーザ測長用のレーザ光を反射するミラー211が配置されている。検出器222は、2次電子ビームカラム104の外部で検出回路106に接続される。検出回路106は、チップパターンメモリ123に接続される。

【0020】

制御系回路160では、検査装置100全体を制御する制御計算機110が、バス120を介して、位置回路127、比較回路108、ステージ制御回路114、レンズ制御回路124、ブランキング制御回路126、偏向制御回路128、磁気ディスク装置等の記憶装置109、及びメモリ118に接続されている。

10

【0021】

また、チップパターンメモリ123は、比較回路108に接続されている。また、X Yステージ105は、ステージ制御回路114の制御の下に駆動機構142により駆動される。そして、X Yステージ105の移動位置はレーザ測長システム122により測定され、位置回路127に供給される。レーザ測長システム122は、ミラー216からの反射光を受光することによって、レーザ干渉法の原理でX Yステージ105の位置を測長する。

【0022】

電子銃201には、図示しない高圧電源回路が接続され、電子銃201内の図示しないフィラメントと引出電極間への高圧電源回路からの加速電圧の印加と共に、所定の引出電極（ウェネルト）の電圧の印加と所定の温度のカソードの加熱によって、カソードから放出された電子群が加速させられ、電子ビーム200となって放出される。電磁レンズ202, 204, 205、対物レンズ207、及び投影レンズ214, 216, 218は、共にレンズ制御回路124によって制御される。また、ビームセパレーター210もレンズ制御回路124によって制御される。偏向器208、偏向器212、及び偏向器219は、それぞれ例えば4極以上の電極により構成され、電極毎に図示しないDAC（デジタル・アナログ変換）アンプを介して偏向制御回路128に接続され、偏向制御回路128によって制御される。

20

【0023】

また、成形アパーチャアレイ基板203には、2次元状の横（x方向） m_1 列×縦（y方向） n_1 段（ m_1, n_1 は2以上の整数）の穴（開口部）がx, y方向に所定の配列ピッチで形成されている。これらの複数の穴を電子ビーム200の一部がそれぞれ通過することで、マルチ1次電子ビーム20が形成されることになる。

30

【0024】

ここで、図1では、実施の形態1を説明する上で必要な構成を記載している。検査装置100にとって、通常、必要なその他の構成を備えていても構わない。

【0025】

次に、検査装置100における画像取得機構150の動作について説明する。

【0026】

電子銃201（放出源）から放出された電子ビーム200は、電磁レンズ202によりほぼ垂直に成形アパーチャアレイ基板203全体を照明する。成形アパーチャアレイ基板203には、上述したように複数の穴（開口部）が形成され、電子ビーム200は、すべての複数の穴が含まれる領域を照明する。複数の穴の位置に照射された電子ビーム200の各一部が、かかる成形アパーチャアレイ基板203の複数の穴をそれぞれ通過することによって、例えば複数の電子ビーム（マルチ1次電子ビーム20が形成される。

40

【0027】

形成されたマルチ1次電子ビーム20は、電磁レンズ204によって制限アパーチャ基板206に形成された中心の穴に向かって屈折させられる。ここで、図示しない一括ブランキング偏向器によって、マルチ1次電子ビーム20全体が一括して偏向された場合には、制限アパーチャ基板206の中心の穴から位置がはずれ、制限アパーチャ基板206に

50

よって遮蔽される。一方、一括ブランキング偏向器によって偏向されなかったマルチ 1 次電子ビーム 20 は、図 1 に示すように制限アパーチャ基板 206 の中心の穴を通過する。かかる一括ブランキング偏向器の ON/OFF によって、マルチ 1 次電子ビーム 20 全体の一括したブランキング制御が行われ、ビームの ON/OFF が一括制御される。制限アパーチャ基板 206 を通過したマルチ 1 次電子ビーム 20 は、電磁レンズ 205 によって屈折させられ、クロスオーバー (C.O.) を形成する。かかるクロスオーバーの位置付近にビームセパレーター 210 が配置される。ビームセパレーター 210 を通過したマルチ 1 次電子ビーム 20 は、対物レンズ 207 により基板 101 (試料) 面上に焦点が合わされ (合焦され)、所望の縮小率のパターン像 (ビーム径) となり、偏向器 208 によって、マルチ 1 次電子ビーム 20 全体が同方向に一括して偏向され、各ビームの基板 101 上のそれぞれの照射位置に照射される。

【0028】

基板 101 の所望する位置にマルチ 1 次電子ビーム 20 が照射されたことに起因して基板 101 からマルチ 1 次電子ビーム 20 の各ビームに対応する、反射電子を含む 2 次電子の束 (マルチ 2 次電子ビーム 300) (図 1 の点線) が放出される。

【0029】

基板 101 から放出されたマルチ 2 次電子ビーム 300 は、対物レンズ 207 によって、マルチ 2 次電子ビーム 300 の中心側に屈折させられ、ビームセパレーター 210 に進む。そして、ビームセパレーター 210 によって、マルチ 2 次電子ビーム 300 は、マルチ 1 次電子ビーム 20 の軌道から分離され、斜め上方に曲げられる。

【0030】

斜め上方に曲げられたマルチ 2 次電子ビーム 300 は、偏向器 212 によって、検出器 222 の検出面の方向に向かうようにさらに曲げられ (偏向され)、投影レンズ 214 に進む。検出器 222 の検出面の方向に向かうマルチ 2 次電子ビーム 300 は、投影レンズ 214 によって制限アパーチャ基板 215 に形成された中心の穴に向かって屈折させられる。そして、散乱電子は制限アパーチャ基板 215 によって遮蔽される。制限アパーチャ基板 215 を通過したマルチ 2 次電子ビーム 300 は、投影レンズ 216, 218 によって検出器 222 の検出面の所望の位置に照射される。また、ステージ 105 を連続移動させながらスキャンを行うため、偏向器 208 によってステージ 105 の移動に追従するトラッキング偏向が行われる。かかるトラッキング偏向及びスキャン動作に伴う偏向位置の移動に合わせて、偏向器 219 は、マルチ 2 次電子ビーム 300 を検出器 222 の受光面における所望の位置に照射させるように偏向する。検出器 222 は、照射されたマルチ 2 次電子ビーム 300 を検出する。そして、検出器 222 にて検出された強度信号によって、基板 101 上の画像が形成される。

【0031】

図 2 は、実施の形態 1 における大気圧下でのチャンバの状態と真空下でのチャンバの状態との一例を示す図である。図 2 (a) に示すように、大気圧下では、検査室 103 (チャンバ) の変形は生じていない。しかしながら、真空下では、図 2 (b) に示すように、チャンバ内外の差圧により検査室 103 が変形する。検査室 103 は、直方体で形成される。図 2 (b) の例では、特に、高さ方向 (Z 方向) に短い扁平型の直方体で形成される。かかる場合、真空下では、上下面は内側に変形し、側面方向は外側に変形する。そのため、検査室 103 上に配置される 1 次電子ビームカラム 102 と 2 次電子ビームカラム 104 の位置がずれてしまう。また、検査室 103 内のステージ 105 の位置がずれてしまう。その結果、基板 101 と 1 次電子ビーム光学系との位置関係、及び基板 101 と 2 次電子ビーム光学系との位置関係がずれてしまうことになる。かかるずれは、x y z 方向及び回転方向にずれが生じ得る。その結果、ビームの照射位置がずれると共に、2 次電子が検出器 222 の所望の検出面から外れてしまい、高精度な画像の取得が困難になってしまう。そこで、実施の形態 1 では、チャンバ内圧と大気圧との差圧によって、チャンバ自身が変形する場合でも、位置関係の誤差を補正し易い構成にする。

【0032】

10

20

30

40

50

図 3 は、実施の形態 1 における 1 次電子ビームカラムと検査室と 2 次電子ビームカラムとの配置構成の一例を示す図である。図 3 (a) では、上面図を示し、図 3 (b) では断面図を示す。図 3 (a) 及び図 3 (b) の例では、例えば、上下面が正方形で高さ方向 (z 方向) に短い扁平型の直方体の検査室 1 0 3 を用いる場合を示している。また、検査室 1 0 3 では、直方体の 6 面が板材の組み合わせにより構成される。ここで、図 2 (b) で説明したように、チャンバ内外の差圧により検査室 1 0 3 は、上下面は内側に変形し、側面方向は外側に変形する。よって、検査室 1 0 3 上面は、上面中心が内側に向かって最大変位となり、上面中心を起点に外側 (x , y 方向) に向かって均等に変位が小さくなりながら変位が生じることになる。

【 0 0 3 3 】

そこで、実施の形態 1 では、図 3 (a) 及び図 3 (b) に示すように、1 次電子ビームカラム 1 0 2 (1 次電子鏡筒) を、直方体の検査室 1 0 3 (チャンバ) 上面の 2 本の対角線 3 0 2 , 3 0 4 の交点を中心にして、検査室 1 0 3 上面に載置する。これにより、検査室 1 0 3 が変形した場合でも、1 次電子ビームカラム 1 0 2 は、高さ (z) 方向に変位するだけで済む。言い換えれば、x , y 平面方向及び回転方向にはずれを生じさせずに、高さ (z) 方向への変位に集約できる。具体的には、検査室 1 0 3 が変形した場合、1 次電子ビームカラム 1 0 2 は、下側 (- z 方向) に変位することになる。

【 0 0 3 4 】

また、2 次電子ビームカラム 1 0 4 は、1 次電子ビームカラム 1 0 2 の下部に接続され、1 次電子ビームカラム 1 0 2 の下部への接続により支持される他、検査室 1 0 3 上面の外周部で支持部材 1 7 0 によって支持される。支持部材 1 7 0 として、例えば、L 字状の板材の底面を検査室 1 0 3 上面の外周部に配置し、垂直立ち上がりの板材の上面で 2 次電子ビームカラム 1 0 4 を支持する。図 3 (a) 及び図 3 (b) の例では、検査室 1 0 3 上面の 4 隅のうち、1 つの隅上に配置される支持部材 1 7 0 によって支持される。これにより、検査室 1 0 3 が変形した場合、1 次電子ビームカラム 1 0 2 の下側 (- z 方向) への変位と、検査室 1 0 3 上面の 1 つの隅の高さ (z) 方向の変位とによって、高さ方向への回転誤差 $\Delta \theta$ が生じるだけで済む。言い換えれば、x , y 平面方向のずれを生じさせずに、高さ方向への回転誤差 $\Delta \theta$ に集約できる。

【 0 0 3 5 】

また、検査室 1 0 3 底面は、底面中心が最大振幅となり、理想的には外側 (x , y 方向) に向かって均等に変位が生じることになる。そこで、実施の形態 1 では、図 3 (a) 及び図 3 (b) に示すように、検査室 1 0 3 (チャンバ) の底板内側面における、検査室 1 0 3 の内外圧の差圧により変形した状態での等高線 3 1 0 上に 3 点以上の複数のステージ支持部材 1 0 7 a ~ 1 0 7 d を配置する。図 3 (a) 及び図 3 (b) の例では、4 つの支持部材 1 0 7 a ~ 1 0 7 d を配置する場合を示している。そして、かかる複数のステージ支持部材 1 0 7 a ~ 1 0 7 d によってステージ 1 0 5 を支持する。これにより、検査室 1 0 3 が変形した場合でも、各支持部材 1 0 7 a ~ 1 0 7 d の高さ位置は同じにできる。そのため、ステージ 1 0 5 は、高さ (z) 方向に変位するだけで済む。言い換えれば、x , y 平面方向及び回転方向のずれを生じさせずに、高さ (z) 方向への変位に集約できる。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、実施の形態 1 における大気圧下でのチャンバの変位と真空下でのチャンバの変位とを測定するための測定点の一例を説明するための図である。図 4 (a) では、検査装置 1 0 0 の上面図の一部を示す。図 4 (b) では、検査装置 1 0 0 の側面図の一部を示す。図 4 (a) 及び図 4 (b) では、2 次電子ビームカラム 1 0 4 については図示を省略している。1 次電子ビームカラム 1 0 2 (1 次電子鏡筒) を、直方体の検査室 1 0 3 (チャンバ) 上面の 2 本の対角線の交点を中心にして、検査室 1 0 3 上面に載置する。そして、検査室 1 0 3 上面のうち 1 次電子ビームカラム 1 0 2 の外周位置に 9 0 度ずつずらして測定点 a , b , c , d を設定する。また、検査室 1 0 3 の 4 つの側面のうち 1 つの側面の中心位置に測定点 e を設定する。

【 0 0 3 7 】

図 5 は、実施の形態 1 における大気圧下でのチャンバの変位と真空下でのチャンバの変位との測定結果の一例を示す図である。図 5 の例では、真空下での検査室 103 の状態を基準（変位ゼロ）に、大気圧に戻した場合に生じる検査室 103 の変位を測定した結果を示す。図 5 に示すように、測定点 a, b, c, d では、ほぼ同じ値（ここでは例えば $20\ \mu\text{m}$ ）の + 変位（外側に膨らむ変位）が測定された。よって、大気圧を基準とした場合、測定点 a, b, c, d では、ほぼ同じ値（ここでは例えば $-20\ \mu\text{m}$ ）の - 変位（内側に凹む変位）が生じることがわかる。よって、1 次電子ビームカラム 102 は、高さ（z）方向に変位するだけで済み、x, y 平面方向及び回転方向のずれが生じないことがわかる。他方、測定点 e では、例えば $-1\ \mu\text{m}$ の - 変位（内側に凹む変位）が測定された。よって、大気圧を基準とした場合、測定点 e では、例えば $+1\ \mu\text{m}$ の + 変位（外側に膨らむ変位）が生じることがわかる。ここでは、検査室 103 が高さ方向（Z 方向）に短い扁平型の直方体で形成されるので、扁平の程度によっては、測定点 e では、+ 変位が生じる場合もあり得る。

10

20

30

40

50

【0038】

以上のように、実施の形態 1 によれば、検査室 103 が変形した場合、1 次電子ビームカラム 102 には、下方向（- z 方向）の変位が生じ、ステージ 105 には、上方向（+ z 方向）の変位が生じ、そして、2 次電子ビームカラム 104 には、2 次電子ビームカラム 104 が延びる方向から上方向への回転変位が生じることになる。したがって、光源から被測定物までの距離変化は生じるものの、角度誤差が小さく、1 次電子ビーム光学系の制御負担を軽くすることができる。具体的には、かかる変位によって、マルチ 1 次電子ビームの照射については、対物レンズ 207 と基板 101 との距離が短くなるので、焦点ずれが生じることになる。実施の形態 1 では、チャンバの内外圧の差圧により生じる 1 次電子ビームカラム 102 とステージ 105 の高さ方向誤差をステージ 105 上面の高さを移動させることによって補正する。よって、かかる焦点ずれについては、ステージ 105 の Z ステージ 234 で調整できる。また、2 次電子ビーム光学系については、2 次電子ビームの入射部分は 1 次電子ビーム光学系と一緒に変位するものの、多端は、検査室 103 上面の角部に固定されるため、固定部の変位が小さく、光軸誤差は回転誤差として生じることになる。2 次電子ビーム光学系では、ビームセパレーター 210 及び偏向器 212 で 2 次電子ビームの指向角度は制御できる。特に、偏向器 212 で 2 次電子ビームの指向角度は容易に制御できる。具体的には、マルチ 2 次電子ビーム 300 の検出については、2 次電子ビーム光学系が上方向にずれるので、マルチ 2 次電子ビーム 300 の検出器 222 上での照射位置ずれが生じることになる。実施の形態 1 では、チャンバの内外圧の差圧により生じる 2 次電子ビームカラム 104 の回転方向誤差を偏向器 212 によるマルチ 2 次電子ビーム 300 の偏向によって補正する。よって、かかる照射位置ずれについては、偏向器 212 の角度を 2 次電子ビーム光学系のずれに合わせてずらすことで、マルチ 2 次電子ビーム 300 の軌道を調整できる。これにより、マルチ 2 次電子ビーム 300 の検出器 222 上での照射位置ずれを高精度に補正できる。実施の形態 1 によれば、x, y 方向へのずれを発生させないようにできるので、補正を容易にできる。

【0039】

図 6 は、実施の形態 1 におけるチャンバの底板内側面における等高線とステージ支持部材の配置位置との関係の一例を示す図である。図 6 に示すように、検査室 103（チャンバ）の底板内側面における等高線 310a ~ 310d が楕円状に外側（x, y 方向）に波紋のように広がる場合には、同じ等高線（例えば、等高線 310c）上にステージ支持部材 107a ~ 107d を配置すればよい。

【0040】

図 7 は、実施の形態 1 におけるチャンバの底板内側面における等高線とステージ支持部材の配置位置との関係の他の一例を示す図である。図 7 に示すように、検査室 103（チャンバ）の底板内側面における等高線 310a ~ 310b が、不規則な軌跡で形成される場合でも、同じ等高線（例えば、等高線 310b）上にステージ支持部材 107a ~ 107d を配置すれば、検査室 103（チャンバ）が変形した場合でも、ステージ 105 上面

高さ位置は、 z 方向以外にずれは生じないようにできる。

【0041】

図8は、実施の形態1における1次電子ビームカラムと検査室と2次電子ビームカラムとの配置構成の他の一例を示す図である。図8(a)では、上面図を示し、図8(b)では断面図を示す。図8(a)及び図8(b)の例では、図3(a)及び図3(b)の例と同様、例えば、上下面が正方形で高さ方向(z 方向)に短い扁平型の直方体の検査室103を用いる場合を示している。また、検査室103では、直方体の6面が板材の組み合わせにより構成される。図8(a)及び図8(b)の例では、2次電子ビームカラム104(2次電子鏡筒)は、検査室103上面の4辺のうち、1辺側に向かって斜め上方に延びる。そして、2次電子ビームカラム104(2次電子鏡筒)は、1次電子ビームカラム102の下部への接続により支持される他、検査室103とは別体の鏡筒支持部材180上に配置される支持部材170によって支持される。言い換えれば、2次電子ビームカラム104(2次電子鏡筒)は、1次電子ビームカラム102の下部への接続により支持される他、検査室103とは別体の鏡筒支持部材180により支持部材170を介して支持される場合を示している。また、鏡筒支持部材180は、中央部に検査室103とは隙間182を空けた状態で検査室103側面の4隅で検査室103に接続される。図2(b)で説明したように、検査室103内外の差圧により検査室103は、上下面は内側に変形し、側面方向は外側に変形する。ここで、鏡筒支持部材180は、検査室103とは別体なので、検査室103の変形によって、上下方向への変位は生じないようにできる。さらに、鏡筒支持部材180は、中央部に検査室103とは隙間182を空けているので、検査室103の側面板によって押されないようにできる。言い換えれば、 x 、 y 平面方向、及び z 方向への変位が生じないようにできる。よって、支持部材170は、検査室103の変形によって変位しない。よって、2次電子ビームカラム104を支持する2点のうち、鏡筒支持部材180側の1点については、検査室103の変形に関わらず、同じ位置を保つことができる。

【0042】

なお、図8(a)及び図8(b)において、1次電子ビームカラム102(1次電子鏡筒)については、図3(a)及び図3(b)の例と同様、直方体の検査室103(チャンバ)上面の2本の対角線302、304の交点を中心にして、検査室103上面に載置する。よって、1次電子ビームカラム102については、 x 、 y 平面方向及び回転方向にはずれを生じさせずに、高さ(z) 方向への変位に集約できる。

【0043】

よって、2次電子ビームカラム104は、検査室103が変形した場合、1次電子ビームカラム102の下側(- z 方向)への変位によって、高さ方向への回転誤差 $\Delta\theta$ が生じるだけで済む。これにより、変位点を1点にできる。言い換えれば、 x 、 y 平面方向のずれを生じさせずに、1点の変位点の変位による高さ方向への回転誤差 $\Delta\theta$ に集約できる。

【0044】

また、図8(a)及び図8(b)の例では、図3(a)及び図3(b)の例と同様、検査室103(チャンバ)の底板内側面における、検査室103の内外圧の差圧により変形した状態での等高線310上に3点以上の複数のステージ支持部材107a~107dを配置する。そして、かかる複数のステージ支持部材107a~107dによってステージ105を支持する。これにより、検査室103が変形した場合でも、各支持部材107a~107dの高さ位置は同じにできる。そのため、ステージ105は、高さ(z) 方向に変位するだけで済む。言い換えれば、 x 、 y 平面方向及び回転方向のずれを生じさせずに、高さ(z) 方向への変位に集約できる。

【0045】

図8(a)及び図8(b)の例における検査室103の内外圧の差圧により生じる1次電子ビームカラム102とステージ105の高さ方向誤差については、上述したように、ステージ105上面の高さを移動させることによって補正すればよい。よって、かかる焦点ずれについては、ステージ105の z ステージ234で調整できる。また、検査室10

10

20

30

40

50

3の内外圧の差圧により生じる2次電子ビームカラム104の回転方向誤差については、上述したように、偏向器212によるマルチ2次電子ビーム300の偏向によって補正すればよい。

【0046】

ここで、上述した例では、上下面が正方形で高さ方向（Z方向）に短い扁平型の直方体の検査室103を用いる場合を説明したが、これに限るものではない。

【0047】

図9は、実施の形態1における1次電子ビームカラムと検査室と2次電子ビームカラムとの配置構成の他の一例を示す図である。図9（a）では、上面図を示し、図9（b）では断面図を示す。図9（a）及び図9（b）の例では、例えば、上下面が長方形で高さ方向（Z方向）に短い扁平型の直方体の検査室103を用いる場合を示している。また、検査室103では、直方体の6面が板材の組み合わせにより構成される。図9（a）及び図9（b）の例では、2次電子ビームカラム104（2次電子鏡筒）は、検査室103上面の4辺の短い2辺のうち、1辺側に向かって斜め上方に延びる。そして、2次電子ビームカラム104（2次電子鏡筒）は、1次電子ビームカラム102の下部への接続により支持される他、検査室103上面の外周部のうち2次電子ビームカラム104が延びる方向の1辺上に配置される支持部材170によって支持される。

【0048】

図9（a）及び図9（b）において、1次電子ビームカラム102（1次電子鏡筒）については、直方体の検査室103（チャンバ）上面の2本の対角線302，304の交点を中心にして、検査室103上面に載置する。よって、1次電子ビームカラム102については、x，y平面方向及び回転方向にはずれを生じさせずに、高さ（z）方向への変位に集約できる。

【0049】

また、2次電子ビームカラム104は、検査室103が変形した場合、1次電子ビームカラム102の下側（-z方向）への変位と、検査室103上面の外周部の変位と、によって、高さ方向への回転誤差 $\Delta\theta$ が生じるだけで済む。言い換えれば、x，y平面方向のずれを生じさせずに、高さ方向への回転誤差 $\Delta\theta$ に集約できる。

【0050】

また、図9（a）及び図9（b）の例では、検査室103（チャンバ）の底板内側面における、検査室103の内外圧の差圧により変形した状態での等高線310上に3点以上の複数のステージ支持部材107a～107dを配置する。そして、かかる複数のステージ支持部材107a～107dによってステージ105を支持する。これにより、検査室103が変形した場合でも、各支持部材107a～107dの高さ位置は同じにできる。そのため、ステージ105は、高さ（z）方向に変位するだけで済む。言い換えれば、x，y平面方向及び回転方向のずれを生じさせずに、高さ（z）方向への変位に集約できる。

【0051】

なお、図示しないが、2次電子ビームカラム104（2次電子鏡筒）は、検査室103上面の4辺の長い2辺のうち、1辺側に向かって斜め上方に延びてもよい。そして、2次電子ビームカラム104（2次電子鏡筒）は、1次電子ビームカラム102の下部への接続により支持される他、検査室103とは別体の上述した鏡筒支持部材180上に配置される支持部材170によって支持されるようにしても好適である。

【0052】

なお、検査装置100により、基板101のパターン検査を行う場合には、例えば、以下のように動作する。

【0053】

上述したように、焦点が補正されたマルチ1次電子ビーム20が、基板101の所望する位置に照射されたことに起因して基板101からマルチ1次電子ビーム20の各ビームに対応する、反射電子を含む2次電子の束（マルチ2次電子ビーム300）（図1の点線

10

20

30

40

50

）が放出される。マルチ２次電子ビーム３００は、回転誤差が補正された２次電子ビーム光学系により、検出器２２２に投影される。このように、検出器２２２は、マルチ２次電子ビーム３００を検出する。

【００５４】

以上のように、画像取得機構１５０は、マルチ１次電子ビーム２０を用いて、図形パターンが形成された被検査基板１０１上を走査し、マルチ１次電子ビーム２０が照射されたことに起因して被検査基板１０１から放出される、マルチ２次電子３００を検出する。検出器２２２によって検出された各測定用画素３６からの２次電子の検出データ（測定画像：２次電子画像：被検査画像）は、測定順に検出回路１０６に出力される。検出回路１０６内では、図示しないＡ／Ｄ変換器によって、アナログの検出データがデジタルデータに変換され、チップパターンメモリ１２３に格納される。このようにして、画像取得機構１５０は、基板１０１上に形成されたパターンの測定画像を取得する。そして、例えば、１つのチップ分の検出データが蓄積された段階で、チップパターンデータとして、位置回路１２７からの各位置を示す情報と共に、比較回路１０８に転送される。

【００５５】

比較回路１０８内では、転送されたストライプパターンデータ（或いはチップパターンデータ）から所定のサイズの画像を生成する。そして、同じパターンが形成された画像同士を比較する（ダイ・ダイ検査）。比較回路１０８は、所定の判定条件に従って画素毎に両者を比較し、例えば形状欠陥といった欠陥の有無を判定する。例えば、画素毎の階調値差が判定閾値Ｔ_hよりも大きければ欠陥と判定する。そして、比較結果が出力される。比較結果は、記憶装置１０９、若しくはメモリ１１８に出力される、或いは図示しないプリンタ等により出力されればよい。或いは、基板１０１へのパターン形成の元となる設計データを使って、比較対象の参照画像を作成し、かかる参照画像と検査対象画像とを比較しても良い（ダイ・データベース検査）。

【００５６】

以上のように、実施の形態１によれば、検査室１０３（チャンバ）内を真空状態にすることにより、検査室１０３内圧と大気圧との差圧によって、検査室１０３自身が変形する場合でも、位置関係の誤差を補正し易くできる。

【００５７】

以上の説明において、一連の「～回路」は、処理回路を含み、その処理回路には、電気回路、コンピュータ、プロセッサ、回路基板、量子回路、或いは、半導体装置等が含まれる。また、各「～回路」は、共通する処理回路（同じ処理回路）を用いてもよい。或いは、異なる処理回路（別々の処理回路）を用いても良い。プロセッサ等を実行させるプログラムは、磁気ディスク装置、磁気テープ装置、ＦＤ、或いはＲＯＭ（リードオンリメモリ）等の記録媒体に記録されればよい。例えば、位置回路１２７、比較回路１０８、及びステージ制御回路１１２等は、上述した少なくとも１つの処理回路で構成されても良い。

【００５８】

以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。

【００５９】

また、装置構成や制御手法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や制御手法を適宜選択して用いることができる。

【００６０】

その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての電子ビーム画像取得装置は、本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

【００６１】

１００ 検査装置

１０１ 基板

１０２ １次電子ビームカラム

10

20

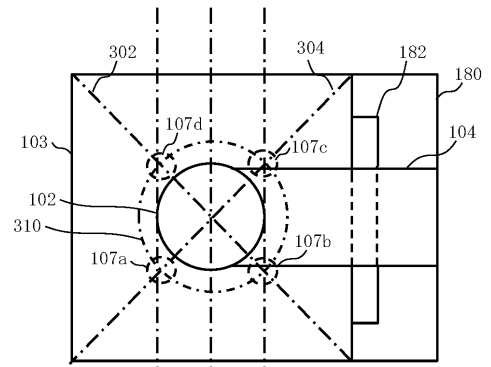
30

40

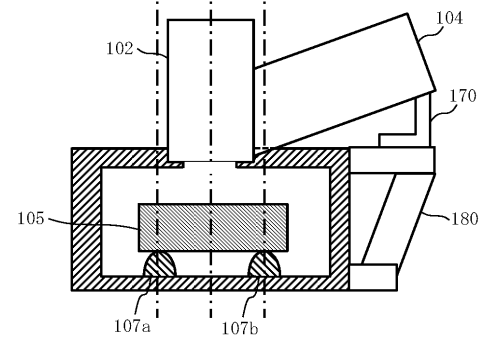
50

1 0 3	検 査 室	
1 0 4	2 次 電 子 ビ ー ム カ ラ ム	
1 0 5	ス テ ー ジ	
1 0 6	検 出 回 路	
1 0 7	ス テ ー ジ 支 持 部 材	
1 0 8	比 較 回 路	
1 0 9	記 憶 装 置	
1 1 0	制 御 計 算 機	
1 1 4	ス テ ー ジ 制 御 回 路	
1 1 8	メ モ リ	10
1 2 0	バ ス	
1 2 2	レ ー ザ 測 長 シ ス テ ム	
1 2 3	チ ッ プ パ タ ー ン メ モ リ	
1 2 4	レ ン ズ 制 御 回 路	
1 2 6	ブ ラ ン キ ン グ 制 御 回 路	
1 2 7	位 置 回 路	
1 2 8	偏 向 制 御 回 路	
1 4 2	ス テ ー ジ 駆 動 機 構	
1 5 0	画 像 取 得 機 構	
1 6 0	制 御 系 回 路	20
1 7 0	支 持 部 材	
1 8 0	鏡 筒 支 持 部 材	
2 0 0	電 子 ビ ー ム	
2 0 1	電 子 銃	
2 0 2	電 磁 レ ン ズ	
2 0 3	成 形 ア パ ー チ ャ ア レ イ 基 板	
2 0 4	電 磁 レ ン ズ	
2 0 6	制 限 ア パ ー チ ャ 基 板	
2 0 5	電 磁 レ ン ズ	
2 0 7	対 物 レ ン ズ	30
2 0 8	偏 向 器	
2 1 0	ビ ー ム セ パ レ ー タ ー	
2 1 2	偏 向 器	
2 1 4	投 影 レ ン ズ	
2 1 5	制 限 ア パ ー チ ャ 基 板	
2 1 6	投 影 レ ン ズ	
2 1 8	投 影 レ ン ズ	
2 1 9	偏 向 器	
2 2 2	検 出 器	
2 3 0	ベ ー ス	40
2 3 2	X Y ス テ ー ジ	
2 3 4	Z ス テ ー ジ	
3 0 0	マ ル チ 2 次 電 子 ビ ー ム	
3 0 2 , 3 0 4	対 角 線	
3 1 0	等 高 線	
5 0 0	真 空 ポ ン プ	

【 図 8 】



(b)



(a)



フロントページの続き

(72)発明者 秋葉 敏克

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 1 株式会社ニューフレアテクノロジー内

Fターム(参考) 5C033 AA02 AA05 FF03 FF10 UU01 UU03