

(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2005-268268

(P2005-268268A)

(43) 公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027	HO 1 L 21/30	2 H 0 9 7
GO 3 F 7/20	GO 3 F 7/20	5 C 0 0 1
HO 1 J 37/16	HO 1 J 37/16	5 F 0 3 1
HO 1 J 37/20	HO 1 J 37/20	5 F 0 5 6
HO 1 L 21/68	HO 1 L 21/68	
		審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-74209 (P2004-74209)
 (22) 出願日 平成16年3月16日 (2004.3.16)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086287
 弁理士 伊東 哲也
 (74) 代理人 100086461
 弁理士 齋藤 和則
 (72) 発明者 内田 真司
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 Fターム(参考) 2H097 BA02 JA01 LA10 LA15
 5C001 CC06 DD03
 5F031 CA02 HA55 JA06 JA17 JA28
 JA32 JA38 KA06 KA07 KA08
 LA02 MA27 NA05
 5F056 BA10 BB10 CB24 CC05 EA14

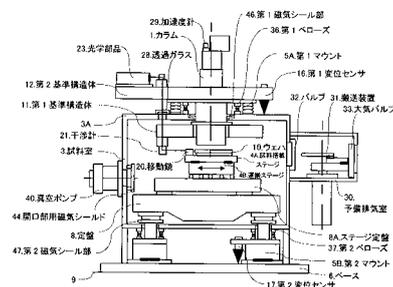
(54) 【発明の名称】 電子ビーム露光装置

(57) 【要約】

【課題】 振動外乱に起因して生じうるカラムの変位による電子ビームのシフトを防止すること、干渉計の変位によるステージ位置の計測誤差を低減すること、それにより高精度な露光を可能にすることである。

【解決手段】 試料としてのウエハ10に電子ビームを照射するカラム1と、真空排気部として真空ポンプ40を有し、内部を真空雰囲気制御する試料室3と、この試料室3内に配置され、ウエハ10を保持して移動するステージ4Aと、試料室3に対してカラム1を弾性支持する第1マウント5Aとを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料に電子ビームを照射するコラムと、
真空排気部を有し、内部を真空雰囲気制御する試料室と、
前記試料室内に配置され、前記試料を保持して移動するステージと、
前記試料室に対して前記コラムを弾性支持する第 1 マウントと、を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 2】

前記試料室内に配置され、前記ステージの位置を計測する干渉計と、
前記コラムに対して前記干渉計を固定する第 1 固定部材と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム露光装置。 10

【請求項 3】

前記ステージは、前記干渉計の計測結果に基づいて位置決めを行なうことを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 4】

前記コラムは、前記干渉計の計測結果に基づいて電子ビームの軌道を補正する補正系を有することを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 5】

前記試料室外に配置され、前記干渉計に計測光を供給する光学系と、
前記コラムに対して前記光学系を固定する第 2 固定部材と、を備えることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の電子ビーム露光装置。 20

【請求項 6】

前記コラムと前記試料室の隙間をふさぐように、前記コラムと前記試料室に接続された第 1 ベローズ隔壁と、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 7】

前記コラムと前記試料室の隙間を通過する磁気を減衰させる第 1 磁気シール部と、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 8】

前記第 1 磁気シール部は、前記コラムの外壁部に設けられた磁気シールドと前記試料室の上壁部に設けられた磁気シールドが、互いに非接触で、かつ、互いに対向する面積が広くなるように構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の電子ビーム露光装置。 30

【請求項 9】

前記コラムと前記試料室の相対変位を計測する第 1 変位センサと、
前記コラムの加速度を計測する第 1 加速度計と、
前記第 1 変位センサの計測結果および前記第 1 加速度計の計測結果に基づいて、前記コラムと前記試料室の相対変位を変化させる第 1 アクチュエータと、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 10】

ステージ定盤と、
設置ベースに対して前記ステージ定盤を弾性支持する第 2 マウントと、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の電子ビーム露光装置。 40

【請求項 11】

前記試料室に設けられた前記第 2 マウント用の開口部をふさぐように、前記試料室と前記第 2 マウントに接続された第 2 ベローズ隔壁と、
前記試料室に設けられた前記第 2 マウント用の開口部を通過する磁気を減衰させる第 2 磁気シール部と、を備えることを特徴とする請求項 10 に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 12】

前記ステージ定盤と前記設置ベースの相対変位を計測する第 2 変位センサと、
前記ステージ定盤の加速度を計測する第 2 加速度計と、 50

前記第2変位センサの計測結果および前記第2加速度計の計測結果に基づいて、前記ステージ定盤と前記設置ベースの相対変位を変化させる第2アクチュエータと、を備えることを特徴とする請求項10または11に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項13】

前記ステージが加減速移動する際に前記ステージ定盤が受ける反力を前記設置ベースへ逃がす反力受け機構と、を備えることを特徴とする請求項10～12のいずれか1つに記載の電子ビーム露光装置。

【請求項14】

前記反力受け機構は、前記設置ベースに固定された支柱と、前記ステージ定盤に固定された反力伝達部材と、前記支柱と前記反力伝達部材の間に配置されたりニアモータと、を有しており、

10

前記試料室に設けられた前記反力伝達部材用の開口部をふさぐように、前記試料室と前記反力伝達部材に接続された第3ペローズ隔壁と、

前記試料室に設けられた前記反力伝達部材用の開口部を通過する磁気を減衰させる第3磁気シールド部と、をさらに備えることを特徴とする請求項13に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項15】

前記ステージが加減速移動する際に前記ステージ定盤が受ける反力を相殺するように、カウンタ部材を移動させるカウンタマス機構と、を備えることを特徴とする請求項10～12のいずれか1つに記載の電子ビーム露光装置。

20

【請求項16】

前記ステージの移動および前記カウンタ部材の移動には電磁石がそれぞれ用いられており、磁束の向きは互いに逆方向であることを特徴とする請求項15に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項17】

設置ベースに対して前記試料室を弾性支持する第2マウントと、を備えることを特徴とする請求項1～9にいずれか1つに記載の電子ビーム露光装置。

【請求項18】

前記ステージが加減速移動する際に前記試料室が受ける反力を前記設置ベースへ逃がす反力受け機構と、を備えることを特徴とする請求項17に記載の電子ビーム露光装置。

30

【請求項19】

試料に電子ビームを照射するコラムと、
真空排気部を有し、内部を真空雰囲気制御する試料室と、
前記試料室内に配置され、前記試料を保持して移動するステージと、
設置ベースに対して前記コラムを弾性支持するマウントと、を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項20】

請求項1～19のいずれか1つに記載の電子ビーム露光装置を用いて前記試料を露光する工程と、

露光された前記試料を現像する工程と、を備えることを特徴とするデバイス製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置及びデバイス製造方法に係り、例えば、真空中又は減圧された雰囲気中で基板等の露光対象物にパターンを描画または転写する電子ビーム露光装置、及び、それを利用したデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気ヘッドや半導体装置の回路パターン、半導体装置の回路パターンを形成するための

50

、例えばマスクやレチクルの回路パターンなど、微細なパターンを作製又は検査する装置において、これらの対象物（試料）に荷電粒子線を照射して回路パターンを作製又は検査することが行われている。

【0003】

以下、一例として、電子線（電子ビーム）を用いて試料に回路パターンを描画する電子線描画装置について説明する。電子線描画装置は、超高真空の環境において電子線を発生させ、この電子線で半導体基板上を走査し、或いはステッパ等の露光装置に用いられるマスクやレチクルを作製するために、ガラス基板などの基板上にLSIパターンを形成する装置である。

【0004】

図6は、従来の電子線描画装置の構成を示す図である。図6において、コラム1（投影系）から出射される電子線は、試料室3内のステージ4上に載置された試料10に照射される。試料10の位置は、ステージ4に固定されたミラー20の位置をレーザ光を使って測定することによって制御される。レーザ光は、大気中では、空気の揺らぎ及び気圧の変化に影響を受けやすい為、干渉計21は、真空中に配置される。また、試料10の位置はコラム1を基準として測定することが好ましい。そこで、干渉計21は、コラム1に対する相対的な位置を調整し易い試料室3の上部隔壁3Aの下面に取付けられている。

【0005】

試料室3は、定盤8上に搭載され、定盤8は、振動絶縁の機能を有するマウント5により支持される。更に、マウント5を保持する本体架台7は、床9に設置されたベース6上に配置される。コラム1は、試料室3の上部隔壁3A上に高剛性で設置されており、コラム排気用真空ポンプ50により真空排気され、内部の雰囲気は、高真空（例えば 10^{-4} Pa以下）に保たれる。試料室3は、試料室用真空ポンプ40により真空排気され、内部の雰囲気は、高真空（例えば 10^{-4} Pa台）に保たれる。

【0006】

試料10の搬送経路について説明する。試料10は、試料室3と隣接する予備排気室30内の搬送装置31によって大気雰囲気である外部から予備排気室30内に搬送される。その後、予備排気室30内は、図示しない真空ポンプにより大気状態から真空状態へ予備排気される。予備排気室30内が試料室3と同程度の真空度になった後にバルブ32が開かれ、試料10がステージ4上に搬送される。試料10に回路パターンが描画或いは転写（露光）された後、試料10は、試料室3から予備排気室30に搬送され、予備排気室30内が真空状態から大気雰囲気に戻された後に、外部へと搬送される。上記の一連の動作により、試料室3が真空状態のまま試料10を搬送することが可能となり、スループットが向上されている。

【0007】

コラム排気用真空ポンプ50は、コラム排気用ベローズ50Aを介して、コラム1に接続されており、定盤8に支持された架台51によって保持されている。上記従来の技術において、マウントの配置方法については特開平05-074695号公報に、試料室とコラムの設置方法については特開平08-320570号公報に見ることができる。

【特許文献1】特開平05-074695号公報

【特許文献2】特開平08-320570号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

電子ビーム露光装置では、電子線のエネルギー損失を防ぐ為に、前述のように電子線の経路を高真空に保つ必要がある。しかしながら、従来の装置構成では、試料位置の測定誤差が大きいことが問題となりつつある。

【0009】

近年の試料（露光の対象物）、特にウエハは、生産性を向上させる為に大口径化し、1枚当りのチップ取得数を増加させている。この為、試料10を移動させるステージ4のス

10

20

30

40

50

トルークも大きくする必要があり、必然的に試料室 3 も大型化する。これにより、床 9 や真空ポンプ 40 からの振動外乱に対して試料室 3 の剛性が弱くなる。以上のことから、従来の装置構成では以下のような誤差要因が増長される。

【0010】

床 9 や真空ポンプ 40 の振動外乱により試料室 3 が弾性振動し、それに伴い試料室 3 に取付けられているカラム 1 の姿勢、さらには、干渉計 21 及び光学部品 23 の位置が変動し、誤差を生じてしまう。図 7 は、試料室 3 の弾性振動によるレーザ光学部品 23 の位置の変動を示しており、図 8 は、試料室 3 の弾性振動による上部隔壁 3A の弾性変形及びカラム 1 の倒れの様子を示している。これらの変動、変形、倒れなどにより、以下のような誤差が生じる。

10

【0011】

(1) カラム 1 の変位 Y による電子ビームのシフト

カラム 1 が Y だけ変位すると照射される電子ビームがシフトするので、カラム 1 を基準とする試料 10 の位置情報に Y だけ電子ビームのシフト分を加味する必要がある。

【0012】

(2) 干渉計 21 の変位 X による測長誤差

干渉計 21 が X だけ変位すると、カラム 1 を基準とする試料 10 の位置情報に X だけ誤差が加わる。

【0013】

(3) 干渉計 21 の変位 Z によるアップ誤差

干渉計 21 が Z だけ変位した状態で、ステージ 4 のピッチングが ρ だけ生じた場合、以下のような測長誤差を生ずる。

20

$$Z \cdot \sin \rho$$

【0014】

(4) 干渉計 21 の回転 θ によるコサインエラー

干渉計 21 が θ だけ回転すると、以下のような測長誤差を生ずる。

$$L (1 - \cos \theta); \quad L: \text{測定長さ}$$

【0015】

上記の各種の誤差を低減する方法として、試料室 3 を構成する隔壁の剛性を高くする方法が上げられるが、この場合、試料室 3 の質量増加に伴うマウント 5 への負荷増加は避けられない。

30

【0016】

また、上記 (1) 及び (2) の誤差については、図 9 のように干渉計の参照光をカラム 1 に取付けられた参照鏡 25 に照射する構造を採用することで低減することが可能である。しかしながら、この場合、光軸調整が煩雑になり、作業時間が増加する。

【0017】

本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、例えば、床 9 や真空ポンプ 40 からの振動外乱に起因して生じうるカラムの変位による電子ビームのシフトを防止すること、さらには、干渉計の変位によるステージ位置の計測誤差を低減すること、そして、それにより高精度な露光を可能にすることを目的とする。

40

【0018】

本発明のより具体的な目的及び他の目的については、前述した種々の課題や発明の実施の形態中の記載から明らかであろう。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記目的を達成するために、本発明の第 1 の局面は、電子ビーム露光装置であって、試料に電子ビームを照射するカラムと、真空排気部を有し、内部を真空雰囲気制御する試料室と、前記試料室内に配置され、前記試料を保持して移動するステージと、前記試料室に対して前記カラムを弾性支持する第 1 マウントと、を備えることを特徴とする。

【0020】

50

本発明の好適な実施の形態によれば、前記試料室内に配置され、前記ステージの位置を計測する干渉計と、前記カラムに対して前記干渉計を固定する第1固定部材と、を備えることが好ましい。

【0021】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージは、前記干渉計の計測結果に基づいて位置決めを行なう。

【0022】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記カラムは、前記干渉計の計測結果に基づいて電子ビームの軌道を補正する補正系を有する。

【0023】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記試料室外に配置され、前記干渉計に計測光を供給する光学系と、前記カラムに対して前記光学系を固定する第2固定部材と、を備えることが好ましい。

【0024】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記カラムと前記試料室の隙間をふさぐように、前記カラムと前記試料室に接続された第1ベローズ隔壁と、を備えることが好ましい。

【0025】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記カラムと前記試料室の隙間を通過する磁気を減衰させる第1磁気シールド部と、を備えることが好ましい。

【0026】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記第1磁気シールド部は、前記カラムの外壁部に設けられた磁気シールドと前記試料室の上壁部に設けられた磁気シールドが、互いに非接触で、かつ、互いに対向する面積が広がるように構成されている。

【0027】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記カラムと前記試料室の相対変位を計測する第1変位センサと、前記カラムの加速度を計測する第1加速度計と、前記第1変位センサの計測結果および前記第1加速度計の計測結果に基づいて、前記カラムと前記試料室の相対変位を変化させる第1アクチュエータと、を備えることが好ましい。

【0028】

本発明の好適な実施の形態によれば、ステージ定盤と、
設置ベースに対して前記ステージ定盤を弾性支持する第2マウントと、を備えることが好ましい。

【0029】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記試料室に設けられた前記第2マウント用の開口部をふさぐように、前記試料室と前記第2マウントに接続された第2ベローズ隔壁と、前記試料室に設けられた前記第2マウント用の開口部を通過する磁気を減衰させる第2磁気シールド部と、を備えることが好ましい。

【0030】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージ定盤と前記設置ベースの相対変位を計測する第2変位センサと、前記ステージ定盤の加速度を計測する第2加速度計と、前記第2変位センサの計測結果および前記第2加速度計の計測結果に基づいて、前記ステージ定盤と前記設置ベースの相対変位を変化させる第2アクチュエータと、を備えることが好ましい。

【0031】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージが加減速移動する際に前記ステージ定盤が受ける反力を前記設置ベースへ逃がす反力受け機構と、を備えることが好ましい。

【0032】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記反力受け機構は、前記設置ベースに固定された支柱と、前記ステージ定盤に固定された反力伝達部材と、前記支柱と前記反力伝達部材の間に配置されたりニアモータと、を有しており、前記試料室に設けられた前記反力伝達

10

20

30

40

50

部材用の開口部をふさぐように、前記試料室と前記反力伝達部材に接続された第3ペローズ隔壁と、前記試料室に設けられた前記反力伝達部材用の開口部を通過する磁気を減衰させる第3磁気シールド部と、をさらに備える。

【0033】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージが加減速移動する際に前記ステージ定盤が受ける反力を相殺するように、カウンタ部材を移動させるカウンタマス機構と、を備えることが好ましい。

【0034】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージの移動および前記カウンタ部材の移動には電磁石がそれぞれ用いられており、磁束の向きは互いに逆方向であることが好ましい。

10

【0035】

本発明の好適な実施の形態によれば、設置ベースに対して前記試料室を弾性支持する第2マウントと、を備えることが好ましい。

【0036】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記ステージが加減速移動する際に前記試料室が受ける反力を前記設置ベースへ逃がす反力受け機構と、を備えることが好ましい。

【0037】

本発明の好適な実施の形態によれば、試料に電子ビームを照射するカラムと、真空排気部を有し、内部を真空雰囲気中に制御する試料室と、前記試料室内に配置され、前記試料を保持して移動するステージと、設置ベースに対して前記カラムを弾性支持するマウントと、を備えることを特徴とする。

20

【0038】

本発明の第2の局面は、デバイス製造方法に係り、上記いずれかの電子ビーム露光装置を用いて前記試料を露光する工程と、露光された前記試料を現像する工程と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0039】

以上説明したように本発明は、真空又は所定圧力雰囲気内で電子線（ビーム）を用いて露光を行う露光装置において、床や真空ポンプからの振動外乱に起因して生じうるカラムの変位による電子ビームのシフトを防止すること、さらには、干渉計の変位によるステージ位置の計測誤差を低減することができる。そして、高精度な露光を可能にする電子ビーム露光装置を提供できるという効果を奏する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

以下、本発明の好ましい実施の形態を実施例に基づき説明する。

【実施例1】

【0041】

図1は、本発明の実施例1に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図1において、ベース6上に真空容器である試料室3が設置されている。試料室3は、例えば底部隔壁、側部隔壁及び上部隔壁3Aを含む隔壁（囲い部材）により外部空間から試料を処理するための内部空間を仕切ってベース6上に設置され、露光の対象物の試料としてウエハ等を内部に受容可能である。また、隔壁には磁性材からなる磁気シールドが施されており地磁気が内部空間で減衰される。側部隔壁には真空ポンプ用開口部が設けられ、そこに試料室排気用の真空ポンプ40が設置されている。真空ポンプ用開口部には、開口部から試料室3の内部に侵入する地磁気を減衰させるための開口部用磁気シールド44が設置されている。これらの磁気シールドにより、試料室3内部は地磁気の影響を受けない状態に維持され、地磁気の影響による電子ビームのシフトを防止している。

40

【0042】

試料室3内には、ベース6上から支持手段である第2マウント5Bを介して弾性的に支

50

持されている定盤 8 が設置され、その上にステージ定盤 8 A を介して試料が載置され動体を構成する試料搭載ステージ 4 A と、試料搭載ステージ 4 A を水平方向に運搬する運搬ステージ 4 B が搭載される。第 2 ペローズ 3 7 は、床 9 からの振動外乱が試料室 3 の隔壁を介して定盤 8 に伝わらないように低い剛性で第 2 マウント 5 B と試料室 3 を連結するとともに、試料室 3 の気密を保持している。第 2 磁気シールド部 4 7 は、床 9 からの振動外乱が試料室 3 の隔壁を介して定盤 8 に伝わらないように、底部隔壁の第 2 マウント用開口部に試料室 3 とは非接触で定盤 8 の下方に設置されているとともに、該開口部から試料室 3 の内部に侵入する地磁気を減衰させている。特に、この第 2 磁気シールド部 4 7 は、第 2 マウント 5 B に磁力駆動型のものを用いた場合、第 2 マウント 5 B から発生する磁気をも減衰させる。

10

【0043】

試料室 3 上方には試料室 3 の上部隔壁 3 A から支持手段である第 1 マウント 5 A によってコラム 1 が弾性的に支持されている。電子光学系を構成するコラム 1 と試料室 3 の上部隔壁 3 A との間は、試料室 3 内の気密が保たれるように第 1 ペローズ 3 6 で封止されている。第 1 ペローズ 3 6 は、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱が試料室 3 を介してコラム 1 に伝わらないように低い剛性でコラム 1 と試料室 3 とを連結している。第 1 磁気シールド部 4 6 は、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱が試料室 3 を介してコラム 1 に伝わらないように、上部隔壁 3 A のコラム 1 と試料室 3 との隙間に非接触で設置されているとともに、コラム 1 と試料室 3 の隙間から試料室 3 の内部に侵入する地磁気を減衰させている。第 1 磁気シールド部 4 6 は、コラム 1 側に設置された磁気シールドと上部隔壁 3 A 側に設置された磁気シールドを非接触で、かつ比較的広い面積で対面させることで非接触部分の磁気抵抗を小さくした構成になっており、物理的には非接触で磁気回路的には繋がっている状態を保持している。

20

【0044】

第 1 磁気シールド部 4 6 の変形例を図 1 2 に示す。図 1 2 は第 1 磁気シールド部 4 6 を拡大した図である。図 1 2 (a) では、試料室上部隔壁 3 A に設置された磁気シールド 4 6 A がコラム 1 の磁気シールド 1 A に沿って上方に突き出しており、コラム 1 と非接触で鉛直方向に沿って広い面積で対面している。図 1 2 (b) は図 1 2 (a) の変形例で、試料室上部隔壁 3 A の磁気シールド 4 6 が上方に突き出した部分と、コラム 1 から下方に突き出した磁気シールド 1 B が、非接触で幾重にも対面している。図 1 2 (c) では、コラム 1 から磁気シールド 1 B が水平方向に突き出しており、試料室上部隔壁 3 A の磁気シールド 4 6 と非接触で水平方向に沿って広い面積で対面している。図 1 2 (d) は図 1 2 (c) の変形例で、コラム 1 から水平方向に突き出した磁気シールド 1 B と、試料室上部隔壁 3 A の磁気シールド 4 6 から水平方向に突き出した磁気シールドが、非接触で幾重にも対面している。また、図 1 2 (e)(f) に示すように、第 1 磁気シールド部 4 6 は低剛性で接触していても良い。図 1 2 (e) は、試料室上部隔壁 3 A に設置された磁気シールド 4 6 とコラム 1 の磁気シールド 1 A の対面部分に磁性流体 4 3 を充填する構成である。このような構成によって対面部分の磁気抵抗を小さくし、物理的には低剛性で磁気回路的には繋がっている状態を保持している。同じように、図 1 2 (f) は試料室上部隔壁 3 A に設置された磁気シールド 4 6 とコラム 1 の磁気シールド 1 A の対面部分に磁性材からなる低剛性のペローズ 4 5 を設置する構成である。

30

40

【0045】

図 1 2 では試料室隔壁に設置される磁気シールドが試料室外側に設置されてるが、実際は試料室内側に設置しても良い。また、外側と内側の両側に設置しても良い。また、試料室隔壁を磁性材で構成することで、磁気シールドとして用いても良い。

【0046】

なお、第 2 磁気シールド部 4 7 の変形例として、上記のような第 1 磁気シールド部 4 6 の変形例を流用しても良い。

【0047】

計測手段を構成する干渉計 2 1 とコラム 1 とは、試料室 3 内において、高い剛性を有す

50

る第1固定部材としての第1基準構造体11によって連結され一体化されている。このように、試料室3内において、干渉計21とカラム1とを第1基準構造体11により連結することにより、真空ポンプ40や、床9からの振動外乱から発生する試料室3の弾性振動による干渉計21とカラム1との位置関係の変化を防止することができる。

【0048】

脱ガス対策として大気雰囲気配置される、レーザヘッドを含むレーザ光学部品23は、第2固定部材としての第2基準構造体12によってカラム1に連結されている。第2基準構造体12には、レーザ光学部品23とカラム1との位置関係が変化しないように高い剛性が与えられている。このように、干渉計21に計測光を供給する光学系を構成するレーザ光学部品23と、カラム1とを第2基準構造体12により連結することにより、真空ポンプ40や、床9からの振動外乱から発生する試料室3の弾性振動によるレーザ光学部品23とカラム1との位置関係の変化を防止することができる。ひいてはレーザ光学部品23と干渉計21の位置関係の変化を防止することができる。

10

【0049】

試料搭載ステージ4A上には、位置計測用の移動鏡20が配設されており、この移動鏡20には、レーザ光学部品23から出射され干渉計21を経由した測長用ビームが入射する。試料室3の上部隔壁3Aには、レーザ光の導入用の開口部が設けられており、その開口部を塞ぐように透過ガラス28(窓)が配置されている。レーザ光学部品23から出射された測長用ビームは、透過ガラス28を透過して試料室3内に導入される。透過ガラス28と試料室3の上部隔壁3Aの間には、リング等のシール材料が配置されており、これにより試料室3の気密が保持されている。

20

【0050】

干渉計21は、参照鏡を有し、試料搭載ステージ4Aに固設された移動鏡20および該参照鏡に対してレーザ光を照射して、移動鏡20及び該参照鏡から反射されるレーザ光を干渉させその干渉光を検出することで、移動鏡20の位置(結果として、試料搭載ステージ4A或いは試料としてのウエハ10の位置)を計測することができる。

【0051】

カラム1は、図示しないカラム排気用真空ポンプにより真空排気され、内部の雰囲気が高真空(例えば 10^{-4} Pa以下)に保たれる。また、試料室3は、試料室用真空ポンプ40により真空排気され、内部の雰囲気が高真空(例えば 10^{-4} Pa台)に保たれる。図示しないカラム排気用ベローズは、カラム排気用真空ポンプからカラム1へ振動が伝わらないように低剛性でカラム1とカラム排気用真空ポンプを連結している。

30

【0052】

試料の搬送経路について説明する。試料としてのウエハ10は、試料室3と隣接する予備排気室30内の搬送装置31によって大気雰囲気である外部から予備排気室30内に搬送される。その後、予備排気室30内は、図示しない真空ポンプにより大気状態から真空状態へ予備排気される。予備排気室30内が試料室3と同程度の真空度になった後にバルブ32が開かれ、試料がステージ4A上に搬送される。試料に回路パターンが描画或いは転写された後、試料は、試料室3から予備排気室30に搬送され、予備排気室30内が高真空状態から大気雰囲気に戻された後に、外部へと搬送される。

40

【0053】

この実施例に係る露光装置の構造の特徴は、試料搭載ステージ4Aの位置を計測するための干渉計21とカラム1とを高い剛性で連結して一体化する第1基準構造体11が配設され、カラム1が第1のマウント5Aによって支持されていることである。これにより、従来の構成で問題となった真空ポンプ40や、床9から試料室3を介してカラム1へ伝わる振動外乱を低減することができる。

【0054】

つまり、真空ポンプ40を稼働したり、床9が振動する場合、試料室3に振動外乱が伝わり、試料室3が弾性振動をする。これによりカラム1が取付けられた試料室3の上部隔壁3Aが弾性振動しうるが、カラム1は上部隔壁3Aから第1のマウント5Aによって支

50

持されているので、上部隔壁 3 A からカラム 1 への振動外乱の伝達は低減される。またこの実施例では、カラム 1 と第 1 基準構造体 1 1 とが高い剛性で連結されているので、カラム 1 と干渉計 2 1 との間の距離は、真空ポンプ 4 0、床 9、及び試料室 3 の振動外乱にほとんど依存しない。

【 0 0 5 5 】

したがって、第 1 基準構造体 1 1 上に固定されている干渉計 2 1 と、カラム 1 との位置関係が実質的に一定に維持され、カラム 1 に対する試料搭載ステージ 4 A の位置（更には試料の位置）を高精度に制御し、パターンを高精度に試料に描画或いは転写することができる。

【 0 0 5 6 】

更に、レーザ光学部品 2 3 は、第 2 基準構造体 1 2 を介して高い剛性でカラム 1 に固定されているので、レーザ光学部品 2 3 と干渉計 2 1 との位置関係も、試料室 3 の弾性振動に依存しない。つまり光軸アライメント等の再調整の必要も無い。

【 0 0 5 7 】

第 1 基準構造体 1 1 及び第 2 基準構造体 1 2 は、高い剛性が得られる材料で構成されることが好ましい。また、熱膨張による計測誤差も無視できないため、第 1 基準構造体 1 1 は、線膨張係数が小さい材料で構成されることが好ましく、例えば、 $9 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張率を有する材料で構成されることが好ましい。

このような材料としては、例えば、セラミクス（例えば SiC や SiN）、又は、セラミクスと金属との複合材料が好ましい。

【 0 0 5 8 】

さらに、この実施例に係る露光装置の構造としては、試料搭載ステージ 4 A は 6 軸制御精密位置決めステージであり、運搬ステージ 4 B は水平方向に移動可能な長ストロークステージであり、試料搭載ステージ 4 A は運搬ステージ 4 B に搭載されていることである。試料搭載ステージ 4 A と運搬ステージ 4 B の組み合わせによって、試料の 6 自由度精密位置決めと水平方向の長ストロークにおよぶ位置決め及び搬送を両立させている。以下に詳細を説明する。

【 0 0 5 9 】

試料搭載ステージ 4 A と運搬ステージ 4 B は、ベース 6 上から第 2 マウント 5 B を介して支持されている定盤 8 上に設置されている。床 9 からの振動外乱は第 2 マウント 5 B を介することによってステージへの伝達は低減されている。具体的には、第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 との相対変位を計測する変位センサと、第 2 マウント 5 B の上部の加速度を計測する加速度計が設置されている。また、ベース 6 に対する第 2 マウント 5 B の上部の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータが第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 の間に設置されている。第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 の相対変位と第 2 マウント 5 B の上部の加速度を計測し、その計測値から上記アクチュエータをフィードバック制御することで、床 9 からの振動外乱のうち高周波成分は第 2 マウント 5 B の上部に伝わらないようにしている。少なくとも床 9 からの振動外乱のうち低周波成分はステージに伝わるが、ステージの固有振動数やステージ定盤 8 A の固有振動数は励振しない程度である。

【 0 0 6 0 】

上記アクチュエータは具体的には非接触式アクチュエータであるリニアモータや接触式で機械的に低剛性なアクチュエータである空気ばね等であり、床 9 やベース 6 の振動外乱のうち高周波成分は第 2 マウント 5 B の上部へ伝達しない構成になっている。

【 0 0 6 1 】

一方、カラム 1 のほうは、第 1 マウント 5 A を介して試料室 3 の上部隔壁 3 A から支持されている。これによって真空ポンプ 4 0 や床 9 からの振動外乱が試料室 3 を介して上部隔壁 3 A に伝わる場合、上部隔壁 3 A からカラム 1 への振動外乱の伝達は低減される構成になっている。具体的には、カラム 1 と上部隔壁 3 A との相対変位を計測する第 1 変位センサ 1 6 と、カラム 1 の加速度を計測する加速度計 2 9 が設置されている。また、上部隔壁 3 A とカラム 1 の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータがカラム 1 と上部隔

10

20

30

40

50

壁 3 A の間に設置されている。コラム 1 と上部隔壁 3 A の相対変位とコラム 1 の加速度を計測し、その計測値から上記アクチュエータをフィードバック制御することで、上部隔壁 3 A からの振動外乱のうち高周波成分はコラム 1 に伝わらないようにしている。少なくとも上部隔壁 3 A の振動外乱のうち低周波成分はコラム 1 に伝わるが、コラム 1 の固有振動数や第 1 基準構造体 1 1、及び第 2 基準構造体 1 2 の固有振動数は励振しない程度である。

【 0 0 6 2 】

上記アクチュエータは具体的には非接触式アクチュエータであるリニアモータや接触式で機械的に低剛性なアクチュエータである空気ばね等であり、上部隔壁 3 A の振動外乱のうち高周波成分はコラム 1 へ伝達しない構成になっている。

10

【 0 0 6 3 】

したがって、試料搭載ステージ 4 A と、一体に連結されるコラム 1、第 1 基準構造体 1 1、及び第 2 基準構造体 1 2 とは弾性変形モードで励振することなく、それぞれ剛体モードで床 9 に対して低周波域で揺れている状態を保持している。そこでコラム 1 と第 1 基準構造体 1 1 によって一体に連結されている干渉計 2 1 で、コラム 1 と移動鏡 2 0 の相対位置（結果的には試料搭載ステージ 4 A ひいては試料との相対位置）を計測し、6 軸位置決め制御可能な試料搭載ステージ 4 A にフィードバックして試料搭載ステージ 4 A を位置決めすることで、コラム 1 と試料搭載ステージ 4 A ひいては試料の相対位置を精密に位置決めしている。もしくは、コラム 1 と移動鏡 2 0 の相対位置（結果的には試料搭載ステージ 4 A ひいては試料との相対位置）を計測し、コラム 1 内の偏向補正系やフォーカス補正系

20

【 0 0 6 4 】

この実施例の図 1 では、コラム 1 は試料室 3 の上部隔壁 3 A から第 1 マウント 5 A によって支持されているが、変形例を図 1 1 に示す。コラム 1 は第 1 のマウント 5 A によってベース 6 上から支持されており、床 9 からコラム 1 への振動外乱の伝達は低減される構成になっている。このときは、コラム 1 と床 9 もしくはベース 6 との相対変位を計測する変位センサと、コラム 1 の加速度を計測する加速度計が設置されている。また、コラム 1 と床 9 もしくはベース 6 の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータがコラム 1 と床 9 もしくはベース 6 の間に設置されている。その他の構成は図 1 と同様である。

ここでいう低周波とは 1 0 H z 以下の振動のことであり、高周波とは 1 0 H z 以上の振

30

【 実施例 2 】

【 0 0 6 5 】

図 2 は、本発明の実施例 2 に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図 2 において、ベース 6 上に真空容器である試料室 3 が設置されている。試料室 3 は、例えば底部隔壁、側部隔壁及び上部隔壁 3 A を含む隔壁（囲い部材）により外部空間から試料を処理するための内部空間を仕切って、第 2 マウント 5 B を介してベース 6 上に設置されている。また、隔壁には磁性材からなる磁気シールドが施されており地磁気が内部空間で減衰される。側部隔壁には真空ポンプ用開口部が設けられ、そこに試料室排気用の真空ポンプ 4 0 が設置されている。真空ポンプ用開口部には、該開口部から試料室 3 の内部に侵入

40

する地磁気を減衰させるための開口部用磁気シールド 4 4 が設置されている。これらの磁気シールドにより、試料室 3 内部は地磁気の影響を受けない状態に維持され、地磁気の影響による電子ビームのシフトを防止している。

試料室 3 内には、定盤 8 が設置され、その上に試料が載置される試料搭載ステージ 4 A と、試料搭載ステージ 4 A を水平方向に運搬する運搬ステージ 4 B が搭載される。

【 0 0 6 6 】

試料室 3 上方には試料室 3 の上部隔壁 3 A から第 1 マウント 5 A によってコラム 1 が支持されている。コラム 1 と試料室 3 の上部隔壁 3 A との間は、試料室 3 内の気密が保たれるように第 1 ペローズ 3 6 で封止されている。第 1 ペローズ 3 6 は、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱が試料室 3 を介してコラム 1 に伝わらないように低い剛性でコラム 1

50

と試料室 3 とを連結している。第 1 磁気シールド部 4 6 は、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱が試料室 3 を介してカラム 1 に伝わらないように、上部隔壁 3 A のカラム 1 と試料室 3 との隙間に非接触で設置されているとともに、カラム 1 と試料室 3 の隙間から試料室 3 の内部に侵入する地磁気を減衰させている。第 1 磁気シールド部 4 6 は、カラム 1 側に設置された磁気シールドと上部隔壁 3 A 側に設置された磁気シールドを非接触で、かつ比較的広い面積で対面させることで非接触部分の磁気抵抗を小さくした構成になっており、物理的には非接触で磁気回路的には繋がっている状態を保持している。

【 0 0 6 7 】

干渉計 2 1 とカラム 1 とは、試料室 3 内において、高い剛性を有する第 1 基準構造体 1 1 によって連結され一体化されている。このように、試料室 3 内において、干渉計 2 1 とカラム 1 とを第 1 基準構造体 1 1 により連結することにより、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱から発生する試料室 3 の弾性振動による干渉計 2 1 とカラム 1 との位置関係の変化を防止することができる。

10

【 0 0 6 8 】

脱ガス対策として大気雰囲気配置される、レーザヘッドを含むレーザ光学部品 2 3 は、第 2 基準構造体 1 2 によってカラム 1 に連結されている。第 2 基準構造体 1 2 には、レーザ光学部品 2 3 とカラム 1 との位置関係が変化しないように高い剛性が与えられている。このように、レーザ光学部品 2 3 とカラム 1 とを第 2 基準構造体 1 2 により連結することにより、真空ポンプ 4 0 や、床 9 からの振動外乱から発生する試料室 3 の弾性振動によるレーザ光学部品 2 3 とカラム 1 との位置関係の変化を防止することができる。ひいてはレーザ光学部品 2 3 と干渉計 2 1 の位置関係の変化を防止することができる。

20

【 0 0 6 9 】

試料搭載ステージ 4 A 上には、位置計測用の移動鏡 2 0 が配設されており、この移動鏡 2 0 には、レーザ光学部品 2 3 から出射され干渉計 2 1 を経由した測長用ビームが入射する。試料室 3 の上部隔壁 3 A には、レーザ光の導入用の開口部が設けられており、その開口部を塞ぐように透過ガラス 2 8 (窓) が配置されている。レーザ光学部品 2 3 から出射された測長用ビームは、透過ガラス 2 8 を透過して試料室 3 内に導入される。透過ガラス 2 8 と試料室 3 の上部隔壁 3 A との間には、リング等のシールド材料が配置されており、これにより試料室 3 の気密が保持されている。

30

【 0 0 7 0 】

干渉計 2 1 は、参照鏡を有し、試料搭載ステージ 4 A に固設された移動鏡 2 0 および該参照鏡に対してレーザ光を照射して、移動鏡 2 0 及び該参照鏡から反射されるレーザ光を干渉させその干渉光を検出することで、移動鏡 2 0 の位置 (結果として、試料搭載ステージ 4 A 或いは試料の位置) を計測することができる。

【 0 0 7 1 】

カラム 1 は、図示しないカラム排気用真空ポンプにより真空排気され、内部の雰囲気が高真空 (例えば 10^{-4} Pa 以下) に保たれる。また、試料室 3 は、試料室用真空ポンプ 4 0 により真空排気され、内部の雰囲気が高真空 (例えば 10^{-4} Pa 台) に保たれる。図示しないカラム排気用ベローズは、カラム排気用真空ポンプからカラム 1 へ振動が伝わらないように低剛性でカラム 1 とカラム排気用真空ポンプを連結している。

40

【 0 0 7 2 】

試料の搬送経路について説明する。試料は、試料室 3 と隣接する予備排気室 3 0 内の搬送装置 3 1 によって大気雰囲気である外部から予備排気室 3 0 内に搬送される。その後、予備排気室 3 0 内は、図示しない真空ポンプにより大気状態から真空状態へ予備排気される。予備排気室 3 0 内が試料室 3 と同程度の真空度になった後にバルブ 3 2 が開かれ、試料がステージ上に搬送される。試料に回路パターンが描画或いは転写された後、試料は、試料室 3 から予備排気室 3 0 に搬送され、予備排気室 3 0 内が真空状態から大気雰囲気に戻された後に、外部へと搬送される。

【 0 0 7 3 】

この実施例に係る露光装置の構造の特徴は、試料搭載ステージ 4 A の位置を計測するた

50

めの干渉計 2 1 とカラム 1 とを高い剛性で連結して一体化する第 1 基準構造体 1 1 が配設され、更にカラム 1 が第 1 のマウント 5 A によって支持されていることである。これにより、従来の構成で問題となった真空ポンプ 4 0 や、床 9 から試料室 3 を介してカラム 1 へ伝わる振動外乱を低減することができる。

【 0 0 7 4 】

つまり、真空ポンプ 4 0 を稼動したり、床 9 が振動する場合、試料室 3 に振動外乱が伝わり、試料室 3 が弾性振動をする。これによりカラム 1 が取付けられた試料室 3 の上部隔壁 3 A が弾性振動しうが、カラム 1 は上部隔壁 3 A から第 1 のマウント 5 A によって支持されているので、上部隔壁 3 A からカラム 1 への振動外乱の伝達は低減される。またこの実施例では、カラム 1 と第 1 基準構造体 1 1 とが高い剛性で連結されているので、カラム 1 と干渉計 2 1 との間の距離は、真空ポンプ 4 0 や、床 9、試料室 3 の振動外乱にほとんど依存しない。

10

【 0 0 7 5 】

したがって、第 1 基準構造体 1 1 上に固定されている干渉計 2 1 と、カラム 1 との位置関係が実質的に一定に維持され、カラム 1 に対する試料搭載ステージ 4 A の位置（更には試料の位置）を高精度に制御し、パターンを高精度に試料に描画或いは転写することができる。

【 0 0 7 6 】

更に、レーザ光学部品 2 3 は、第 2 基準構造体 1 2 を介して高い剛性でカラム 1 に固定されているので、レーザ光学部品 2 3 と干渉計 2 1 との位置関係も、試料室 3 の弾性振動に依存しない。つまり光軸アライメント等の再調整の必要も無い。

20

【 0 0 7 7 】

第 1 基準構造体 1 1 及び第 2 基準構造体 1 2 は、高い剛性が得られる材料で構成されることが好ましい。また、熱膨張による計測誤差も無視できないため、第 1 基準構造体 1 1 は、線膨張係数が小さい材料で構成されることが好ましく、例えば、 $9 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張率を有する材料で構成されることが好ましい。

【 0 0 7 8 】

このような材料としては、例えば、セラミクス（例えば SiC や SiN）、又は、セラミクスと金属との複合材料が好ましい。

さらに、この実施例に係る露光装置の構造としては、試料搭載ステージ 4 A は 6 軸制御精密位置決めステージであり、運搬ステージ 4 B は水平方向に移動可能な長ストロークステージであり、試料搭載ステージ 4 A は運搬ステージ 4 B に搭載されていることである。試料搭載ステージ 4 A と運搬ステージ 4 B の組み合わせによって、試料の 6 自由度精密位置決めと水平方向の長ストロークにおよぶ位置決め及び搬送を両立させている。以下に詳細を説明する。

30

【 0 0 7 9 】

試料搭載ステージ 4 A と運搬ステージ 4 B は、ベース 6 上から第 2 マウント 5 B を介して支持されている定盤 8 上に設置されている。床 9 からの振動外乱は第 2 マウント 5 B を介することによってステージへの伝達は低減されている。具体的には、第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 との相対変位を計測する変位センサと、第 2 マウント 5 B の上部の加速度を計測する加速度計が設置されている。また、ベース 6 に対する第 2 マウント 5 B の上部の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータが第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 の間に設置されている。第 2 マウント 5 B の上部とベース 6 の相対変位と第 2 マウント 5 B の上部の加速度を計測し、その計測値から上記アクチュエータをフィードバック制御することで、床 9 からの振動外乱のうち高周波成分は第 2 マウント 5 B の上部に伝わらないようにしている。少なくとも床 9 からの振動外乱のうち低周波成分はステージに伝わるが、ステージの固有振動数やステージ定盤 8 A の固有振動数は励振しない程度である。

40

【 0 0 8 0 】

上記アクチュエータは具体的には非接触式アクチュエータであるリニアモータや接触式で機械的に低剛性なアクチュエータである空気ばね等であり、床 9 やベース 6 の振動外乱

50

のうち高周波成分は第2マウント5Bの上部へ伝達しない構成になっている。試料室用真空ポンプ40からの振動外乱については、試料室用真空ポンプ40から試料室隔壁を伝わって定盤8 ステージ定盤8A 運搬ステージ4B 試料搭載ステージ4Aへと伝わる経路において、いずれかの場所に振動外乱低減機構が設けられており、高周波成分は少なくとも試料搭載ステージ4Aには伝わらないようにしている。それによって、少なくとも試料搭載ステージ4Aの固有振動数は励振しない構成になっている。

【0081】

一方、コラム1のほうは、第1マウント5Aを介して試料室3の上部隔壁3Aから支持されている。これによって真空ポンプ40や床9からの振動外乱が試料室3を介して上部隔壁3Aに伝わる場合、上部隔壁3Aからコラム1への振動外乱の伝達は低減される構成になっている。具体的には、コラム1と上部隔壁3Aとの相対変位を計測する第1変位センサ16と、コラム1の加速度を計測する加速度計29が設置されている。また、上部隔壁3Aとコラム1の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータがコラム1と上部隔壁3Aの間に設置されている。コラム1と上部隔壁3Aの相対変位とコラム1の加速度を計測し、その計測値から上記アクチュエータをフィードバック制御することで、上部隔壁3Aからの振動外乱のうち高周波成分はコラム1に伝わらないようにしている。少なくとも上部隔壁3Aの振動外乱のうち低周波成分はコラム1に伝わるが、コラム1の固有振動数や第1基準構造体11、及び第2基準構造体12の固有振動数は励振しない程度である。

10

【0082】

上記アクチュエータは具体的には非接触式アクチュエータであるリニアモータや接触式で機械的に低剛性なアクチュエータである空気ばね等であり、上部隔壁3Aの振動外乱のうち高周波成分はコラム1へ伝達しない構成になっている。

20

【0083】

したがって、試料搭載ステージ4Aと、一体に連結されるコラム1、第1基準構造体11、及び第2基準構造体12とは弾性変形モードで励振することなく、それぞれ剛体モードで床9に対して低周波域で揺れている状態を保持している。そこでコラム1と第1基準構造体11によって一体に連結されている干渉計21で、コラム1と移動鏡20の相対位置（結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置）を計測し、6軸位置決め制御可能な試料搭載ステージ4Aにフィードバックして試料搭載ステージ4Aを位置決めすることで、コラム1と試料搭載ステージ4Aひいては試料の相対位置を精密に位置決めしている。もしくは、コラム1と移動鏡20の相対位置（結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置）を計測し、コラム1内の偏向補正系やフォーカス補正系にフィードバックして、電子線の軌道（描画位置やピント位置）を補正している。

30

【0084】

この実施例では、コラム1は試料室3の上部隔壁3Aから第1マウント5Aによって支持されているが、第1マウント5Aによって床9もしくはベース6から支持されても良い。そのときは、コラム1と床9もしくはベース6との相対変位を計測する変位センサと、コラム1の加速度を計測する加速度計が設置されている。また、コラム1と床9もしくはベース6の相対変位を変化させる図示しないアクチュエータがコラム1と床9もしくはベース6の間に設置されている。

40

ここでいう低周波とは10Hz以下の振動のことであり、高周波とは10Hz以上の振動のことである。

【0085】

本実施例は、上記で述べた第2マウント5Bは存在しなくても成立する。その場合、床9からの振動外乱については、床9からベース6、底部隔壁を伝わって定盤8 ステージ定盤8A 運搬ステージ4B 試料搭載ステージ4Aへと伝わる経路において、いずれかの場所に振動外乱低減機構が設けられており、高周波成分は少なくとも試料搭載ステージ4Aには伝わらないようにしている。それによって、少なくとも試料搭載ステージ4Aの固有振動数は励振しない構成になっている。

50

【実施例 3】

【0086】

図 3 は、本発明の実施例 3 に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図 3 において、試料室 3 の構成、コラム 1 の構成、ステージ 26, 27 の構成は実施例 1 に準ずる構成になっている。実施例 3 の中で実施例 1 に付加される構成である反力受けについて説明する。この反力受けを設置することで、運搬ステージ 26 が加減速する反作用で発生する反力のために生じる第 2 マウント 5 B の上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム 1 と移動鏡 20 の相対位置（結果的には試料搭載ステージ 4 A ひいては試料との相対位置）を制御してサーボをかけているので、コラム 1 と第 1 基準構造体 11、及び第 2 基準構造体 12 の振動を低減することができる。

10

【0087】

反力伝達部材 15 は、高い剛性を持ち、ステージ定盤 8 A と試料室 3 の外部のリニアモータ M との間に設置されて、運搬ステージ 4 B が加減速する際に運搬ステージ 4 B の加減速力の反作用で発生する反力を、試料室 3 の内部から試料室開口を通して試料室 3 の外部へ伝達している。第 3 ベローズ 38 は、床や真空ポンプ 40 からの振動外乱が試料室 3 の隔壁を介して反力伝達部材 15 に伝わらないように低い剛性で反力伝達部材 15 と試料室 3 を連結するとともに、試料室 3 の気密を保持している。第 3 磁気シール部 48 は、床や真空ポンプ 40 からの振動外乱が試料室 3 の隔壁を介して反力伝達部材 15 に伝わらないように、側部隔壁 3 B の反力伝達部材用開口部に試料室 3 とは非接触で反力伝達部材 15 に設置されているとともに、開口部から試料室 3 の内部に侵入する地磁気を減衰させている。特に、この第 3 磁気シール部 48 は、リニアモータ M に磁力駆動型のものを用いた場合、リニアモータ M から発生する磁気をも減衰させる。また、この第 3 磁気シール部 48 の構成として、図 12 で示すような第 1 磁気シール部 46 の変形例を流用しても良い。リニアモータ M は反力伝達部材 15 と床から支持される支柱 14 との間に設置され、反力伝達部材 15 を介して伝達される反力に対して対抗する力を発生している。

20

【0088】

図 3 において運搬ステージが左右に加速する場合、運搬ステージ可動側 26 は運搬ステージに設置された図示しないアクチュエータを用いて運搬ステージ固定側 27 との間に推力を発生させて加速力を得る。この加速力(推力)の反作用で運搬ステージ固定側 27 は反力を得る。図 3 においては、ステージ定盤 8 A が上記運搬ステージ固定側 27 にあたるが、ステージの構成によってステージ固定側はステージ定盤 8 A に限定されない。反力伝達部材 15 は、ステージ定盤 8 A とリニアモータ M を試料室開口を通して接続し、ステージ定盤 8 A が得た反力を試料室 3 の外部に設けられたリニアモータ M に伝達している。リニアモータ M は反力伝達部材 15 と床から支持される支柱 14 との間に設置され、反力伝達部材 15 を介して伝達される反力に対して対抗するような等しい量の力を発生させ、反力を相殺している。このとき、リニアモータ M の出力と反力で、図 3 において紙面垂直方向回り(ピッチング方向)の回転モーメントが発生しないように、リニアモータ M の高さ方向の位置は、運搬ステージ可動側 26 の重心と概ね等しくなるように設定されている。また、反力受けは、鉛直方向回り(ローリング方向)の回転モーメントが発生しないように、図 3 において紙面垂直方向に 2 台設置されて、反力に対抗する力を 2 つの位置から発生させて、その合力は反力と大きさは等しく、方向は全く反対で、回転モーメントはゼロになるように出力している。運搬ステージの減速の場合も同様である。リニアモータ M は、反力に対抗する力を反力に対してリアルタイムで発生させることが有効で、運搬ステージの加減速に対してフィードバック制御やフィードフォワード制御している。

30

40

リニアモータ M は非接触アクチュエータであり、支柱 14 を介して反力伝達部材 15 へ伝達する床からの振動外乱を低減させている。

【0089】

上記では運搬ステージが図 3 において左右方向に加減速することについて説明したが、運搬ステージが紙面垂直方向に加減速する場合も同様で、そのときの反力を相殺するための図示しない 2 台の反力受けが、試料室 3 の紙面垂直方向における隣に設置されている。

50

この反力受けを設置することで、運搬ステージが加減速する反作用で発生する反力のために生じる第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム1と移動鏡20の相対位置(結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置)を制御してサーボをかけているので、コラム1と第1基準構造体11、第2基準構造体12の振動を低減することができる。

【実施例4】

【0090】

図4は、本発明の実施例4に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図4において、試料室3の構成、コラム1の構成、ステージ26, 27の構成は実施例2に準ずる構成になっており、第2マウント5Bは設置される構成である。実施例4の中で実施例2に付加される構成である反力受けについて説明する。この反力受けを設置することで、運搬ステージ26が加減速する反作用で発生する反力のために生じる第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム1と移動鏡20の相対位置(結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置)を制御してサーボをかけているので、コラム1と第1基準構造体11、及び第2基準構造体12の振動を低減することができる。

【0091】

反力伝達部材35は高い剛性を持ち、試料室側部隔壁3Bと試料室3の外部のリニアモータMとの間に設置されて、運搬ステージ26が加減速する際に運搬ステージ26の加減速力の反作用で発生する反力を、試料室側部隔壁3Bから試料室3の外部のリニアモータMへ伝達している。リニアモータMは反力伝達部材35と床から支持される支柱14との間に設置され、反力伝達部材35を介して伝達される反力に対して対抗する力を発生している。

【0092】

図4において運搬ステージ26が左右に加速する場合、運搬ステージ可動側26は運搬ステージに設置された図示しないアクチュエータを用いて運搬ステージ固定側27との間に推力を発生させて加速力を得る。この加速力(推力)の反作用で運搬ステージ固定側27は反力を得る。図4においては、ステージ定盤8Aが上記運搬ステージ固定側27にあたるが、ステージの構成によってステージ固定側はステージ定盤8Aに限定されない。反力は、ステージ定盤8Aから定盤8 試料室底部隔壁 試料室側部隔壁3B 反力伝達部材35へと伝達する。反力伝達部材35は、試料室側部隔壁3BとリニアモータMを接続し、ステージ定盤8Aが得た反力、結果的には第2マウント5Bの上部全体が得た反力を試料室側部隔壁3Bから試料室3の外部に設けられたリニアモータMに伝達している。リニアモータMは反力伝達部材35と床から支持される支柱14との間に設置され、反力伝達部材35を介して伝達される反力に対して対抗するような等しい量の力を発生させ、反力を相殺している。このとき、リニアモータMの出力と反力で、図4において紙面垂直方向回り(ピッチング方向)の回転モーメントが発生しないように、リニアモータMの高さ方向の位置は、運搬ステージ可動側26の重心と概ね等しくなるように設定されている。また、反力受けは、鉛直方向回り(ローリング方向)の回転モーメントが発生しないように、図4において紙面垂直方向に2台設置されて、反力に対抗する力を2つの位置から発生させて、その合力は反力と大きさは等しく、方向は全く反対で、回転モーメントはゼロになるように出力している。運搬ステージ26の減速の場合も同様である。リニアモータMは、反力に対抗する力を反力に対してリアルタイムで発生させることが有効で、運搬ステージ26の加減速に対してフィードバック制御やフィードフォワード制御している。

リニアモータMは非接触アクチュエータであり、支柱14を介して反力伝達部材35へ伝達する床からの振動外乱を低減させている。

【0093】

上記では運搬ステージが図4において左右方向に加減速することについて説明したが、運搬ステージ26が紙面垂直方向に加減速する場合も同様で、そのときの反力を相殺するための図示しない2台の反力受けが、試料室3の紙面垂直方向における隣に設置されてい

10

20

30

40

50

る。

【0094】

この反力受けを設置することで、運搬ステージ26が加減速する反作用で発生する反力のために生じる第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム1と移動鏡20の相対位置（結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置）を制御してサーボをかけているので、コラム1と第1基準構造体11、第2基準構造体12の振動を低減することができる。

【実施例5】

【0095】

図5は、本発明の実施例5に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。図5において、試料室3の構成、コラム1の構成、ステージの構成は、実施例1や実施例2で第2マウント5Bを設置する形態に準ずる構成になっている。実施例5の中で実施例1や実施例2で第2マウント5Bを設置する形態に付加される構成であるカウンタマス構成について説明する。このカウンタマス構成を設置することで、運搬ステージ4Bの可動側が加減速する反作用で発生する反力のために生じる第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム1と移動鏡20の相対位置（結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置）を制御してサーボをかけているので、コラム1と第1基準構造体11、及び第2基準構造体12の振動を低減することができる。

10

【0096】

カウンタ用移動体4Cは運搬ステージ4Bと同様にステージ定盤8A上に設置され、図5においてステージ定盤8A上を左右に可動なカウンタ用移動体4Cと紙面垂直方向に可動な図示しないカウンタ用移動体があり、各カウンタ用移動体は水平方向の1軸方向にのみ可動である。カウンタ用移動体と運搬ステージ4Bはステージ定盤8A上で干渉することはない。

20

【0097】

図5において運搬ステージ可動側が左右に加速する場合、運搬ステージ可動側は運搬ステージ4Bに設置された図示しないアクチュエータを用いて運搬ステージ固定側との間に推力を発生させて加速力を得る。この加速力(推力)の反作用で運搬ステージ固定側は反力を得る。図5においては、ステージ定盤8Aが上記運搬ステージ固定側にあたる。運搬ステージ可動側が加速すると同時に、カウンタ用移動体4Cのうち左右に可動なカウンタ用移動体4Cは、カウンタ用移動体4Cに設置された図示しないアクチュエータを用いてカウンタ用移動体固定側との間に推力を発生させて、加速力を得る。この加速力(推力)の反作用でカウンタ用移動体固定側は反力を得る。このときカウンタ用移動体4Cは、運搬ステージ可動側の加速方向と逆方向に加速する。図5においては、ステージ定盤8Aが上記カウンタ用移動体固定側にあたる。

30

【0098】

そして、運搬ステージ可動側がステージ定盤8Aに与える反力とカウンタ用移動体4Cがステージ定盤8Aに与える反力をお互い等しい量で方向が逆方向になるように発生させることで、二つの反力はステージ定盤8A内で相殺する。このように運搬ステージ4Bが加速することで発生する反力が運搬ステージ固定側を通じて第2マウント5Bの上部全体に伝わり、第2マウント5Bの上部全体が揺れたり振動したりすることに対して、カウンタ用移動体の加速による反力を用いて二つの反力を相殺することで、第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。

40

【0099】

運搬ステージ可動側の加速による反力とカウンタ用移動体4Cの加速による反力で、図5において紙面垂直方向回り(ピッチング方向)の回転モーメントが発生しないように、カウンタ用移動体の重心高さは、運搬ステージ可動側の重心と概ね等しくなるように設定されている。また、鉛直方向回り(ローリング方向)の回転モーメントが発生しないように、図5においてカウンタ用移動体4Cは紙面垂直方向に運搬ステージ可動側を挟むように2台設置されており、運搬ステージ可動側の加速による反力と相殺しあう反力を2つの位置

50

から発生させて、その合力は運搬ステージ可動側の加速による反力と大きさは等しく、方向は全く反対で、回転モーメントはゼロになるようにしている。運搬ステージ4Bの減速の場合も同様である。カウンタ用移動体4Cは、運搬ステージ可動側の加減速に対してリアルタイムで加減速することが有効で、運搬ステージ可動側の加減速に対してフィードバック制御やフィードフォワード制御している。

【0100】

上記では運搬ステージ可動側が図5において左右方向に加減速することについて説明したが、運搬ステージ可動側が紙面垂直方向に加減速する場合も同様で、そのときの反力を相殺するための図示しない2台のカウンタ用移動体が、運搬ステージ4Bの左右に挟むように設置されている。

10

【0101】

図5においては、ステージ定盤8Aが上記運搬ステージ固定側にあたるが、ステージの構成によって運搬ステージ固定側はステージ定盤8Aに限定されない。また、ステージ定盤8Aが上記カウンタ用移動体固定側にもあたるが、ステージの構成によってカウンタ用移動体固定側はステージ定盤8Aに限定されない。

【0102】

このカウンタ用移動体4Cを設置することで、運搬ステージ4Bが加減速する反作用で発生する反力のために生じる第2マウント5Bの上部全体の揺れ、振動を低減することができる。ひいては、コラム1と移動鏡20の相対位置(結果的には試料搭載ステージ4Aひいては試料との相対位置)を制御してサーボをかけているので、コラム1と第1基準構造体11、第2基準構造体12の振動を低減することができる。

20

【0103】

以上説明した実施例では、同方向に推力を発生させる少なくとも2個の電磁石を設け、それぞれ並列に設置し、それぞれの電磁石の磁路に流れる磁束の向きは互いに逆方向であることを特徴とする電磁石型ステージによって、少なくとも基板近傍への漏れ磁場変動を低減できる電磁石型基板ステージを得ることができる。これによって磁気シールドの簡素化、軽量化が可能となり、高加減速、高速ステージを得ることができ、結果的に高速、高精度の電子ビーム露光装置を提供することができる。

【実施例6】

【0104】

次に、本発明の実施例6として、上記実施例1~5のいずれかに係る露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図10は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

30

ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2(マスク作製)では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。

【0105】

一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、上記の露光装置によりリソグラフィ技術を利用してウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ5によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の組み立て工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、ステップ7でこれを出荷する。

40

【0106】

上記ステップ4のウエハプロセスは以下のステップを有する。ウエハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウエハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップ、ウエハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置によって回路パターンをレジスト処理ステップ後のウエハに転写する露光ステップ、露光ステップで露光した

50

ウエハを現像する現像ステップ、現像ステップで現像したレジスト像以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップ。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明の実施例1に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例2に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。

【図3】本発明の実施例3に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の実施例4に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。

10

【図5】本発明の実施例5に係る電子ビーム露光装置の概略構成を示す図である。

【図6】従来電子線描画装置の構成を示す図である。

【図7】従来例の問題点を示す図である。

【図8】従来例の問題点を示す図である。

【図9】従来電子線描画装置の構成を示す図である。

【図10】半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【図11】本発明の実施例1の変形例に係る電子ビーム露光装置の概略構成図である。

【図12】磁気シールド部の変形例を示す図である。

【符号の説明】

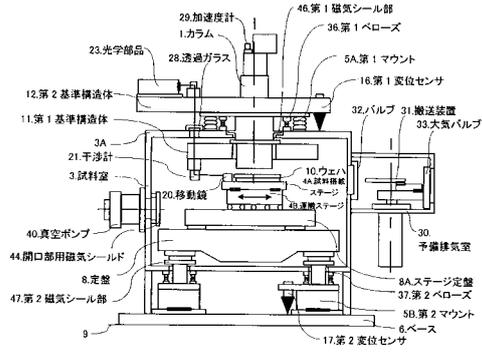
【0108】

20

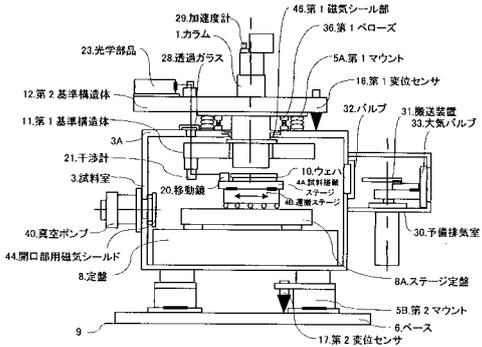
1：コラム、1A、1B：磁気シールド、3：試料室、3A：上部隔壁、3B：側部隔壁、4：ステージ、4A：試料搭載ステージ、4B：運搬ステージ、5：マウント、5A：第1マウント、5B：第2マウント、6：ベース、7：本体架台、8：定盤、8A：ステージ定盤、9：床、10：試料、11：第1基準構造体、12：第2基準構造体、14：支柱、15：反力伝達部材、16：第1変位センサ、17：第2変位センサ、20：移動鏡、21：干渉計、23：光学部品、25：参照鏡、26：運搬ステージ可動側、27：運搬ステージ固定側、28：透過ガラス、29：加速度計、30：予備排気室、31：搬送装置、32：バルブ、33：大気バルブ、35：反力伝達部材、36：第1ペローズ、37：第2ペローズ、38：第3ペローズ、40：真空ポンプ、43：磁性流体、44：磁気シールド、45：ペローズ、46：第1磁気シールド部、46A：磁気シールド、47：第2磁気シールド部、48：第3磁気シールド部、50：真空ポンプ、51：架台。

30

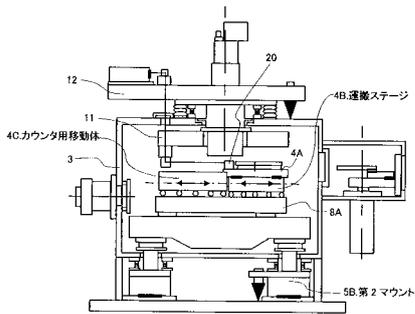
【 図 1 】



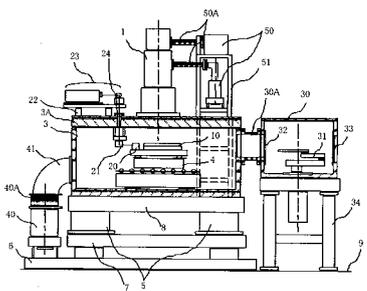
【 図 2 】



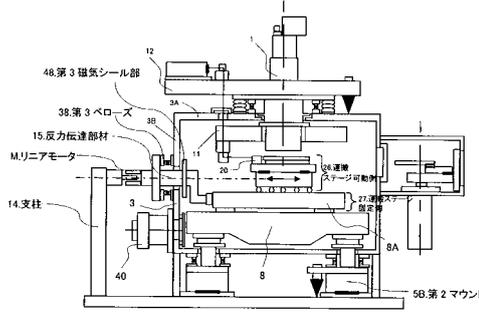
【 図 5 】



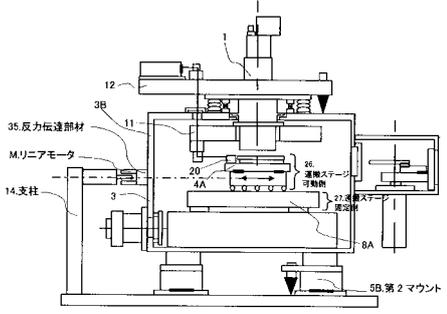
【 図 6 】



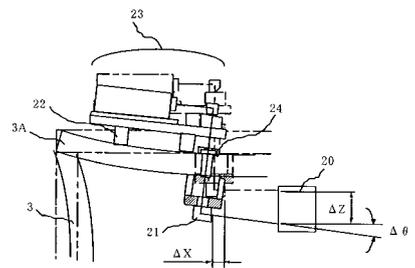
【 図 3 】



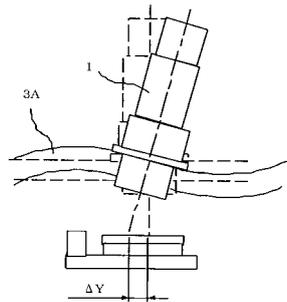
【 図 4 】



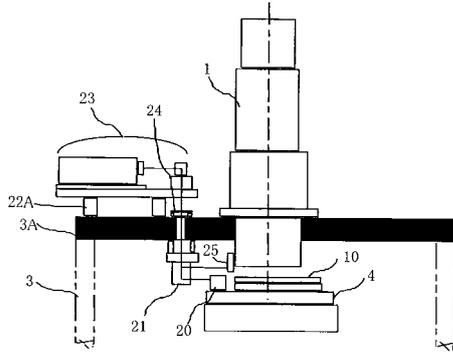
【 図 7 】



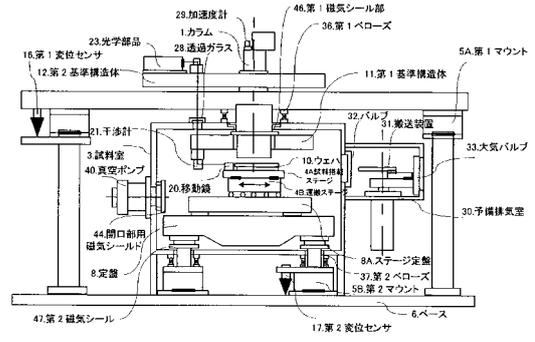
【 図 8 】



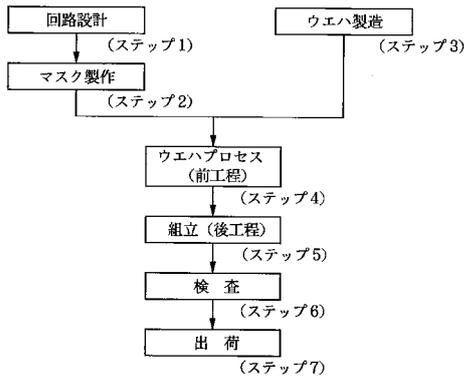
【 図 9 】



【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

