

(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2004-146670  
(P2004-146670A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027	HO 1 L 21/30 5 4 1 K	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/00	GO 1 B 11/00 C	4 M 1 0 6
GO 3 F 9/00	GO 3 F 9/00 H	5 F 0 4 6
HO 1 L 21/66	HO 1 L 21/66 J	5 F 0 5 6
	HO 1 L 21/30 5 4 1 S	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-311170 (P2002-311170)	(71) 出願人	500317615 株式会社リープル 東京都八王子市石川町2968番地2
(22) 出願日	平成14年10月25日(2002.10.25)	(74) 代理人	100083116 弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	樋口 朗 東京都町田市本町田1337-13 株式会社リープル内
		Fターム(参考)	2F065 AA01 AA03 BB02 CC20 FF04 FF10 HH13 JJ05 JJ09 JJ26 LL00 LL02 LL12 MM24 PP24 QQ03 QQ24 QQ25 QQ31 4M106 AA01 AA07 BA04 CA39 CA50 DB18
		最終頁に続く	

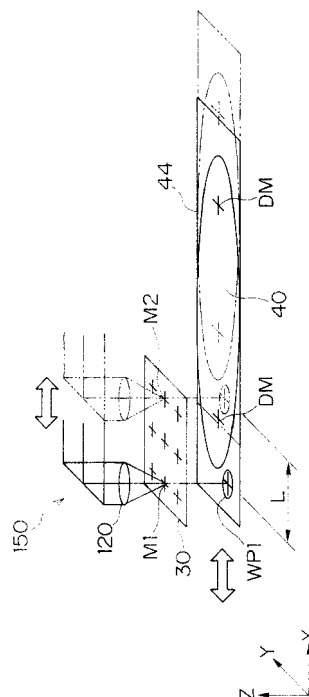
(54) 【発明の名称】 マスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置

(57) 【要約】

【課題】マスクのパターン位置の誤差測定を高精度で行う。

【解決手段】露光装置を使用した測定方法である。マスク30に設けられたマークM1と、ウエハ40が搭載されるパレット44に設けられたマークWP1とを、各マークにそれぞれピントを合わせることが可能な2組の結像光学系を有する顕微鏡撮像装置150によって同時に撮像するステップと、得られるマークの画像信号に基づいてマークM1とマークWP1との相対的な位置ずれ量を測定するステップと、パレットを所定距離L移動させるとともに、他の箇所のマークM2と、マークWP1とを同時に撮像するステップと、得られる各マークの画像信号に基づいてマークM2とマークWP1との相対的な位置ずれ量を測定するステップと、パレットの移動距離L及び測定した位置ずれ量に基づいてマスクのパターン位置の誤差を求めるステップと、を含む。

【選択図】 図9



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ウエハにマスクを近接配置し、該マスクに形成されたマスクパターンを前記ウエハ上のレジスト層に転写する露光装置を使用したマスクのパターン位置の誤差測定方法であって、前記マスクの 2 以上の箇所に設けられた位置合わせ用の第 1 のマークのうちの 1 箇所の前記第 1 のマークと、前記ウエハが搭載されるパレット、ウエハステージ又は前記ウエハに設けられた位置合わせ用の第 2 のマークとを、各マークが設けられた面と直交する方向から同時に撮像するステップであって、前記第 1 のマーク及び前記第 2 のマークにそれぞれピントを合わせることが可能な 2 組の結像光学系を有する顕微鏡撮像装置によって同時に撮像するステップと、

10

前記顕微鏡撮像装置から得られる前記 1 箇所の第 1 のマーク及び前記第 2 のマークの画像信号に基づいて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとの相対的な位置ずれ量を測定するステップと、

前記第 2 のマークを前記ウエハステージにより所定距離移動させるとともに、前記顕微鏡撮像装置も略同じ距離移動させ、他の箇所の前記第 1 のマークと、前記第 2 のマークとを前記顕微鏡撮像装置によって同時に撮像するステップと、

前記顕微鏡撮像装置から得られる前記他の箇所の第 1 のマーク及び第 2 のマークの画像信号に基づいて前記第 1 のマークと第 2 のマークとの相対的な位置ずれ量を測定するステップと、

前記パレットの移動距離及び前記測定した位置ずれ量に基づいて前記マスクのパターン位置の誤差を求めるステップと、

20

を含むことを特徴とするマスクのパターン位置の誤差測定方法。

## 【請求項 2】

ウエハにマスクを近接配置し、該マスクに形成されたマスクパターンを前記ウエハ上のレジスト層に転写する露光装置において、

前記マスクに設けられた位置合わせ用の第 1 のマークと、前記ウエハが搭載されるパレット、ウエハステージ又は前記ウエハに設けられた位置合わせ用の第 2 のマークとを、各マークが設けられた面と直交する方向から同時に撮像する顕微鏡撮像装置であって、前記第 1 のマーク及び前記第 2 のマークにそれぞれピントを合わせることが可能な 2 組の結像光学系を有する顕微鏡撮像装置と、

30

前記顕微鏡撮像装置から得られる前記第 1 のマーク及び前記第 2 のマークの画像信号に基づいて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとの相対的な位置ずれ量を測定する位置ずれ量測定手段と、

前記パレットを所定距離移動させるとともに、該パレットの移動距離を測定する手段と、前記パレットの移動距離及び前記測定した位置ずれ量に基づいて前記マスクのパターン位置の誤差を求める手段と、

を備えたことを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

40

本発明はマスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置に係り、特に半導体ウエハに近接配置されたマスクのマスクパターンをウエハ上のレジスト層に等倍転写する露光装置におけるマスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来のこの種の位置合わせ装置が適用される露光装置として、電子ビーム近接露光装置が提案されている（特許文献 1 等。）。

## 【0003】

図 10 は上記電子ビーム近接露光装置の基本構成を示す図である。この電子ビーム近接露

50

光装置 10 は、主として電子ビーム 15 を発生する電子ビーム源 14、電子ビーム 15 を平行ビームにするレンズ 16 及び整形アパーチャ 18 を含む電子銃 12 と、主偏向器 22、24 及び副偏向器 26、28 を含み、電子ビームを光軸に平行に走査する走査手段 20 と、マスク 30 とから構成されている。

【0004】

マスク 30 は、表面にレジスト層 42 が形成されたウエハ 40 に近接するように（マスク 30 とウエハ 40 との間隙が、たとえば  $50\ \mu\text{m}$  となるように）配置される。この状態で、マスク 30 に垂直に電子ビームを照射すると、マスク 30 のマスクパターンを通過した電子ビームがウエハ 40 上のレジスト層 42 に照射される。

【0005】

また、走査手段 20 は、図 11 に示されるように電子ビーム 15 がマスク 30 の全面を走査するように電子ビームを偏向制御する。これにより、マスク 30 のマスクパターンがウエハ 40 上のレジスト層 42 に等倍転写される。

【0006】

この電子ビーム近接露光装置 10 は、図 12 に示されるように真空チャンバ 50 内に設けられている。また、真空チャンバ 50 内には、ウエハ 40 を吸着するために静電チャック 60 と、この静電チャック 60 に吸着されたウエハ 40 を水平の直交 2 軸方向（X 方向及び Y 方向）に移動させるとともに、水平面内で回転させるためのウエハステージ 70 が設けられている。ウエハステージ 70 は、マスクパターンの等倍転写が終了するごとにウエハ 40 を所定量移動させ、これにより 1 枚のウエハ 40 に複数のマスクパターンが転写できるようにしている。なお、80 は、マスク 30 を X 方向及び Y 方向に移動させることができるマスクステージである。

【0007】

ところで、ウエハはそれぞれマスクパターンの異なる複数のマスクを用いて複数回露光され、これにより集積回路が形成される。そして、各マスクパターンの露光時には、露光するマスクパターンが、既に露光済みのマスクパターンと所定の位置関係になるようにマスクとウエハとを相対的に位置合わせを行う必要がある。

【0008】

従来この種のマスクは、図 13 に示されるような断面形状をなしている。すなわち、パターン部 30C となるメンブレン層 32A は、SiC、ダイヤモンド、Si 等の薄膜で形成されており、このメンブレン層 32A の厚さは  $0.3 \sim 1\ \mu\text{m}$  が一般的である。そして、このメンブレン層 32A の片面の周縁部を支持層 30B により支持している構造となっている。

【0009】

このマスク 30 のパターン部 30C のパターン位置の誤差測定方法としては、顕微鏡と精密測定ステージとを組み合わせた装置により行われるのが一般的であった。この種の測定装置としては、ライカ社製の装置、商品名：IPRO、ニコン社製の装置、商品名：光波座標測定器、等が一般的である。

【0010】

【特許文献 1】

米国特許第 5831272 号（日本特許第 2951947 号に対応）

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来マスクのパターン位置の誤差測定方法には、以下に指摘されるような問題点があり、測定結果が生かされていなかった。

【0012】

(a) 重力の影響で、メンブレン層に歪を生じる。すなわち、メンブレン層の厚さは非常に小さく、自重による撓みを生じやすい。一方、従来誤差測定方法では、図 13 に示される姿勢で測定がなされる。これに対し、実際の使用時には、図 14 に示されるように、測定時と反転された姿勢で、支持層 30B が静電チャック 62 に吸着される。したがって

10

20

30

40

50

、測定時と実際の使用時とでメンブレン層30Aの歪状態が異なる。

【0013】

(b) マスクを静電チャックに吸着すると歪状態が変化する。すなわち、測定時には、マスク30は測定装置の測定ステージ上に静置(拘束なしで)されるのが一般的である。これに対し、実際の使用時には、支持層30Bが静電チャック62に吸着される。したがって、静電チャック62の吸着面の加工精度、静電チャック62の吸着力等の影響により、測定時と実際の使用時とでメンブレン層30Aの歪状態が異なる。

【0014】

(c) 環境の影響で歪状態が変化する。特に雰囲気温度の差で歪状態が変化する。すなわち、測定時には、測定室は恒温状態が保たれているのが一般的である。これに対し、実際の使用時には、チャンパ内の雰囲気状態が必ずしも測定室の雰囲気状態と同一にはならない。その結果、マスク30の熱膨張係数と温度差により、歪状態が異なることとなる。

10

【0015】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、マスクのパターン位置の誤差測定が高精度で行える、マスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は、ウエハにマスクを近接配置し、該マスクに形成されたマスクパターンを前記ウエハ上のレジスト層に転写する露光装置を使用したマスクのパターン位置の誤差測定方法であって、前記マスクの2以上の箇所(20)に設けられた位置合わせ用の第1のマークのうち1箇所の前記第1のマークと、前記ウエハが搭載されるパレット、ウエハステージ又は前記ウエハに設けられた位置合わせ用の第2のマークとを、各マークが設けられた面と直交する方向から同時に撮像するステップであって、前記第1のマーク及び前記第2のマークにそれぞれピントを合わせることが可能な2組の結像光学系を有する顕微鏡撮像装置によって同時に撮像するステップと、前記顕微鏡撮像装置から得られる前記1箇所の第1のマーク及び前記第2のマークの画像信号に基づいて前記第1のマークと前記第2のマークとの相対的な位置ずれ量を測定するステップと、前記第2のマークを前記ウエハステージにより所定距離移動させるとともに、前記顕微鏡撮像装置も略同じ距離移動させ、他の箇所の前記第1のマークと、前記第2のマークとを前記顕微鏡撮像装置によって同時に撮像するステップと、前記顕微鏡撮像装置から得られる前記他の箇所の第1のマーク及び第2のマークの画像信号に基づいて前記第1のマークと第2のマークとの相対的な位置ずれ量を測定するステップと、前記パレットの移動距離及び前記測定した位置ずれ量に基づいて前記マスクのパターン位置の誤差を求めるステップと、を含むことを特徴とするマスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置を提供する。

20

30

【0017】

本発明によれば、マスクの実際の使用状態で、パターン位置の誤差測定が行える。したがって、従来問題となっていた、(a) 重力の影響、(b) 静電チャックへの吸着による歪、(c) 環境の影響、の全ての問題が解消でき、マスクのパターン位置の誤差測定が高精度で行える。

40

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に従って本発明に係るマスクのパターン位置の誤差測定方法に使用される露光装置の好ましい実施の形態について説明する。図1は本発明に使用されるマスクとウエハの位置合わせ装置の実施の形態のアライメント機構系を含む電子ビーム近接露光装置の要部縦断面図であり、図2は、図1に示した電子ビーム近接露光装置の要部上面図である。なお、電子ビーム近接露光装置としての主要な構成は、図1乃至図2に示したものと同様のため、その詳細な説明は省略する。

【0019】

50

図 1 及び図 2 に示されるように、この電子ビーム近接露光装置には、1つのアライメントユニット（顕微鏡撮像装置）150が、顕微鏡ステージ84によってX方向及びY方向に移動できるようになっている。各図において、102は電子光学鏡筒である。

【0020】

顕微鏡撮像装置150の照明手段を構成するランプハウス110は、真空チャンバ50の外側に配設され、このランプハウス110から出射される照明光は、光ファイバ111、照明用の光学系112、真空チャンバ50の天板に設けられた窓54、及び光ファイバ113を介して顕微鏡撮像装置150内に導かれるようになっている。

【0021】

マスクステージ80に取り付けられたマスク30は移動せず、顕微鏡撮像装置150が顕微鏡ステージ84によってX方向及びY方向に移動できるようになっている。 10

【0022】

図3はマスク30の平面図である。このマスク30は、8インチマスクであり、4種類のマスクパターンP1～P4が形成されている。また、各マスクパターンの左右の位置には、位置合わせ用のマスクマークが形成されており、各マスクパターンとマスクマークとは一定の関係をもって形成されている。なお、図3上で、M1、M2は、マスクパターンP1の左右の位置に形成されたマスクマークを示している。

【0023】

顕微鏡撮像装置150によってマスクマークM1を観察する場合には、このマスクマークM1が顕微鏡撮像装置150の視野Vに入るように顕微鏡ステージ84を移動させる。なお、この顕微鏡ステージ84の位置(x、y)は、レーザ干渉計 $L_{xM}$ 、 $L_{yM}$ （図8参照）によって測定できるようになっている。 20

【0024】

一方、ウエハ40は、図4に示されるようにウエハパレット44上に図示しない電磁チャックによって吸着固定される。このウエハパレット44は、図12に示したウエハステージ70の電磁チャック60上に搭載され固定される。なお、図12は、ウエハパレット44を使用せずに、ウエハ40が直接電磁チャック60上に搭載されている場合に関して示している。

【0025】

ウエハパレット44は、図4に示されるようにパレットマークWP1、WP2が設けられている。これらのパレットマークWP1、WP2は、ウエハ40の上面と面一の位置にマークが形成されている。 30

【0026】

また、ウエハ40には、各種のマスクパターンの転写等によって複数のダイDが形成されるが、これらのダイDの位置合わせ用のダイマークDMがウエハ40上に形成されている。なお、パレットマークWP1、WP2と、各ダイマークDMとの位置関係は、ウエハ40をウエハパレット44に搭載した後、別途測定されデータとして保存されている。したがって、ウエハステージ70上でのパレットマークWP1、WP2の位置が検知できれば、各ダイマークDMの位置は前記パレットマークWP1、WP2と各ダイマークDMとの位置関係から計算で求めることができる。なお、ウエハステージ70の位置(X、Y)は、レーザ干渉計 $L_{xw}$ 、 $L_{yw}$ （図8参照）によって測定できるようになっている。 40

【0027】

図1及び図2に示される顕微鏡撮像装置150は、マスク30のマスクマークM1又はM2と、パレットマークWP1又はWP2とを同時に観察し、各マーク間の位置ずれ量を測定するもので、マスク面及びウエハパレット面（ウエハ面）と直交する方向から同時に撮像するとともに、高さ（Z方向の位置）が異なる各マークに、同時にピントを合わせることが可能な2組の結像光学系を有している。

【0028】

図5は上記顕微鏡撮像装置150の詳細を示す光学部品配置図である。同図に示されるように顕微鏡撮像装置150の結像光学系は、対物レンズ120を共通にして3つの光路に 50

分岐している。すなわち、顕微鏡撮像装置 150 は、マスクマークを固体撮像素子 (CCD) 130 に結像させるマスクマーク撮像用光学系と、パレットマークを CCD 131 に結像させるパレットマーク撮像用光学系と、マスクマークを CCD 132 に結像させるオートフォーカス用光学系とを有している。

【0029】

マスクマーク撮像用光学系は、対物レンズ 120、ハーフミラー 121、122 及びマスクマーク結像用リレーレンズ 123 から構成され、パレットマーク撮像用光学系は、対物レンズ 120、ハーフミラー 121、122、124 及びパレットマーク結像用リレーレンズ 125 から構成され、オートフォーカス用光学系は、対物レンズ 120、ハーフミラー 121、122、124 及びフォーカス用レンズ 126 から構成されている。

10

【0030】

顕微鏡撮像装置 150 は、対物レンズ 120、ハーフミラー 121、全反射ミラー 127、レンズ 128、光ファイバ 113、光学系 112 及び光ファイバ 111 からなる照明用光学系と、この照明用光学系を介して照明光を出射するランプハウス 110 とからなる照明手段を有している。照明光学系内の光学系 112 は、NA 可変絞り 112A、レンズ 112B、及び視野可変絞り 112C から構成されている。

【0031】

対物レンズ 120 及びパレットマーク結像用リレーレンズ 125 は、それぞれ光軸方向に微小量移動できるようになっており、対物レンズ 120 をたとえば piezo 素子によって移動させることによって、マスクマークが CCD 130 に結像するようにピント調整が行われ、パレットマーク結像用リレーレンズ 125 を移動させることによって、パレットマークが CCD 131 に結像するようにピント調整が行われる。

20

【0032】

すなわち、対物レンズ 120 は、オートフォーカス用光学系を介して、マスクマークを撮像する CCD 132 の出力信号のコントラストが最大になるように、自動的にレンズ位置が制御される。ここで、オートフォーカス用光学系及びマスクマーク撮像用光学系は、マスクマークが CCD 132 に結像されるときに、CCD 130 にも結像されるように予め調整されている。したがって、CCD 132 にマスクマークが結像するように対物レンズ 120 を移動させることにより、CCD 130 にマスクマークを結像させることができる。なお、オートフォーカス用光学系は、ピント調整が容易にできるように、マスクマーク撮像用光学系よりも撮影倍率が低くなっている。

30

【0033】

また、CCD 131 は、マスク 30 から、たとえば 50  $\mu\text{m}$  下側に配置されるウエハ (パレットマーク) が結像するように、パレットマーク結像用リレーレンズ 125 の位置が調整されているが、マスクとウエハとの隙間が変更される場合にもパレットマークが結像できるように、パレットマーク結像用リレーレンズ 125 は、たとえば超音波モータなどによって光軸方向に微小量移動できるようになっている。

【0034】

なお、この実施の形態では、対物レンズ 120 とパレットマーク結像用リレーレンズ 125 とがそれぞれピント調整用に光軸方向に移動できるようになっているが、これに限らず、対物レンズ 120、マスクマーク結像用リレーレンズ 123 及びパレットマーク結像用リレーレンズ 125 のうちの少なくとも 2 つが光軸方向に移動できるように構成すれば、マスクマーク及びパレットマークにそれぞれピントを合わせることができる。

40

【0035】

また、この顕微鏡撮像装置 150 は、瞳位置に図示しない位相差板が着脱できるようになっており、位相差顕微鏡としての機能を備えている。更に、この顕微鏡撮像装置 150 に適用される照明手段は、落射照明又は臨界照明に手動で切り替えられるように構成されている。

【0036】

また、この実施の形態では、マスクマークとパレットマークとがそれぞれ結像される 2 つ

50

のCCD(CCD130、131)を設けるようにしているが、2組の結像光学系の光路をミラーやハーフミラーを介して合流させ、マスクマークとパレットマークとを1つのCCDに結像させるようにしてもよい。

【0037】

図6はマスクマークとパレットマークとを1つのCCDに結像させる顕微鏡撮像装置150'の光学部品配置図である。なお、図5と共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0038】

図6に示されるように、この顕微鏡撮像装置150'のマスクマーク撮像用光学系は、対物レンズ120、ハーフミラー140、141、反射ミラー143、マスクマーク結像用リレーレンズ123、及びハーフミラー144から構成され、パレットマーク撮像用光学系は、対物レンズ120、ハーフミラー140、141、パレットマーク結像用リレーレンズ125、ハーフミラー142、及びハーフミラー144から構成されている。また、オートフォーカス用光学系は、対物レンズ120、ハーフミラー140、141、パレットマーク結像用リレーレンズ125、ハーフミラー142、及びフォーカス用レンズ126から構成されている。

10

【0039】

上記構成のマスクマーク撮像用光学系及びパレットマーク撮像用光学系は、同一のアライメント用CCD145にマスクマークとパレットマークとを同時に結像させることができる。

20

【0040】

次に、マスクマークとパレットマークとの位置ずれ量の検出方法について説明する。図7は顕微鏡撮像装置150の視野V内にマスクマークMと、パレットマークWPとを入れた場合に関して示している。マスクマークMは、マスクのX方向の位置を検出するための5×2個の開口からなるマスクマーク $M_x$ と、マスクのY方向の位置を検出するための5×2個の開口からなるマスクマーク $M_y$ とから構成されており、パレットマークWPは、ウエハパレットのX方向の位置を検出するための5本の凸部(又は凹部)からなるパレットマーク $WP_x$ と、ウエハパレットのY方向の位置を検出するための5本の凸部(又は凹部)からなるパレットマーク $WP_y$ とから構成されている。

30

【0041】

このマスク30は、マスク30の下方に位置するパレットマークWPを観察できる程度の膜厚(既述のように、0.3~1 $\mu$ m)に形成されている。したがって、パレットマークWPは実線で表示してある。

【0042】

なお、マスク30には、マスク30の下方に位置するパレットマークWPを観察するためのL字状の開口を形成する構成も採用できる。この構成にすれば、開口により、パレットマークWPでの散乱光による像は、マスク30によって減衰することなく撮像されるため、パレットマークWPの像と背景とのコントラストが低下することがない。

【0043】

マスクマークMとパレットマークWPとの位置ずれ量を求める場合には、マスクマークMが結像されるCCD130から得られる画像信号を信号処理し、マスクマーク $M_x$ の中心位置とマスクマーク $M_y$ の中心位置をそれぞれ求める。同様にパレットマークWPが結像されるCCD131から得られる画像信号を信号処理し、パレットマーク $WP_x$ の中心位置とパレットマーク $WP_y$ の中心位置をそれぞれ求める。

40

【0044】

上記のようにして求めたマスクマークMの中心位置を示すCCD130上の画素位置と、パレットマークWPの中心位置を示すCCD131上の画素位置との画素位置の差分に基づいてマスクマークMとパレットマークWPとの位置ずれ量を測定する。

【0045】

そして、露光時にマスクとウエハとの位置合わせを行う場合には、測定した位置ずれ量が

50

ゼロになるように、ウエハステージ70又はマスクステージ80を移動させ、マスクマークMが示す位置とパレットマークWPが示す位置とを一致させる。

【0046】

一方、本発明に係る、マスクのパターン位置の誤差測定方法を行う際には、測定したマスクマークMとパレットマークWPとの位置ずれ量を、電子ビーム近接露光装置の制御部等に記憶させておく。ただし、本発明においても、最初の測定箇所においては、測定した位置ずれ量がゼロになるように、ウエハステージ70又はマスクステージ80を移動させ、マスクマークMが示す位置とパレットマークWPが示す位置とを一致させる方法を採用してもよい。

【0047】

なお、図7は、マスクマークMが示す位置とパレットマークWPが示す位置とが一致している場合に関して示している。また、顕微鏡撮像装置150の対物レンズ120が微小量移動すると、撮影倍率が変動するが、図7に示される形状のマスクマークMが示す位置及びパレットマークWPが示す位置は、顕微鏡撮像装置150の撮影倍率が変動しても変化量が極めて少ない。

【0048】

図8は電子ビーム近接露光装置の制御部の実施の形態を示すブロック図である。同図において、中央処理装置(CPU)200は、装置全体を統括制御するもので、マスクとウエハとの位置合わせ時の処理、露光時の電子ビームの偏向制御等を行う。顕微鏡撮像装置150での撮像によって得られたマスクマークM及びパレットマークWPを示す各画像信号は、信号処理回路202に加えられる。信号処理回路202は、入力した各画像信号に基づいてマスクマークMとパレットマークWPとの位置ずれ量を算出する。

【0049】

CPU200は、露光時にマスクとウエハの位置合わせを行う場合には、信号処理回路202から入力する位置ずれ量がゼロになるようにステージ駆動回路204を介してウエハステージ70を移動させ、又はステージ駆動回路206を介してマスクステージ80を移動させる。

【0050】

また、CPU200は、マスクマークMとパレットマークWPとが一致したときのウエハステージ70のX方向及びY方向の位置(X、Y)をレーザ干渉計 $L_{xw}$ 、 $L_{yw}$ から取り込み、同様にマスクステージ80のX方向及びY方向の位置(x、y)をレーザ干渉計 $L_{xm}$ 、 $L_{ym}$ から取り込み、メモリ203に記憶させる。メモリ203には、図4で説明したようにパレットマークWP1、WP2と、各ダイマークDMとの位置関係を示すデータが保存されている。

【0051】

露光時にマスクとウエハの位置合わせを行う場合には、メモリ203に記憶したウエハステージ70やマスクステージ80の位置等に基づいてマスクとウエハとの位置合わせ制御がなされる。この詳細については省略する。

【0052】

更に、CPU200は、マスクを走査する際の偏向量データとともにマスクの歪みに応じた補正データをデジタル演算回路205に供給し、デジタル演算回路205は偏向量データに基づいてマスクを走査するためのデジタル信号を主DAC/AMP208に出力し、補正データに基づいてマスクの歪みを補正するためのデジタル信号を副DAC/AMP210に出力する。

【0053】

主DAC/AMP208は、入力したデジタル信号をアナログ信号に変換したのち増幅し、これを図10に示される主偏向器22、24に出力する。これにより、電子ビーム15は、光軸と平行な状態を維持したまま、図11に示されるようにマスクの全面を走査するように偏向される。また、副DAC/AMP210は、入力したデジタル信号をアナログ信号に変換したのち増幅し、これを図10に示す副偏向器26、28に出力する。これに

10

20

30

40

50



より、電子ビーム15のマスクへの入射角度が制御され、マスクが歪んでいてもマスクパターンを正規の位置に転写できるようにしている。

【0054】

以上で説明した電子ビーム近接露光装置は、既述のように、本来の目的は、マスクとウエハとの位置合わせを行い、ウエハ上のレジスト層の露光を行うものである。ただし、マスクとウエハとの位置合わせ方法を含む電子ビーム近接露光方法の動作手順についての説明は省略する。これについては、本願出願人による発明が別途なされている（特願2001-221270号）。

【0055】

次に、以上で説明した電子ビーム近接露光装置を使用した、マスクのパターン位置の誤差測定方法の動作手順について説明する。図9は、マスクのパターン位置の誤差測定方法の概要を説明する概念図である。 10

【0056】

まず、マスク30の2以上の箇所には設けられた位置合わせ用の第1のマークであるマスクマークMのうち1箇所のマスクマークM1と、ウエハ40が搭載されるウエハパレット44に設けられた位置合わせ用の第2のマークであるパレットマークWP1とを顕微鏡撮像装置150によって同時に撮像する。得られたマスクマークM1及びパレットマークWP1の画像信号に基づいて、これらマスクマークM1とパレットマークWP1との相対的な位置ずれ量を算出する（以上、図中の実線部分）。 20

【0057】

次いで、測定した位置ずれ量がゼロになるように、ウエハステージ70（図12参照）を移動させ、マスクマークM1が示すマークの中心位置とパレットマークWP1が示すマークの中心位置とを一致させる。この際の、ウエハステージ70のX方向及びY方向の位置（X、Y）を検出するレーザ干渉計 $L_{XW}$ 、 $L_{YW}$ のX座標及びY座標を（0、0）にゼロリセット又は座標系を記憶する。

【0058】

マスクマークM1が示すマークの中心位置とパレットマークWP1が示すマークの中心位置とが完全には一致しない場合もあり得る。この場合には、レーザ干渉計 $L_{XW}$ 、 $L_{YW}$ の座標位置（ $X_0$ 、 $Y_0$ ）と、再度顕微鏡撮像装置150により撮影した画像信号に基づいて算出された位置ずれ量（ $dX_0$ 、 $dY_0$ ）から、中心位置が一致する座標系（ $X_0 + dX_0$ 、 $Y_0 + dY_0$ ）を算出する。 30

【0059】

次に、ウエハステージ70を所定距離移動させる（この例では、X方向に距離L）とともに、顕微鏡撮像装置150も略同じ距離移動させ、マスク30の他の箇所のマスクマークM2と、パレットマークWP1とを顕微鏡撮像装置150によって同時に撮像する。得られたマスクマークM2及びパレットマークWP1の画像信号に基づいて、これらマスクマークM2とパレットマークWP1との相対的な位置ずれ量を算出する（以上、図中の想像線部分）。

【0060】

この場合、パレットマークWP1のXY座標は（L、0）であり、マスクマークM2の相対的な位置ずれ量はこれを基準に求まる。したがって、マスクマークM1に対するマスクマークM2のパターン位置の誤差が求まる。 40

【0061】

マスク30の図示しない他の箇所のマスクマークMについても同様の処理手順を採ることにより、該箇所における、マスクマークM1に対するマスクマークMのパターン位置の誤差が求まる。

【0062】

以上、本発明に係るマスクのパターン位置の誤差測定方法は、所定の既知の位置に配されるパレットマークWP1に対する該箇所近傍のマスクマークMの相対的な位置ずれ量を求め、これにより、マスクマークM1に対する該箇所近傍のマスクマークMのパターン位置 50

の誤差を求める方法であり、ウエハステージ70のX方向及びY方向の位置(X、Y)を検出するレーザ干渉計 $L_{xw}$ 、 $L_{yw}$ の検出精度に依存するものである。

【0063】

このレーザ干渉計 $L_{xw}$ 、 $L_{yw}$ の検出精度は非常に高く、サブnmの精度が得られるものもあり、電子ビーム近接露光装置に使用されるマスクのパターン位置の誤差測定方法にも好適に使用できるものである。

【0064】

本発明に係るマスクのパターン位置の誤差測定方法は、露光装置の機上で測定を行うものであることより、露光装置の稼働率の低下となる懸念はあるものの、それを補っても余りあるメリットが期待できるものである。

10

【0065】

すなわち、従来のパターン位置測定装置を使用し、オフラインでマスクのパターン位置の誤差測定を行う場合、マスクを恒温室に長時間静置した後でない測定精度が得られず、その測定精度にしても、既述のように(a)~(c)の各種問題点があり、本発明に対し各種の点で劣る。

【0066】

以上、本発明に係るマスクのパターン位置の誤差測定方法及びこれに使用される露光装置の実施形態の例について説明したが、本発明は上記実施形態の例に限定されるものではなく、各種の態様が採り得る。

【0067】

たとえば、上記実施形態の例では、最初の測定箇所において、位置ずれ量がゼロになるように、ウエハステージ70を移動させ、マスクマークM1が示すマークの中心位置とパレットマークWP1が示すマークの中心位置とを一致させたが、このような操作を行わず、位置ずれ量を記憶させて(たとえば、X座標及びY座標で $(X_0, Y_0)$ とする)、これを基準に以降の測定箇所において、位置ずれ量を算出してもよい。

20

【0068】

また、上記実施形態の例では、マスクステージ80に取り付けられたマスク30は移動せず、顕微鏡撮像装置150及びウエハステージ70がX方向及びY方向に移動できるようになっているが、ウエハステージは移動せず、マスクステージがX方向及びY方向に移動できるようになっている態様であってもよい。この場合でも、ウエハステージとマスクステージとの相対移動ができることより、本発明の技術的思想と均等範囲にあると言える。

30

【0069】

また、この実施の形態では、ウエハ40がウエハパレット44に搭載され、更にウエハパレット44がウエハステージ70(ウエハステージ70の電磁チャック60)に搭載される例について説明したが、これに限らず、本発明はウエハ40を直接ウエハステージ70上の電磁チャック60に吸着させる場合にも適用できる。この場合には、ウエハパレット44のパレットマークWP1、WP2の位置を測定する代わりに、ウエハ40上のダイマークDM(図9参照)の位置を測定する。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、マスクの実際の使用状態で、パターン位置の誤差測定が行える。したがって、従来問題となっていた、(a)重力の影響、(b)静電チャックへの吸着による歪、(c)環境の影響、の全ての問題が解消でき、マスクのパターン位置の誤差測定が高精度で行える。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に使用されるマスクとウエハの位置合わせ装置の実施の形態のアライメント機構系を含む電子ビーム近接露光装置の要部縦断面図

【図2】図1に示した電子ビーム近接露光装置の要部上面図

【図3】図1に示した電子ビーム近接露光装置に使用されるマスクの平面図

【図4】ウエハが搭載されたウエハパレットの平面図

50

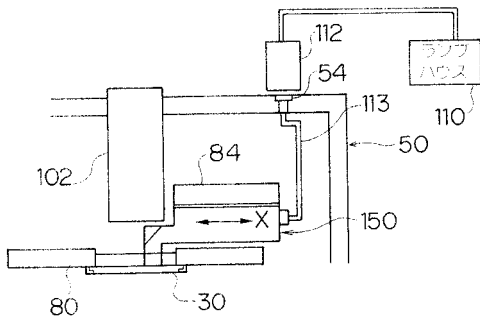
- 【図5】顕微鏡撮像装置の詳細を示す光学部品配置図
- 【図6】顕微鏡撮像装置の他の実施の形態を示す光学部品配置図
- 【図7】顕微鏡撮像装置によってマスクマークとパレットマークとの位置ずれ量を検出する方法を説明するために用いた図
- 【図8】電子ビーム近接露光装置の制御部の実施の形態を示すブロック図
- 【図9】本発明に係るマスクのパターン位置の誤差測定方法の概要を説明する概念図
- 【図10】電子ビーム近接露光装置の基本構成を示す図
- 【図11】電子ビームによるマスクの走査を説明するために用いた図
- 【図12】電子ビーム近接露光装置の全体構成図
- 【図13】マスクの構成を示す断面図
- 【図14】使用時のマスクの構成を示す断面図
- 【符号の説明】

15 ... 電子ビーム、22、24 ... 主偏向器、26、28 ... 副偏向器、30 ... マスク、30A ... メンブレン層、30B ... 支持層、30C ... パターン部、40 ... ウエハ、44 ... ウエハパレット、70 ... ウエハステージ、80 ... マスクステージ、84 ... 顕微鏡ステージ、110 ... ランプハウス、120 ... 対物レンズ、123 ... マスクマーク結像用リレーレンズ、125 ... パレットマーク結像用リレーレンズ、130、131、145 ... CCD、150 ... 顕微鏡撮像装置、200 ... CPU、203 ... メモリ、204、206 ... ステージ駆動回路、 $L_{xM}$ 、 $L_{yM}$ 、 $L_{xW}$ 、 $L_{yW}$  ... レーザ干渉計、M、M1、M2 ... マスクマーク、WP、WP1、WP2 ... パレットマーク、D ... ダイ、DM ... ダイマーク

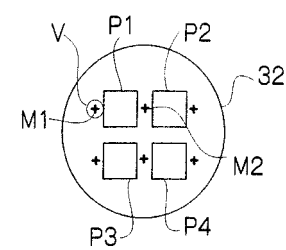
10

20

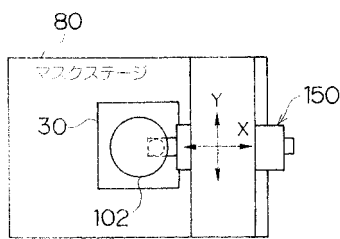
【図1】



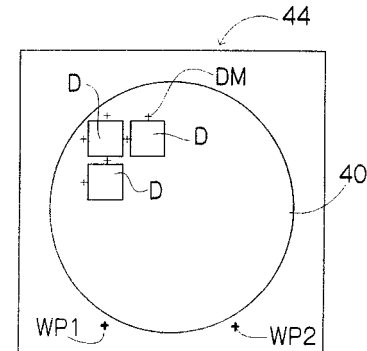
【図3】



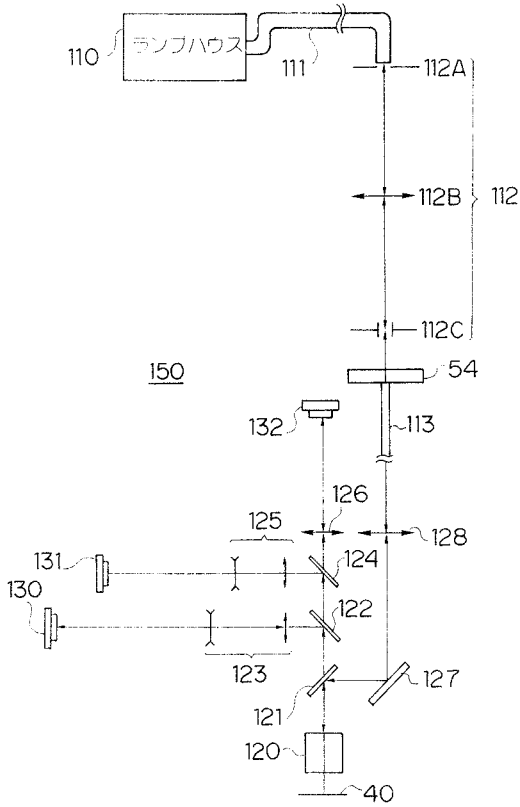
【図2】



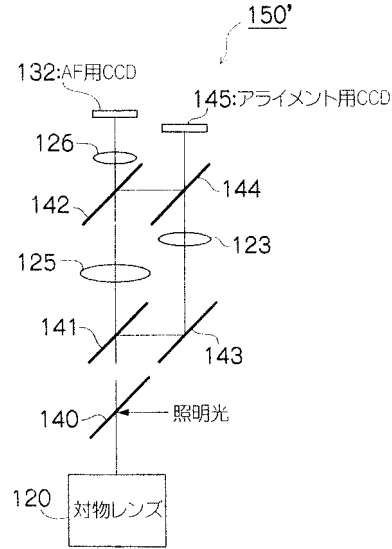
【図4】



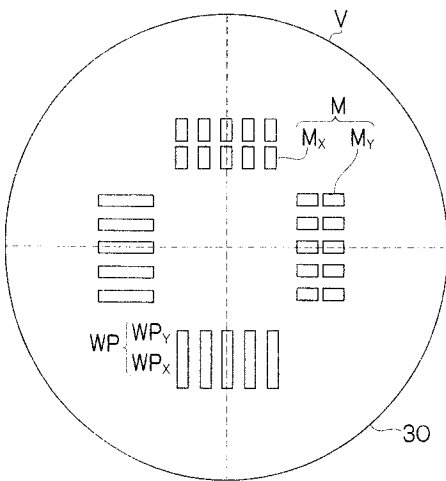
【図5】



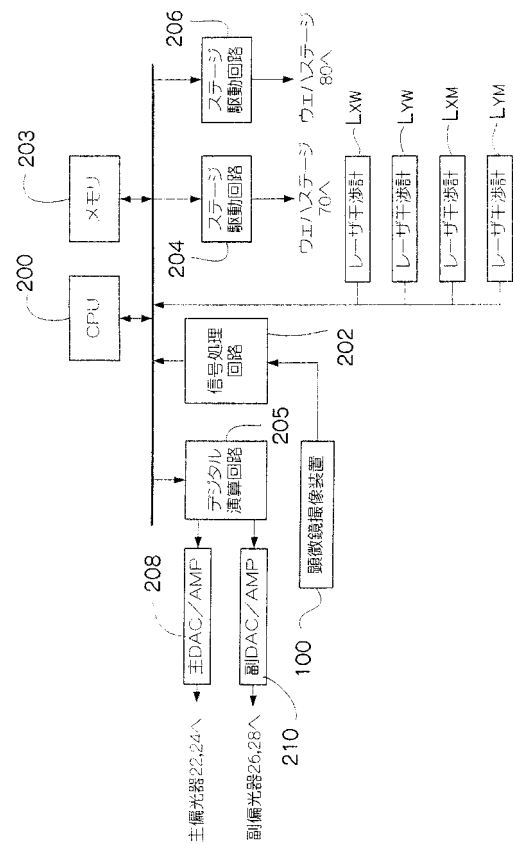
【図6】



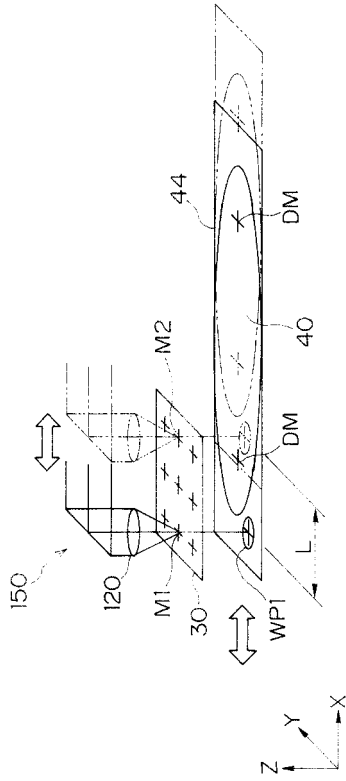
【図7】



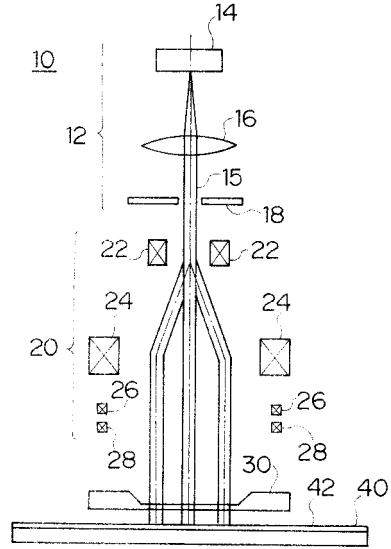
【図8】



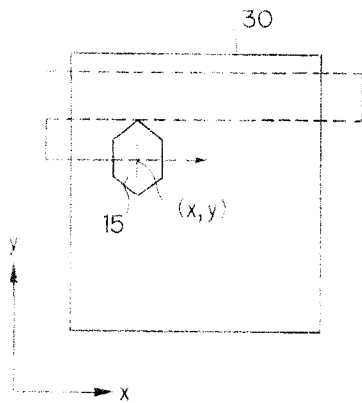
【図 9】



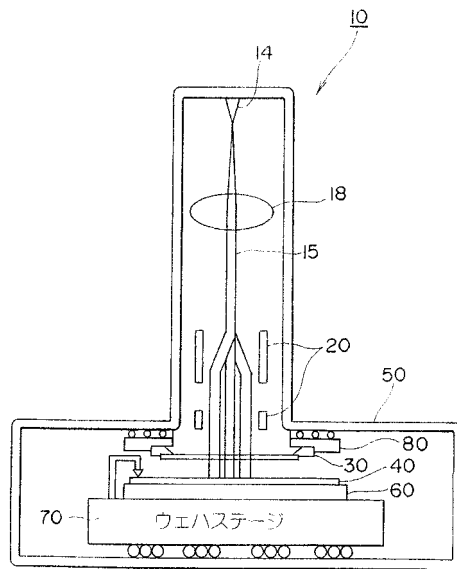
【図 10】



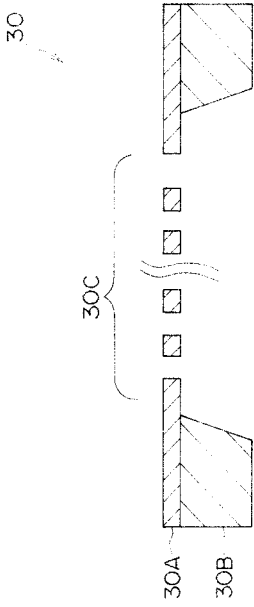
【図 11】



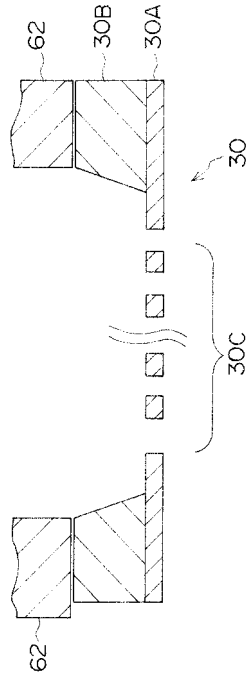
【図 12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/30 5 1 0

Fターム(参考) 5F046 CB02 CB17 CC02 DA16 DB05 DC04 EB02 EB03 EC05 FA10

FA17

5F056 AA22 AA25 BA10 BB10 BD03 CC07 FA06