

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3884996号  
(P3884996)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.

F I

GO2B 7/02 (2006.01)  
 GO2B 13/00 (2006.01)  
 GO3F 7/20 (2006.01)  
 HO1L 21/027 (2006.01)

GO2B 7/02 C  
 GO2B 13/00  
 GO3F 7/20 521  
 HO1L 21/30 515D

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-174904 (P2002-174904)  
 (22) 出願日 平成14年6月14日(2002.6.14)  
 (65) 公開番号 特開2004-20868 (P2004-20868A)  
 (43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)  
 審査請求日 平成16年9月22日(2004.9.22)

前置審査

(73) 特許権者 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 100105289  
 弁理士 長尾 達也  
 (72) 発明者 小川 正彦  
 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

審査官 本田 博幸

(56) 参考文献 特開平10-027743 (JP, A)  
 特開平11-121322 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影光学系における保持装置、該保持装置による光学調整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

屈折率と厚さとが互いにほぼ等しい2枚の平行平板を保持する、投影光学系における保持装置であって、

該2枚の平行平板のいずれか一方を、該投影光学系の光軸に対して傾ける相対的角度調整手段と、

該2枚の平行平板を一体的に且つ前記相対角度調整手段とともに該光軸に対して傾けることにより、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に同じ量だけ、該2枚の平行平板を該光軸に対して傾けることが可能に構成された傾け量調整手段と、

を有することを特徴とする保持装置。

【請求項2】

前記相対的角度調整手段は、前記2枚の平行平板のいずれか一方を保持する第1保持部材と、該2枚の平行平板の他方を保持する第2保持部材とを有し、かつ前記第1保持部材と前記第2保持部材との相対的角度を調整する手段であることを特徴とする請求項1に記載の保持装置。

【請求項3】

前記傾け量調整手段は、前記第1保持部材と前記第2保持部材とを保持する第3保持部材と、ベース部材とを有し、かつ前記ベース部材に対し前記第3保持部材を傾ける手段であることを特徴とする請求項2に記載の保持装置。

【請求項4】

10

20

前記第 1 及び第 2 保持部材は、該 2 枚の平行平板を、それらの外周の 120°おきの 3 カ所でそれぞれ保持し、前記第 1 保持部材の該 3 カ所と前記第 2 保持部材の該 3 カ所とは、60°ずれていることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の保持装置。

【請求項 5】

前記相対的角度調整手段は、前記第 1 保持部材の該 3 カ所のうち 1 カ所の高さを変化させることにより、前記第 1 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板のいずれか一方を、前記第 2 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板の他方に対して傾けることを特徴とする請求項 4 に記載の保持装置。

【請求項 6】

前記保持装置は、前記投影光学系の光軸に対して回転可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の保持装置。 10

【請求項 7】

前記保持装置は、前記投影光学系の光軸に対して傾け可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の保持装置。

【請求項 8】

前記保持装置は、前記投影光学系に対して着脱可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の保持装置。

【請求項 9】

前記投影光学系の非点収差を予測する予測手段を有することを特徴とする請求項 3 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の保持装置。 20

【請求項 10】

請求項 3 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の保持装置を用いて行われる光学調整方法であって、

前記相対的角度調整手段を用いて、前記第 1 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板のいずれか一方を、前記第 2 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板の他方に対して第 1 の角度だけ傾け、

かつ前記傾け量調整手段を用いて、前記第 3 保持部材を前記ベース部材に対して、該第 1 の角度の 1/2 の角度だけ、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に傾けることを特徴とする光学調整方法。

【請求項 11】 30

請求項 9 に記載の保持装置を用いて行われる光学調整方法であって、

前記予測手段の予測結果に基づいて、前記相対的角度調整手段を用いて、前記第 1 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板のいずれか一方を、前記第 2 保持部材に保持されている該 2 枚の平行平板の他方に対して第 1 の角度だけ傾け、かつ前記傾け量調整手段を用いて、前記第 3 保持部材を前記ベース部材に対して、該第 1 の角度の 1/2 の角度だけ、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に傾けることを特徴とする光学調整方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の保持装置を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 13】 40

請求項 10 または請求項 11 に記載の光学調整方法を用いて投影光学系を調整し、該調整された投影光学系を介してマスクのパターンをウエハに投影して、該ウエハを露光することを特徴とする露光方法。

【請求項 14】

請求項 12 に記載の露光装置または請求項 13 に記載の露光方法を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投影光学系における2 枚の平行平板の保持装置、該保持装置を用いた光学調 50

整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法に関し、特に、ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、ＣＣＤ等の撮像素子、液晶パネル等の表示素子を製造する際に用いられる投影光学系における２枚の平行平板の保持装置、該保持装置を用いた光学調整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法に関するものである。

#### 【０００２】

##### 【従来の技術】

従来、レンズ保持装置、特に半導体露光装置用に使用する投影光学系のレンズ保持装置では、一般的に性能を満足させるために、複数枚のレンズ部材によって投影光学系が構成されている。この１枚１枚のレンズ部材においては、製造エラーやレンズ保持による変形が

10

#### 【０００３】

また、走査型露光装置においては、マスクを照明する照明光束の断面形状が走査方向と直交する直交方向に延びた矩形または円弧であるため、マスクのパターンから生じる結像光束の断面形状も直交方向に延びた形状となる。このような結像光束が投影光学系に入射すると、投影光学系のレンズが結像光束の一部を吸収することにより生じる屈折率分布や屈折面の変形具合が走査方向と直交方向とで異なってしまう。そのため、照明光束を主として直交方向に回折して回折光を投影光学系に入射させるパターンとで、ベストピント位置（最良結像位置）が異なってしまう（以下、これを『非点収差』と言う）という問題が生

20

#### 【０００４】

上記の問題を解決するために、特開平１０－２７７４３号公報では、非点収差を補正するため２枚の平行平板を光軸に対して、互いに逆方向に同じ量だけ傾ける投影露光装置が開示されている。

また、特開平１０－５４９３２号公報では、コマワッシャーやアクチュエータ及びピエゾ素子を用いてレンズ部材を傾けることによって収差を補正する構造が開示されている。

#### 【０００５】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例で示すレンズ部材傾け機構では、非点収差補正とコマ収差補正機構の分離ができておらず、非点収差の補正を行う際に、投影光学系のコマ収差を変化させてしまうといった問題があった。つまり、非点収差の補正には、２枚の平行平板を光軸に対して互いに同じ量だけ逆方向に傾ける必要があり、この傾け量が２枚の平行平板が光軸に対して同じ量にならないと、コマ収差として発生してしまう。特に非点収差を補正する２枚の平行平板の傾け量に対して、コマ収差を発生させてしまう傾け量は、非常に敏感である。

30

#### 【０００６】

コマワッシャーでの調整やピエゾ素子による駆動を用いると２枚の平行平板に対して各々３軸制御つまり６軸の制御を行って、所望の方向に所望の同じ量だけ傾ける必要がある。つまり、１枚の平行平板を傾ける調整量と残りの平行平板を傾ける調整量を光軸に対して全く同じ量にする必要があり、傾き精度が非常に出しにくいといった問題があった。各々の平行平板の光軸に対する傾き精度を非点収差補正精度レベルで粗く調整してしまうと、非点収差とコマ収差の傾き敏感度の違いにより、２枚の平行平板の光軸に対する傾き残差によって、コマ収差を発生させてしまうといった問題があった。

40

#### 【０００７】

また、ピエゾ素子等を用いると２枚の平行平板に対して各々３軸制御つまり６軸の制御を行う必要があり、機構が大型化してしまうといった問題があった。特にこのような平行平板は、経済的な理由より小径なレンズ部材、また、研磨面の精度も得易いという理由から投影光学系の基板面側に配置されることが望まれる。しかし、基板面付近には、半導体露光装置のアライメント測定部等が位置していることが多いため、特にスペースの確保が

50

困難な位置にある。このため、特に機構の大型化に関しては、大きな問題となっていた。

【0008】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、非点収差およびコマ収差を精度良く補正することを可能とした、簡易で小型の、投影光学系における2枚の平行平板の保持装置、該保持装置を用いた光学調整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するため、つぎの(1)～(14)のように構成した投影光学系における2枚の平行平板の保持装置、該保持装置を用いた光学調整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法を提供するものである。

(1) 屈折率と厚さとが互いにほぼ等しい2枚の平行平板を保持する、投影光学系における保持装置であって、

該2枚の平行平板のいずれか一方を、該投影光学系の光軸に対して傾ける相対的角度調整手段と、

該2枚の平行平板を一体的に且つ前記相対角度調整手段とともに該光軸に対して傾けることにより、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に同じ量だけ、該2枚の平行平板を該光軸に対して傾けることが可能に構成された傾け量調整手段と、

を有することを特徴とする保持装置。

(2) 前記相対的角度調整手段は、前記2枚の平行平板のいずれか一方を保持する第1保持部材と、該2枚の平行平板の他方を保持する第2保持部材とを有し、かつ前記第1保持部材と前記第2保持部材との相対的角度を調整する手段であることを特徴とする上記(1)に記載の保持装置。

(3) 前記傾け量調整手段は、前記第1保持部材と前記第2保持部材とを保持する第3保持部材と、ベース部材とを有し、かつ前記ベース部材に対し前記第3保持部材を傾ける手段であることを特徴とする上記(2)に記載の保持装置。

(4) 前記第1及び第2保持部材は、該2枚の平行平板を、それらの外周の120°おきの3カ所でそれぞれ保持し、前記第1保持部材の該3カ所と前記第2保持部材の該3カ所とは、60°ずれていることを特徴とする上記(2)または上記(3)に記載の保持装置。

(5) 前記相対的角度調整手段は、前記第1保持部材の該3カ所のうち1カ所の高さを变化させることにより、前記第1保持部材に保持されている該2枚の平行平板のいずれか一方を、前記第2保持部材に保持されている該2枚の平行平板の他方に対して傾けることを特徴とする上記(4)に記載の保持装置。

(6) 前記保持装置は、前記投影光学系の光軸に対して回転可能であることを特徴とする上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の保持装置。

(7) 前記保持装置は、前記投影光学系の光軸に対して傾け可能であることを特徴とする上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の保持装置。

(8) 前記保持装置は、前記投影光学系に対して着脱可能であることを特徴とする上記(1)乃至(7)のいずれかに記載の保持装置。

(9) 前記投影光学系の非点収差を予測する予測手段を有することを特徴とする上記(3)乃至(8)のいずれかに記載の保持装置。

(10) 上記(3)乃至(8)のいずれかに記載の保持装置を用いて行われる光学調整方法であって、

前記相対的角度調整手段を用いて、前記第1保持部材に保持されている該2枚の平行平板のいずれか一方を、前記第2保持部材に保持されている該2枚の平行平板の他方に対して第1の角度だけ傾け、

かつ前記傾け量調整手段を用いて、前記第3保持部材を前記ベース部材に対して、該第1の角度の1/2の角度だけ、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に傾けることを特徴とする光学調整方法。

10

20

30

40

50

(11) 上記(9)に記載の保持装置を用いて行われる光学調整方法であって、前記予測手段の予測結果に基づいて、前記相対的角度調整手段を用いて、前記第1保持部材に保持されている該2枚の平行平板のいずれか一方を、前記第2保持部材に保持されている該2枚の平行平板の他方に対して第1の角度だけ傾け、かつ前記傾け量調整手段を用いて、前記第3保持部材を前記ベース部材に対して、該第1の角度の1/2の角度だけ、前記相対的角度調整手段による傾け方向とは逆の方向に傾けることを特徴とする光学調整方法。

(12) 上記記(1)乃至(9)のいずれかに記載の保持装置を有することを特徴とする露光装置。

(13) 上記(10)または上記(11)に記載の光学調整方法を用いて投影光学系を調整し、該調整された投影光学系を介してマスクのパターンをウエハに投影して、該ウエハを露光することを特徴とする露光方法。

10

(14) 上記(12)に記載の露光装置または上記(13)に記載の露光方法を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【0010】

【発明の実施の形態】

上記構成を適用することにより、相対的角度調整手段により2つの光学要素のいずれか一方を、光軸に対して傾けた後、傾け量調整手段により相対的角度調整手段による傾き方向と逆方向に同じ量だけ、前記2つの光学要素を一体的に光軸に対して傾けることができ、これにより相対的角度調整手段による角度調整と、傾け量調整手段による傾け量の調整を、それぞれ分離して調整することができ、投影光学系で発生する非点収差を確実に補正することができる。

20

また、レンズ保持装置を投影光学系の光軸に対して回転可能に取付けるように構成することによって、投影光学系で発生する任意の方向の非点収差を補正することができる。

【0011】

また、2つの光学要素の外周位置にて120°おきに3カ所略等分位置にて保持し、それぞれの保持位置は、60°ずれている位置にて平行平板を保持するように構成することによって、光学要素を保持するレンズ保持装置としての保持自重変形によって発生する収差を最低限にすることができる。

また、第1保持部材において、光学要素を保持する3カ所のうち1カ所の高さを可変させることにより、第1保持部材に保持されている一方の光学要素を、第2保持部材に保持されている他方の光学要素に対して傾けるように構成することによって、前記2つの光学要素を合わせて、6カ所全ての保持部の高さを可変させることなく、1カ所のみの高さを可変にてこれらの相対角度を調整することができる。その際、保持部の高さを可変させる手段として、傾けスペーサあるいはピエゾ素子等の手段を用いて必要な所望の傾け量を持つようにすることができる。

30

また、レンズ保持装置は、投影光学系に対して着脱可能に取付けることによって、投影露光装置を製造している途中及び完成後において、投影光学系を投影露光装置本体から取り外すことなく、非点収差を確実に補正することができる。

【0012】

40

また、レンズ保持装置は、投影光学系の光軸に対して傾け可能に取付けることによって、2枚の平行平板を同時に投影光学系の光軸に対して傾けることにより、コマ収差についても補正することができる。

また、上記レンズ保持装置を備えた投影露光装置または方法を構成することによって、非点収差を確実に補正できる投影露光装置または方法を提供することができる。

また、前記相対的角度調整手段で前記第1保持部材に保持されている一方の光学要素を、前記第2保持部材に保持されている他方の光学要素に対して傾けると共に、前記傾け量調整手段にて、前記2つの光学要素を一体的に前記ベース部材に対して前記所望の1/2の角度の傾きを戻すことにより、前記投影光学系の光軸に対し互いに逆方向に傾ける光学調整方法を投影露光装置または方法に適用することによって、露光中に発生する非点収差に

50

関しても正確に検出し、確実に補正できる投影露光装置または方法を提供することができる。

#### 【0013】

また、光学要素は、例えば屈折率と厚さが互いにほぼ等しい少なくとも2枚の平行平板で構成することができ、これによって1枚の平行平板を傾けた後、2枚一体で平行平板を逆方向に光軸に対して傾けることにより、非点収差の補正量を調整する2枚の平行平板の傾け角度を調整する手段、コマ収差残差を補正する2枚の平行平板を光軸に対して互いに同じ量だけ逆方向に傾ける調整手段が完全に分離して調整を行うことができる。このため非点収差を補正する際に非点収差よりも傾きに敏感なコマ収差の補正と分離して調整することができ、精度良く各々の収差を補正することができる。また、これにより確実に光軸

10

に対し互いに逆方向に同じ量だけ傾けることができ、投影光学系で発生する非点収差を確実に補正することができる。また、非点収差補正量調整（2枚の平行平板の相対角度調整）コマ残差補正（光軸に対する2枚の平行平板の角度調整）非点収差発生方向に対する位相調整といった、3段階の調整制御にて非点収差の補正ができるので、小型構造の簡易な制御のレンズ保持装置にて非点収差補正が可能となる。

#### 【0014】

##### 【実施例】

20

以下に、本発明の実施例について説明する。

##### 【実施例1】

本発明の実施例1を、図1～図3および図5に基づいて説明する。

図1～図3は、本実施例のレンズ保持装置の構成を示す断面図である。また、図5は、上記レンズ保持装置を組み込んだ投影露光装置の構成概略断面図である。まず、図5の投影露光装置において、1は露光用光源、2は露光用光源1からの照明光によってレチクルRの所定領域を照明する照明光学系であって、レチクルステージ3上に保持されたレチクルRを照明する。レチクルRを透過した光は、投影光学系4によって、ウエハステージ6上に載置されたウエハWに達し、レチクルRのパターンが露光領域に投影露光される。

投影光学系4には、ウエハW側に2枚の厚さと屈折率がほぼ等しい平行平板を配置している

30

#### 【0015】

次に上記レンズ保持装置5について、図1に基づいて説明する。

図1は、レンズ保持装置5の断面を斜め上から見た斜視断面図である。図中2枚の厚さと屈折率がほぼ等しい平行平板は、露光光源に近い方からG1、G2で構造体が見やすいように2点鎖線で示している。平行平板G1は、レンズ保持体11（以下G1セルと呼ぶ）、平行平板G2は、レンズ保持体12（以下G2セルと呼ぶ）に保持されている。平行平板保持方法は、平行平板G1の場合、G1セル11の突起部11a上に搭載され、G1押え環13に設けられた突起部13aで押圧固定されるようになっている。

#### 【0016】

40

本実施例では、G1押え環13に円環状の板ばねを使用し、板ばねのたわみ量を一定にすることによって、突起部13aに所定の力が発生するようにしている。また、G1セル突起部11aは、平行平板G1の有効径（照明光が通る径）より外側に配置され、しかも120°ピッチで3カ所設けられている。

G1押え環の突起部13aは、前記G1セル突起部11aの真上にくるように取付けられ、平行平板G1をG1セル突起部11aと押え環突起部13aで挟み込んで保持するようになっている。

#### 【0017】

平行平板G2の場合は、G1と同様に図中G2セル12突起部12a及びG2押え環14に設けられた突起部14aで挟み込んで平行平板G2を前記平行平板G1と同様に保持す

50

る。G 1 と異なる点は、G 2 セル突起部 1 2 a 及び G 2 押え環突起部 1 4 a の位相位置が、G 1 セル突起部 1 1 a 及び G 1 押え環突起部 1 3 a と 60° ずれた関係位置に配置されていることである。

#### 【0018】

次に G 1 及び G 2 を保持している G 1 セル 1 1 及び G 2 セル 1 2 の保持方法について説明する。

G 1 セル 1 1 及び G 2 セル 1 2 は、共に補正鏡筒 2 2 に保持されるようになっている。G 1 セル 1 1 に設けられた貫通穴 1 1 b に G 1 保持ピン 1 5 が G 1 保持ピン押え 1 7 によって取付けられている。G 1 保持ピン 1 5 と G 1 保持ピン押え 1 7 には、ねじ等で連結されるようになっており、G 1 セル 1 1 に対して取付けられるようになっている。この貫通穴 1 1 b、G 1 保持ピン 1 5、G 1 保持ピン押え 1 7 は、前記突起部と同様に 120° ピッチで 3 ヲ所設けられており、補正鏡筒 2 2 に対して、G 1 保持ピン 1 5 の最下面部 1 5 a の 3 点で搭載されるようになっている。

10

#### 【0019】

また、G 1 保持ピン 1 5 の再上面部 1 5 b には、G 1 セル押え環 1 9 によって押圧力が加えられるようになっており、上側から G 1 保持ピン 1 5 の再上面 1 5 b に力を加えることによって、G 1 セル 1 1 を補正鏡筒 2 2 に固定できるようになっている。本実施例では、G 1 セル押え環 1 9 に円環状の板ばねを使用し、板ばねのたわみ量を一定にすることによって、G 1 保持ピン最上面部 1 5 b に所定の力が発生するようにしている。

#### 【0020】

20

G 2 セル 1 2 の場合は、G 2 セル 1 2 に設けられた貫通穴 1 2 b、G 2 保持ピン 1 6、G 2 保持ピン押え 1 8、G 2 セル押え環 2 0 によって、G 1 セル 1 1 と同様に 3 ヲ所で補正鏡筒 2 2 に対して固定されるようになっている。G 1 セルと異なる点は、G 2 セル貫通穴 1 2 b 及び G 2 セル保持ピン 1 6、G 2 セル押え環 1 8 の位相位置が、G 1 セル貫通穴 1 1 b 及び G 1 セル保持ピン 1 5、G 1 セル押え環 1 7 と 60° ずれた関係位置に配置されている点である。

#### 【0021】

また、本実施例では、平行平板 G 2 を G 2 セル 1 2 を介して補正鏡筒 2 2 に固定しているが、直接補正鏡筒 2 2 に保持しても構わない。本実施例にて用いた円環板ばね状の押え環 1 3、1 4、1 9、2 0 に関しては、不図示ねじ等によって、補正鏡筒 2 2 に対して取付けられている。また、図 1 中、傾けスペーサ 2 1、円環楔 2 3 については、次の動作機構説明時に図 2、3 中で説明する。

30

#### 【0022】

次に、2 枚の平行平板 G 1 と G 2 を光軸に対し互いに逆方向に同じ量だけ傾ける動作機構について、図 2、3 を用いて説明する。

図 2 は、図 1 に対して G 1 のみ光軸に対して傾けた状態を示した図である。まず、G 1 のみを非点収差を補正するために必要な G 1、G 2 の平行平板傾け量を光軸に対して傾ける。G 1 セル 1 1 と G 1 セル保持ピン 1 5 との間に傾けスペーサ 2 1 を入れることによって、G 1 及び G 1 セル 1 1 を補正鏡筒 2 2 と光軸に対して傾けることができる。この時、傾けスペーサ 2 1 は、3 ヲ所設けられた G 1 セル保持ピン 1 5 のどの位置で行っても構わない。また、G 2 セル 1 2 と G 2 セル保持ピン 1 6 の間に傾けスペーサを入れることによって行っても構わない。G 1 セル及び G 2 セルの合わせて 6 ヲ所調整可能な箇所のうち 1 ヲ所のみ行えば良い。この傾けスペーサ 2 1 の挿入によって、どちらか 1 枚の平行平板が光軸に対して、非点収差補正に必要な所望の傾け量を持つことになる。また、傾ける動作機構においては上記のような傾けスペーサを用いる手段に限られものではなく、例えばピエゾ素子等を用いて必要な所望の傾け量を持つように構成してもよい。

40

#### 【0023】

次に、図 3 は、最終的に 2 枚の平行平板 G 1、G 2 が光軸に対して互いに逆方向に同じ量だけ傾いている状態の断面図である。図 2 の状態から円環楔 2 3 に対して補正鏡筒 2 2 を回転させることによって、図 3 の状態にすることができる。円環楔 2 3 と補正鏡筒 2 2 の

50

突き当て面は、互いに角度がついている状態で不図示ねじ等によって、取付けられている。図2の初期状態では、円環楔23の厚い箇所と補正鏡筒22の薄い箇所が取付けられている状態となっている。ここで、円環楔23に対して、補正鏡筒22を回転させることにより、補正鏡筒22全体が光軸に対して傾くことになる。補正鏡筒22の最も薄い箇所の位置が前記G1を傾けた際の傾けスペーサ21を挿入した箇所の位相と一致させることによって、G1を傾けた時の傾き中心軸と平行な中心軸にて補正鏡筒22を光軸に対して傾かせることができる。よって、G1及びG2が一体で光軸に対して傾き、G1を所望の傾け量に戻すことによって、G2もG1とは光軸に対して逆方向に同じ量だけ傾くことになる。

#### 【0024】

上記動作をまとめると、非点収差の補正量を調整するG1とG2の相対角度の調整する非点収差補正段階と、G1とG2を光軸に対して同じ量だけ傾かせるコマ収差補正調整段階と完全に分離して調整を行うことができる構造となっている。ここで、レンズ保持装置5は、投影光学系4に対して回転可能に取付けることができるため、非点収差が発生している方向に最大傾きを持つ方向で取付けることによって、所望の方向及び量の非点収差を補正することができる。また、レンズ保持装置5を投影光学系4に取付ける際に、不図示楔板等を用いて、2枚一体で傾けて取付けることにより、所望の方向及び量のコマ収差も補正することができるようになる。

#### 【0025】

また、本実施例においては、2枚の平行平板G1、G2及びレンズ保持体であるG1セル、G2セルを120°ピッチの3点でそれぞれ保持することができ、長期に亘り光学性能を維持できる安定した保持をすることができる。また、2枚の保持位置の位相を60°変えることによって、レンズ部材やセルを保持した時のオムスピ型の自重保持変形を2枚の平行平板でキャンセルすることができる。つまり、2枚の平行平板では、見かけ上レンズ自体の保持変形は、ほぼ無視することができるようになり、非点収差の発生量に対して、計算通りの2枚の平行平板傾け量によって補正することができ、しかも、非点収差の補正による他の収差の発生も最低限に押さえることができる。また、1枚の平行平板を傾ける2枚同時に傾ける。収差補正方向に合わせ回転させ取付ける、という3回の簡易な制御によって非点収差を補正できるため、補正機構自体もコンパクトにできるようになる。

#### 【0026】

##### [実施例2]

本発明の実施例2を図4及び図6を用いて説明する。

図4は、本実施例の特徴を最もよく表すレンズ保持装置の断面図である。

また、図6は、該レンズ保持装置を組み込んだ投影露光装置の構成概略断面図である。

#### 【0027】

まず、図6の投影露光装置について説明する。実施例1と同様箇所については、図5と同じ番号が記載されており、説明を省く。

図6において、投影光学系4には、ウエハW側に2枚の厚さと屈折率がほぼ等しい平行平板を配置しているレンズ保持装置10を有している。照明光学系2の中に配置されている2aは、照明光の一部を取り出すハーフミラーで、取り出された一部の照明光は、光量センサ7に入射し、ウエハWの露光量がモニタされる。また、9はウエハステージ上に配置された照度測定器であり、8は、投影光学系4に単位時間当たりに入射する光量を計算し、かつ投影光学系4の光学特性の変動を予測する演算手段である。

#### 【0028】

露光が開始されると投影光学系4が光りの一部を吸収してその温度が変化して投影光学系4の光学特性が変化する。フォーカスや倍率と言った収差成分はもちろんのこと、マスクの露光領域が長方形の場合、露光によって非点収差が発生する。収差の発生及び2枚の平行平板による収差補正可能なことは、特開平10-27743号公報にて公知であり、本実施例においても同様である。つまり、演算手段8によって検出された非点収差を2枚の

10

20

30

40

50



平行平板を光軸に対して互いに逆方向に同じ量だけ傾けることにより、検出結果に基づいた非点補正をすることができる。本実施例については、演算手段 8 によって検出された非点収差の検出結果に基づいて 2 枚の平行平板を自動的に傾け、非点収差を補正する補正機構について図 4 を用いて説明する。

#### 【0029】

図 4 について、2 枚の平行平板傾け順序については、実施例 1 と同様である。まず、G 1 を光軸に対して傾けるために、G 1 セル 1 1 の 3 カ所に取り付けられた G 1 セル保持ピン 1 5 の 1 カ所をアクチュエータ 4 1 で押すことによって、G 1 セル 1 1 と一体で G 1 を傾ける。次に G 1, G 2 共に光軸に対して傾けるために、補正鏡筒 2 2 を光軸に対して傾ける。補正鏡筒 2 2 は、外周 120°ピッチに設けられた板ばね 4 7 によって、回転板 4 8 に取付けられている。板ばね 4 7 が配置されている箇所には、補正鏡筒 2 2 に突起部 2 2 a 及び回転板 4 8 に突起部 4 8 a が設けられており、不図示 2 カ所には、球形状で回転可能な突起部となっている。図示 1 カ所の突起部には、突起部間に楔回転板 4 3 が挟まれている。ここで、回転板 4 8 に取付けられたモータ 4 2 の回転駆動によって、楔回転板 4 3 が回転する。楔回転板 4 3 が回転することにより、突起部 2 2 a - 4 8 a 間隔が変化し、回転板 4 8 に対して、補正鏡筒 2 2 が傾くことになる。最後に 2 枚の平行平板傾き最大箇所の位相を可変させるために、回転板 4 8 を投影光学系 4 に対して、回転させる。投影光学系 4 の内径突出部にコロ 4 4 が周上に複数個配置されている。コロ 4 4 上には、回転板 4 8 が搭載されている。回転板 4 8 には、外周部にギア部 4 8 b が形成されており、投影光学系 4 に取付けられているモータ 4 5 の回転によって、モータ 4 5 の回転と一体で回転するギア 4 6 が回転駆動し、回転板 4 8 が投影光学系 4 に対して回転するようになっている。

#### 【0030】

以上の動作によって、レンズ保持装置 1 0 は、演算手段 8 によって検出された非点収差を補正するために、2 枚の平行平板を光軸に対して互いに逆方向に所望の同じ量だけ傾け、所望の方向に傾けることができ、検出結果に基づいた非点補正をすることができる。つまり、露光中に発生する投影光学系の非点収差においても、正確に検出し、確実に補正できる簡易で小型なレンズ保持装置を提供することができる。

#### 【0031】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、非点収差およびコマ収差を精度良く補正することが可能な簡易で小型の、投影光学系における 2 枚の平行平板の保持装置、該保持装置を用いた光学調整方法、該保持装置を有する露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法を実現することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例 1 におけるレンズ保持装置の構成を示す斜視断面図である。

【図 2】 本発明の実施例 1 におけるレンズ保持装置の動作途中の状態を示す断面図である。

【図 3】 本発明の実施例 1 におけるレンズ保持装置の動作完了後の状態を示す断面図である。

【図 4】 本発明の実施例 2 におけるレンズ保持装置の構成を示す断面図である。

【図 5】 本発明の実施例 1 にかかるレンズ保持装置を用いた投影露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 6】 本発明の実施例 2 にかかるレンズ保持装置を用いた投影露光装置の構成を示す概略断面図である。

##### 【符号の説明】

R : レチクル

W : ウエハ

G 1 : 平行平板

G 2 : 平行平板

10

20

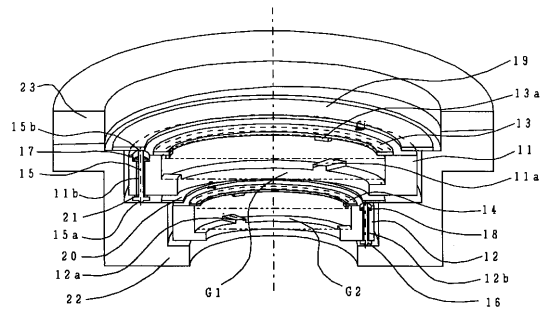
30

40

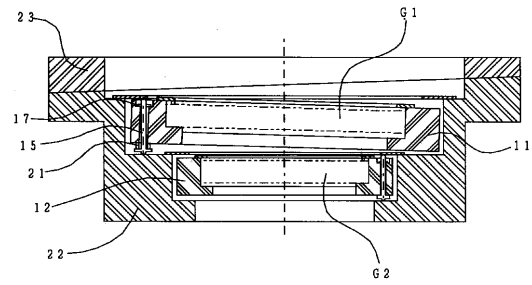
50

|                 |    |
|-----------------|----|
| 1 : 露光光源        |    |
| 2 : 照明光学系       |    |
| 2 a : ハーフミラー    |    |
| 3 : レチクルステージ    |    |
| 4 : 投影光学系       |    |
| 4 a : 内径突出部     |    |
| 5 : レンズ保持装置     |    |
| 6 : ウエハステージ     |    |
| 7 : 光量センサ       |    |
| 8 : 演算手段        | 10 |
| 9 : 照度測定器       |    |
| 10 : レンズ保持装置    |    |
| 11 : G1セル       |    |
| 12 : G2セル       |    |
| 13 : G1押え環      |    |
| 13 a : 突起部      |    |
| 14 : G2押え環      |    |
| 14 a : 突起部      |    |
| 15 : G1セル保持ピン   |    |
| 15 a : 最下部      | 20 |
| 15 b : 最上部      |    |
| 16 : G2セル保持ピン   |    |
| 17 : G1セル保持ピン押え |    |
| 18 : G2セル保持ピン押え |    |
| 19 : G1セル押え環    |    |
| 20 : G2セル押え環    |    |
| 21 : 傾けスペーサ     |    |
| 22 : 補正鏡筒       |    |
| 23 : 円環楔        |    |
| 41 : アクチュエータ    | 30 |
| 42 : モータ        |    |
| 43 : 楔回転板       |    |
| 44 : コロ         |    |
| 45 : モータ        |    |
| 46 : ギア         |    |
| 47 : 板ばね        |    |
| 48 : 回転板        |    |
| 48 a : 突起部      |    |

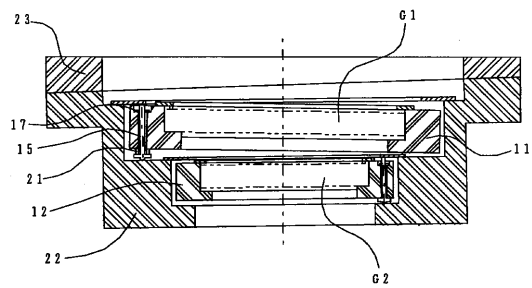
【 図 1 】



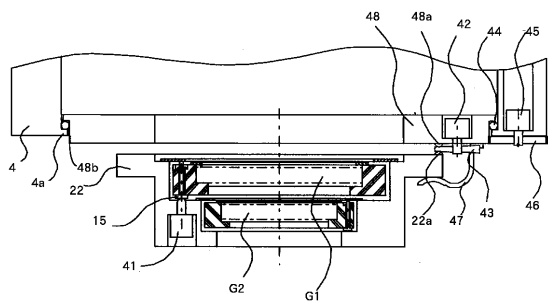
【 図 2 】



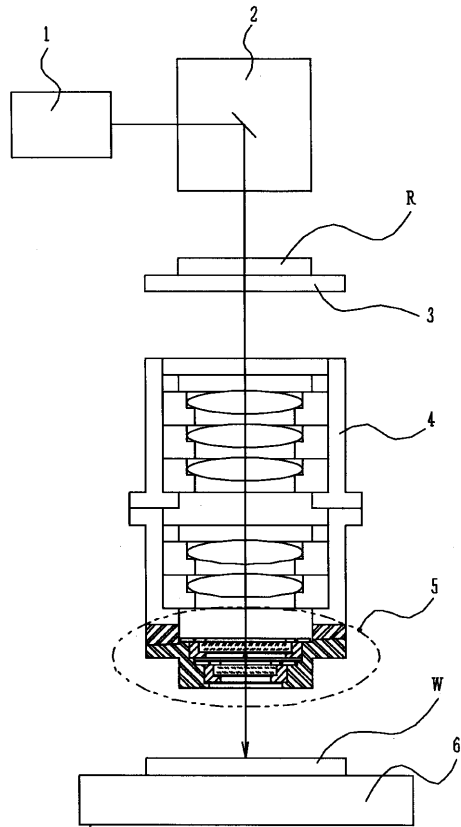
【 図 3 】



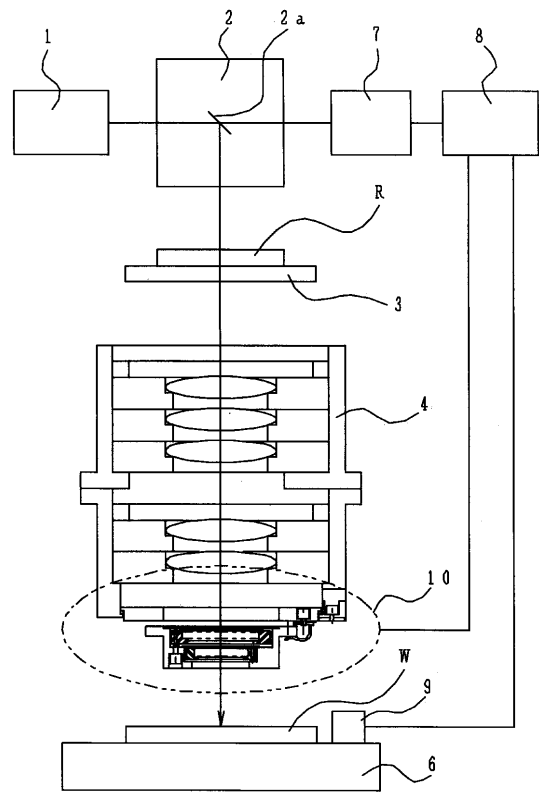
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G02B 7/02

G02B 13/00

G03F 7/20

H01L 21/027