

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4532835号  
(P4532835)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>HO 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/30 5 3 1 A
<b>GO 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/30 5 1 7
			GO 3 F	7/20 5 2 1

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-34956 (P2003-34956)  
 (22) 出願日 平成15年2月13日(2003.2.13)  
 (65) 公開番号 特開2004-247462 (P2004-247462A)  
 (43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)  
 審査請求日 平成18年2月9日(2006.2.9)

(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 100110412  
 弁理士 藤元 亮輔  
 (72) 発明者 木野 芳樹  
 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 杉浦 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却装置、それを有する光学部材並びに露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光が照射される被照射面を持ち、その裏面に第1の凹部が形成された基部と、  
 前記第1の凹部に配置され、輻射を利用して前記基部を非接触で冷却する冷却機構を有し、

前記第1の凹部は前記被照射面の被照射領域に対向して配置され、  
前記基部の厚さは前記被照射面の温度分布に基づいて、温度が高い部分は温度が低い部分よりも薄くなるように形成されることを特徴とする光学部材。

【請求項2】

前記基部の厚さは、前記被照射面の温度勾配が小さくなるように予め計算によって求められることを特徴とする請求項1記載の光学部材。

【請求項3】

前記冷却機構は、  
 前記基部に対向して配置された輻射板と、  
 前記輻射板を冷却するペルチェ素子とを有することを特徴とする請求項1または2記載の光学部材。

【請求項4】

前記冷却機構は、冷媒が流れるための流路を有し、前記ペルチェ素子の排熱を回収する冷却ジャケットを更に有することを特徴とする請求項3記載の光学部材。

【請求項5】

前記冷却機構が前記第 1 の凹部において取得した熱を前記基部が吸収することを防止するための断熱部材を更に有することを特徴とする請求項 1 記載の光学部材。

【請求項 6】

前記基部は、非照射領域において前記第 1 の凹部とは異なる位置に設けられた第 2 の凹部を更に有する請求項 1 記載の光学部材。

【請求項 7】

前記第 2 の凹部は、前記被照射面の非照射領域に対向して形成されることを特徴とする請求項 6 記載の光学部材。

【請求項 8】

前記被照射領域と前記第 1 の凹部との間隔はほぼ一定であることを特徴とする請求項 1 記載の光学部材。

10

【請求項 9】

前記冷却装置は、前記被照射面の温度分布に基づいて、温度が高い部分に対応する位置の冷却力を温度が低い部分に対応する位置の冷却力よりも高くすることを特徴とする請求項 1 記載の光学部材。

【請求項 10】

前記被照射面は、前記光を反射する反射面であることを特徴とする請求項 1 記載の光学部材。

【請求項 11】

前記基部の温度を検出する検出部と、  
前記検出部の検出する前記基部の温度が所定の値となるように、前記冷却機構を制御する制御部とを更に有することを特徴とする請求項 1 記載の光学部材。

20

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のうちいずれか一項記載の光学部材を有する光学系を有し、マスク又はレチクルに形成されたパターンを被処理体に露光することを特徴とする露光装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載の露光装置を用いて被露光体を露光するステップと、  
露光された前記被処理体を現像するステップとを有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】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には、冷却装置に係り、特に、半導体ウエハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（LCD）用のガラス基板などの被処理体を露光する露光装置に用いられる光学素子を冷却する冷却装置に関わる。本発明は、例えば、露光光源として紫外線や極端紫外光（EUV: Extreme Ultraviolet）光を利用する露光装置に用いられる光学素子を冷却する冷却装置に好適である。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体素子の製造のためのリソグラフィ工程において実用最小線幅（デバイスルール）50nm以下の回路パターンを基板（ウエハ等）に転写するための次世代の露光装置として、波長5～20nm、例えば、波長13nm、11nm等のEUV光を露光光として用いるEUV露光装置の開発が進んでいる。

40

【0003】

EUV光は従来の水銀ランプやエキシマレーザによる紫外線と比べて、波長が一桁以上も短く、それに伴う光学的な要求も厳しくなっている。更に、EUV光はその波長の特性上、既存の硝材、例えば、石英や蛍石など、を透過することができないため、従来の透過/屈折光学系を用いることができず、マスクを含む全てのEUVリソグラフィ光学系は反射ミラーを使用する。また、反射ミラーに形成される膜はモリブデン(Mo)/ケイ素(Si)からなる多層膜をコーティングしたものが主流であるが、この多層膜の特性は入射光線の

50

角度によって反射率が異なり、おおよそ70%前後である。従って、入射光線のうち、反射されない部分はミラーに吸収されて熱源となり、ミラー面を熱変形させるという問題が発生する。そのため、ミラーの材料は温度変化によってミラー形状の変化を小さくするために線膨張係数の小さな材料を使用している。しかしながら、EUV露光装置は0.1μm以下の回路パターンの露光に使用されるため、線幅精度が非常に厳しく、ミラー面は0.1nm程度以下の変形しか許容されない。従って、ミラーの線膨張係数が10ppbの場合でも、温度上昇に伴ってミラー面は変形し、例えば、ミラーの厚さが50mmの場合は、0.2の温度上昇によりミラーの面形状が0.1nm変化する。かかる問題を解決するため、特許文献1はペルチェ素子・ヒートパイプ等を直接ミラーに接触させ、伝熱によりミラーを冷却する方法を提案している。

10

【特許文献1】

特開平11-243052

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1はペルチェ素子・ヒートパイプ等がミラーに直接接触しているため、これらに設けられた冷却ジャケットに流入する液体等の振動により、ミラー面を変形させるおそれがある。また、ヒートパイプがミラー面に直接接触している部分に応力が発生し、面変形を発生させてしまうという問題もある。上述のように、ミラー面の変形は、結像性能を劣化させ、所望の線幅を得られないという問題を招くので好ましくない。

【0005】

20

そこで、本発明は、光学部材の変形を防止又は低減して所望の光学性能をもたらす冷却装置及び方法、当該冷却装置を有する露光装置を提供することを例示的な目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の一側面としての光学部材は、光が照射される被照射面を持ち、その裏面に第1の凹部が形成された基部と、前記第1の凹部に配置され、輻射を利用して前記基部を非接触で冷却する冷却機構を有し、前記第1の凹部は前記被照射面の被照射領域に対向して配置され、前記基部の厚さは前記被照射面の温度分布に基づいて、温度が高い部分は温度が低い部分よりも薄くなるように形成されることを特徴とする。

【0007】

30

【発明の実施の形態】

以下、図1及び図2を参照して、本発明による第1の実施形態の冷却装置200とそれを有する光学部材100について説明する。ここで、図1(a)は、光学部材100の概略断面図であり、図1(b)は、冷却装置200の冷却ジャケット230の概略断面図である。光学部材100は、本実施形態では、ミラーとして機能する基部110と、基部110を輻射により非接触に冷却する冷却装置200とを有する。本実施形態では、光学部材100は、真空又は減圧環境下に配置されるが、本発明は、光学部材100が配置される環境を限定するものではない。

【0008】

基部110は、表面としての被照射面112と、それに対向する裏面120とを有する。被照射面112は被照射領域114と非照射領域116とを有し、被照射領域114には、光束Lが入射する。被照射領域114に対応する裏面120には凹部130が形成されている。凹部130に冷却装置200が配置される。ミラーとして機能する基部110は、ミラーの熱膨張による影響を低減するために低熱膨張材、具体的には、SHOTT社のZERODURやCORNING社のULEを使用している。

40

【0009】

冷却装置200は、保持部材202と、支持板204と、輻射板210と、ペルチェ素子220と、冷却ジャケット230と、配管240と、支持板250とを有する。冷却装置200は、輻射により基部110を冷却すればよく、本発明は、ペルチェ素子220や冷却ジャケット230などの構造に限定されるものではない。

50

## 【 0 0 1 0 】

保持部材 2 0 2 は基部 1 1 0 を保持する。支持板 2 0 4 は保持部材 2 0 2 に接続して、ミラーの全体重量を支持する。輻射板 2 1 0 は、熱伝導率が良く輻射率が高い材料、例えば、セラミック材や金属材料から構成され、その表面には輻射率を高めるために表面状態は粗くし、表面に処理を施すなどを行っている。輻射板 2 0 4 が対向する凹部 1 3 0 の底面は輻射板と同様に輻射の効果を上げる処理が施されている。

## 【 0 0 1 1 】

ペルチェ素子 2 2 0 は、輻射板 2 1 0 を冷却する。ペルチェ素子 2 2 0 は輻射板 2 1 0 の表面にメタライズ処理を行い、融着されている。冷却ジャケット 2 3 0 は、発熱したペルチェ素子 2 2 0 を冷却させる熱交換器として機能する。図 1 b は冷却ジャケット 2 3 0 の内部の構造を示す。同図に示すように、冷却ジャケット 2 3 0 の内部には、流体の脈動を伝達させないような流路 2 3 2、例えば、渦が発生しないような流路 2 3 2、が設けられている。ペルチェ素子 2 2 0 は冷却ジャケット 2 3 0 に対しても輻射板 2 1 0 に対しても同様な処理を施し融着されている。

10

## 【 0 0 1 2 】

配管 2 4 0 は、冷却ジャケット 2 3 0 を冷却するための配管であり、冷却ジャケット 2 3 0 の流路 2 3 2 に接続されている。配管 2 4 0 に供給される流体は熱交換に適した水その他の冷媒である。配管 2 4 0 の表面には配管 2 4 0 からの輻射を防止するため断熱材が巻きつけられている。

## 【 0 0 1 3 】

支持板 2 5 0 は、輻射板 2 1 0、ペルチェ素子 2 2 0、冷却ジャケット 2 3 0、配管 2 4 0 からなる冷却構造を支持する。支持板 2 5 0 と支持板 2 0 4 は不図示の鏡筒等の構造体に支持されるが、各々は別の構造体に支持されている。

20

## 【 0 0 1 4 】

図 2 は、光学部材 1 0 0 の透過平面図である。同図において、斜線が書かれている部分は輻射板 2 1 0 と被照射領域 1 1 4 を示している。輻射板 2 1 0 は被照射領域 1 1 4 の大きさ以上であれば輻射の効果を得ることができる。

## 【 0 0 1 5 】

基部 1 1 0 の被照射面 1 1 2 に光束 L、例えば、露光光が入射すると、被照射面 1 1 2 はその光のエネルギー量に伴って発熱する。その熱源は基部 1 1 0 内部を伝導して凹部 1 3 0 の底面に伝わる。輻射板 2 1 0 はペルチェ素子 2 2 0 で予め計算しておいた入射エネルギー量に相当する熱量を吸収できるよう冷却しておく。

30

## 【 0 0 1 6 】

ここで、ペルチェ素子 2 2 0 の裏面側はその素子の特性により発熱する。そのため、冷却ジャケット 2 3 0 は配管 2 4 0 から水等を流すことにより、ペルチェ素子 2 2 0 の発熱分を吸収可能な構造としている。この時、ペルチェ素子 2 2 0 の発熱量は輻射板 2 1 0 を冷却する際に発生する量であり、予め計算可能である。これにより、基部 1 1 0 の凹部 1 3 0 を冷却することが可能となり、被照射面 1 1 2 の熱変形を抑制することが可能となる。

## 【 0 0 1 7 】

上記説明したようにミラー基部 1 1 0 の裏面 1 2 0 を繰り抜き、凹部 1 3 0 を設け、その内部に冷却装置 2 0 0 を配置することにより、熱伝導率が低い材料を基部 1 1 0 に用いても被照射面 1 1 2 と凹部 1 3 0 の底面の間隔が狭くなるので冷却効率を上げることが可能となる。

40

## 【 0 0 1 8 】

また、冷却装置 1 0 0 が基部 1 1 0 の内部に配置されているので、基部 1 1 0 以外のものを冷却することが無い。例えば、従来の冷却装置であれば輻射によってミラーの保持部材を冷却してしまい、保持部材を熱変形させてしまうこともあったが、本実施形態ではそのような問題は生じない。

## 【 0 0 1 9 】

以下、図 3 を参照して、本発明による第 2 の実施形態の光学部材 1 0 0 A について説明す

50

る。ここで、図3は、光学部材100Aの概略断面図である。本実施形態の光学部材100Aは冷却装置200Aを有し、冷却装置200Aは、輻射板210や冷却ジャケット230から放射される熱をミラーの凹部の底面以外に伝達させないためのカバーを有する。図3において、260は断熱カバーであり、輻射板210の下面から放射される熱及び冷却ジャケット230から放射される熱を遮断する。262はボルトであり、断熱カバー260を支持板250に固定する。輻射板210からの輻射熱は基部110の凹部130の底面に対して行われるので、その面に対してのみ冷却することが可能となり、凹部130の壁面の変形が原因となる被照射面112の変形を防止することができる。

#### 【0020】

以下、図4及び図5を参照して、本発明による第3の実施形態の光学部材100Aについて説明する。ここで、図4は、光学部材100Aの概略断面図であり、図5は、光学部材100Aの基部110Aの部分透過平面図である。本実施形態の光学部材100Aは基部110Aと冷却装置200Aとを有する。

10

#### 【0021】

基部110Aは、凹部130に加えて、凹部140を有する点で基部110と相違し、図4及び図5においてハッチングされている。凹部140は、被照射領域114を囲むように非照射領域116に対向する裏面120に設けられており、基部110Aの軽量化に寄与している。凹部140の形状及び深さは基部110A全体の剛性を考慮して形成される必要があり、例えば、円形やいわゆるエッグクレート状など他の形状を有してもよい。本実施形態では、図5に示すように、複数の凹部140の形状は異なっているが、同一でもよいし、その個数も限定されない。

20

#### 【0022】

以下、図6を参照して、本発明による第4の実施形態の光学部材100Bについて説明する。ここで、図6は、光学部材100Bの概略断面図である。本実施形態の光学部材100Bは基部110Bと冷却装置200Bとを有する。

#### 【0023】

基部110Bは、被照射面112Aが凸形状である点で基部110Aと相違する。図6において太線で示す凹部130Aを形成する裏面120Aの形状は被照射面112Aと凹部130Aの間隔がほぼ等しくなるように加工してある。

#### 【0024】

また、冷却装置200Bは、輻射板210Aが凹部130Aの形状にならって凸形状に又は近似的に斜めに形成されている。これに合わせて、ペルチェ素子220A及び冷却ジャケット230Aの形状も凸形状に又は近似的に斜めに形成されている。このため、基部110Bの凹部130Aにおける温度分布がほぼ一様であれば、被照射面112Aに伝導する分布も一様になる。なお、本実施形態の輻射板210Aは縞り抜き部の形状に平行としているが、より厳密には双方の間で輻射形態係数(ある物体から出たエネルギーが別の物体へ到達する割合)を計算し、最も高くなるように配置することが好ましい。また、図6は被照射面112が凸形状を有する例を示しているが、被照射面112が凹形状を有していてもよい。

30

#### 【0025】

以下、図7及び図8を参照して、本発明による第5の実施形態の光学部材100Cについて説明する。ここで、図7は、光学部材100Cの基部110Cの部分透過平面図であり、被照射面112における温度分布を示している。図8は、光学部材100Cの概略断面図である。本実施形態の光学部材100Cは基部110Cと冷却装置200Aとを有する。

40

#### 【0026】

基部110Cは、被照射面112の温度分布に従って凹部130Aの形状を変更している点で基部110Aと相違する。図7に示すように、被照射領域114には、図7に示すような温度分布A乃至Dが発生する。ここで、温度A乃至Dには $D > C > B > A$ の関係が成立するものとする。凹部130Aは、かかる温度分布の影響を除去できるように、基部

50

110C内で断面的に階段状に形成されている。基部110Cは、温度が高くなる場所は肉厚を薄く、温度が低くなる場所は厚くしてある。温度分布に基づき深さは、入射光によって生じる温度分布が被照射面112で生じないように予め計算しておくことにより可能となる。なお、ここでは凹部13の形状を階段状にしたが、一般に温度分布は勾配を有しているので滑らかな面で凹部130Aが形成されてもよい。この結果、本実施形態の光学部材100Cの被照射領域114に温度勾配が形成されることを防止することができる。

#### 【0027】

なお、温度分布によって冷却能力を変化すればよいので、凹部130の形状を凹部130Aのように変更するほか、輻射板210の形状を変更したり（例えば、温度が高いところ（中央部）をより基部110に近づけるなど）、冷却能力を変更したり（例えば、ペルチェ素子220による冷却を中央部で高めるなど）してもよい。

10

#### 【0028】

以下、図9及び図10を参照して、本発明による第6の実施形態の光学部材100Dについて説明する。ここで、図9は、光学部材100Dの概略断面図である。本実施形態の光学部材100Cは基部110Aと冷却装置200Cとを有する。冷却装置200Cは、温度検出器276を有する点で冷却装置200Aと相違する。温度検出器276は、基部110Aの被照射領域114の裏面120に取り付けられており、基部110Aの（被照射領域114の）温度を検出している。これにより、被照射面112の温度を予測することが可能となる。必要があれば、図7に示す温度分布を測定するために、複数の温度検出器276が設けられてもよい。

20

#### 【0029】

以下、図10を参照して、温度検出器276を使用した温度制御システムについて説明する。ここで、図10(a)は、温度制御システム（の制御系）270を示すブロック図である。図10(b)は、温度制御方法を示すフローチャートである。

#### 【0030】

温度制御システム270は、制御部272と、メモリ274と、温度検出部276とを有する。制御部272は、CPU、MPUなど名称のいかんを問わず、基部110Aを温度制御する機能を有する。メモリ274は、RAM、ROM、ハードディスクなどから構成され、図10(b)に示す温度制御方法、それに使用される値（初期温度、設定温度などを格納する。温度検出器276は、上述のように、基部110の温度を検出し、各種の温度センサから構成可能である。温度検出器276の位置は設計上、制御上の要請から適宜変更可能であり、上述のように、その個数はミラー形状に合わせて変更可能である。温度検出器276は基部110Aの被照射面112に更に配置されてもよく、裏面120の温度検出器276による計測を補間しながら制御されてもよい。更に、温度検出器276は、輻射板210の上面に配置されてもよい。もちろん、基部110Aは、他の基部110、110B、110Cなどに変更されてもよい。

30

#### 【0031】

以下、図10(b)を参照して温度制御方法について説明する。まず、入射光Lがない状態での基部110Aの温度を温度検出器276で計測し、設計温度をメモリ274に格納しておく（ステップ1002）。次に、光、例えば、露光光Lの照射を開始する（ステップ1004）。また、光照射と同時に基部110Aの温度を温度検出器276で計測する（ステップ1006）。

40

#### 【0032】

制御部272は、温度検出器276の計測温度と基部110Aに対して予めメモリ274に格納しておいた設計温度とを比較する（ステップ1008）。両者を比較して温度検出器276が計測した温度が高ければ、ペルチェ素子220を動作させ、輻射板210を冷却する。温度検出器276では、ペルチェ素子220によって冷却される温度を随時モニタし、その値を制御部272へ転送し、ペルチェ素子220の動作を制御する。反対に温度が低いようであれば、制御部272はペルチェ素子220の動作を停止する。以上の動

50

作において、冷却ジャケット 230 には、配管 240 から、ペルチェ素子 220 の発熱分を吸収可能な流量の水等の液体を流しておく。

【0033】

入射露光光 L に伴う温度上昇を温度検出器 276 で常にモニタすることが可能となるので、リアルタイムで被照射面 112 上での温度変形を防止することが可能となる。

【0034】

以下、図 11 を参照して、本発明の一実施形態の露光装置 300 について説明する。ここで、図 11 は、露光装置 300 の単純化された光路を示す図である。露光装置 300 は、露光用の照明系として EUV 光（例えば、波長 13.4 nm）を用いて、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でマスク 340 に形成された回路パターンを被処理体に露光する投影露光装置である。

10

【0035】

露光装置 300 は、サブミクロン以下のリソグラフィ工程に最適であり、以下、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置を例に説明する。このステップ・アンド・スキャン方式とは、マスクに対してウエハを連続的に走査してマスクパターンをウエハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウエハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。

図 11 において、302 は真空チャンバである。EUV 光は大気に残存する残留ガス（例えば炭化水素等）と反応してコンタミを発生させ、ミラー面の反射率を低下させるという現象があるため、光学系が収まる中は減圧又は真空雰囲気（ $1 \times 10^{-6}$  [Pa] 程度）となっている。310 は光源であり、例えば、レーザプラズマ光源が用いられる。これは、真空容器中のターゲット材に高強度のパルスレーザ光を照射し、高温のプラズマを発生させ、照射される波長 13 nm 程度の EUV 光を利用するものである。

20

【0036】

320 は照明光学系であり、光源 310 から射出された EUV 光を後述するマスク 340 に均一照射するための光学系であり、図 11 では記していないが数枚のミラー及び照明領域を円弧状に限定するためのアパーチャが設けられている。本実施形態の冷却装置を有する光学部材は照明光学系 320 に適用することができる。本実施形態の光学部材を使用することにより、照明光学系 320 は、ミラー面の面変形を抑制することができ、優れた結像性能を発揮することができる。

30

【0037】

330 は投影光学系である。投影光学系 330 は複数の反射ミラーを用いてマスク 340 面上のパターンを像面であるウエハ 360 面上に縮小投影する。投影光学系 330 におけるミラー枚数は 4 枚乃至 6 枚で構成する。本図において、ミラー面の裏面には冷却構造 250 が設けられている。上述のように、冷却構造 250 は支持板 204 に支持されており、冷却構造 250 で発生する振動はミラー面に伝達しないようになっている。また、ミラーの照射面に対向する裏面を繰り抜いているので、ミラー内の熱伝導時間を低減させることができ、冷却効果を上げることが可能となる。

【0038】

340 はマスクである。マスク 340 は反射型マスクで、マスク面上には転写されるべき回路パターンが形成されている。マスク 340 は後述するマスクステージ 350 に支持されている。マスク 340 は後述するウエハ 360 と光学的に共役の関係に配置されている。

40

【0039】

350 はマスクステージであり、マスク 340 を支持している。マスクステージ 350 は不図示の移動機構に接続されており、移動機構の例としてはリニアモータなどである。リニアモータによりマスク 340 及びウエハ 360 を同期した状態で走査させる。また、マスクステージ 350 は不図示のアライメント検出機構により適正な位置に駆動することが可能である。ここで、アライメント検出機構はマスク 340 の位置と投影光学系 330 の光軸との位置関係、及び、ウエハ 360 の位置と投影光学系 330 の光軸との位置関係を

50

計測し、マスク340の投影像がウエハ360の所定の位置に一致するようにマスクステージ350と後述するウエハステージ370の位置と角度を設定する。

【0040】

360は被露光体であるが、本実施形態ではウエハである。被露光体360は液晶基板その他の被処理体を広く含む。被露光体にはフォトレジストが塗布されている。フォトレジスト塗布工程は、前処理と、密着性向上剤塗布工程と、フォトレジスト塗布処理と、プリベーク処理とを含む。前処理は、洗浄、乾燥などを含む。密着性向上剤塗布処理は、フォトレジストと下地との密着性を高めるための表面改質（即ち、界面活性剤塗布による疎水性化）処理であり、HMDS（Hexamethyl-disilazane）などの有機膜をコート又は蒸気処理する。プリベークは、ベーキング（焼成）工程であるが現像後のそれよりもソフトであり、溶剤を除去する。

10

【0041】

370はウエハステージであり、ウエハ360は不図示のウエハチャックによって支持されている。ウエハステージ370は、例えば、リニアモータによって、走査方向（以下X方向）、走査方向と直交する方向（以下Y方向）、被露光体360の有する面の法線方向（以下Z方向）に被露光体360を移動する。被露光体360は前記したように、マスク340と同期して移動する。ここで、ウエハステージ370は不図示のフォーカス検出機構により動作する。フォーカス検出機構は被露光体360面でZ方向のフォーカス位置を計測し、ウエハステージ370の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時被露光体360面を投影光学系330による結像位置を保つ。

20

【0042】

以上、本冷却構造を露光装置に適應した例を示した。本発明の冷却構造はEUV光に限定することなく、他のエキシマレーザ光にも適應することが可能である。また、マスクやウエハなどにも適應することが可能である。

【0043】

本実施形態の光学部材100によれば、被照射面112に対向する裏面120を繰り抜くことにより、被照射面112と裏面120間の距離が短くなり、また、光学部材100に接触することなく冷却することが可能となるので、光学部材100の熱膨張を低減させて所望の光学性能を実現させることが可能となる。

【0044】

また、本実施形態においては、主に冷却について述べてきたが、本実施形態は冷却に限らず、光学部材を温度調節することに適用しても構わない。

30

【0045】

次に、図12及び図13を参照して、上述の露光装置300を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。図12は、デバイス（ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1（回路設計）ではデバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3（ウエハ製造）ではシリコンなど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、マスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成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）等の工程を含む。ステップ6（検査）では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

40

【0046】

図13は、ステップ4のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウエハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウエハ上に電極を蒸着などによって形

50



成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置1によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0063】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光学部材の変形を防止又は低減して所望の光学性能をもたらす冷却装置及び当該冷却装置を有する露光装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1(a)は、本発明による第1の実施形態の光学部材の概略断面図であり、図1(b)は、図1(a)に示す冷却装置の冷却ジャケットの概略断面図である。

【図2】 図1(a)に示す光学部材の透過平面図である。

【図3】 本発明による第2の実施形態の光学部材の概略断面図である。

【図4】 本発明による第3の実施形態の光学部材の概略断面図である。

【図5】 図4に示す光学部材の基部の部分透過平面図である。

【図6】 本発明による第4の実施形態の光学部材の概略断面図である。

【図7】 本発明による第5の実施形態の光学部材の基部の部分透過平面図であり、被照射面における温度分布を示している。

20

【図8】 図7に示す光学部材の概略断面図である。

【図9】 本発明による第6の実施形態の光学部材の概略断面図である。

【図10】 図9に示す光学部材に適用可能な、温度制御システムのブロック図と温度制御方法を示すフローチャートである。

【図11】 本発明の一実施形態の露光装置の単純化された光路図である。

【図12】 図11に示す露光装置のデバイス製造方法を説明するためのフォローチャートである。

【図13】 図12に示すステップ4の詳細なフローチャートである。

【符号の説明】

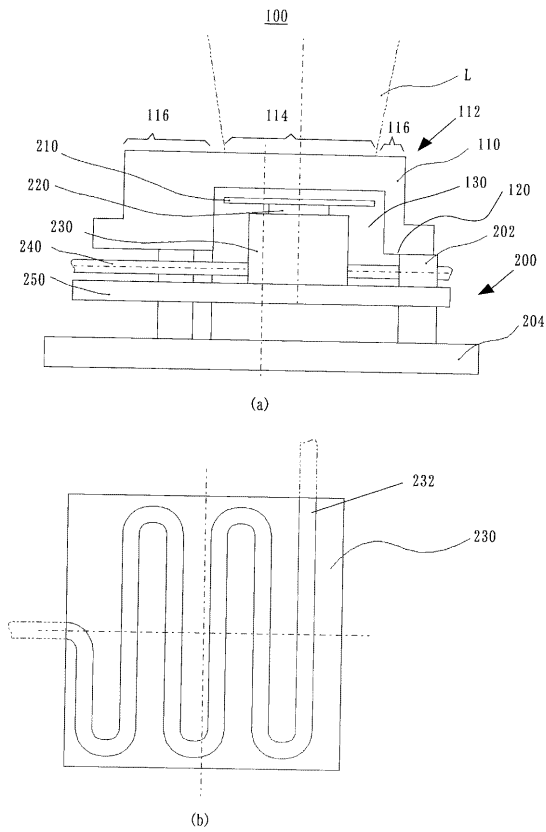
30

100、100A-D	光学部材
110、110A-C	基部（ミラー）
112	被照射面
114	被照射領域
116	非照射領域
120	裏面
130、130A	凹部
140	凹部
200、200A-C	冷却装置
210、210A	輻射板
220、220A	ペルチェ素子
230、230A	冷却ジャケット
250	冷却構造
260	断熱カバー
272	制御部
276	温度検出器
300	露光装置
320	照明光学系
330	投影光学系
340	マスク

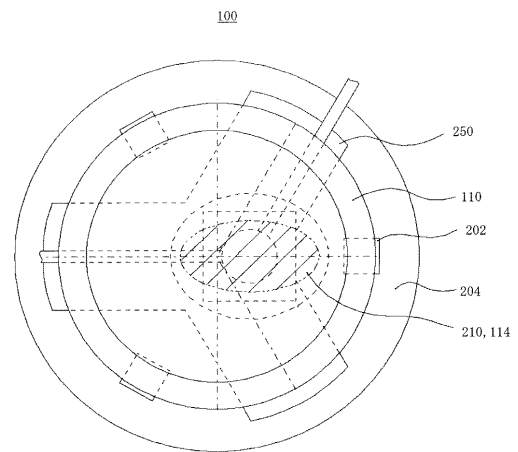
40

50

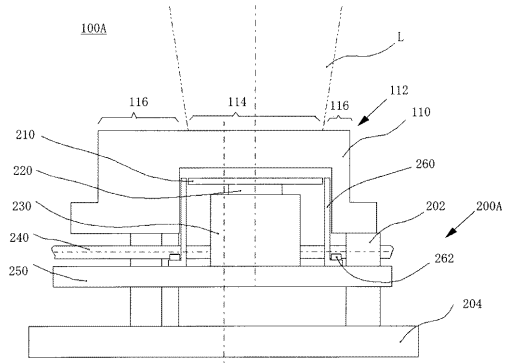
【図 1】



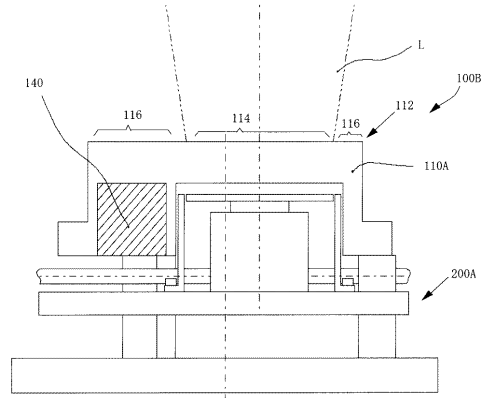
【図 2】



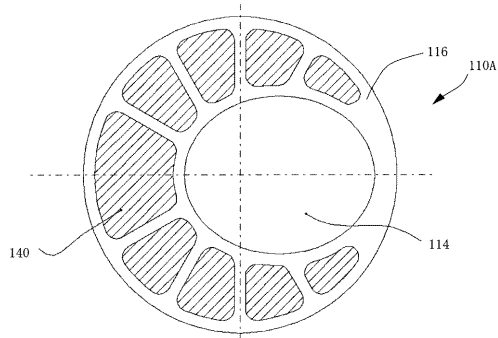
【図3】



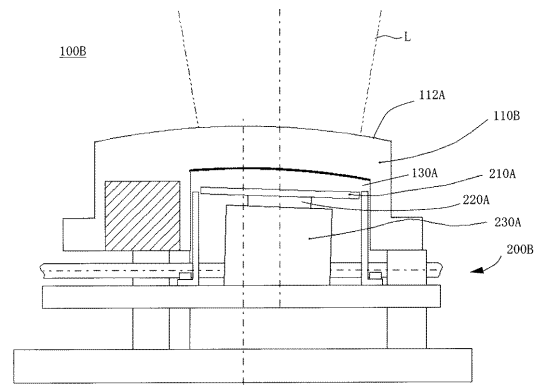
【図4】



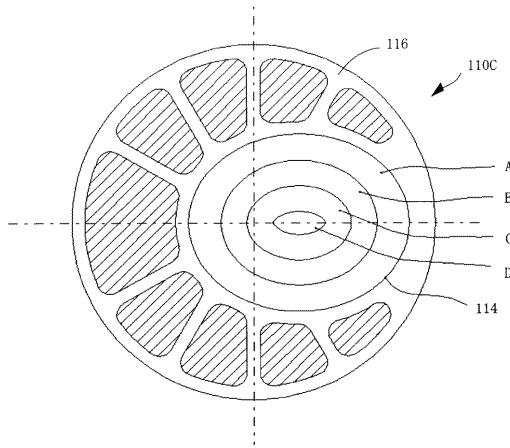
【図5】



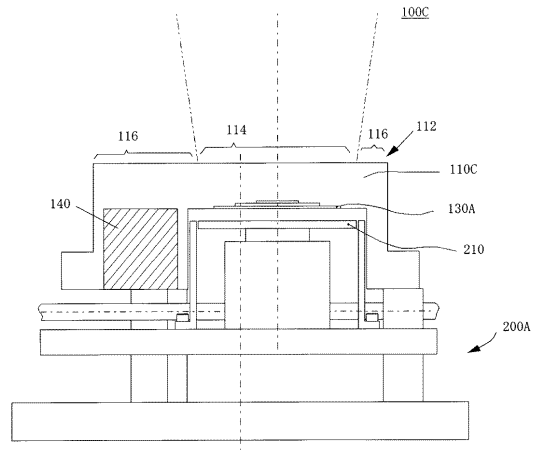
【図6】



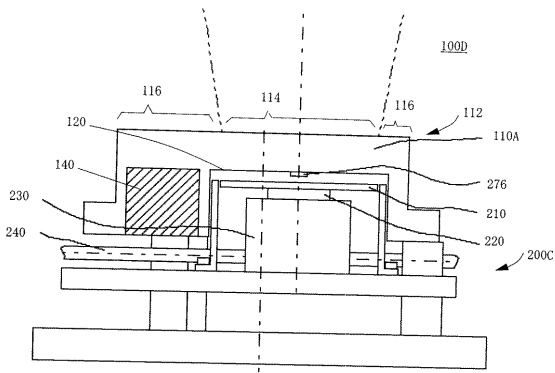
【図7】



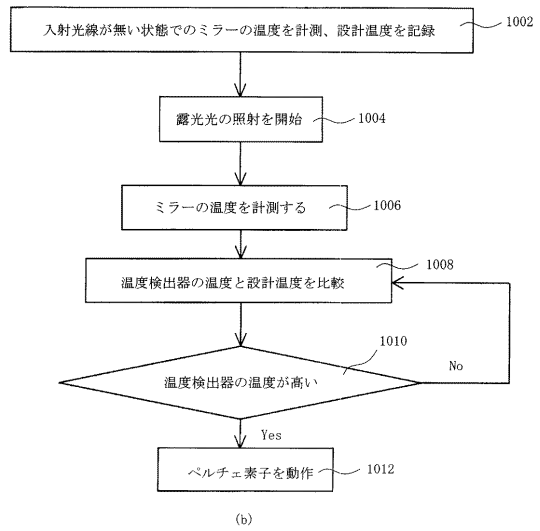
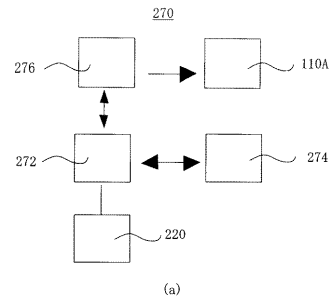
【図8】



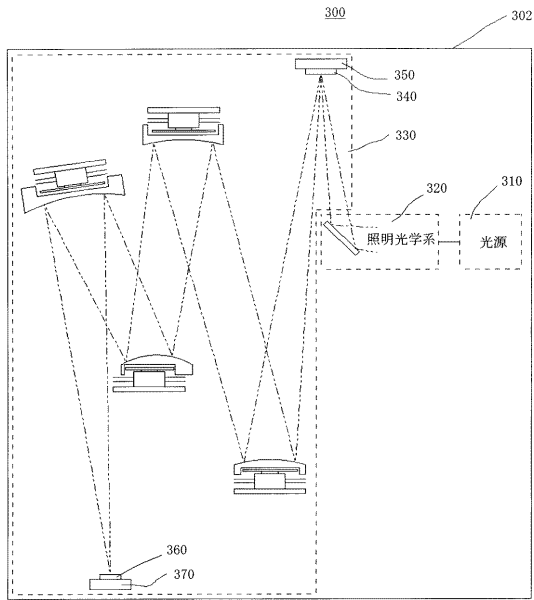
【図9】



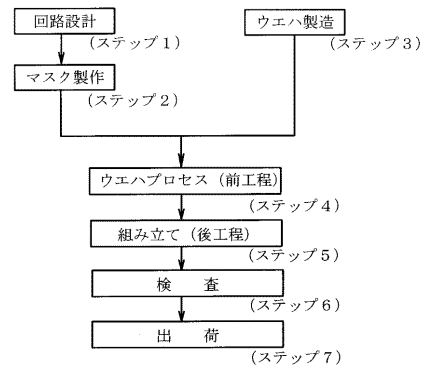
【図10】



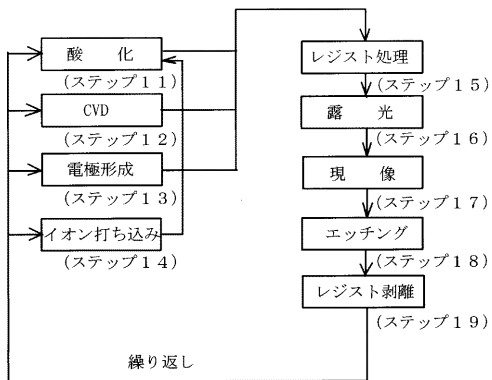
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-039851(JP,A)  
特開2001-013297(JP,A)  
特開平02-185016(JP,A)  
特開2004-029314(JP,A)  
特開2004-152833(JP,A)  
特開2003-068626(JP,A)  
特開平09-092613(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20