

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4597565号
(P4597565)

(45) 発行日 平成22年12月15日 (2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日 (2010.10.1)

(51) Int.Cl. F 1
C 2 3 C 14/34 (2006.01) C 2 3 C 14/34 S

請求項の数 11 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-134234 (P2004-134234)	(73) 特許権者	502142323
(22) 出願日	平成16年4月28日 (2004.4.28)		コミサリア、ア、レネルジ、アトミック、エ
(65) 公開番号	特開2004-332115 (P2004-332115A)		、オ、エネルギー、アルテルナティブ
(43) 公開日	平成16年11月25日 (2004.11.25)		COMMISSARIAT A L' EN
審査請求日	平成19年3月2日 (2007.3.2)		ERGIE ATOMIQUE ET A
(31) 優先権主張番号	0305169		UX ENERGIES ALTERNA
(32) 優先日	平成15年4月28日 (2003.4.28)		TIVES
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		フランス国 75015 パリ、パティモ
			ン “ル ボナン デ”, リュ ルブラン
			, 25
		(74) 代理人	100075812
			弁理士 吉武 賢次
		(74) 代理人	100088889
			弁理士 橋谷 英俊
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 超小型構成部品の表面への汚染粒子付着を防止する方法、超小型構成部品保管装置及び薄層堆積装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバ（3、15）内に置いた超小型構成部品（16）の自由表面に、少なくとも1つの汚染粒子源（5、11、13）からの第1有極粒子（7、17）が付着するのを防止する方法において、少なくともその一部が上記第1粒子（7、17）とは逆の極性を有する第2粒子のビーム（8、19）を前記汚染粒子源（5、11、13）と前記超小型構成部品（16）との間においてスパッタして前記第1粒子（7、17）を前記超小型構成部品（16）から粒子コレクタ（10、20）へと移動させることを備え、

前記第2粒子のビーム（8、19）として、陽イオンと中性化電子とからなるプラズマを用い、前記陽イオンと前記中性化電子との割合は、前記プラズマが全体として中性となるような割合となっている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

上記プラズマをネオン、ヘリウム、水素、アルゴンまたはキセノンの各ガスあるいはそれらの混合で形成する、上記請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

プラズマ発生用電圧を50V乃至200Vの範囲内とした、上記請求項1または2に記載の方法。

【請求項 4】

上記超小型構成部品が、少なくとも1つの薄層をその上に形成される基板（2）を含ん

10

20

でおり、また上記第1粒子(7)を、上記薄層を成すスパッタ物質の流れ(6)によって移動させ、前記第2粒子のビーム(8)を超小型構成部品の上流で上記スパッタ物質の流れ(6)を通過させる、上記請求項1乃至3のいずれか1つに記載の方法。

【請求項5】

上記スパッタ物質の流れ(6)を、スパッタリング・プラズマ(13)をターゲット(11)に衝突させることによって形成する、上記請求項4に記載の方法。

【請求項6】

上記第2粒子のビーム(8)を、上記スパッタリング・プラズマ(13)と前記スパッタ物質の流れ(6)とを同時通過させる、上記請求項5に記載の方法。

【請求項7】

上記薄層をイオン・ビーム・スパッタリングによって形成する、上記請求項5または6に記載の方法。

【請求項8】

上記薄層を陰極スパッタによって形成する、上記請求項5または6に記載の方法。

【請求項9】

上記薄層をジュール効果熱蒸着によって形成する、上記請求項4に記載の方法。

【請求項10】

少なくとも1つの超小型構成部品(16)をその中に置く真空チャンバを含む超小型構成部品保管装置において、超小型構成部品と平行にかつその近傍において第2粒子のビーム(19)を放射する粒子源(18)を有することを特徴とする、上記請求項1乃至3のいずれか1つに記載の方法を実施する保管装置。

【請求項11】

少なくとも1つの基板(2)を含む超小型構成部品をその中に置く真空チャンバ(3)と、上記超小型構成部品の表面上に少なくとも1つの薄層を形成する物質の流れ(6)をスパッタする手段とから構成される薄層形成装置において、上記薄層形成物質の流れ(6)に含まれる第1粒子(7)を小型構成部品から移動させるように上記薄層形成物質の流れ(6)の方向に第2粒子の流れ(8)を放射する粒子源(9)を含むことを特徴とする、上記請求項4乃至9のいずれか1つに記載の方法を実施する薄層堆積装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空チャンバ内に置いた超小型構成部品(以下、「マイクロコンポーネント」という)の自由表面への、少なくとも1つの汚染粒子ソースからの第1有極粒子の付着を防止する方法に係る。

【0002】

また本発明は上記の方法を実施する保管装置であって、少なくとも1つのマイクロコンポーネントをその中に置く真空チャンバで構成した保管装置にも係る。

【0003】

さらに本発明は上記の方法を実施する薄層形成装置であって、少なくとも1つの基板がその中に置いた真空チャンバと、マイクロコンポーネントの表面に少なくとも1つの薄膜を形成する物質の流れをスパッタする手段とで構成した薄層形成装置にも係る。

【背景技術】

【0004】

特に光学分野または機械分野において使用する薄層についてはその欠陥(きず)個数が少なくしかもそれら欠陥の許容サイズも極めて小さいことが要求される。実際、薄層に生じる欠陥はその薄層を使用劣化させる、あるいは機能させないことすらある。このため、耐摩耗性層、耐食性層あるいは潤滑層等の、機械的機能を有する薄層においては、欠陥は薄層の摩耗を惹起しかねない弱点となる。

【0005】

上記同様に、光学層に生じた欠陥は機能不良を来すおそれがある。反射層となる複数の

10

20

30

40

50

重層を順次形成した基板と、保護層と、さらに緩衝層と吸光層とから構成したリトグラフ・マスクであって、波長範囲を10nm乃至20nmとする超紫外線（EUV）中で使用するものを例として説明する。まず、緩衝層と吸光層にパターンをエッチング形成し、次いでそれらのパターンをシリコン・ウエハー上に描画し、このシリコン・ウエハーを絶縁して印刷回路を形成する。この場合にマスクの表面または反射層の第1層に欠陥があると投影パターン像が乱れてしまうおそれがある。こうした乱れによって、前記シリコンにおいて、条帯部（以下、「トラック」という）に切れ目が、あるいは印刷回路のレベルで回路パターンに欠陥が発生するおそれがある。

【0006】

さらには、欠陥のサイズもEUVリトグラフ・マスクに対して大きな影響を及ぼす。実際のEUVリトグラフ投光系の使用時光量低減係数（optical reduction factor）は4である。このため、限界寸法30nm乃至50nmの印刷回路を得るには、吸光層および緩衝層に形成するパターンのサイズは120nm乃至200nmの範囲内でなければならない。したがって、リトグラフ・マスクは直径50nm以上の欠陥を含んでいてはならない。

【0007】

薄層の欠陥の一部は、薄層形成中、例えば、真空蒸着中に、発生した汚染粒子、あるいはマイクロコンポーネントの保管の際に同マイクロコンポーネントの表面に付着した汚染粒子に因らない欠陥よりも発生頻度が高い。例えば、EUVリトグラフ・マスクの場合は、反射層の形成が極めて重要である。すなわち、一般にはモリブデンとシリコンとから、反射層を成す重層の薄層の形成すること、が極めて重要なプロセスである。一般に、反射層に要求される欠陥率は $0.003\text{個}/\text{cm}^2$ 以下（50nm径以上の欠陥で）である。しかしながら、反射層となる複数層の形成技法は欠陥発生を伴うことが知られている。EUVリトグラフ・マスクの反射層を形成するのにイオン・ビーム・スパッタリング（IBS）法が一般に使用されているが、この技法でも要求を満たすプロセスを保証できない。したがって、スパッタリング・ソース自体が150nm以下のサイズの汚染粒子を発生させるので、欠陥密度を要求レベルに低減するとともにその低減欠陥密度レベルを再現することは極めて困難である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、EUVリトグラフ・マスクの反射層を成す薄層を形成するために、IBS技法に改変を加えた技法が提案されている（“Extreme Ultraviolet Lithography-reflective Mask Technology”, C. C. Walton et al., Emerging Lithography Technologies IV, Proceedings of SPIE, vol. 3997, 2000, pages 496 - 507参照）。この技法においては、欠陥を低減させるとともに改良された成膜装置を提供すべく、スパッタリング・ターゲットであるモリブデンとシリコンに対し機械的研磨を行うとともにエッチングを施し、イオン銃およびチャンバの壁面に金属スクリーンを装着し、成膜装置に剛性線形系を嵌め込んでスパッタリング・ターゲットからの飛散粒子に対する捕獲面を形成する、等を行う。しかるに、従来のIBS技法のこうした改変によって、EUVリトグラフ・マスクに対する要求欠陥率を再現することができる。

【0009】

本発明の1つの目的は、真空チャンバ内に置いたマイクロコンポーネントの自由表面の汚染のおそれを、寄生粒子を付着させることによって効率的、簡単かつ再現可能に低減する方法を提供することにある。

【0010】

本発明の別の目的は、少なくとも1つのマイクロコンポーネントを保管する保管装置であって、そのマイクロコンポーネントの表面を汚染粒子の付着のおそれからを効率的かつ簡単に保護することのできる保管装置を提供することにある。

【0011】

本発明のまた別の目的は、汚染粒子の付着による薄層の汚染のおそれを効率的に制限す

10

20

30

40

50

ることのできる薄層形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明を適用した、真空チャンバ内に置いたマイクロコンポーネントの自由表面に、少なくとも1つの汚染粒子ソースからの第1有極粒子が付着するのを防止する方法は、少なくともその一部が上記第1粒子とは逆の極性を有する第2粒子のビームを汚染粒子ソースとマイクロコンポーネントとの間においてスパッタして第1粒子をマイクロコンポーネントから粒子コレクタへと移動させることを特徴とする。

【0013】

本発明の上記方法において、上記第2粒子のビームがプラズマである。

10

【0014】

また本発明の上記方法において、上記マイクロコンポーネントが、少なくとも1つの薄層をその上に形成する基板を含んでおり、また上記第1粒子を、上記薄層を形成するスパッタ物質の流れによって移動させ、第2粒子のビームをマイクロコンポーネントの上流で上記スパッタ物質の流れを通過させる。

【0015】

また本発明の上記方法において、上記スパッタ物質の流れをスパッタリング・プラズマによってターゲットに衝突させることによって形成する。

【0016】

また本発明を適用した、少なくとも1つのマイクロコンポーネントをその中に置く真空チャンバを含むマイクロコンポーネント保管装置は、マイクロコンポーネントと平行にかつその近傍において第2粒子のビームを放射する粒子ソースを有することを特徴とする。

20

【0017】

また本発明を適用した、少なくとも1つの基板を含むマイクロコンポーネントをその中に置く真空チャンバと、上記マイクロコンポーネントの表面に少なくとも1つの薄層を形成する物質の流れをスパッタリングする手段とから構成される薄層形成装置は、上記薄層形成物質の流れに含まれる第1粒子を小型構成部品から移動させるように上記薄層形成物質の流れ方向に第2粒子の流れを放射する粒子ソースを含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

30

本発明によれば、マイクロコンポーネントの自由表面に、汚染粒子ソースからの有極汚染粒子が付着するのを防止するために、上記汚染粒子とは逆の極性を少なくともその一部において有する粒子のビーム（「粒子の流れ」または「プラズマ」ともいう）をスパッタする。上記マイクロコンポーネントは真空チャンバ内に置かれている。粒子ビームを汚染粒子ソースとマイクロコンポーネントとの間でスパッタして、汚染粒子をマイクロコンポーネントから粒子コレクタへと移動させる。粒子ビームは好ましくはプラズマである。

【0019】

図1に示すように、上記方法を実施する装置1は基板2上に少なくとも1つの薄層を形成してマイクロコンポーネントを形成するようになっている。この装置1を構成するのは真空チャンバ3である。この真空チャンバ3はその内部に、基板2を保持する基板保持部材4と、基板2の自由表面に向かって軸線A1に沿って原子状または分子状の物質の流れ6をスパッタするスパッタリング・ソース5とが2つの対向壁面にそれぞれ配設されている。スパッタされた上記物質の流れ（以下、「スパッタ物質の流れ」という）6は基板2の自由表面に薄層を形成する。

40

【0020】

上記のスパッタリング・ソース5は実施する成膜プロセスに応じた種類のものでよい。つまり、陰極スパッタリング成膜の場合は陰極スパッタリング用陰極、イオン・ビーム・スパッタリング（IBS）の場合はスパッタリング・ターゲット、ジュール効果熱蒸着成膜の場合はジュール効果蒸着ソース、等々と様々な種類のソースを使用できる。また、電子ビームまたはレーザー・ビームを放射するソース、あるいは化学蒸着（CVD）用ソースも

50

スパッタリング・ソース5として使用できる。この薄層形成装置1を稼動すると、スパッタリング・ソース5が有極汚染粒子7を放射する。これら有極汚染粒子7は上記スパッタ物質の流れ6とともに移動させられまた基板2の自由表面を汚染するおそれがある。

【0021】

基板2の自由表面への上記汚染粒子7の付着を防止するために、イオン・ソース（イオン源）9からの粒子のビーム8を軸線A2に沿ってスパッタして基板よりも上流において上記スパッタ物質の流れ6を通過させる。軸線A2は前記軸線A1と直交している。イオン・ソース9からの粒子の少なくとも一部に汚染粒子7とは逆の極性を与えて、汚染粒子7を基板2から、軸線A2上に設けた粒子コレクタ10へ向かって移動させる。この、粒子コレクタ10への汚染粒子7の移動は図1において破線矢印で示す。薄層をなす上記スパッタ物質の流れ6は有極ではないので、粒子の流れ8によっては移動させられない。したがって、そのスパッタ物質の流れ6は粒子の流れ8を通過して基板の自由表面に付着して薄層を形成する。

10

【0022】

上記粒子コレクタは例えば収集板でよく、また粒子のビーム8は好ましくは、陽イオンと中性化電子とからなるプラズマである。一般的に、イオンと電子とはプラズマが全体として中性となるような割合となっている。しかしながら、このプラズマも局部的には中性ではない。このため、汚染粒子7はプラズマ通過時に、特に、プラズマ・イオンによって汚染粒子7に加えられる移動力によって捕集される。この移動力は衝撃力であって、イオンの運動量を汚染粒子へ移すものである。汚染粒子7は正負いずれかに帯電するので、プラズマと汚染粒子7との電氣的相互作用によっても汚染粒子7がより多く捕集される。プラズマを成す、イオン・ソース9からのガスまたは混合ガスは好ましくは、ネオン、ヘリウム、水素等の低比重ガスあるいは、アルゴンまたはキセノン等のその他の希ガスから選ぶ。こうすれば、発生させたプラズマは粒子コレクタ10のスパッタリング時に追加汚染を誘起することがない。同様に、かかる汚染を防止するには、イオン・ソースに印加するイオン抽出電圧、すなわち、プラズマ発生電圧、は好ましくは50V乃至200Vの範囲内とする。また、高エネルギー・プラズマを、陽極性の粒子コレクタ10とともに用いることによって入射イオンを速度低下させることもできる。

20

【0023】

基板2の上に第1薄層を形成する上記方法を用いて、薄層を連続形成することもできる。この場合、基板と既成薄層とからなるマイクロコンポーネントの自由表面から汚染粒子を粒子ビームで移動させる必要がある。ここで、マイクロコンポーネントの自由表面とは、第1薄層を基板2の上に形成する場合について言えばその基板2の表面であり、また基板2上にすでに形成した薄層についてはその自由表面である、ということになる。

30

【0024】

イオン・ビーム・スパッタリング（IBS）で薄層を形成する場合は、スパッタ物質の流れ6を、スパッタリング・プラズマ13（図2参照）をターゲット11に衝突させることによって形成する。スパッタ・ガン12が軸線A3に沿ってスパッタリング・プラズマ13をスパッタする。しかるに、このスパッタ・ガン12は有極汚染粒子7aを発生させ、それらの汚染粒子7aはスパッタリング・プラズマ13とともに移動させられる。スパッタリング・プラズマ13がターゲット11に衝撃を加え、このターゲット11が基板2に向かって軸線A1に沿って原子状または分子状のスパッタ物質の流れ6を放射する。またターゲット11は有極汚染粒子7bも発生する。これら有極汚染粒子7bはスパッタ物質の流れ6の中で汚染粒子7aとともに、イオン・ソース9から出されてスパッタ物質の流れ6を通過したプラズマ8にそれらが出会うまで移動させられる。

40

【0025】

遮蔽となるプラズマ8は汚染粒子を粒子コレクタ10へと移動させるとともにスパッタ物質の流れを通過させる。図2に示すように、スパッタリング・プラズマ13の軸線A3はプラズマ8の軸線A2と平行になっており、またそれら軸線A1、A3は鋭角をなしている。汚染粒子7a、7bの移動は図2において破線矢印で示す。この実施例は、使用波長が13.7nmである

50

EUVリソグラフ・マスクの反射層を形成するモリブデンとシリコンの薄層を形成するのに特に適している。

【0026】

図3は本発明の薄層形成装置の第2実施例の変形例を示しており、この例においては、遮蔽となるプラズマ8を形成するイオン・ソース9は、上記遮蔽プラズマ8がスパッタリング・プラズマ13とスパッタ物質の流れ6とを同時に通過するように配置されている。この場合、スパッタ・ガン12とターゲット11とからそれぞれ来る汚染粒子7a、7bは図2に破線で示す矢印の方向に遮蔽プラズマ8によってそれぞれ移動させられる。この遮蔽プラズマ8はターゲット11の表面近傍でスパッタ物質の流れ6を通過するので、形成された汚染粒子7bが直ちに、スパッタリング・プラズマ13から離れて設けられている粒子コレクタ10へ向かって移動させられる。この変形例においては、粒子コレクタ10は基板2から離して設けられており、このことは粒子コレクタ10のスパッタリングによる汚染のおそれを遮蔽プラズマ8が低減するという利点がある。しかしながら、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

10

【0027】

図2に示す第2実施例および図3に示すその第2実施例の変形例においては、薄層をIBS技法で形成する。この成膜は陰極スパッタリングによっても行うことができ、この場合は、ターゲット11に代えて、スパッタリング・プラズマ13によって衝撃を与えるスパッタリング陰極を使用する。この場合においても、粒子のビーム8はスパッタリング・プラズマ13とスパッタリング陰極からのスパッタ物質の流れとを同時に通過する。

20

【0028】

マイクロコンポーネントまたは基板から汚染粒子を移動させる有極粒子ビーム8を使用することによって通常の薄層形成技法を使用することができるとともに、それら薄層を成す物質を発生するソースからの粒子による汚染のおそれを簡単、効率的かつ再現可能に低減することができる。これは、薄層形成プロセスに係わる欠陥個数が極めて少ないことを要求される薄層を含むマイクロコンポーネントであればその種類を問わず適用できる。すなわち、EUV（超紫外線）の中で使用するミラーや、高レーザ流抵抗（high laser flow resistance）の光学部品、環境効果耐性の高い保護層、特に耐食層、印刷回路の誘電体層、磁性層、抵抗層（resistive layer）、等々に適用可能である。

30

【0029】

真空チャンバ内に保管したマイクロコンポーネントにも汚染は発生し得る。実際に、真空チャンバの壁部からも汚染粒子が発生し得るのである。図4は本発明の汚染粒子付着防止方法を実施する保管装置14を示す。この保管装置14は、EUVリソグラフ・マスク等のマイクロコンポーネント16を内部に置く真空チャンバ15で構成されている。真空チャンバ15の壁部はマイクロコンポーネント16の自由表面を汚染するおそれのある有極粒子17を放出するものである。そうした粒子がマイクロコンポーネント16の自由表面に付着するのを防ぐために、ソース18を設けて、汚染粒子17とは逆の極性をその少なくとも一部が有する粒子ビーム19を同ソース18に放出させるようにしている。

【0030】

上記の有極粒子ビーム8はマイクロコンポーネント16の表面と平行にかつその近傍においてスパッタされる。粒子ビーム19はプラズマで形成するのが好ましい。これにより、汚染粒子17はマイクロコンポーネント16の自由表面から、粒子トラップたるべき粒子コレクタ20に向かって粒子ビーム19によって移動させられる。したがって、マイクロコンポーネント16は汚染されるおそれなく保管装置内に保管できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】 本発明を適用した薄層形成装置の第1実施例の概略図。

【図2】 本発明を適用した薄層形成装置の第2実施例の概略図。

【図3】 図2に示す薄層形成装置の第2実施例の変形例の図。

【図4】 本発明を適用したマイクロコンポーネント保管装置の実施例の概略図。

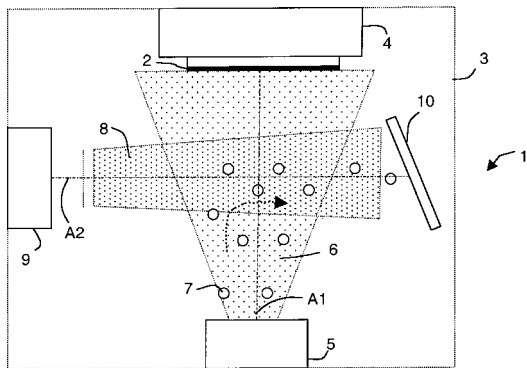
50

【符号の説明】

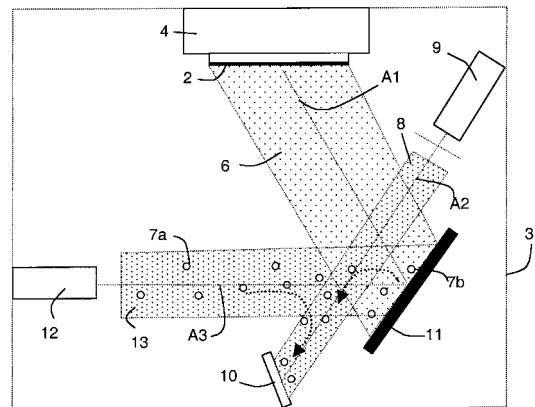
【0032】

- 1 薄層形成装置
- 2 基板
- 5 汚染粒子ソース
- 7 汚染粒子
- 10 粒子コレクタ
- 16 マイクロコンポーネント

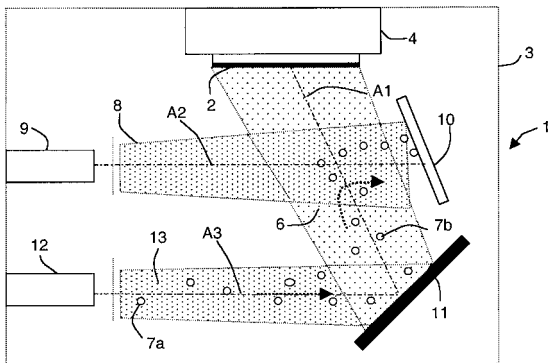
【図1】



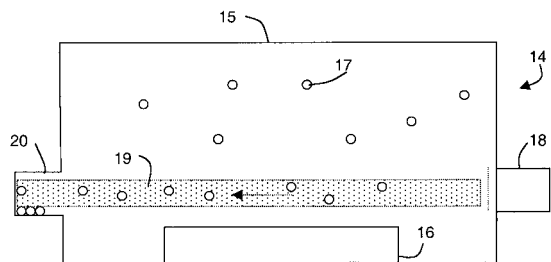
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100082991

弁理士 佐藤 泰和

(74)代理人 100096921

弁理士 吉元 弘

(74)代理人 100103263

弁理士 川崎 康

(72)発明者 エティエンヌ、クスネル

フランス国メイラン、アブニュ、デュ、ベルコール、3

(72)発明者 ビビアンヌ、ミュファト

フランス国ル、グア、シャンプロン

審査官 田中 則充

(56)参考文献 特開2002-030443 (JP, A)

特開平07-029832 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00-14/58

C23C 16/00-16/56

H01L 21/203