

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5898705号  
(P5898705)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)  
H01L 21/683 (2006.01)

F 1

G03F 7/20  
H01L 21/68521  
R

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-558344 (P2013-558344)  
 (86) (22) 出願日 平成24年2月7日 (2012.2.7)  
 (65) 公表番号 特表2014-512675 (P2014-512675A)  
 (43) 公表日 平成26年5月22日 (2014.5.22)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2012/052044  
 (87) 國際公開番号 WO2012/123188  
 (87) 國際公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)  
 審査請求日 平成27年2月4日 (2015.2.4)  
 (31) 優先権主張番号 61/453,719  
 (32) 優先日 平成23年3月17日 (2011.3.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 61/490,682  
 (32) 優先日 平成23年5月27日 (2011.5.27)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504151804  
 エーエスエムエル ネザーランズ ピー.  
 ブイ.  
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 550  
 O エーエイチ, ピー. オー. ボックス  
 324  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (72) 発明者 ブリンクホフ, ユージン  
 オランダ国, ウェールト エヌエル-60  
 O5 エヌジー, クークークスウェグ 1  
 4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電クランプ、リソグラフィ装置、および、デバイス製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体を支持テーブル上に保持する際に使用するための静電クランプであって、複数の電気絶縁層間に位置付けられる導電層内に画成される電極を備えた多層膜と、電位差の印加により前記多層膜を保持可能なコア部材と、を備え、前記コア部材は複数の突起を有する表面を備え、前記多層膜は複数の貫通孔を備え、該貫通孔を貫通する前記突起を有する前記表面上に前記多層膜を位置付け可能にすることを特徴とする、

静電クランプ。

## 【請求項 2】

前記絶縁層は、ポリマー材料またはプラスチック材料から作られる、請求項 1 に記載の静電クランプ。

## 【請求項 3】

前記絶縁層は、ポリイミドから作られる、請求項 2 に記載の静電クランプ。

## 【請求項 4】

前記電気絶縁層は、ヤング率が 10 GPa 以下の材料から形成される、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の静電クランプ。

## 【請求項 5】

前記膜は、150  $\mu$ m 以下の厚さを有する、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の静電クランプ。

10

20

## 【請求項 6】

前記多層膜は、前記電極を、前記クランプから遠位の電圧源に電気的に接続するための電気接続を備えた伸長部分を備え、前記電気接続は、前記導電層の一体部分であり、かつ前記絶縁層の一体部分である絶縁体によって電気的に絶縁されている、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の静電クランプ。

## 【請求項 7】

前記導電層は、スパッタリング層であり、かつ / または前記電気絶縁層の少なくとも一層は、スピンドルコート層である、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の静電クランプ。

## 【請求項 8】

前記コア部材は、導電性部材であり、前記電極と前記コア部材との間に電位差を印加することにより、前記コア部材と前記電極との間に静電吸引力が生じる、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の静電クランプ。 10

## 【請求項 9】

前記コア部材内には、熱調整液体を通過させるためのチャネルが画成される、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の静電クランプ。

## 【請求項 10】

前記コア部材内には、前記物体と前記多層膜との間に向けてガスを通過させるための複数のチャネルが画成されている、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の静電クランプ。

## 【請求項 11】

複数の電気絶縁層間の導電層内に画成された電極を備えたさらなる多層膜をさらに備える、請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の静電クランプ。 20

## 【請求項 12】

物体を保持するための支持テーブルと、前記物体を前記支持テーブル上に保持するための請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の静電クランプと、を備える、リソグラフィ投影装置。

## 【請求項 13】

前記物体が基板である、請求項 1 2 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 14】

前記物体がマスクである、請求項 1 2 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 15】

マスクを使用して投影ビームにパターンを付与するステップと、

前記パターン付与された投影ビームを基板上に投影するステップと、を備え、

前記マスクはマスクテーブルにより保持され、前記基板は基板テーブルにより保持され、

前記マスクおよび前記基板の少なくとも一方は、導電層内に画成された電極を備えた多層膜の電気絶縁層全体にわたって電位差を印加することにより、かつ、前記多層膜をコア部材上に保持するために電位差を印加することにより、各々のテーブルに保持され、前記導電層は、前記電気絶縁層の一面上に位置付けられ、前記導電層の他面上には別の電気絶縁層が位置付けられ、

前記コア部材は複数の突起を有する表面を備え、前記多層膜は複数の貫通孔を備え、該貫通孔を貫通する前記突起を有する前記表面上に前記多層膜を位置付け可能にす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】

## [関連出願の相互参照]

本出願は、参照により全体が本明細書に組み込まれる 2011 年 3 月 17 日に出願の米国特許出願第 61/453,719 号の利益を主張し、さらに、参照により全体が本明細書に組み込まれる 2011 年 5 月 27 日に出願の米国特許出願第 61/490,680 号。 50

2号の利益を主張する。

【背景技術】

【0002】

[0001] 本発明は、リソグラフィ装置、静電クランプ、および、デバイス製造方法に関する。

【0003】

[0002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常、基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に用いることができる。その場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターニングデバイスを用いることができる。このパターンは、基板（例えば、シリコンウェーハ）上のターゲット部分（例えば、ダイの一部、または1つ以上のダイを含む）に転写することができる。通常、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応性材料（レジスト）層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板が、連続的にパターニングされる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。

10

【0004】

[0003] リソグラフィは、ICおよび他のデバイスおよび/または構造の製造における重要なステップの1つとして広く認識されている。しかし、リソグラフィを使用して作られるフィーチャの寸法が小さくなるにつれ、リソグラフィは、小型のICまたは他のデバイスおよび/または構造の製造を可能にするためのより重要な要因になってきている。

20

【0005】

[0004] パターンプリンティングの限界の理論的な推測は、式（1）に示す解像度についてのレイリー基準によって与えられ得る：

【数1】

$$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA_{PS}} \quad (1)$$

上の式で、 $\lambda$ は、使用される放射の波長であり、 $NA_{PS}$ は、パターンを印刷するために使用される投影システムの開口数であり、 $k_1$ は、レイリー定数とも呼ばれているプロセス依存調節係数であり、CDは、印刷されたフィーチャのフィーチャサイズ（またはクリティカルディメンジョン）である。式（1）から、フィーチャの最小印刷可能サイズは、露光波長  $\lambda$  を短くすること、開口数  $NA_{PS}$  を大きくすること、あるいは  $k_1$  の値を小さくすること、の3つの方法によって縮小することができると言える。

30

【0006】

[0005] 露光波長を短くするため、ひいては、最小印刷可能サイズを縮小するために、極端紫外線（EUV）放射源を使用することが提案されている。EUV放射源は、約13nmの放射波長を出力するように構成される。したがって、EUV放射源は、小さいフィーチャの印刷を実現するための重要なステップを構成し得る。そのような放射は、極端紫外線または軟X線と呼ばれ、考えられる放射源としては、例えば、レーザ生成プラズマ源、放電プラズマ源、または電子蓄積リングからのシンクロトロン放射が含まれる。EUV放射源は、有用なEUV帯域内放射と共に、ほぼ同量の（時にはより多量の）望ましくない帯域外赤外線（IR）および深紫外線（DUV）放射を生成し得る。

40

【0007】

[0006] リソグラフィ装置において、基板は、基板テーブル上に非常に強固に保持されるため、スキャン動作中に基板テーブルが高加速を受けている時でも、基板の位置は正確に把握することができる。既存の機械では、基板ホルダまたはチャックは、壁に囲まれたピンプル状表面を備える。基板は、この壁およびピンプル上に載置され、基板後方の空間は、上方の空気圧が基板を定位に保持する強力なクランプ力を提供するように、真空排気される。このような基板ホルダについて、参照により本明細書に組み込まれる欧洲特許出願公開第0,947,884A号にさらに詳細に記載されている。

50

## 【0008】

[0007] 上記のタイプの基板ホルダは、今日のリソグラフィ装置には有効であることが証明されている。しかし、上述したように、より小さいサイズのフィーチャを結像するという絶えず存在する需要を満たすには、投影ビームに使用する放射の波長を短くすることが必要である。したがって、現在のデバイスが、例えば248 nm、193 nm、または157 nmの波長を有する紫外線を使用する一方、解像度の向上には、極端紫外線（EUV）（つまり、約50 nm未満の波長を有する）、X線、電子またはイオンを利用したりソグラフィ装置の開発が必要になる。これらの提案されたタイプの放射には、全てに共通して、ビームパス、あるいは少なくともその実質部分が真空中に保たれなくてはならないという条件がある。したがって、基板上方に空気圧が全くない状態では、従来の真空型の基板ホルダは機能することができない。10

## 【0009】

[0008] 同様の条件が、マスク描画装置、マスククリーニング装置、およびマスク検査装置でも満たされなくてはならないため、チャックは、リソグラフィ装置と同じ問題を抱える。

## 【0010】

[0009] したがって、静電チャックを使用して、静電力で基板を基板テーブル上に保持することが提案されている。静電力を生じさせるために、電極により、誘電材料全体に電位差が印加される。このような静電チャック（またはクランプ）の一例では、基板上の電極と、基板テーブル内または基板テーブル上の電極との間に電位差が印加される。電位差が印加されると、基板の電極とテーブルの電極とは逆帯電し、基板を定位置にクランプするのに十分な力で互いを吸引し合う。20

## 【0011】

[0010] 米国特許出願公開第2002/0044267号には、ホルダが位置決めされるUL E（商標）ガラス製の定盤を備えたホルダが開示されている。ホルダは、例えば、米国特許第5,221,403号、第5,835,333号、または第5,835,334号に開示されるような静電チャックであってよい。

## 【0012】

[0011] 欧州特許出願公開第1,359,469 A1号は、所定の特性を有する誘電体を使用することを開示し、かつ、ガラスまたはガラスセラミックスを使用することを示唆している。30

PCT国際公開公報第2011/001978号および欧州特許出願公開第1,909,308号には、請求項1の特徴部以前に記載されたような静電クランプを開示している。

## 【発明の概要】

## 【0013】

[0012] 電極を介在させたガラスまたはガラスセラミックスまたはセラミックスのスタックを製造することは難しいため、歩留まりが低いことから高価であり、かつリードタイムも長くなる。

## 【0014】

[0013] 例えば、静電クランプの複雑性を軽減することおよび/または静電クランプの製造をより容易にすることが望ましい。

## 【0015】

[0014] 本発明の一実施形態によると、物体を支持テーブル上に保持する際に使用するための静電クランプであって、複数の電気絶縁層間に位置付けられる導電層内に画成される電極を備えた多層膜と、電位差の印加により多層膜を保持可能なコア部材と、を備え、コア部材は複数の突起を有する表面を備え、前記多層膜は複数の貫通孔を備え、該貫通孔を貫通する前記突起を有する前記表面上に前記多層膜を位置付け可能にすることを特徴とする、静電クランプが提供される。40

## 【0016】

10

20

30

40

50

[0015] 本発明の一実施形態によると、マスクを使用して投影ビームにパターンを付与するステップと、パターン付与された投影ビームを基板上に投影するステップと、を備えたデバイス製造方法であって、マスクはマスクテーブルにより保持され、基板は基板テーブルにより保持され、マスクおよび基板の少なくとも一方は、導電層内に画成された電極を備えた多層膜の電気絶縁層全体にわたって電位差を印加することにより、かつ、前記多層膜をコア部材上に保持するために電位差を印加することにより、各々のテーブルに保持され、導電層は、電気絶縁層の一面上に位置付けられ、導電層の他面上には別の電気絶縁層が位置付けられ、コア部材は複数の突起を有する表面を備え、多層膜は複数の貫通孔を備え、該貫通孔を貫通する突起を有する表面上に多層膜を位置付け可能にすることを特徴とする、デバイス製造方法が提供される。

10

#### 【0018】

[0017] 本発明の多様な特徴および利点、ならびに本発明の多様な実施形態の構造および動作を、添付の図面を参照して以下に詳細に説明する。本発明は、本明細書に記載する特定の実施形態に限定されない。このような実施形態は、説明のみを目的として本明細書に記載するものである。本明細書に含まれる教示に基づき、さらなる実施形態が当業者には明らかになるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0019】

[0018] 本発明のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。これらの図面において同じ参照符号は対応する部分を示す。

20

#### 【0020】

【図1】[0019] 図1は、本発明の一実施形態に係るリソグラフィ装置を示す。

【図2】[0020] 図2は、本発明の一実施形態に係る静電クランプの断面図を示す。

【図3】[0021] 図3は、本発明の一実施形態に係る多層膜の平面図を示す。

#### 【0021】

[0022] 本発明の特徴および利点は、これらの図面と併せて以下に記載される詳細な説明からより明らかになるであろう。図面において、同じ参照記号は、全体を通じて対応する要素を特定する。図面において、同じ参照番号は、基本的に、同一の、機能的に同様な、および/または構造的に同様な要素を示す。

#### 【発明を実施するための形態】

30

#### 【0022】

[0023] 図1は、本発明の一実施形態であり得る、あるいは本発明の一実施形態を含み得る、リソグラフィ装置の一実施形態を概略的に示している。このリソグラフィ装置は、放射ビームB（例えば、EUV放射）を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）ILと、パターニングデバイス（例えば、マスクまたはレチクル）MAを支持するように構築され、かつパターニングデバイスを正確に位置決めするように構成された第1ポジショナPMに連結されたサポート構造またはパターニングデバイスサポート（例えば、マスクテーブル）MTと、基板（例えば、レジストコートウェーハ）Wを保持するように構築され、かつ基板を正確に位置決めするように構成された第2ポジショナPWに連結された基板テーブル（例えば、ウェーハテーブル）WTと、パターニングデバイスMAによって放射ビームBに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分C（例えば、1つ以上のダイを含む）上に投影するように構成された投影システム（例えば、反射投影レンズシステム）PSと、を備える。

40

#### 【0023】

[0024] 照明システムとしては、放射を誘導し、整形し、または制御するために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他のタイプの光コンポーネント、あるいはそれらのあらゆる組合せなどのさまざまなタイプの光コンポーネントを含むことができる。

#### 【0024】

[0025] サポート構造MTは、パターニングデバイスの向き、リソグラフィ装置の設計

50

、および、パターニングデバイスが真空環境内で保持されているか否かなどの他の条件に応じた態様で、パターニングデバイスMAを保持する。サポート構造は、機械式、真空式、静電式またはその他のクランプ技術を使って、パターニングデバイスを保持することができる。サポート構造は、例えば、必要に応じて固定または可動式にすることができるフレームまたはテーブルであってもよい。サポート構造は、パターニングデバイスを、例えば、投影システムに対して所望の位置に確実に置くことができる。

#### 【0025】

[0026] 「パターニングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分内にパターンを作り出すように、放射ビームの断面にパターンを与えるために使用できるあらゆるデバイスを指していると、広く解釈されるべきである。放射ビームに付与されたパターンは、集積回路などのターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定の機能層に対応することになる。

10

#### 【0026】

[0027] パターニングデバイスは、透過型であっても、反射型であってもよい。パターニングデバイスの例としては、マスク、プログラマブルミラーアレイ、およびプログラマブルLCDパネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、レベンソン型(alternating)位相シフト、およびハーフトーン型(attenuated)位相シフトなどのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリックス配列が用いられており、各小型ミラーは、入射する放射ビームを様々な方向に反射させるように、個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリックスによって反射される放射ビームにパターンを付ける。

20

#### 【0027】

[0028] 「投影システム」という用語は、使われている露光放射にとって、あるいは液体の使用または真空の使用といった他の要因にとって適切な、屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光学系、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆる型の投影システムを包含し得る。EUV放射または電子ビーム放射では、他のガスが放射または電子を吸収し過ぎるおそれがあるため、真空を使用することが望ましい場合がある。したがって、真空壁および真空ポンプを使って、ビームパス全体に真空環境を提供してもよい。

30

#### 【0028】

[0029] 本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、反射型のもの（例えば、反射型マスクを採用しているもの）である。また、リソグラフィ装置は、透過型のもの（例えば、透過型マスクを採用しているもの）であってもよい。

#### 【0029】

[0030] リソグラフィ装置は、2つ（デュアルステージ）以上の基板テーブル（および/または2つ以上のマスクテーブル）を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ」機械においては、追加のテーブルは並行して使うことができ、または予備工程を1つ以上のテーブル上で実行しつつ、別の1つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

40

#### 【0030】

[0031] 図1を参照すると、イルミネータILは、放射源SOから放射ビームを受ける。放射源SOは、放射システム3（つまり、放射生成ユニット3）の一部であり得る。また、放射システム3とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射システム3は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また放射ビームは、放射システム3の放射源SOからイルミネータILへ、例えば、適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステムを使って送られる。その他の場合においては、放射源はリソグラフィ装置の一体部分とすることもできる。

#### 【0031】

[0032] 放射システム3の放射源SOは、多様に構成することができる。例えば、放射

50

源 S O は、レーザ生成プラズマ源 ( L P P 源 ) 、例えば、スズ L P P 源 ( このような L P P 源はそれ自体が公知である ) であってもよく、あるいは、放電生成プラズマ源 ( D P P ) であってもよい。放射源 S O は、異なるタイプの放射源であってもよい。

【 0 0 3 2 】

[0033] イルミネータ I L は、放射ビームの角強度分布を調節するアジャスタを含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および / または内側半径範囲 ( 通常、それぞれ -outer および -inner と呼ばれる ) を調節することができる。さらに、イルミネータ I L は、インテグレータおよびコンデンサといったさまざまな他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使って放射ビームを調整すれば、放射ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたらせることができる。 10

【 0 0 3 3 】

[0034]

放射ビーム B は、サポート構造 ( 例えば、マスクテーブル ) M T 上に保持されているパターニングデバイス ( 例えば、マスク ) M A 上に入射して、パターニングデバイスによってパターン形成される。パターニングデバイス ( 例えば、マスク ) M A から反射された後、放射ビーム B は投影システム P S を通過し、投影システム P S は、基板 W のターゲット部分 C 上にビームの焦点をあわせる。第 2 ポジショナ P W および位置センサ I F 2 ( 例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、または静電容量センサ ) を使って、例えば、さまざまなターゲット部分 C を放射ビーム B の経路内に位置決めするように、基板テーブル W T を正確に動かすことができる。同様に、第 1 ポジショナ P M および別の位置センサ I F 1 を使い、パターニングデバイス ( 例えば、マスク ) M A を放射ビーム B の経路に対し正しく位置決めすることもできる。パターニングデバイス ( 例えば、マスク ) M A および基板 W は、マスクアライメントマーク M 1 および M 2 と、基板アライメントマーク P 1 および P 2 とを使って、位置合わせされてもよい。 20

【 0 0 3 4 】

[0035] 例示の装置は、以下に説明するモードのうち少なくとも 1 つのモードで使用できる。

1. ステップモードにおいては、サポート構造 ( 例えば、マスクテーブル ) M T および基板テーブル W T を基本的に静止状態に保ちつつ、放射ビームに付けられたパターン全体を一度にターゲット部分 C 上に投影する ( すなわち、単一静的露光 ) 。その後、基板テーブル W T は、 X および / または Y 方向に移動され、それによって別のターゲット部分 C を露光することができる。 30

2. スキャンモードにおいては、サポート構造 ( 例えば、マスクテーブル ) M T および基板テーブル W T を同期的にスキャンする一方で、放射ビームに付けられたパターンをターゲット部分 C 上に投影する ( すなわち、単一動的露光 ) 。サポート構造 ( 例えば、マスクテーブル ) M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P S の ( 縮小 ) 拡大率および像反転特性によって決めることができる。

3. 別のモードにおいては、プログラマブルパターニングデバイスを保持した状態で、サポート構造 ( 例えば、マスクテーブル ) M T を基本的に静止状態に保ち、また基板テーブル W T を動かす、またはスキャンする一方で、放射ビームに付けられているパターンをターゲット部分 C 上に投影する。このモードにおいては、通常、パルス放射源が採用されており、さらにプログラマブルパターニングデバイスは、基板テーブル W T の移動後ごとに、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスとの間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、前述の型のプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターニングデバイスを利用するマスクレスリソグラフィに容易に適用することができる。 40

【 0 0 3 5 】

[0036] 上述の使用モードの組合せおよび / またはバリエーション、あるいは完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

【 0 0 3 6 】

[0037] 図2は、本発明の静電クランプ10を拡大した断面図で示している。静電クランプ10は、基板Wをリソグラフィ投影装置内の基板テーブルWT上または基板ハンドラ(例えば、真空プレアライナなど)上に保持するために使用される。他の実施形態では、クランプ10は、マスクをリソグラフィ投影装置内のマスクテーブル上またはマスクハンドラ上に保持するために使用してもよい。

【0037】

[0038] 静電クランプ10は、3つの主要コンポーネント、つまり、第1膜200、コア100、および第2膜300を備える。他の設計のクランプも可能である。例えば、コア100または第2膜300を存在させずに、第1膜200を使用して基板Wを基板テーブルWTにクランプしてもよい。任意で、製造及び取扱い上の理由から、金属キャリア、例えば、金属箔または金属メッキを静電クランプの一部とすることもできる。これには、静電クランプのロバスト性が高くなるという利点がある。

【0038】

[0039] 第1膜200および第2膜300は、多層膜である。これらの膜は、スピニング、スパッタリング、スプレーコーティング、(スクリーン)印刷、化学気相蒸着(CVD)などの膜工学を使用して生成される。

【0039】

[0040] 通常、膜200、300は可撓性であり、これは、膜が自重を支えるほどには強固ではないことを意味している。例えば、これらの膜が自重により変形可能になるように、材料のヤング率は比較的低く、層の厚さは比較的薄い。

【0040】

[0041] 膜200、300は、典型的には、例えばスイス、レンツブルグのHIGHTEC MCMC AG社からHiCoFlexの商品名で入手可能なもののようなフレキシブルPCBまたは可撓性箔などの電気回路用の可撓性膜と同様の方法で作ることができる。

【0041】

[0042] 第1および第2膜200、300は、電気絶縁層210、220、310、320の間に挟持された導電層230、330を備える。導電層230、330は、平面視で所望形状を有する1つまたは複数の電極(または導電路)を画成するように、パターン形成され得る。要求に応じて、より多くの層を使用してもよい。例えば、2層以上の導電層が絶縁層により分離され、さらに2層の外側絶縁層により挟持されている状態が、所定の状況において望ましい場合がある。

【0042】

[0043] コア100は、導電性材料、例えば導電性セラミックから作ることができる。導電層230、コア100および導電層330の層間に適切な電圧を印加することにより、第1膜がコア100および基板Wに吸引され、第2膜がコア100および基板テーブルWTに吸引される。このようにして、基板Wを、基板テーブルWTに保持することができる。

【0043】

[0044] 一実施形態において、コア100が1つ以上の電極備え、および/または、基板テーブルWTが1つ以上の電極を備え得る。しかし、基板Wおよび基板テーブルWTは、望ましい吸引力を生成するために電極を備える必要がないことが好ましい。これには、導電層230、330のそれぞれに2つ以上の電極を画成することが必要となり得る。これを実現する方法は、例えば、参照することによりその全体が本明細書に組み込まれる欧洲特許出願公開第1,359,469 A1号に記載されている。

【0044】

[0045] 第1および第2膜200、300の絶縁膜210、220、310、320は、ポリマー材料またはプラスチック材料から作られ得る。一実施形態において、絶縁層210、220、310、320は、ポリイミド、例えば、DuPont社からKapton(登録商標)の商品名で入手可能なポリ(4,4'-オキシジフェニレンピロメリットイミド)から作られる。

10

20

30

40

50

## 【0045】

[0046] 一実施形態において、第1膜および第2膜は、それぞれ、全厚さが150μm以下である。一実施形態では、第1膜および第2膜200、300は、それぞれ、全厚さが15μmを超える。一実施形態において、第1膜および/または第2膜200、300は、超薄可撓性膜(箔)(厚さ範囲20~50μm)の形態を有し得る。例えば、超薄可撓性箔は、スイス、レンツブルグのHIGHTECH MC AG社から入手可能なHiCoFlex(登録商標)であり得る。このような膜は、マイクロエレクトロニクスで使用されている。この膜は、絶縁層210、220のスピンドルリングと、導電層230のスパッタリングを利用して作られる。これらのプロセスは、好みの厚さ均一性を達成することができるが、これは、導電層230、330と吸引される部分(例えば、第1膜200に対する基板Wおよびコア100、第2膜300に対するコア100および基板テーブルWT)との間の有効ギャップのばらつきに応じて、静電力(基板Wの面積全体にわたって実質的に均一であることが望ましい)が変動し、有効ギャップは、絶縁層210、220、310、320の厚さのばらつきに応じて変動するため、重要である。HiCoFlex(登録商標)膜を使用する場合、全厚さに対する厚さ均一性は、±1.5~2μmである。

## 【0046】

[0047] 膜を構成する電気絶縁性材料の各層は、7~8μmの厚さを有し得る。膜200、300は、2層(以上)の電気絶縁性材料(例えば、ポリイミド)の層を備え、全厚さが約15μmの電気絶縁層210、310を形成し得る。その後、導電層230がスパッタリングにより形成され、数百nmの厚さ(例えば、厚さ200nm)に成り得る。導電層230は、複数の層、例えば、TiCutまたはNiCrで構成され得る。スパッタリング中、マスクを使用することにより、堆積された金属にパターンを付与することができる。このようにして、導電層230内に電極が画成され得る。2層以上のさらなる電気絶縁層を導電層上に堆積して第2電気絶縁層220、320を形成し、それにより導電層を封入することができる。

## 【0047】

[0048] このような薄い可撓性箔は、いくつかの方法で生成することができる。例えば、プロダクト/プロセスキャリア(取り外し可/不可、厚い/薄い、可撓性/剛性)の使用、または、ウエーハテーブル(またはクランプ)上への直接的な膜生成(スピンドルリング)がある。これらの異なるケースでは、例えば、別個の可撓性膜、キャリア上の可撓性膜、またはウエーハテーブル上に一体化された可撓性膜というように、最終生成物が変わり得る。

## 【0048】

[0049] 超薄可撓性箔のポリマー材料またはプラスチック材料は、ポリイミドであり得る。ポリイミドは、電極に印加される高電圧に耐性がある(ポリイミドは、漏れ止めである必要があり(例えば、ピンホール無しでは形成されない)、長期間の物理特性に優れている)。また、他の材料(または、異なる材料の組み合わせ)を絶縁層として使用してもよい。例えば、BCBまたはパリレンなどである。さらに、上述した材料の組み合わせもまた、絶縁層として使用することができる。例えば、ポリイミドとBCBの組み合わせを絶縁層として使用することができる。超薄可撓性膜を使用することの利点として、クランプの単純性の向上、クランプの製造容易性、および一体化した相互接続(以下参照)の形成可能性が挙げられる。つまり、可撓性膜の形成は、ガラスもしくはガラスセラミックもしくはセラミックコンポーネントを互いに接着すること、または、ガラスもしくはガラスセラミックもしくはセラミックコンポーネントを電極に接着することよりも容易である。加えて、超薄可撓性膜の製造の方が、かなり安価である。

## 【0049】

[0050] 別の実施形態では、第1膜および/または第2膜200、300は、ベルギー、テッセンデルロのElectronic Apparatus NV社から入手可能なものの標準的なフレキシブルPCB材料から作られてもよい。一実施形態において

10

20

30

40

50

、このようなフレキシブルP C B 材料には、P C B 供給業者により使用される標準的なプロセス（例えば、ウェットエッチング加工と、それに続くホットラミネート（プレス）加工を行い、いくつかの可撓性銅クラッドを貼り合わせる／積層するプロセス）によって生成されたポリイミド、ポリエステル、P T F E、L C P のシートが含まれる。このようなフレキシブルP C B 材料は、D u P o n t 社から入手可能である。通常、フレキシブルP C B は、上面に導電層を有するK a p t o n（登録商標）（ポリイミド、例えば、ポリ(4,4'-オキシジフェニレンピロメリットイミド)）の層として供給され得る。ポリイミド層は25～150μmの厚を有し、導電層（例えば、銅）は9～70μmの厚さを有し得る。標準的な技法を用いて銅にパターンを付与することにより、電極を画成することができる。最終的に、カバー層（例えば、別のポリイミド層）を銅層に貼り付け、上部電気絶縁層を形成することができる。このカバー層として、全厚さが25～125μm、典型的には約50μmの、一面に接着剤を有するK a p t o n（登録商標）の層が市販されている。これを、パターン形成された導電層上に貼り付けることにより、電気絶縁層、接着層、導電層、および電気絶縁層を備えた多層膜を形成することができる。本実施形態では、膜200、300の全厚さは、典型的には、およそ100～120μmになるが、60μm～数百μmの範囲であってよい。

#### 【0050】

[0051] 一実施形態における電気絶縁層のポリマー材料またはプラスチック材料は、ヤング率が10GPa以下、好ましくは5GPa以下である。ポリイミドは、ヤング率が約2.5GPaであり、これは、ヤング率が67GPaのU L E（登録商標）に匹敵する。

#### 【0051】

[0052] 図2に図示した一実施形態において、第1膜200は、使用中、コア100の上面110上に位置付けられる。第2膜300は、コア100の下面130と基板テーブルW Tとの間に位置付けられる。

#### 【0052】

[0053] 一実施形態において、コア100の上面110は、複数の突起120を備え得る。第1膜200の複数の貫通孔235は、適正な位置にあるとき、平面視で突起120の位置に対応する。これにより、第1膜200を、コア100の上面110上に配置することができる。突起120は、その後、貫通孔235を貫通して突出する。突起120は、第1膜200の全厚さを超える距離分、上面110から延在するように作られる。このようにして、基板Wは、第1膜200を基板Wの下面とコア100の上面110との間に位置付けた状態で、突起120の頂部上に載置される。

#### 【0053】

[0054] 一実施形態において、コア100の下面130上に同様の構成が使用される。つまり、コア100の下面130上には突起が存在し、第2膜300には対応する貫通孔が存在する。しかし、必ずしもこれに限られない。図2に図示したように、一実施形態において、コア100の下面130は、突起を備えず、コア100は基板テーブルW Tに接触していいない。他の構成も可能である。例えば、コア100の上面110は、突起を備えず、下面130が突起を備えてもよい。別の実施形態では、下面130は突起を有するが、上面110は突起を有さない。

#### 【0054】

[0055] 図2に図示されるように、コア100にはチャネル140が設けられている。チャネル140は、熱調整液を通過させて提供するためのものである。このような熱調整液を使用して、コア100を一定温度に維持することができる。

#### 【0055】

[0056] 一実施形態において、ガスを通過させて提供するためのチャネル150をコア100に設けることができる。チャネル150は、突起120と基板Wとの間にバックフィルガスを提供するためのものであり得る。第1膜200は、第1膜200と基板Wとの間の領域へとバックフィルガスを通過させることができるように孔を有し得る。このようなバックフィルガスは、基板Wと突起120との間に汚染が侵入することを防ぐことによ

10

20

30

40

50

り、清浄度を高めることができ、かつ／または、基板W上の熱分布を向上させるために使用することもできる。

#### 【0056】

[0057] 本発明において可撓性膜を使用するさらなる利点としては、膜200、300の残りの部分と一体的な伸長部分250、350を設けることができる点が挙げられる。この伸長部分は、導電層230、330とクランプ10から遠位の電圧源との間の電気接続252（例えば、相互接続）として作用することができる。つまり、何らかの形で電極および電圧源に接続される可撓性ワイヤ（このワイヤは、基板テーブルWTがリソグラフィ装置内で移動するため、可撓性を有する必要がある）を使用する代わりに、別個のワイヤに代えて多層膜200、300の一体部分を使用することができる。

10

#### 【0057】

[0058] 伸長部分250、330は、図3により明確に示されている。図3は、第1膜200の平面図である。伸長部分250は、任意の形状に作ることができ、クランプ10から遠位の電圧源と導電層内に画成された電極232との間に電気接続252を提供するために使用することができる。膜200の可撓性の性質により、伸長部分250は面外に湾曲し得る。

#### 【0058】

[0059] 導電層内には、電極232および電気接続252の両方が一体的に画成されている。電気接続252は、伸長部分250内の電気絶縁層220、210の一部により、周囲から電気的に絶縁されている。伸長部分250内の電気絶縁層220、210の一部は、電極232を絶縁する対応した電気絶縁層210、220と一体化されている。

20

#### 【0059】

[0060] 図3に図示されるように、突起120が貫通して突出するための貫通孔235が設けられている。よりサイズの大きい追加の貫通孔245が図示されている。これらは、基板テーブルWTからコア100および第2膜300も貫通し得るピン用の貫通孔であり得る。これらのピンは、露光後、基板Wを持ち上げるために使用され得る。

#### 【0060】

[0061] 図3には明示されていないが、電極232は、この電極232のエッジが膜200内に完全に含まれて、貫通孔235のエッジで外部に露出しないように、貫通孔235のエッジまでは延在していなくてもよい。これは、図2において、導電層230が貫通孔235のエッジまでは延在していないという事実により示されている。

30

#### 【0061】

[0062] 図3の膜200には、1つの電極232および1つの電気接続252のみが図示されているが、この場合に限らず、任意の数の電極232および電気接続252が存在してよい。一実施形態では、基板への電気接続の提供が必要になることを避けるために、導電層230内に2つの電極232が画成され、2つの対応する電気接続252が設けられる。

#### 【0062】

[0063] 一実施形態において、導電路が導電層230内に画成され、かつ、反対端で電気接続252に接続されてもよい。このようにして、導電路を（電流を流すことにより）ヒータとして使用することができ、かつ／または、（例えば、抵抗の変化を検出することにより）センサとして使用することができる。その後、この膜を（例えば、接着により）リソグラフィ装置のコンポーネントの任意の表面に貼り付け、ヒータおよび／またはセンサとして使用することができる。局所ヒータおよび／または局所センサの恩恵を受け得るコンポーネントの例として、光学系のミラーの表面または他の光学要素またはチャックが挙げられる。

40

#### 【0063】

[0064] 電極の電気接続に伸長部分250を使用することには、重量を小さくできるという利点があり、これは、より優れた動特性をもたらす。さらに、膜、特にポリマー材料またはプラスチック材料から作られた膜を使用することで、ガラスまたはガラスセラミック

50

クまたはセラミック材料を同一のコンポーネントに使用するよりも、重量が小さくなる。

【0064】

[0065] 本明細書において、IC 製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、本明細書記載のリソグラフィ装置が、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンスパターンおよび検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッド等の製造といった他の用途を有し得ることが理解されるべきである。

【0065】

[0066] 光リソグラフィの関連での本発明の実施形態の使用について上述のとおり具体的な言及がなされたが、当然のことながら、本発明は、他の用途、例えば、インプリントリソグラフィに使われてもよく、さらに状況が許すのであれば、光リソグラフィに限定されることはない。

【0066】

[0067] 本明細書で使用される「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線（UV）（例えば、365 nm、355 nm、248 nm、193 nm、157 nm、または126 nm の波長、またはおよそこれらの値の波長を有する）、および極端紫外線（EUV）（例えば、5 ~ 20 nm の範囲の波長を有する）、ならびにイオンビームや電子ビームなどの微粒子ビームを含むあらゆる種類の電磁放射を包含している。

【0067】

[0068] 以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明は、上述以外の態様で実施できることが明らかである。

【0068】

[0069] 上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明に変更を加えてもよい。

【0069】

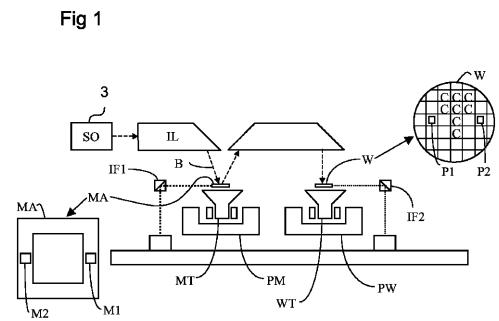
[0070] 当然のことながら、本出願において、「含む（including）」という用語は、他の要素または他のステップを排除するものではない。また、「a」および「an」という用語のそれぞれも、複数を排除するものではない。クレーム内の参照符号はいずれも、請求の範囲を限定するものと理解されるべきではない。

10

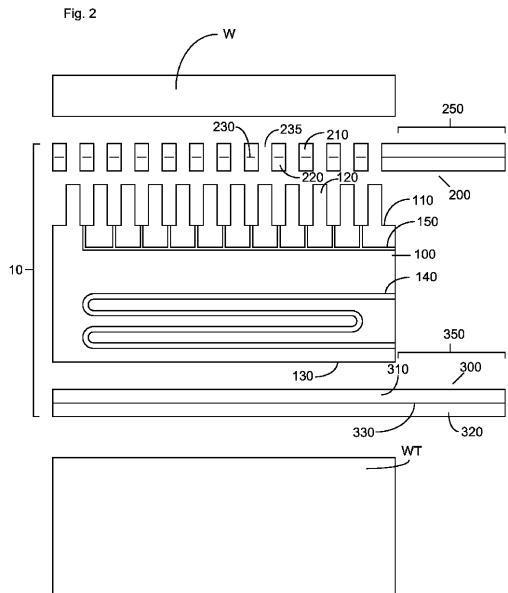
20

30

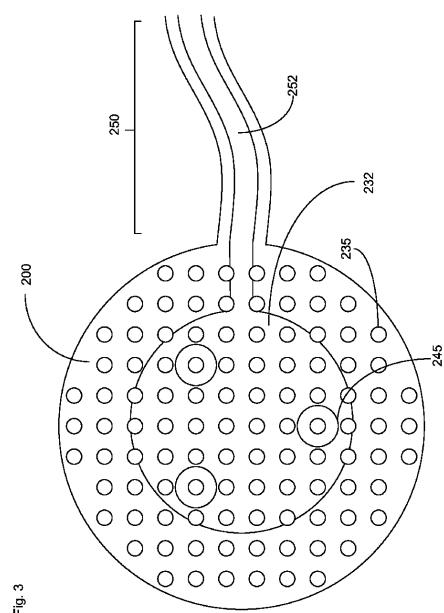
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ベックス , ヤン  
ベルギー国 , オーフェルペルト ピー - 3900 , リングラーン 145

(72)発明者 シベン , アンコ  
オランダ国 , ウェフヘル エヌエル - 5467 エヌエー , タイムフェルト 63ピ-

(72)発明者 ダメン , ヨハネス  
オランダ国 , ブデル エヌエル - 6021 シーエヌ , マールヘーゼルウェグ 15

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 特開平10-164877 (JP, A)  
特開2001-358193 (JP, A)  
国際公開第96/028842 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)  
G03F 7/20 - 7/24、9/00 - 9/02  
H01L 21/027、21/67 - 21/683