(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2017-534077
(P2017-534077A)
(43)公表日　平成29年11月16日(2017.11.16)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G03F	1/38	(2012.01)	G03F	1/38		2H195
G03F	1/64	(2012.01)	G03F	1/64		2H197
G03F	1/24	(2012.01)	G03F	1/24		
G03F	7/20	(2006.01)	G03F	7/20	503	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 98 頁）

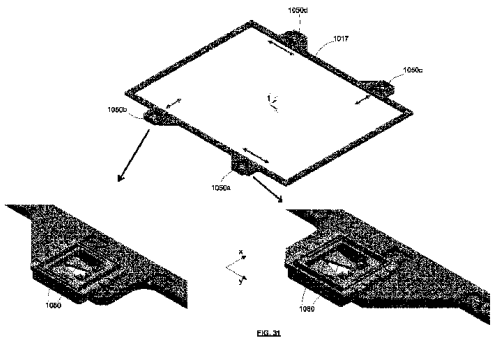
(21)出願番号　特願2017-522010 (P2017-522010)
(86)(22)出願日　平成27年11月16日 (2015.11.16)
(85)翻訳文提出日　平成29年6月16日 (2017.6.16)
(86)国際出願番号　PCT/EP2015/076687
(87)国際公開番号　WO2016/079051
(87)国際公開日　平成28年5月26日 (2016.5.26)
(31)優先権主張番号　62/080,561
(32)優先日　平成26年11月17日 (2014.11.17)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　62/108,348
(32)優先日　平成27年1月27日 (2015.1.27)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　62/110,841
(32)優先日　平成27年2月2日 (2015.2.2)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　504151804
エーエスエムエル　ネザーランズ　ビー．ブイ．
オランダ国　ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，　ピー．オー．ボックス　３２４
(71)出願人　503195263
エーエスエムエル　ホールディング　エヌ．ブイ．
オランダ国　ヴェルトホーフェン　５５００　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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マスクアセンブリ

(57)【要約】
リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームと、を備えており、マウントは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙が存在するようにペリクルフレームをパターニングデバイスに対して懸架するように構成されており、マウントは、パターニングデバイスとペリクルフレームとの間の取り外し可能に係合可能な取り付けを提供する。
【選択図】図３１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、
パターニングデバイスと、
（ａ）ペリクルを支持するように構成されマウントを用いて前記パターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームであって、（ｂ）前記マウントは、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間に間隙が存在するように前記ペリクルフレームを前記パターニングデバイスに対して懸架するように構成されている、ペリクルフレームと、
を備え、
前記マウントは、前記パターニングデバイスと前記ペリクルフレームとの間の取り外し可能に係合可能な取り付けを提供する、マスクアセンブリ。
【請求項２】
前記マウントは、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間に運動学的連結を提供する、請求項１のマスクアセンブリ。
【請求項３】
前記マウントは、複数のサブマウントを備える、請求項１又は２のマスクアセンブリ。
【請求項４】
各サブマウントは、運動学的サブマウントである、請求項３のマスクアセンブリ。
【請求項５】
各サブマウントは、そのサブマウントにおける前記パターニングデバイスに対する前記ペリクルフレームの一区画の移動を可能にするように構成された弾性の構成要素を含む、請求項３又は４のマスクアセンブリ。
【請求項６】
各サブマウントは、そのサブマウントにおける少なくとも１つの方向の移動が防止されるように、そのサブマウントにおける前記パターニングデバイスに対する前記ペリクルフレームの移動を限られた数の自由度に抑制するように構成されている、請求項５のマスクアセンブリ。
【請求項７】
各サブマウントは、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち他方に取り付けられた係合機構と、を備え、前記係合機構は、前記突起を収容するとともに前記突起と係合するように構成されている、請求項３乃至６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項８】
前記係合機構は、前記突起に対する前記係合機構のいくらかの移動を可能にするように構成された１つ以上の弾性部材を備える、請求項７のマスクアセンブリ。
【請求項９】
前記係合機構は、１つ以上のアームによって前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスに連結された係止部材を備える、請求項７又は８のマスクアセンブリ。
【請求項１０】
前記１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの平面に概ね平行に延伸する、請求項９のマスクアセンブリ。
【請求項１１】
第１の係合機構の１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの縁に概ね平行に延伸し、第２の係合機構の１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの縁に概ね垂直に延伸する、請求項９又は１０のマスクアセンブリ。
【請求項１２】
前記係止部材は、２つのアームによって前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスに連結されている、請求項９乃至１１のいずれか一項のマスクアセンブリ。

【請求項１３】
前記突起は、シャフトに設けられた遠位ヘッドを備え、前記係止部材は、前記遠位ヘッドの下で前記シャフトと係合するように構成されている、請求項９乃至１２のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項１４】
前記係止部材は、前記突起の前記遠位ヘッドの下の第１の係止位置から前記突起の前記遠位ヘッドの下ではない第２の非係止位置へと移動可能な固定されていない端部を有する一対のばねを備える、請求項１３のマスクアセンブリ。
【請求項１５】
前記ばねの前記固定されていない端部は、前記突起の前記遠位ヘッドの下にあるように弾性的に付勢される、請求項１４のマスクアセンブリ。
【請求項１６】
前記ばねの前記固定されていない端部は、前記突起の前記シャフトに接触しないように弾性的に付勢される、請求項１５のマスクアセンブリ。
【請求項１７】
前記係止部材は、前記ばねの前記固定されていない端部を前記突起の前記遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢された部材をさらに備える、請求項１４乃至１６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項１８】
前記部材は、一対の弾性のアームの間に延在する連結部材である、請求項１７のマスクアセンブリ。
【請求項１９】
前記弾性のアームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね垂直な方向に撓むように構成されている、請求項１８のマスクアセンブリ。
【請求項２０】
前記弾性のアームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されている、請求項１８又は１９のマスクアセンブリ。
【請求項２１】
前記係止部材は、前記遠位ヘッドを通過して前記突起の前記シャフトと係合することを可能にするように弾性変形可能である、請求項１３のマスクアセンブリ。
【請求項２２】
前記係止部材は、支持部に搭載された係止板を備え、前記係止板は、前記係止板の凹部が前記遠位ヘッドの下で前記シャフトと係合する位置まで移動可能である、請求項９乃至１３のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２３】
前記係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備え、前記係合タブは、前記突起の前記遠位ヘッドと係合し、前記係合アームは、前記突起の前記遠位ヘッドから遠ざかる方向に弾性変形可能である、請求項９乃至１３のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２４】
各サブマウントの各係止部材の前記係合アームは、いずれも略同じ方向に延伸する、請求項２３のマスクアセンブリ。
【請求項２５】
前記係合アームは、いずれも前記リソグラフィ装置の非スキャン方向に対応する方向に延伸する、請求項２３のマスクアセンブリ。
【請求項２６】
第１の係合機構の係合アームは、その係合機構の前記１つ以上のアームに概ね平行に延伸し、第２の係合機構の係合アームは、その係合機構の前記１つ以上のアームに概ね垂直に延伸する、請求項２４又は２５のマスクアセンブリ。
【請求項２７】

前記係合アームは、前記係合タブを前記突起の前記遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢される、請求項２３乃至２６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２８】
前記係合アームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されている、請求項２３乃至２７のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２９】
前記係合機構は、前記ペリクルフレームが前記パターニングデバイスに接触するのを防止する移動制限構成要素をさらに備える、請求項７乃至２８のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３０】
前記係合機構は、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙を維持する移動制限構成要素をさらに備える、請求項７乃至２９のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３１】
前記移動制限構成要素は、前記突起の前記遠位面と係合するように構成されたキャップを備える、請求項２８又は２９のマスクアセンブリ。
【請求項３２】
前記マウントは、３つ以上のサブマウントを備える、請求項３乃至３１のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３３】
前記マウントは、４つのサブマウントを備える、請求項３２のマスクアセンブリ。
【請求項３４】
前記マスクアセンブリの一側部に２つのサブマウントが設けられ、前記マスクアセンブリの反対の側部に２つのサブマウントが設けられる、請求項３３のマスクアセンブリ。
【請求項３５】
前記ペリクルフレームの各側部は、第１の方向の移動を可能にするサブマウントと、前記第１の方向に略垂直である第２の方向の移動を可能にするサブマウントと、を備える、請求項３乃至３４のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３６】
前記サブマウントは、前記ペリクルフレームの対向する側部の等価な位置に、相補対として設けられる、請求項３５のマスクアセンブリ。
【請求項３７】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、少なくとも１００ミクロンである、請求項１乃至３６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３８】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、３００ミクロン未満である、請求項１乃至３７のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３９】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、２００ミクロン乃至３００ミクロンである、請求項１乃至３８のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項４０】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、サブマウントの付近では他の箇所におけるよりも小さい、請求項３乃至３９のいずれかのマスクアセンブリ。
【請求項４１】
前記サブマウントの付近の前記間隙は、２００μｍ未満である、請求項４０のマスクアセンブリ。
【請求項４２】
前記サブマウントの付近の前記間隙は、およそ１００μｍ以下である、請求項４１のマスクアセンブリ。

【請求項４３】
サブマウントを突起に取り付ける方法であって、前記サブマウントは、１つ以上のアームによってペリクルフレームに連結された係止部材を有する係合機構を備え、前記係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備え、
前記係合タブと前記係合機構のキャップとの間の分離を拡大するために前記係合アームの端部を平衡位置から遠ざかるように移動させることと、
前記係合タブが前記突起の遠位ヘッドと概ね整列するまで前記サブマウントと突起とを互いに対して横に移動させることと、
前記係合タブが前記突起の前記遠位ヘッドを押圧するように前記係合アームが弾性付勢の下で前記遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、
を備える、方法。
【請求項４４】
前記サブマウントは、前記ペリクルフレームに連結された複数のサブマウントのうちの１つであり、前記複数のサブマウントは、いずれも関連する突起に対して同時に横に移動され、又は、前記突起はいずれも関連するサブマウントに対して同時に横に移動される、請求項４３の方法。
【請求項４５】
前記係合アームは、前記係合アームを押圧する一対のピンによって移動される、請求項４３又は４４の方法。
【請求項４６】
前記サブマウントは、ペリクルフレームに設けられ、前記突起は、パターニングデバイスに設けられる、請求項４３乃至４５のいずれか一項の方法。
【請求項４７】
リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するペリクルフレームと、を備えており、前記ペリクルフレームは、前記パターニングデバイスに搭載され、前記ペリクルフレーム及び前記ペリクルは、同一の材料から又は同一の熱膨張率を有する異なる材料から形成される、マスクアセンブリ。
【請求項４８】
放射ビームを調整するように構成された照明システムと、
請求項１乃至４７のいずれか一項によるマスクアセンブリであってパターニングされた放射ビームを形成するべく前記放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されたマスクアセンブリを支持する支持構造と、
基板を保持するように構築された基板テーブルと、
前記パターニングされた放射ビームを前記基板上に投影するように構成された投影システムと、
を備える、リソグラフィ装置。
【請求項４９】
リソグラフィ装置における使用に適したペリクルアセンブリであって、
マウントを用いたパターニングデバイスへの取り付けに適したペリクルフレームと、
前記ペリクルフレームによって支持されたペリクルであって、平面を定義するように前記ペリクルフレームの全体にわたって延伸する薄膜部と、前記ペリクルフレームに取り付けられ前記薄膜部の厚さよりも大きい厚さを有する境界部と、を備え、前記境界部のうち少なくともいくらかは、前記薄膜部によって定義される前記平面から出て前記ペリクルフレームから遠ざかるように延伸する、ペリクルと、
を備え、
前記マウントは、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間に間隙が存在するように前記ペリクルフレームを前記パターニングデバイスに対して懸架するように構成されており、
前記マウントは、前記パターニングデバイスと前記ペリクルフレームとの間の取り外し

可能に係合可能な取り付けを提供する、ペリクルアセンブリ。
【請求項５０】
前記境界部の、前記薄膜部によって定義される前記平面から出て前記ペリクルフレームから遠ざかるように延伸する前記厚さは、前記境界部の、前記薄膜部によって定義される前記平面から出て前記ペリクルフレームに向かって延伸する厚さよりも大きい、請求項４９のペリクルアセンブリ。
【請求項５１】
前記境界部は、前記境界部が前記ペリクルフレームに取り付けられる第１の表面を有し、前記第１の表面は、前記薄膜部によって定義される前記平面と略同一平面である、請求項４９又は５０のペリクルアセンブリ。
【請求項５２】
前記ペリクル及び前記ペリクルフレームは、単一の本体を形成する一体化された部品である、請求項４９乃至５１のいずれか一項のペリクルアセンブリ。
【請求項５３】
パターニングデバイスへの取り付け及びパターニングデバイスに隣接するペリクルの支持に適したペリクルフレームであって、前記パターニングデバイスは、パターン領域を有するとともにリソグラフィ工程における使用に適しており、前記ペリクルフレームは、ペリクル又はパターニングデバイスの前記ペリクルフレームへの取り付けのためのグルーを収容するように構成された凹部を備え、前記凹部は、使用時に、ペリクル又はパターニングデバイスの前記ペリクルフレームへの取り付けが、前記グルーからのアウトガスの産物が前記パターニングデバイスの前記パターン領域に到達するのを防止するべく、前記グルーを前記パターニングデバイスの前記パターン領域から密閉させるように構成されている、ペリクルフレーム。
【請求項５４】
前記凹部は、使用時に、ペリクル又はパターニングデバイスの前記ペリクルフレームへの取り付けが、前記凹部と前記ペリクル又は前記パターニングデバイスとによって囲まれた容積内に前記グルーを閉じ込めさせるように構成されている、請求項５３のペリクルフレーム。
【請求項５５】
前記ペリクルフレームは、複数の凹部を備え、前記複数の凹部のうち少なくとも１つは、ペリクルのペリクルフレームへの取り付け用のグルーを収容するように構成されており、前記凹部のうち少なくとも１つは、パターニングデバイスのペリクルフレームへの取り付け用のグルーを収容するように構成されている、請求項５３又は５４のペリクルフレーム。
【請求項５６】
複数の凹部が前記ペリクルフレームの周囲に分布しており、各凹部は、途中までは前記ペリクルフレームの外縁から前記ペリクルフレームの内縁へと延伸し、前記ペリクルフレームの前記外縁に戻る、請求項５５のペリクルフレーム。
【請求項５７】
請求項５３乃至５６のいずれか一項によるペリクルフレームと、
前記ペリクルフレーム内の凹部に配置されたグルーによって前記ペリクルフレームに取り付けられたペリクルと、
を備える、ペリクルアセンブリ。
【請求項５８】
パターニングデバイスと、ペリクルフレームに支持されたペリクルと、を備えるマスクアセンブリであって、
前記ペリクルの外面には、放射線吸収材料が提供される、マスクアセンブリ。
【請求項５９】
前記ペリクルフレームは、２ｍｍよりも有意に大きい厚さを有する、請求項５８のマスクアセンブリ。

【請求項６０】
リソグラフィ装置において使用されるマスクアセンブリであって、
パターニングデバイスと、
ペリクルを支持するように構成されマウントを用いて前記パターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームと、
を備え、
前記マウントは、前記ペリクルフレームが前記パターニングデバイスに対して懸架されるように構成されており、
前記マウントは、前記パターニングデバイスと前記ペリクルフレームとの間の取り外し可能な取り付けを提供し、
前記マウントは、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、前記突起と係合するように構成された係合機構であって弾性変形可能なアームを備える前記係合機構と、を備えており、
前記弾性変形可能アームは、開いた構造では前記係合機構の係止位置への前記突起の移行を可能にし、閉じた構造では前記突起と係合し、それによって前記突起を前記係合機構の前記係止位置に係止する、ように配置されている、マスクアセンブリ。
【請求項６１】
前記係合機構の前記係止位置への前記突起の前記移行は、前記突起との機械的な摺動接触なしに行われる、請求項６０によるマスクアセンブリ。
【請求項６２】
リソグラフィ装置において使用されるマスクアセンブリであって、
パターニングデバイスと、
ペリクルを支持するように構成されマウントを用いて前記パターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームと、
を備え、
前記マウントは、前記ペリクルフレームが前記パターニングデバイスに上に過剰拘束されるように構成されている、マスクアセンブリ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
[0001] 本願は、２０１４年１１月１７日に提出された米国出願第６２／０８０，５６１号、２０１５年1月２７日に提出された米国出願第６２／１０８，３４８号、２０１５年２月２日に提出された米国出願第６２／１１０，８４１号、２０１５年２月２７日に提出された米国出願第６２／１２６，１７３号、２０１５年４月１７日に提出された米国出願第６２／１４９，１７６号、及び２０１５年６月２３日に提出された米国出願第６２／１８３，３４２号の優先権を主張するものであり、これらはすべて参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。
【０００２】
[0002] 本発明はマスクアセンブリに関する。本発明は特にＥＵＶリソグラフィ装置において用いられるが、これに限られない。
【背景技術】
【０００３】
[0003] リソグラフィ装置とは、基板上に所望のパターンを適用するように構成された機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（ＩＣ）の製造において使用され得る。リソグラフィ装置は、例えば、パターニングデバイス（例えばマスク）から基板上に設けられた放射線感光材料（レジスト）の層にパターンを投影してもよい。
【０００４】
[0004] パターンを基板上に投影するためにリソグラフィ装置によって使用される放射線の波長は、その基板上に形成されることのできるフィーチャの最小寸法を決定する（例え

ば１９３ｎｍの波長を有する電磁放射線を使用し得る）。従来のリソグラフィ装置よりも小さなフィーチャを基板上に形成するためには、４乃至２０ｎｍの範囲内の波長を有する電磁放射線であるＥＵＶ放射線を使用するリソグラフィ装置が用いられ得る。

【０００５】

[0005] リソグラフィ装置において放射ビームにパターンを付与するために用いられるパターニングデバイス（例えばマスク）は、マスクアセンブリの一部を形成し得る。マスクアセンブリは、パターニングデバイスを粒子汚染から保護するペリクルを含んでいてもよい。ペリクルはペリクルフレームによって支持され得る。

【０００６】

[0006] 既知のマスクアセンブリに関連する１つ以上の問題を除去又は軽減するマスクアセンブリを提供することが望ましいであろう。

【発明の概要】

【０００７】

[0007] 本発明の第１の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームと、を備えており、マウントは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙が存在するようにペリクルフレームをパターニングデバイスに対して懸架（ｓｕｓｐｅｎｄ）し、マウントは、パターニングデバイスとペリクルフレームとの間の取り外し可能に係合可能な取り付けを提供する。取り外し可能に係合可能な取り付けは、運動学的連結又は（過剰）拘束取り付け（（ｏｖｅｒ）ｃｏｎｓｔｒａｉｎｅｄ ａｔｔａｃｈｍｅｎｔ）であってもよい。過剰拘束取り付け又は過剰決定取り付け（ｏｖｅｒｄｅｔｅｒｍｉｎｅｄ ａｔｔａｃｈｍｅｎｔ）は、例えば、ペリクルフレームに沿って４つ以上の取り付け点を設けることによって実現される。ここで、運動学的連結とは、非過剰拘束連結（ｎｏｎ－ｏｖｅｒｃｏｎｓｔｒａｉｎｅｄ ｃｏｎｎｅｃｔｉｏｎ）ならびに過剰拘束連結（ｏｖｅｒｃｏｎｓｔｒａｉｎｅｄ ｃｏｎｎｅｃｔｉｏｎ）の両方を含む広い意味で理解される。また、過剰拘束と拘束とは、本明細書においては同じ意味で用いられる。

【０００８】

[0008] 本発明のこの態様は、ペリクルフレームがパターニングデバイスから取り外されること、及びその後、例えばパターニングデバイスの洗浄を可能にするために、交換されることを可能にするので、有利である。また、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙があるため、ペリクルフレームは、パターニングデバイスに取り付けられるとき、パターニングデバイスに擦れない。このことは、ペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるときに汚染粒子が発生し得る程度を低減する。間隙寸法は、低圧では周囲の気体媒体（例えば空気又はＮ２）がより高速で流れるように、その一方で高圧の場合には気体がより低速で流れるように、変更され得る。特に低圧では、保護されたパターン領域の上方の容積にデブリ粒子が進入するのを食い止めるために、流速がより速いことが極めて重要である。

【０００９】

[0009] マウントは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に運動学的連結を提供し得る。本明細書において、運動学的連結とは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に（マウント又はサブマウントを介して）拘束を適用することとして理解され、その結果、ペリクルフレームの自由度の減少がもたらされる。運動学的連結は、ペリクルフレームが膨張するとき、自由に膨張できる１又は２方向（自由度）を有する。

【００１０】

[0010] マウントは複数のサブマウントを備えていてもよい。

【００１１】

[0011] 各サブマウントは運動学的サブマウントであってもよい。

【００１２】

[0012] 各サブマウントは、そのサブマウントにおけるパターニングデバイスに対するペ

リクルフレームの一区画の移動を可能にするように構成された弾性の構成要素を含んでいてもよい。本明細書において、弾性の構成要素とは、撓み性／可撓性を保証する非剛性の部分を意味する。

【００１３】

[0013] 各サブマウントは、そのサブマウントにおける少なくとも１つの方向の移動が防止されるように、そのサブマウントにおけるパターニングデバイスに対するペリクルフレームの移動を限られた数の自由度に抑制するように構成されていてもよい。本明細書において、そのようなサブマウントは、運動力学的拘束と考えられる。ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に運動力学的拘束を加えることは、対応してペリクルフレームの自由度を減少させるであろう。例えば、（サブ）マウントはｚ方向では係止され、ｘ方向もしくはｙ方向のいずれか又はｘ方向及びｙ方向の両方での膨張は可能にしてもよい。

【００１４】

[0014] 各サブマウントは、パターニングデバイス又はペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、パターニングデバイス又はペリクルフレームのうち他方に取り付けられた係合機構とを備えていてもよく、係合機構は突起を収容するとともにこれと係合するように構成されている。突起はスタッドとも称され得る。

【００１５】

[0015] 係合機構は、突起に対する係合機構のいくらかの移動を可能にするように構成された１つ以上の弾性部材を備えていてもよい。

【００１６】

[0016] 係合機構は、１つ以上のアームによってペリクルフレーム又はパターニングデバイスに連結された係止部材を備えていてもよい。

【００１７】

[0017] １つ以上のアームは、ペリクルフレーム又はパターニングデバイスの平面に概ね平行に延伸していてもよい。

【００１８】

[0018] 第１の係合機構の１つ以上のアームは、ペリクルフレーム又はパターニングデバイスの縁に概ね平行に延伸してもよく、第２の係合機構の１つ以上のアームは、ペリクルフレーム又はパターニングデバイスの縁に概ね垂直に延伸してもよい。

【００１９】

[0019] 係止部材は、２つのアームによってペリクルフレーム又はパターニングデバイスに連結されてもよい。

【００２０】

[0020] 突起はシャフトに設けられた遠位ヘッドを備えていてもよく、係止部材は遠位ヘッドの下でシャフトと係合するように構成されていてもよい。パターニングデバイスへの取り付けのために設けられた突起の下部は円形（又は他の形状）の断面を有していてもよく、パターニングデバイスに取り付けられるために底部には平坦な表面を備える。シャフト及び／又は遠位ヘッドは、係止部材とのヘルツ接触を提供するように配置されてもよい。

【００２１】

[0021] 係止部材は、突起の遠位ヘッドの下の第１の係止位置から突起の遠位ヘッドの下ではない第２の非係止位置へと移動可能な固定されていない端部を有する一対のばねを備えていてもよい。ばねは互いに切り離され得る。

【００２２】

[0022] ばねの固定されていない端部は、突起の遠位ヘッドの下にあるように弾性的に付勢されてもよい。ばねの固定されていない端部は、係止位置と非係止位置との間の中間位置へと弾性的に付勢されてもよい。

【００２３】

[0023] ばねの固定されていない端部は、突起のシャフトに接触しないように弾性的に付勢されてもよい。ばねの固定されていない端部は、突起に接触しないように弾性的に付勢

されてもよい。ばねの固定されていない端部は、平衡位置にあるとき、係止部材の他の部分に接触しないように弾性的に付勢されてもよい。

【００２４】

[0024] 係止部材は、ばねの固定されていない端部を突起の遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢された部材をさらに備えていてもよい。

【００２５】

[0025] この部材は、一対の弾性のアームの間に延在する連結部材であってもよい。代替的には、この部材は単一の弾性のアーム上に提供されてもよい。

【００２６】

[0026] 弾性の１つ又は複数のアームは、パターニングデバイスのパターン表面に概ね垂直な方向に撓むように構成されていてもよい。

【００２７】

[0027] 弾性の１つ又は複数のアームは、パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されていてもよい。

【００２８】

[0028] 係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備えていてもよく、係合タブは突起の遠位ヘッドと係合し、係合アームは突起の遠位ヘッドから遠ざかる方向に弾性変形可能である。

【００２９】

[0029] 各サブマウントの各係止部材の係合アームは、いずれも略同じ方向に延伸していてもよい。

【００３０】

[0030] 係合アームは、いずれもリソグラフィ装置の非スキャン方向に対応する方向に延伸していてもよい。

【００３１】

[0031] 第１の係合機構の係合アームは、その係合機構の１つ以上のアームに概ね平行に延伸していてもよく、第２の係合機構の係合アームは、その係合機構の１つ以上のアームに概ね垂直に延伸していてもよい。

【００３２】

[0032] 係合アームは、係合タブを突起の遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢されてもよい。

【００３３】

[0033] 係合アームは、パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されていてもよい。

【００３４】

[0034] 係止部材は、遠位ヘッドを通過して突起のシャフトと係合することを可能にするように弾性変形可能であってもよい。

【００３５】

[0035] 係止部材は支持部に搭載された係止板を備えていてもよく、係止板は、係止板の凹部が遠位ヘッドの下でシャフトと係合する位置まで移動可能である。

【００３６】

[0036] 係合機構は、ペリクルフレームがパターニングデバイスに接触するのを防止する移動制限構成要素をさらに備えていてもよい。

【００３７】

[0037] 係合機構は、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙を維持する移動制限構成要素をさらに備えていてもよい。

【００３８】

[0038] 移動制限構成要素は、突起の遠位面と係合するように構成されたキャップを備えていてもよい。

【００３９】

[0039] マウントは３つ以上のサブマウントを備えていてもよい。
【００４０】
[0040] マウントは４つのサブマウントを備えていてもよい。
【００４１】
[0041] マスクアセンブリの一側部に２つのサブマウントが設けられていてもよく、マスクアセンブリの反対の側部に２つのサブマウントが設けられていてもよい。
【００４２】
[0042] ペリクルフレームの各側部は、第１の方向の移動を可能にするサブマウントと、第１の方向に略垂直であるか又は別の角度を形成する第２の方向の移動を可能にするサブマウントとを備えていてもよい。
【００４３】
[0043] サブマウントは、ペリクルフレームの対向する側部の等価な位置に、相補対として設けられてもよい。
【００４４】
[0044] ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙は、少なくとも１００ミクロンであってもよい。
【００４５】
[0045] ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙は、３００ミクロン未満であってもよい。
【００４６】
[0046] ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙は、２００ミクロン乃至３００ミクロンであってもよい。
【００４７】
[0047] ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙は、サブマウントの付近では他の箇所におけるよりも小さくてもよい。
【００４８】
[0048] サブマウントの付近の間隙は、例えば２００ミクロン未満であってもよい。
【００４９】
[0049] サブマウントの付近の間隙は、およそ１００ミクロン未満であってもよく、例えば５０ｎｍなど１ミクロン未満でさえあり得る。
【００５０】
[0050] 本発明の第２の態様によれば、サブマウントを突起に取り付ける方法が提供され、サブマウントは固定されていない端部を有する一対のばねと部材とを備えており、突起はシャフトに設けられた遠位ヘッドを備えており、この方法は、ばねの固定されていない端部を部材との接触から離れて遠ざかるように移動させることと、突起の下に空間を創出するために部材を突起の遠位ヘッドから遠ざかるように移動させることと、ばねの固定されていない端部が突起の遠位ヘッドの下の空間内の平衡位置に移動することを可能にすることと、部材がばねの固定されていない端部を突起の遠位ヘッドに押し付けるように部材が弾性付勢の下で遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、を備える。
【００５１】
[0051] 本発明の第３の態様によれば、サブマウントを突起から取り外す方法が提供され、サブマウントは、固定されていない端部を有する一対のばねと部材とを備え、突起は、シャフトに設けられた遠位ヘッドを備え、この方法は、ばねの固定されていない端部が遠位ヘッドから遠ざかるように移動することを可能にするために部材を突起の遠位ヘッドから遠ざかるように移動させることと、ばねの固定されていない端部を離れるように移動させることと、部材が弾性付勢の下で遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、ばねの固定されていない端部が一緒に移動して部材の側部を押圧することを可能にすることと、を備える。
【００５２】
[0052] ばねの固定されていない端部は、一対のアクチュエータアームによって離れるよ

うに移動されてもよい。
【００５３】
[0053] 部材は、部材によって連結された一対の弾性のアームを押圧する一対のピンによって移動されてもよい。
【００５４】
[0054] サブマウントはペリクルフレームに設けられてもよく、突起はパターニングデバイスに設けられてもよい。
【００５５】
[0055] 本発明の第４の態様によれば、サブマウントを突起に取り付ける方法が提供され、サブマウントは、１つ以上のアームによってペリクルフレームに連結された係止部材を有する係合機構を備え、係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備え、この方法は、係合タブと係合機構のキャップとの間の分離を拡大するために係合アームの端部を平衡位置から遠ざかるように移動させることと、係合タブが突起の遠位ヘッドと概ね整列するまでサブマウントと突起とを互いに対して横に移動させることと、係合タブが突起の遠位ヘッドを押圧するように係合アームが弾性付勢の下で遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、を備える。
【００５６】
[0056] サブマウントはペリクルフレームに連結された複数のサブマウントのうちの１つであってもよく、複数のサブマウントはいずれも関連する突起に対して同時に横に移動され、又は、突起はいずれも関連するサブマウントに対して同時に横に移動される。
【００５７】
[0057] 係合アームは、係合アームを押圧する一対のピンによって移動されてもよい。
【００５８】
[0058] サブマウントはペリクルフレームに設けられてもよく、突起はパターニングデバイスに設けられる。
【００５９】
[0059] 本発明の第５の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するペリクルフレームとを備えており、ペリクルフレームはパターニングデバイスに搭載され、ペリクルフレームはキャッピング層を備えている。
【００６０】
[0060] ペリクルフレームに設けられたキャッピング層は、ペリクルに設けられたキャッピング層と同一の材料から形成されてもよい。
【００６１】
[0061] 本発明の第６の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するペリクルフレームとを備えており、ペリクルフレームはパターニングデバイスに搭載され、ペリクルフレーム及びペリクルは、同一の材料から、又は同一の熱膨張率を有する異なる材料から形成される。
【００６２】
[0062] ペリクルフレーム及びペリクルを同一の材料から、又は同一の熱膨張率を有する異なる材料から作製することは、ペリクルフレーム及びペリクルが加熱されたときに異なる割合で膨張する場合に起こり得る屈曲を回避する（すなわち、バイメタル片に見られる種類の屈曲を回避する）ので、有利である。
【００６３】
[0063] 本発明の第７の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、パターニングデバイスに固定されたサブフレームと、ペリクルを支持するように構成されたペリクルフレームと、ペリクルフレームのサブフレームへの取り付け及びペリクルフレームのサブフレームからの取り外しを可能にするように動作可能な機械的取り付けインタフェースとを

備えている。
【００６４】
[0064] 機械的取り付けインタフェースは、ペリクルフレームをパターニングデバイスに接着することを要さずに、ペリクルフレームがパターニングデバイスに便利に取り付けられ取り外されることを可能にする。これは、パターニングデバイスに取り付けられたペリクルフレームを交換することによるペリクルの便利な交換を可能にする。ペリクルフレームをパターニングデバイスに便利に取り付け取り外すことが可能であることは、パターニングデバイスの追加的な領域がペリクルフレームのために用いられることを可能にし得る。なぜなら、ペリクルフレームをパターニングデバイスから取り外すことによって、これらの領域へのアクセスが提供され得るからである。パターニングデバイスの追加的な領域がペリクルフレームのために用いられることを可能にすることは、ペリクルフレームの寸法が増大されることを可能にし、それによってペリクルフレームの強度を高める。
【００６５】
[0065] パターニングデバイスはパターニングデバイスの前面に、前面の範囲がパターニングデバイスの後面に対して小さくなる切取部を含んでいてもよく、切取部はペリクルフレームの一部を収容するように構成される。
【００６６】
[0066] 切取部は、ペリクルフレームの範囲が増大されることを可能にし、それによってペリクルフレームの強度を高める。切取部はパターニングデバイスに対するペリクルフレームの位置を制約するので、切取部は、パターニングデバイス上でのペリクルフレームの正確な位置決めを提供し得る。
【００６７】
[0067] 切取部は、パターニングデバイスの前面の外側範囲に隣接して位置決めされてもよい。
【００６８】
[0068] サブフレームは切取部に隣接して位置決めされてもよい。
【００６９】
[0069] サブフレームはパターニングデバイスに接合されてもよい。
【００７０】
[0070] サブフレームはグルーが配置される凹部を有し、グルーは、凹部とパターニングデバイスとによって囲まれた容積内に位置決めされる。
【００７１】
[0071] 囲まれた容積内にグルーを配置することは、グルーからのアウトガスの産物を拘束するので、アウトガスの産物がパターニングデバイスを汚染するのを防止する。また、グルー接合を（パターン領域と比較して）小さな領域に、且つパターニングデバイスのパターン領域から離れて提供することによって、レチクル、ペリクルフレーム、及びペリクル膜に生じる変形が少なくなる。
【００７２】
[0072] 本発明の第８の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームとを備えており、マウントは、パターニングデバイスに対するペリクルフレームの少なくとも一区画の移動を可能にするように構成された可撓性の構成要素を含む。
【００７３】
[0073] パターニングデバイスに対するペリクルフレームの一区画の移動を可能にするように構成された可撓性の構成要素を含むことは、パターニングデバイスにかかる応力を低減する。例えば、使用の際、パターニングデバイス及び／又はペリクルフレームは（例えばパターニングデバイス及び／又はペリクルフレームの加熱及び冷却に起因して）膨張及び収縮し得る。パターニングデバイス及び／又はペリクルフレームの膨張及び収縮は、ペリクルフレームとパターニングデバイスとが互いに取り付けられる点の周囲に応力を発生

し得る。パターニングデバイスに対するペリクルフレームの区画の移動を可能にすることは、発生された応力を低減する。

【００７４】

[0074] マウントは、パターニングデバイスに対してペリクルフレーム全体が回転又は並進運動を与えられることを防止するべく、ペリクルフレームの移動を制約するように構成されていてもよい。

【００７５】

[0075] マウントは複数のサブマウントを備えていてもよく、各サブマウントは異なる位置でパターニングデバイスとペリクルフレームとの間の取り付けを提供し、各サブマウントはその位置におけるパターニングデバイスに対するペリクルフレームの一区画の移動を可能にするように構成された可撓性の構成要素を含む。

【００７６】

[0076] 各サブマウントは、そのサブマウントにおける少なくとも１つの方向の移動が防止されるように、そのサブマウントにおけるパターニングデバイスに対するペリクルフレームの移動を限られた数の自由度に抑制するように構成されていてもよい。

【００７７】

[0077] マウントは３つのサブマウントを備えていてもよい。

【００７８】

[0078] 可撓性の構成要素は弾性要素を備えていてもよい。

【００７９】

[0079] 本発明の第９の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されパターニングデバイスの一領域を囲むようにマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームとを備えており、ペリクルフレームは伸張部分及び非伸張部分を含み、ペリクルフレームの伸張部分はペリクルフレームの非伸張部分の幅よりも大きい幅を有する。

【００８０】

[0080] 伸張部分は、ペリクルがペリクルフレームに取り付けられ得る追加的な表面領域を提供する。これは、（ペリクルの残りの部分に対して増大された厚さを有する）ペリクルの境界部の範囲が増加されることを可能にする。増加された範囲を備えた境界部を有するペリクルは、境界部を把持することによるペリクルの便利な取り扱いを可能にし得る。

【００８１】

[0081] １つ以上の穴は、伸張部分に設けられてもよく、気体がペリクルフレームを通って流れることを可能にするように構成されていてもよい。

【００８２】

[0082] 伸張部分の増大された幅は、伸張部分がペリクルフレームの残りの部分に対して高められた強度を有することを意味し得る。これは、伸張部分を、ペリクルフレームの強度を有意に備えることなく気体がペリクルフレームを通って流れることを可能にするために、穴を支持するのに適したものにし得る。

【００８３】

[0083] 伸張部分のうち少なくとも１つは、アライメントマークを備えていてもよい。

【００８４】

[0084] 伸張部分は、くり抜き部分を含んでいてもよい。

【００８５】

[0085] マスクアセンブリは、ペリクルフレームによって支持され得るペリクルをさらに備えていてもよい。ペリクルは、ペリクルの残りの部分よりも大きい厚さを有する境界部を含んでいてもよい。

【００８６】

[0086] ペリクルの境界部は、ペリクルフレームの伸張部分と対応する伸張部分を含んでいてもよい。

【００８７】
[0087] ペリクルの伸張部分は、気体が通過して流れ得る気孔を含んでいてもよく、気孔は、気体が気孔を通ってペリクルとパターニングデバイスとの間の容積に流入及び流出することを可能にするべくペリクルフレームのくり抜き部分と整列される。伸張部分はアライメントマークを備えていてもよい。
【００８８】
[0088] 気体がペリクルの気孔を通って流れることを可能にすることは、ペリクルフレームにおける穴又はフィルタの必要を減少させ又は除去し、それによってペリクルフレームの強度を高め得る。
【００８９】
[0089] マスクアセンブリは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙を提供するように構成されていてもよく、間隙は、使用時に、気体が間隙を通ってペリクルフレームによって支持されたペリクルとパターニングデバイスとの間の容積に流入及び流出可能となるように構成されている。
【００９０】
[0090] ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙を提供することは、ペリクルフレームに穴又はフィルタを設けることなしにペリクルの全体にわたる圧力均等化を可能にする。
【００９１】
[0091] ペリクルフレームはフレームの本体に窓を含んでいてもよく、窓は１つ以上の放射ビームの透過を可能にするように構成されている。
【００９２】
[0092] 窓は、ペリクルフレームがパターニングデバイスに装着されるときに、パターニングデバイスのアライメントマーク又は識別マークへのアクセスを可能にし得る。
【００９３】
[0093] 窓は、粒子が窓を通過するのを防止するように構成されていてもよい。
【００９４】
[0094] ペリクルフレームは、ペリクルフレームを通って延伸するがペリクルフレームを通るパターニングデバイスへの直接的な見通し線は提供しない穴を含んでいてもよい。
【００９５】
[0095] ペリクルフレームを通って延伸する穴は、ペリクルフレームを通る直接的で妨害のない経路を提供しなくてもよい。
【００９６】
[0096] マスクアセンブリは、ペリクルフレームがパターニングデバイスの前面の全体を実質的に包囲するように構成されていてもよい。
【００９７】
[0097] ペリクルフレームは光学的圧着によってパターニングデバイスに取り付けられてもよい。
【００９８】
[0098] 光学的圧着による取り付けは、ペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるためにグルーを用いる必要を減少させ又はなくし得る。これは、グルーからのアウトガスの産物の存在を有利に低減する。
【００９９】
[0099] マスクアセンブリは、ペリクルフレームによって支持されたペリクルをさらに備えていてもよく、パターニングデバイスとペリクルとの間には導電経路が提供される。
【０１００】
[00100] パターニングデバイスとペリクルフレームとの間に導電性材料が提供されてもよく、ペリクルフレームとペリクルとの間に導電性材料が提供されてもよい。
【０１０１】
[0100] 本発明の第１０の態様によれば、リソグラフィ工程における使用に適したパター

ニングデバイスが提供され、このパターニングデバイスは、パターンを付与された前面と、支持構造への固定に適した後面とを備えており、前面は、前面の範囲が後面に対して小さくなる切取部を含み、切取部はペリクルフレームの一部を収容するように構成されている。

【０１０２】

[0101] パターニングデバイスは、パターニングデバイスに固定されたサブフレームをさらに備えていてもよく、サブフレームは、ペリクルフレームをサブフレームに選択的に取り付けるように動作可能な機械的取り付けインタフェースを含む。

【０１０３】

[0102] 本発明の第１１の態様によれば、放射ビームを調整するように構成された照明システムと、先行するいずれかの請求項によるマスクアセンブリであってパターニングされた放射ビームを形成するべく放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されたマスクアセンブリを支持する支持構造と、基板を保持するように構築された基板テーブルと、パターニングされた放射ビームを基板上に投影するように構成された投影システムとを備えるリソグラフィ装置が提供される。

【０１０４】

[0103] 本発明の第１２の態様によれば、リソグラフィ装置内で使用されるペリクルアセンブリが提供され、このペリクルアセンブリは、パターニングデバイスへの取り付けに適したペリクルフレームと、ペリクルフレームによって支持されたペリクルとを備え、このペリクルは、平面を定義するようにペリクルフレームの全体にわたって延伸する薄膜部と、ペリクルフレームに取り付けられ薄膜部の厚さよりも大きい厚さを有する境界部とを備え、境界部のうち少なくともいくらかは、薄膜部によって定義される平面から出てペリクルフレームから遠ざかるように延伸する。

【０１０５】

[0104] 境界部の、薄膜部によって定義される平面から出てペリクルフレームから遠ざかるように延伸する厚さは、境界部の、薄膜部によって定義される平面から出てペリクルフレームに向かって延伸する厚さよりも大きくてもよい。

【０１０６】

[0105] 境界部は、境界部がペリクルフレームに取り付けられる第１の表面を有していてもよく、第１の表面は、薄膜部によって定義される平面と略同一平面となってもよい。

【０１０７】

[0106] 本発明の第１３の態様によれば、パターニングデバイスへの取り付け及びパターニングデバイスに隣接するペリクルの支持に適したペリクルフレームが提供され、パターニングデバイスは、パターン領域を有するとともにリソグラフィ工程における使用に適しており、ペリクルフレームは、ペリクル又はパターニングデバイスのペリクルフレームへの取り付けのためのグルーを収容するように構成された凹部を備え、凹部は、使用時に、ペリクル又はパターニングデバイスのペリクルフレームへの取り付けが、グルーからのアウトガスの産物がパターニングデバイスのパターン領域に到達するのを防止するべく、グルーをパターニングデバイスのパターン領域から密閉させるように構成されている。

【０１０８】

[0107] 凹部は、使用時に、ペリクル又はパターニングデバイスのペリクルフレームへの取り付けが、凹部とペリクル又はパターニングデバイスとによって囲まれた容積内にグルーを閉じ込めさせるように構成されていてもよい。

【０１０９】

[0108] ペリクルフレームは複数の凹部を備えていてもよく、その複数の凹部のうち少なくとも１つは、ペリクルのペリクルフレームへの取り付け用のグルーを収容するように構成されていてもよく、凹部のうち少なくとも１つは、パターニングデバイスのペリクルフレームへの取り付け用のグルーを収容するように構成されていてもよい。

【０１１０】

[0109] 複数の凹部はペリクルフレームの周囲に分布していてもよく、各凹部は、途中ま

ではペリクルフレームの外縁からペリクルフレームの内縁へと延伸し、ペリクルフレームの外縁に戻る。

【０１１１】

[0110] 第１４の態様によれば、第７の態様によるペリクルフレームと、ペリクルフレーム内の凹部に配置されたグルーによってペリクルフレームに取り付けられたペリクルとを備えるペリクルアセンブリが提供される。

【０１１２】

[0111] 本発明の第１５の態様によれば、パターニングデバイス、ペリクルフレーム、及びペリクルを収容し、ペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けて、ペリクルフレームがパターニングデバイスに隣接してペリクルを支持するマスクアセンブリを形成するように構成されたペリクルフレーム取り付け装置と、ペリクルフレーム取り付け装置からマスクアセンブリを受け取ってマスクアセンブリを支持するように構成された支持構造、マスクアセンブリのパターニングデバイスがパターニングされた放射ビームを形成するべく調整された放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されているところ、放射ビームを調整して、調整された放射ビームでマスクアセンブリを照明するように構成された照明システム、基板を保持するように構築された基板テーブル、及びパターニングされた放射ビームを基板上に投影するように構成された投影システムを備えるリソグラフィ装置と、を備えるリソグラフィシステムが提供され、このリソグラフィシステムは、リソグラフィ装置での使用のためにペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフィ装置へとマスクアセンブリを輸送するように構成されたマスクアセンブリ輸送デバイスをさらに備える。

【０１１３】

[0112] ペリクルフレーム取り付け装置は、密閉環境でペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるように構成されていてもよい。

【０１１４】

[0113] ペリクルフレーム取り付け装置は、ペリクルフレーム取り付け装置の密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプを備えていてもよい。

【０１１５】

[0114] マスクアセンブリ輸送デバイスは、ペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフィ装置へとマスクアセンブリを密閉環境で輸送するように構成されていてもよい。

【０１１６】

[0115] マスクアセンブリ輸送デバイスは、マスクアセンブリ取り付け装置の密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプを備えていてもよい。

【０１１７】

[0116] リソグラフィシステムは、ペリクル、ペリクルフレーム、及びパターニングデバイスのうち１つ以上を汚染又は欠陥のうち少なくとも一方について検査するように構成された検査装置をさらに備えていてもよい。

【０１１８】

[0117] ペリクルフレーム取り付け装置は、ペリクルフレームに取り付けられたペリクルを収容するとともに、ペリクルを取り付けられたペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるように構成されていてもよい。

【０１１９】

[0118] 照明システムはＥＵＶ放射ビームを調整するように構成されていてもよい。

【０１２０】

[0119] ペリクルフレーム取り付け装置は、ＥＵＶ放射線に対して実質的に透明のペリクルを収容するように構成されていてもよい。

【０１２１】

[0120] 本発明の第１６の態様によれば、パターニングデバイスと、ペリクルフレーム及びペリクルを備えるペリクルアセンブリとを収容するように構成されたペリクルフレーム取り付け装置が提供され、ペリクル取り付けデバイスは、ペリクルフレームに設けられた

サブマウントの係合機構を動作させるように構成されたアクチュエータを備えており、アクチュエータは、ペリクルアセンブリを収容する制御環境をペリクルフレーム取り付け装置の他の部分から分離するパーティションに設けられた開口を貫通して突出する。

【０１２２】

[0121] パーティションは、ペリクルフレーム縁及び／又はパターニングデバイスのアライメントマークがパーティションの反対側から視認できるように位置決めされた窓を含んでいてもよい。

【０１２３】

[0122] アクチュエータは、パーティションの平面に垂直に移動可能なピンを備えていてもよい。

【０１２４】

[0123] アクチュエータは、互いに接近し及び遠ざかるように移動可能な一対のアームを備えていてもよい。

【０１２５】

[0124] アクチュエータの端部は頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。

【０１２６】

[0125] ペリクルフレーム取り付け装置は制御環境内に気体出口を含んでいてもよく、気体出口は、パーティションの反対側の気体圧力よりも高い圧力で気体を供給するように構成されている。

【０１２７】

[0126] 本発明の第１７の態様によれば、ペリクル及びペリクルフレームを収容し、ペリクルをペリクルフレームに取り付けてペリクルアセンブリを形成し、ペリクルアセンブリの輸送に適した密閉包装によってペリクルアセンブリを密閉包装内に密閉するように構成されたペリクル取り付け装置が提供される。

【０１２８】

[0127] ペリクル取り付け装置は、密閉環境でペリクルをペリクルフレームに取り付けるように構成されていてもよい。

【０１２９】

[0128] ペリクル取り付け装置は、密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプをさらに備えていてもよい。

【０１３０】

[0129] ペリクル取り付け装置は、ペリクル及びペリクルフレームのうち一方又は両方を汚染又は欠陥のうち少なくとも一方について検査するように構成された検査装置をさらに備えていてもよい。

【０１３１】

[0130] 本発明の第１８の態様によれば、パターニングデバイスを保持するように構成されたテーブルと、スタッドをパターニングデバイスと接触させるスタッドマニピュレータとを備えるスタッド取り付け装置が提供され、スタッドマニピュレータはパターニングデバイスを収容する制御環境からパーティションによって分離されており、パーティションは、パターニングデバイスに接触するためにスタッドが貫通して突出し得る穴を含む。スタッドが、例えば接着によってパターニングデバイスに取り付けられているときには、パターニングデバイスのパターン領域から離れて位置する（パターン領域と比較して）小さな接合領域に起因して、レチクル、ペリクルフレーム、及び／又はペリクル膜自体に生じる変形が少なくなるであろう。

【０１３２】

[0131] スタッドマニピュレータは複数のスタッドマニピュレータのうちの１つであってもよく、パーティションの穴は複数の穴のうちの１つであってもよい。

【０１３３】

[0132] スタッド取り付け装置は制御環境内に気体出口を含んでいてもよく、気体出口は、パーティションの反対側の気体圧力よりも高い圧力で気体を供給するように構成されて

いる。
【０１３４】
[0133] スタッドマニピュレータの周囲には、使用時にパターニングデバイスに対して密閉してパターニングデバイスのスタッド収容部分をパターニングデバイスの他の部分から隔離するシールが提供されてもよい。
【０１３５】
[0134] 送気チャネル及び気体抽出チャネルが提供されてもよく、これらを介して気体の流れがパターニングデバイスのスタッド収容部分に及びそこから提供される。
【０１３６】
[0135] 本発明の第１９の態様によれば、パターニングデバイスを保持するように構成されたテーブルと、スタッドの端部を収容するように配置されるとともにスタッドをパターニングデバイスに取り付けるグルーの強度を減少させることによりスタッドがパターニングデバイスから取り外されることを可能にするためにスタッドを加熱するヒータを含むアクチュエータとを備えるスタッド取り外し装置が提供される。
【０１３７】
[0136] アクチュエータは、各々が、スタッドの遠位ヘッドを収容し保持するように構成されたスタッドグリッパを備えていてもよい。
【０１３８】
[0137] スタッドグリッパは、スタッドの首部よりも幅広くスタッドの遠位ヘッドよりも狭い分離を有する一対のフランジを備えていてもよい。
【０１３９】
[0138] スタッドグリッパの周囲には、使用時にパターニングデバイスに対して密閉してパターニングデバイスのスタッド保持部分をパターニングデバイスの他の部分から隔離するシールが提供されてもよい。
【０１４０】
[0139] 送気チャネル及び気体抽出チャネルが提供されてもよく、これらを介して気体の流れがパターニングデバイスのスタッド保持部分に及びそこから提供される。
【０１４１】
[0140] 本発明の第２０の態様によれば、パターニングデバイスとペリクルフレームに支持されたペリクルとを備えるマスクアセンブリが提供され、ペリクルフレームにはチャネルが設けられ、又はペリクルフレームとパターニングデバイスとの間には間隙が存在し、チャネル又は間隙の壁はエレクトレット材料を備える。
【０１４２】
[0141] チャネル又は間隙の壁はエレクトレット材料の被覆を備えていてもよい。
【０１４３】
[0142] 本発明の第２１の態様によれば、パターニングデバイス及びフレームを備えるマスクアセンブリが提供され、フレームはペリクルを備えていない。換言すれば、膜又は薄膜がフレームの全体に延伸しない。
【０１４４】
[0143] 本発明の第２２の態様によれば、パターニングデバイスとペリクルフレームに支持されたペリクルとを備えるマスクアセンブリが提供され、ペリクルの外面には放射線吸収材料が提供される。
【０１４５】
[0144] ペリクルフレームは、２ｍｍよりも有意に大きい厚さを有し得る。「厚さ」という用語は、パターニングデバイスの平面に平行な方向におけるペリクルフレームの幅（例えばＸ方向及びＹ方向のペリクルフレームの幅）を参照するものと解釈され得る。
【０１４６】
[0145] ペリクルフレームは、３ｍｍ以上の厚さを有し得る。
【０１４７】
[0146] 本発明の第２３の態様によれば、基部及び遠位ヘッドを備えるスタッドが提供さ

れ、基部は平坦な底面を有し、この平坦な底面にはポリマ膜が共有結合されている。

【０１４８】

[0147] スタッドの基部のポリマ膜は、ファンデルワールス力によって可逆的にマスクに接合されてもよい。

【０１４９】

[0148] 本発明の第２４の態様によれば、サブマウントを突起に取り付ける方法が提供され、この方法は、非係止位置から突起に隣接するが接触しない中間位置へと係止部材を移動させることと、その後、保持部材を用いて、係止部材が突起を押圧する係止位置へと係止部材を移動させることと、を備える。

【０１５０】

[0149] 係止部材は、係止部材の表面が突起の表面に対して摺動することなく、係止位置へと移動され得る。

【０１５１】

[0150] 係止部材は、係止部材を突起の表面に略垂直な方向に移動させることによって、係止位置へと移動され得る。係止部材と突起との間で接触が発生するときに、両者の表面の互いに対する摺動が存在しないので、これは有利である。

【０１５２】

[0151] サブマウントはペリクルフレームに取り付けられてもよく、突起はマスクから延伸してもよい。

【０１５３】

[0152] 係止部材は、固定されていない端部を有する一対のばねを備えていてもよい。

【０１５４】

[0153] 本発明の第２５の態様によれば、サブマウントを突起から取り外す方法が提供され、この方法は、保持部材を係止部材から遠ざかるように移動させることと、係止部材が突起を押圧する係止位置から突起に隣接するが接触しない中間位置へと係止部材を移動させることと、その後、係止部材が保持部材を押圧する非係止位置へと係止部材を移動させることと、を備える。

【０１５５】

[0154] 本発明の第２６の態様によれば、リソグラフィ装置内で使用されるマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームとを備えており、マウントはペリクルフレームがパターニングデバイスに対して懸架されるように構成されており、マウントはパターニングデバイスとペリクルフレームとの間に取り外し可能な取り付けを提供し、マウントは、パターニングデバイス又はペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、突起と係合するように構成された係合機構であって弾性変形可能なアームを備える係合機構とを備えており、弾性変形可能アームは、開いた構造では係合機構の係止位置への突起の移行を可能にし、閉じた構造では突起と係合するように配置され、それによって突起は係合機構の係止位置に係止される。係合機構の係止位置への突起の移行は、突起との機械的な摺動接触なしに行われるように手配される。

【０１５６】

[0155] 本発明の第２６の態様によれば、リソグラフィ装置内で使用されるマスクアセンブリが提供され、このマスクアセンブリは、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するように構成されマウントを用いてパターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームとを備えており、マウントは、ペリクルフレームがパターニングデバイス上に過剰拘束されるように構成されている。

【０１５７】

[0156] 上記に記載された又は以下の説明において参照される１つ以上の態様又は特徴は、１つ以上の他の態様又は特徴と組み合わせられ得ることが察知されるであろう。

【０１５８】

[0157] 次に本発明の実施形態を、単なる例として、添付の概略的な図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【０１５９】

【図１】[0158] リソグラフィ装置及び放射線源を備えるリソグラフィシステムの概略図である。

【図２Ａ】[0159] 本発明の一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図２Ｂ】[0159] 本発明の一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図２Ｃ】[0159] 本発明の一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図３】[0160] 本発明の実施形態によるマスクアセンブリの一部の概略図である。

【図４Ａ】[0161] 本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図４Ｂ】[0161] 本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図４Ｃ】[0161] 本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図５】[0162] 本発明のさらなる代替的な一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図６】[0163] 本発明のさらなる代替的な一実施形態によるマスクアセンブリの概略図である。

【図７】[0164] 図６のマスクアセンブリの一部の概略図である。

【図８Ａ】[0165] 本発明の一実施形態によるペリクルフレームの一部の概略図である。

【図８Ｂ】[0165] 本発明の一実施形態によるペリクルの一部の概略図である。

【図９】[0166] 本発明の実施形態によるマスクアセンブリの一部の概略図である。

【図１０】[0167] 本発明の一実施形態によるペリクルアセンブリ及びそのペリクルアセンブリが取り付けられるパターニングデバイスの概略図である。

【図１１】[0168] 本発明の一実施形態によるペリクルフレームの一部、そのペリクルフレームに取り付けられたペリクル、及びそのペリクルフレームが取り付けられるパターニングデバイスの概略図である。

【図１２】[0169] 本発明の一実施形態によるペリクルフレーム及びペリクルを示す図である。

【図１３Ａ】[0170] マスクに取り付けられた図１２のペリクルフレームの係合機構の２つの断面図である。

【図１３Ｂ】[0170] マスクに取り付けられた図１２のペリクルフレームの係合機構の２つの断面図である。

【図１４Ａ】[0171] 上から見た係合機構及びマスクを示す図である。

【図１４Ｂ】[0171] 上から見た係合機構及びマスクを示す図である。

【図１５Ａ】[0172] 代替的な一実施形態による係合機構及びマスクの２つの斜視図である。

【図１５Ｂ】[0172] 代替的な一実施形態による係合機構及びマスクの２つの斜視図である。

【図１６】[0173] 図１５の係合機構及びマスクの断面図である。

【図１７】[0174] 本発明の一実施形態による係合機構の斜視図である。

【図１８】[0175] 図１７の係合機構の断面斜視図である。

【図１９Ａ】[0176] 本発明の一実施形態による、サブマウントを突起に取り付ける方法を概略的に示す図である。

【図１９Ｂ】[0176] 本発明の一実施形態による、サブマウントを突起に取り付ける方法を概略的に示す図である。

【図１９Ｃ】[0176] 本発明の一実施形態による、サブマウントを突起に取り付ける方法を概略的に示す図である。

【図１９Ｄ】[0176] 本発明の一実施形態による、サブマウントを突起に取り付ける方法を概略的に示す図である。
【図１９Ｅ】[0176] 本発明の一実施形態による、サブマウントを突起に取り付ける方法を概略的に示す図である。
【図２０】[0177] 本発明の実施形態による様々な取り付け装置及びリソグラフィ装置の概略図である。
【図２１】[0178] 本発明の一実施形態によるペリクルフレーム取り付け及び取り外し装置の斜視図である。
【図２２】[0179] ペリクルフレーム取り付け及び取り外し装置の一部をより詳細に示す図である。
【図２３】[0180] 本発明の一実施形態によるスタッド取り付け装置の斜視図である。
【図２４】[0181] スタッド取り付け装置の一部をより詳細に示す図である。
【図２５】[0181] スタッド取り付け装置の一部をより詳細に示す図である。
【図２６】[0182] スタッド取り外し装置の一部を示す図である。
【図２７】[0182] スタッド取り外し装置の一部を示す図である。
【図２８Ａ】[0183] 本発明の一実施形態によるサブマウントを示す図である。
【図２８Ｂ】[0183] 本発明の一実施形態によるサブマウントを示す図である。
【図２９】[0184] サブマウントの係合機構の動作を概略的に示す図である。
【図３０】[0184] サブマウントの係合機構の動作を概略的に示す図である。
【図３１】[0185] 本発明の実施形態による、４つのサブマウントを備えたペリクルフレームを示す図である。
【図３２Ａ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｂ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｃ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｄ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｅ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｆ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｇ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【図３２Ｈ】[0186]サブマウントを突起に固定するステップを示す図である。
【発明を実施するための形態】
【０１６０】
[0187] 図１は、本発明の一実施形態によるマスクアセンブリを含むリソグラフィシステムを示す。リソグラフィシステムは、放射線源ＳＯ及びリソグラフィ装置ＬＡを備える。放射線源ＳＯは、極紫外（ＥＵＶ）放射ビームＢを生成するように構成されている。リソグラフィ装置ＬＡは、照明システムＩＬと、パターニングデバイスＭＡ（例えばマスク）を含むマスクアセンブリ１５を支持するように構成された支持構造ＭＴと、投影システムＰＳと、基板Ｗを支持するように構成された基板テーブルＷＴとを備える。照明システムＩＬは、パターニングデバイスＭＡに入射する前に放射ビームＢを調整するように構成されている。投影システムは、放射ビームＢ（今やパターニングデバイスＭＡによってパターニングされている）を基板Ｗ上に投影するように構成されている。基板Ｗは先に形成されたパターンを含んでいてもよい。その場合、リソグラフィ装置は、パターニングされた放射ビームＢを先に基板Ｗ上に形成されたパターンと整列させる。
【０１６１】
[0188] 放射線源ＳＯ、照明システムＩＬ、及び投影システムＰＳはすべて、外部環境から隔離され得るように構築及び配置されていてもよい。放射線源においては大気圧を下回る圧力の気体（例えば水素）が提供されてもよい。照明システムＩＬ及び／又は投影システムＰＳにおいては真空が提供されてもよい。照明システムＩＬ及び／又は投影システムＰＳにおいては大気圧を大きく下回る圧力の少量の気体（例えば水素）が提供されてもよい。
【０１６２】

[0189] 図１に示される放射線源ＳＯは、レーザ生成プラズマ（ＬＰＰ）源と称され得る種類のものである。例えばＣＯ２レーザであり得るレーザ１は、レーザビーム２を介して、エネルギを、燃料エミッタ３から提供されるスズ（Ｓｎ）などの燃料に付与する（ｄｅｐｏｓｉｔ）ように配置される。以下の説明においてはスズを参照するが、任意の適当な燃料が使用されてもよい。燃料は、例えば液状であってもよく、例えば金属又は合金であってもよい。燃料エミッタ３は、例えば液滴の形態のスズを、プラズマ形成領域４に向かう軌道に沿って方向付けるように構成されたノズルを備えていてもよい。レーザビーム２は、プラズマ形成領域４においてスズに入射する。スズへのレーザエネルギの付与は、プラズマ形成領域４においてプラズマ７を発生させる。ＥＵＶ放射線を含む放射線は、プラズマのイオンの脱励起及び再結合の間にプラズマ７から放出される。

【０１６３】

[0190] ＥＵＶ放射線は、近垂直入射放射コレクタ５（より一般的に垂直入射放射コレクタと称されることもある）によって集められ集束される。コレクタ５は、ＥＵＶ放射線（例えば１３．５ｎｍなど所望の波長を有するＥＵＶ放射線）を反射するように配置された多層構造を有していてもよい。コレクタ５は、楕円の形状を有していてもよく、２つの楕円焦点を有する。第１の焦点はプラズマ形成領域４にあってもよく、第２の焦点は、後述するように、中間焦点６にあってもよい。

【０１６４】

[0191] レーザ生成プラズマ（ＬＰＰ）源の他の実施形態においては、コレクタ５は、斜入射角度でＥＵＶ放射線を受けてそのＥＵＶ放射線を中間焦点に集束するように構成された、所謂斜入射コレクタであってもよい。斜入射コレクタは、例えば、複数の斜入射リフレクタを備えた入れ子式コレクタであってもよい。斜入射リフレクタは、光軸Ｏを中心として軸方向に対称的に配設されてもよい。

【０１６５】

[0192] 放射線源ＳＯは１つ以上の汚染物トラップ（図示しない）を含んでいてもよい。例えば、汚染物トラップは、プラズマ形成領域４と放射線コレクタ５との間に位置していてもよい。汚染物トラップは、例えば回転ホイルトラップであってもよいし、又は任意の他の適当な形態の汚染物トラップであってもよい。

【０１６６】

[0193] レーザ１は放射線源ＳＯから分離されていてもよい。その場合、レーザビーム２は、例えば適当な方向付けミラー及び／又はビームエキスパンダを備えたビームデリバリシステム（図示しない）、及び／又は他の光学素子の助けを借りて、レーザ１から放射線源ＳＯへと渡されてもよい。レーザ１及び放射線源ＳＯは、併せて放射線システムと見なされ得る。

【０１６７】

[0194] コレクタ５によって反射された放射線は放射ビームＢを形成する。放射ビームＢは点６で集束されてプラズマ形成領域４の画像を形成し、これは照明システムＩＬのための仮想放射線源として作用する。放射ビームＢが集束される点６は、中間焦点と称されてもよい。放射線源ＳＯは、中間焦点６が放射線源の内包構造体９の開口８に又はその付近に位置するように配置される。

【０１６８】

[0195] 放射ビームＢは、放射線源ＳＯから、放射ビームを調整するように構成された照明システムＩＬ内に進入する。照明システムＩＬは、ファセット視野ミラーデバイス１０及びファセットフィールドミラーデバイス１１を含んでいてもよい。ファセット視野ミラーデバイス１０及びファセットフィールドミラーデバイス１１は、所望の断面形状及び所望の角度分布を有する放射ビームＢを、併せて提供する。放射ビームＢは照明システムＩＬを通過し、支持構造ＭＴによって保持されるマスクアセンブリ１５に入射する。マスクアセンブリ１５は、パターニングデバイスＭＡと、ペリクルフレーム１７によって定位置に保持されるペリクル１９とを含む。パターニングデバイスＭＡは放射ビームＢを反射しパターニングする。照明システムＩＬは、ファセット視野ミラーデバイス１０及びファセ

ットフィールドミラーデバイス１１に加えて又は代えて、他のミラー又はデバイスを含んでいてもよい。マスクアセンブリ１５は、ペリクル付きレチクル（ｐｅｌｌｉｃｌｅｉｚｅｄ　ｒｅｔｉｃｌｅ）ともいう。

【０１６９】

[0196] パターニングデバイスＭＡからの反射に続き、パターニングされた放射ビームＢは投影システムＰＳに入る。投影システムは、基板テーブルＷＴによって保持される基板Ｗ上に放射ビームＢを投影するように構成された複数のミラーを備える。投影システムＰＳはある縮小率を放射ビームに適用してもよく、パターニングデバイスＭＡ上の対応するフィーチャよりも小さなフィーチャを有する画像を形成する。例えば、４という縮小率が適用されてもよい。図１の投影システムＰＳは２つのミラーを有しているが、投影システムは任意の数のミラー（例えば６つのミラー）を含んでいてもよい。

【０１７０】

[0197] リソグラフィ装置は、例えばスキャンモードにおいて用いられてもよく、その場合、支持構造（例えばマスクテーブル）ＭＴと基板テーブルＷＴとは同期してスキャンされ、それと同時に、放射ビームに付与されたパターンが基板Ｗ上に投影される（すなわち動的露光）。支持構造（例えばマスクテーブル）ＭＴに対する基板テーブルＷＴの速度及び方向は、投影システムＰＳの縮小及び画像反転特性によって決定され得る。基板Ｗ上に入射するパターニングされた放射ビームは、一筋の放射線を含んでいてもよい。その一筋の放射線は、露光スリットとも称され得る。スキャン露光の間、基板テーブルＷＴ及び支持構造ＭＴの移動は、露光スリットが基板Ｗの露光フィールド上を進行するようなものであり得る。

【０１７１】

[0198] 図１に示される放射線源ＳＯ及び／又はリソグラフィ装置は、図示されていない構成要素を含んでいてもよい。例えば、放射線源ＳＯには分光フィルタが設けられていてもよい。分光フィルタは、ＥＵＶ放射線については実質的に透過性であってもよいが、赤外線など他の波長の放射線については実質的に遮断性である。

【０１７２】

[0199] リソグラフィシステムの他の実施形態においては、放射線源ＳＯは他の形態をとり得る。例えば、代替的な実施形態においては、放射線源ＳＯは１つ以上の自由電子レーザを備えていてもよい。１つ以上の自由電子レーザは、１つ以上のリソグラフィ装置に提供され得るＥＵＶ放射線を放出するように構成されていてもよい。

【０１７３】

[0200] 上記で簡単に述べたように、マスクアセンブリ１５は、パターニングデバイスＭＡに隣接して設けられるペリクル１９を含む。ペリクル１９は、放射ビームＢが、照明システムＩＬからパターニングデバイスＭＡに接近するとき及びパターニングデバイスＭＡによって投影システムＰＳの方へ反射されるときの両方においてペリクル１９を通過するように、放射ビームＢの経路内に設けられる。ペリクル１９は、ＥＵＶ放射線に対して実質的に透明の（しかし少量のＥＵＶ放射線を吸収するであろう）薄膜を備える。本明細書において、ＥＵＶに対して透明なペリクル又はＥＵＶ放射線について実質的に透明の膜とは、ペリクル１９がＥＵＶ放射線の少なくとも６５％、好適にはＥＵＶ放射線の少なくとも８０％、より好適には少なくとも９０％について透過性であることを意味する。ペリクル１９は、パターニングデバイスＭＡを粒子汚染から保護するように作用する。

【０１７４】

[0201] リソグラフィ装置ＬＡの内部の清浄な環境を維持するための努力がなされ得る一方で、リソグラフィ装置ＬＡの内部には依然として粒子が存在し得る。ペリクル１９が存在しなければ、粒子はパターニングデバイスＭＡ上に堆積し得る。パターニングデバイス上の粒子は、放射ビームＢに付与されるパターン及び基板Ｗに転写されるパターンに悪影響を及ぼし得る。ペリクル１９は、粒子がパターニングデバイスＭＡ上に堆積するのを防止するために、パターニングデバイスＭＡとリソグラフィ装置ＬＡ内の環境との間に障壁を有利に提供する。

【０１７５】
[0202] ペリクル１９は、ペリクル１９の表面上に入射する粒子が放射ビームＢの焦点面内に存在しないようにパターニングデバイスＭＡから十分な距離をとって位置決めされる。この、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡとの分離は、ペリクル１９の表面上の粒子が放射ビームＢにパターンを付与する程度を減少させるように作用する。放射線のビームＢ内であるが放射線のビームＢの焦点面内ではない（すなわち、パターニングデバイスＭＡの表面ではない）位置に粒子が存在している場合には、粒子の画像は基板Ｗの表面では合焦状態とはならないことが察知されるであろう。いくつかの実施形態においては、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡとの分離は、例えば、約１ｍｍ乃至１０ｍｍ、例えば１ｍｍ乃至５ｍｍ、より好適には２ｍｍ乃至２．５ｍｍであってもよい。

【０１７６】
[0203] 図２Ａ、図２Ｂ、及び図２Ｃは、本発明の一実施形態によるマスクアセンブリ１５の概略図である。図２Ａは、マスクアセンブリ１５の平面図を示す。図２Ｂは、図２Ａに示されるマスクアセンブリ１５の線Ａ－Ａに沿った断面を示す。図２Ｂは、図２Ａに示されるマスクアセンブリ１５の線Ｂ－Ｂに沿った断面を示す。図２Ａ、図２Ｂ、及び図２Ｃを通じて一致したデカルト座標系が用いられ、ここでｙ方向は放射ビームＢに対するパターニングデバイスＭＡのスキャン方向を示す。

【０１７７】
[0204] マスクアセンブリ１５は、パターニングデバイスＭＡと、ペリクルフレーム１７と、ペリクル１９とを含む。ペリクル１９は、ＥＵＶ放射線に対して実質的に透明の薄膜を備える。ペリクル１９は、粒子汚染に対する障壁を提供しつつＥＵＶ放射線に対して実質的に透明である任意の材料から形成され得る。

【０１７８】
[0205] 例えば、ペリクル１９はポリシリコン（ｐＳｉ）膜から形成されてもよい。ペリクル１９（例えばポリシリコン膜）の片側又は両側は、熱放射率の向上のために、金属層（例えばＲｕ層）などのキャッピング層を被せられていてもよい。代替的な一例においては、ペリクル１９は、モリブデン（Ｍｏ）と珪化ジルコニウム（ＺｒＳｉ）との多層スタックから形成されてもよい。そのＭｏ／ＺｒＳｉスタックは、片側又は両側でキャッピング層を被せられていてもよい。他の材料、例えばグラフェン、シリセン、窒化シリコン、フラーレン、カーボンナノチューブ、ダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）、又はＥＵＶ放射線に対して実質的に透明の他の材料が、他の実施形態におけるペリクル１９としての使用に適しているであろう。

【０１７９】
[0206] キャッピング層は、元素Ｎｂ，Ｚｒ，Ｙ，Ｌａ，Ｃｅと、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｙ，Ｌａ，Ｃｅの合金と、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｙ，Ｌａ及びＣｅの珪化物と、そのような合金の珪化物と、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｌａ，Ｃｅの酸化物と、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｙ，Ｌａ，Ｃｅの合金の酸化物と、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｙ，Ｌａ，Ｃｅの炭化物と、そのような合金の炭化物と、Ｍｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｌａ，Ｃｅの窒化物と、Ｎｏ，Ｎｂ，Ｒｕ，Ｚｒ，Ｌａ，Ｙ，Ｃｅの合金の窒化物と、からなる群から選択された耐火材料であってもよい。

【０１８０】
[0207] 上記で参照したキャッピング層は、ＥＵＶ放射線の存在下において水素ガスから発生し得るとともにペリクル１９に損傷を引き起こし得る水素ラジカル（又は他の反応種）の影響を低減させるのに役立ち得る。

【０１８１】
[0208] キャッピング層は、ペリクルフレーム１７（又はペリクルフレームの他の実施形態）上にも設けられ得る。キャッピング層は、ペリクル１９上に設けられたキャッピング層と同一の材料から形成されてもよい。

【０１８２】
[0209] ペリクル膜１９の厚さは、材料特性（例えば強度、ＥＵＶ透明度）に依存するで

あろう。好適には、ペリクル１９の厚さは、５乃至１００ｎｍの範囲内である。例えば、Ｍｏ／ＺｒＳｉ多層スタックから作られたペリクル膜は、厚さ約２５ｎｍであり得る。あるいは、ポリシリコンから作られたペリクルは、厚さ約４０ｎｍであり得る。グラフェンペリクルは、例えば厚さ約１０ｎｍであり得る。

【０１８３】

[0210] ペリクルによるＥＵＶ放射線の透過は、ペリクルの厚さと、ペリクル及びキャッピング層が形成される材料の純度とに依存する。ペリクルは、所与のＥＵＶ放射線の透過を可能にするのに十分なほど薄くてもよい。例えば、ペリクルは、入射するＥＵＶ放射線の約６５％よりも多くを透過するように十分薄くてもよい。例えば、ペリクルは、入射するＥＵＶ放射線の少なくとも約８５％、又は入射するＥＵＶ放射線の少なくとも約９０％を透過するように十分薄いのが望ましいであろう。

【０１８４】

[0211] パターニングデバイスＭＡはパターン領域２１を備える。パターン領域２１には、パターン領域２１からの放射線（例えばＥＵＶ放射線）の反射によって基板Ｗに転写されるパターンが設けられる。パターン領域２１は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳに配設される。パターニングデバイスＭＡの反対の後面ＢＳは、支持構造ＭＴに固定（例えばクランプ留め）されてもよい。例えば、パターニングデバイスの後面ＢＳは、静電クランプを用いて支持構造ＭＴにクランプ留めされてもよい。

【０１８５】

[0212] ペリクルフレーム１７は、ペリクルフレーム１７がパターン領域２１の周囲に延伸してこれを包囲するように、中央に長方形の開口を含む。図２Ａ乃至図２Ｃの実施形態においては、ペリクルフレーム１７によって提供される開口は長方形であるが、他の実施形態においては、ペリクルフレームによって提供される開口は任意の適当な形状を有していてもよい。ペリクル１９は、パターニングデバイスＭＡのパターン領域２１全体にわたって懸架されるようにペリクルフレーム１７に取り付けられる。ペリクル１９は、ペリクル１９の残りの部分と比較して増大された厚さを有する境界部２０を含む。例えば、境界部２０は、約６０ｎｍの厚さを有していてもよい。境界部２０は、ペリクルがペリクルフレーム１７に取り付けられる領域においてペリクル１９の強度を増大させるのに役立つ。境界部２０は、ペリクル１９の取り扱いの際に把持され得るペリクル１９の一部を追加的に提供してもよい。例えば、ペリクル１９をペリクルフレーム１７に適用し又はそこから取り外すとき、境界部２０は、ペリクル１９を扱うために把持され得る。境界部２０の増大された厚さは、把持時の損傷及び／又は切断に対する境界部２０の耐性を有利に高める。境界部は、ペリクルの残りの部分と同一又は異なる材料から形成されていてもよい。ペリクルの膜がポリシリコンから形成されている実施形態においては、境界部もポリシリコンから形成されていてもよい。

【０１８６】

[0213] 基板Ｗに転写されるパターンはパターン領域２１に含まれているが、パターニングデバイスＭＡは、パターン領域２１の外部に他のパターン領域又はマーキングを含んでいてもよい。例えば、パターニングデバイスＭＡは、パターニングデバイスＭＡを整列させるために用いられ得るアライメントマーク２３を含んでいてもよい。パターニングデバイスは、追加的又は代替的には、パターニングデバイスＭＡを識別するために用いられ得る１つ以上の識別マーク（例えば１つ以上のバーコード）を含んでいてもよい。

【０１８７】

[0214] 図２Ａ，図２Ｂ及び図２Ｃに示される実施形態においては、パターニングデバイスＭＡは、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳの範囲がパターニングデバイスＭＡの後面ＢＳに比べて縮小されている切取部２５（図２Ｂ及び図２Ｃにおいてもっともよく見て取れる）を含む。切取部２５は、図２Ｂに示すように、ペリクルフレーム１７の一部を収容するように構成されている。切取部は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳの外側範囲に隣接して位置決めされる。もっとも、他の実施形態においては、ペリクルフレーム１７は、パターニングデバイスＭＡの前部又は側部に、切取部を有することなく取り付けら

れてもよい。一実施形態においては、ペリクルフレームは、スキャン方向に平行なパターニングデバイスＭＡの２つの側部に取り付けられてもよい。別の一実施形態においては、ペリクルフレームは、スキャン方向に垂直なパターニングデバイスＭＡの２つの側部に取り付けられてもよい。さらに別の一実施形態においては、上述の前部取り付けと側部取り付けとの組み合わせも予想される。

【０１８８】

[0215] ペリクルフレーム１７をパターニングデバイスＭＡに取り付け得るインタフェースを提供するために、パターニングデバイスは、ｘ軸に平行な（よってスキャン方向に垂直な）、パターン領域２１の２つの側部に沿って延伸するサブフレーム２７を備えていてもよい。サブフレーム２７は切取部２５に隣接して位置決めされる。各サブフレーム２７は凹部２９を含み、この凹部は、閉じた容積を定義するように、サブフレーム２７とパターニングデバイスＭＡとに囲まれている。サブフレーム２７をパターニングデバイスＭＡに固定するために、グルー３１（接着剤とも称され得る）が凹部２９内に配設される。最初に凹部２９内に適用されるとき、グルーは、グルーが収縮する硬化プロセスを経験し得る。グルーの収縮は、サブフレーム２７をパターニングデバイスＭＡに固定するように、サブフレーム２７をパターニングデバイスＭＡの方へと引っ張り得る。サブフレーム２７は、２つ以上の凹部２９を含んでいてもよい。ペリクル境界部２０は、ペリクルをペリクルフレーム１７に取り付けるための凹部を含んでいてもよい。グルー３１を収容するために、パターニングデバイスＭＡ又はペリクルフレームの構成要素にも凹部が設けられ得る。

【０１８９】

[0216] グルー３１を凹部２９とパターニングデバイスＭＡとによって定義される閉じた容積内に配置することにより、グルー３１は周囲環境から密閉される。アウトガスによってグルーから気体が放出され得るため、グルーを周囲環境から密閉することは有利である。グルーからのアウトガスの産物は、パターニングデバイスＭＡが保持されている環境を不利に汚染し得る。グルーを周囲環境から（凹部２９内に）密閉することは、グルーからのアウトガスの産物が凹部２９内に閉じ込められることを保証し、したがって、パターニングデバイスＭＡが保持されている環境のグルー３１からのアウトガスによる汚染を有利に防止する。

【０１９０】

[0217] 特に、グルー３１からのアウトガスの産物がパターニングデバイスＭＡのパターン領域２１に到達するのを防止するようにグルーを密閉するのが有利である。グルーからのアウトガスの産物がパターン領域２１に到達すると、放射ビームＢに転写されるパターン及びひいては基板Ｗに転写されるパターンは、悪影響を受け得る。したがって、基板Ｗに転写されるパターンの品質を保全するために、グルー３１からのアウトガスの産物がパターン領域２１に到達するのを防止するようにグルー３１を密閉するのが望ましい。

【０１９１】

[0218] いくつかの実施形態においては、サブフレーム２７は、グルー３１のアウトガスの産物のうち限られた量を、その産物がパターン領域２１から遠ざかって進むように、凹部２９から一方向に漏出させるように構成されていてもよい。例えば、サブフレーム２７は、産物がパターニングデバイスＭＡのパターン領域２１に到達するのを依然として防止しつつ産物がサブフレーム２７の外側に向かって漏出し得るように構成されていてもよい。

【０１９２】

[0219] パターニングデバイスＭＡは定期的に洗浄されてもよい。例えば、パターニングデバイスＭＡを洗浄するために、パターニングデバイスＭＡに洗浄液が適用されてもよい。洗浄液を用いてパターニングデバイスＭＡを洗浄するときには、洗浄液が、マスクアセンブリ１５の要素をまとめて固定するのに用いられるグルーと接触することを防止するのが望ましい。もしも洗浄液がグルーと接触すると、グルーは洗浄液によって溶解され得る。洗浄液によって溶解されたグルーは、洗浄プロセスの際、マスクアセンブリ１５の構成

要素全体に広がり得る。例えば、グルーは、パターニングデバイスＭＡのパターン領域２１と接触し得る。パターニングデバイスＭＡのパターン領域２１と接触したグルーは、放射ビームＢに転写されるパターン、及びひいては基板Ｗに転写されるパターンに悪影響を及ぼし得る。グルーが密閉された容積内に配置されない既知のマスクアセンブリにおいては、パターニングデバイスが洗浄液を用いて洗浄可能となる前に、まず残存グルーがマスクアセンブリから除去されなければならない。図２Ｂに示されるようにグルー３１を密閉された凹部２９内に密閉することによって、パターニングデバイスＭＡは、サブフレーム２７がグルー３１によってパターニングデバイスＭＡに取り付けられたままで、洗浄液とグルーとの接触の危険なしに、洗浄されることができる。

【０１９３】

[0220] サブフレーム２７は、ペリクルフレーム１７をサブフレーム２７に選択的に取り付け及び取り外すように動作可能な取り付けインタフェース３２を含む。したがって、取り付けインタフェース３２は、ペリクルフレーム１７をパターニングデバイスＭＡに固定するために用いられる。取り付けインタフェース３２は、グルーを必要とすることなしに、ペリクルフレーム１７をパターニングデバイスＭＡに機械的に取り付け及び取り外すための手段を提供する。ペリクルフレーム１７は、ペリクルフレーム１７をサブフレーム２７に固定するように取り付けインタフェース３２と連結する構成要素を含んでいてもよい。取り付けインタフェース３２は、任意の適当な形態をとり得る。例えば、取り付けインタフェース３２は、ペリクルフレーム１７をサブフレーム２７に留めるのに適した１つ以上の留め具（例えばねじ）を収容するように構成された開口を備えていてもよい。いくつかの実施形態においては、取り付けインタフェース３２は、ペリクルフレーム１７をサブフレーム２７に固定するように、ペリクルフレーム１７に磁力を作用させる磁気構成要素を含んでいてもよい。いくつかの実施形態においては、取り付けインタフェース３２は、ペリクルフレーム１７とサブフレーム２７との相対移動に抵抗するように、ペリクルフレーム１７に摩擦力を作用させるように構成された表面を含んでいてもよい。ペリクルフレームを（サブフレーム２７を介して）パターニングデバイスＭＡに取り付けるためのグルーの使用を不要にすることは、パターニングデバイスが保持される環境のグルーからのアウトガスによる汚染の危険を有利に低減する。

【０１９４】

[0221] 上記で説明されたように、サブフレーム２７の取り付けインタフェース３２は、ペリクルフレーム１７をパターニングデバイスＭＡに接着することを要さずに、ペリクルフレーム１７（及びペリクル１９）の迅速且つ便利な取り付け及びパターニングデバイスＭＡからの清浄な取り外し（撤去により粒子が実質的に引き起こされない）を提供し得る。ペリクル１９はパターニングデバイスＭＡよりも短い寿命を有し得るので、マスクアセンブリ１５のペリクル１９は定期的に交換されてもよい。例えば、ペリクル１９は約２週間毎に交換されてもよい。既知のマスクアセンブリは、パターニングデバイスに永久的に取り付けられたペリクルフレームを含み得る。マスクアセンブリのペリクルは、パターニングデバイスＭＡに永久的に取り付けられたペリクルフレームに新たなペリクルを接着することによって交換されてもよい。このように（定期的に新たなペリクルをペリクルフレームに接着することによって）ペリクルを交換することは、グルーからのアウトガスによって引き起こされる汚染の危険を増大させ得る。

【０１９５】

[0222] 図２Ａ乃至図２Ｃに示されるマスクアセンブリ１５は、（ペリクル１９が取り付けられた状態の）ペリクルフレーム１７をパターニングデバイスＭＡから取り外し、新たなペリクルフレーム１７及びペリクル１９を、グルーを用いずに、パターニングデバイスＭＡに取り付けることによって、ペリクルの交換を有利に可能にする。したがって、そのような既知のマスクアセンブリと比較して、グルーからのアウトガスによる汚染の可能性が有利に低減される。図２Ａ乃至図２Ｃの容易に交換可能なペリクルフレーム１７のさらなる利点は、ペリクルフレーム１７が、（例えば洗浄液を用いた）パターニングデバイスの洗浄又は検査を可能にするために、パターニングデバイスＭＡから取り外され得るとい

うことである。パターニングデバイスＭＡからのペリクルフレーム１７の取り外し後、パターニングデバイスに存在するグルーは、サブフレーム２７の凹部２９内に密閉されたもののみである。したがって、パターニングデバイスＭＡは、洗浄液とグルーとの接触を回避しつつ、洗浄液によって洗浄され得る。

【０１９６】

[0223] 図２Ｃからわかるように、ｙ軸に沿って延伸するペリクルフレーム１７の側部は、パターニングデバイスＭＡの切取部には位置していない。その代わりに、ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間には間隙Ｇが残されている。こうしたペリクルフレームの設計とは対照的に、ペリクルを備えた既知のマスクのほとんどは、粒子によるマスクの汚染の危険性をできる限り低減させるために、フィルタ又は弁によって制御されたペリクルフレームの開口、スリット又は間隙を有する。本実施形態によるペリクルフレーム１７は、その代わりに、フレーム外周の一部又は全周に延伸する開放された間隙を有するので、ペリクルフレーム１７は懸架されていると見なされ得る。間隙Ｇは、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積に空気が流入及び流出することを可能にする。間隙の寸法を制御することによって、（たとえフィルタがない場合であっても）気体流によって循環され得る粒子汚染のほとんどを軽減することが依然として可能であることが判明している。しかしながら、必要な場合には、圧力差が適切に制御される限りは、ペリクルフレーム内又はフレームとパターニングデバイスとの間の間隙にフィルタが挿入されてもよい。

【０１９７】

[0224] 使用にあたり、マスクアセンブリ１５は大きな圧力変化に曝され得る。例えば、マスクアセンブリ１５は、真空圧条件まで排気されたロードロックを介してリソグラフィ装置内にロードされる前に、リソグラフィ装置の外側の大気圧条件に曝露され得る。マスクアセンブリ１５は、大気圧条件まで通気されたロードロックを介してリソグラフィ装置からアンロードされる前に、リソグラフィ装置の内側にある間、真空圧条件を経験し得る。したがって、マスクアセンブリ１５は、圧力の大きな増加及び減少を経験する。

【０１９８】

[0225] マスクアセンブリが曝露される圧力条件の変化は、ペリクル１９の全体にわたって圧力差が存在する事態を引き起こし得る。例えば、マスクアセンブリ１５が真空排気されるロードロック内にあるとき、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積が、マスクアセンブリ１５の外側が真空排気されるのと同じ速さで真空排気されない場合には、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積内の圧力は、マスクアセンブリ１５の外側の圧力よりも大きくなるであろう。したがって、ペリクル１９の全体にわたって圧力差が存在し得る。ペリクル１９は、典型的には、圧力差に曝露されたときに屈曲し得る薄い可撓性膜である。例えば、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積内の圧力がマスクアセンブリ１５の外側の圧力よりも大きい場合には、ペリクル１９は、パターニングデバイスＭＡから遠ざかるように屈曲し得る。逆に、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積内の圧力がマスクアセンブリ１５の外側の圧力よりも小さい場合（例えば、マスクアセンブリ１５が曝露される圧力条件の増加時）には、ペリクル１９は、パターニングデバイスＭＡに向かって屈曲し得る。

【０１９９】

[0226] ペリクル１９の屈曲は、ペリクル１９が他の構成要素と接触する事態を引き起こし得る。例えば、パターニングデバイスに向かって屈曲されたペリクル１９は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳと接触し得る。パターニングデバイスＭＡから遠ざかるように屈曲するペリクル１９は、リソグラフィ装置の他の構成要素と接触し得る。ペリクル１９の過度の屈曲及び／又は別の構成要素と接触するペリクルは、ペリクル又は周囲の構成要素に損傷を引き起こし得るとともに、ペリクル１９の切断をもたらし得る。したがって、ペリクルへの損傷を回避するためには、ペリクル１９の全体にわたって存在する圧力差を制限するのが望ましい。圧力差はペリクル破壊閾値よりも低く維持され得るが、この閾

値はペリクルを形成するために用いられる材料の強度に依存する。いくつかの実施形態においては、例えばペリクルの皺を緩和するために、小さな圧力差が望ましいかもしれない。

【０２００】

[0227] ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の間隙Ｇは、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積に気体が流入及び流出することを可能にする。ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積に気体が流入及び流出することを可能にすることは、ペリクル１９の両側の圧力均等化を可能にするので、ペリクル１９は、ペリクル１９の全体にわたって損傷を与える圧力差に曝されない。

【０２０１】

[0228] ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の間隙Ｇの寸法は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクル１９との間の容積に気体が流入及び流出し得る速さに影響を及ぼすであろう。パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクル１９との間の容積に気体が流入及び流出し得る速さは、ペリクル１９の全体にわたる圧力差の大きさに影響を及ぼすであろう。例えば、間隙Ｇの寸法を増大させることは、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクル１９との間の容積に気体が流入及び流出し得る速さを増加させるであろう。気体流の速さの増加は、ペリクル１９の全体にわたって存在する圧力差を制限し得る。

【０２０２】

[0229] ペリクル１９の全体にわたって存在する圧力差を制限するためには、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積に十分な速さの気体が流入及び流出することを可能にする十分に大きな間隙Ｇを設けることが望ましいであろうが、粒子が間隙Ｇを通過するのを防止することもまた望ましい。間隙Ｇを通過する粒子は、パターニングデバイスＭＡ上に堆積し得る。上述したように、パターニングデバイスＭＡ上に堆積した粒子は、放射ビームＢに転写されるパターン及び基板Ｗに転写されるパターンに悪影響を及ぼし得る。したがって、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の容積に入り込む粒子の寸法及び／又は数を制限するために、間隙Ｇの寸法を制限するのが望ましいかもしれない。

【０２０３】

[0230] 一実施形態においては、間隙Ｇは、０．１ｍｍ乃至０．５ｍｍの範囲内の幅３５、例えば約０．２乃至０．３ｍｍの幅を有し得る。そのような実施形態においては、間隙Ｇは、いくらかの粒子が間隙Ｇを通過できるのに十分な程度に大きくてもよい。しかしながら、リソグラフィ装置ＬＡ内に位置決めされると、マスクアセンブリ１５に向かって進む粒子の大半は、間隙Ｇと一致しない方向に進み得る。例えば、粒子は、ペリクル１９又はペリクルフレーム１７と衝突するが間隙Ｇは通過しない方向からマスクアセンブリに向かって進み得る。したがって、間隙Ｇがリソグラフィ装置ＬＡ内に存在するいくらかの粒子よりも大きいことは、極端に問題にはならないであろう。なぜなら、粒子が間隙Ｇを通過する可能性は比較的小さいためである。

【０２０４】

[0231] ペリクルフレームがパターニングデバイスに接着される既知のマスクアセンブリにおいては、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙が設けられるようにペリクルフレームを構成することが可能であり得る。しかしながら、グルーが間隙に流入して間隙に寸法を減少させるとともにアウトガスを通じて汚染を引き起こす可能性があることから、これは現実には達成が困難であろう。こうした問題は、図２Ｃに示される実施形態と、本明細書に記載のさらなる実施形態とによれば回避される。

【０２０５】

[0232] ペリクルフレーム１７は、追加的な気体通路、開口、弁及び／又はフィルタ（図２Ａ乃至図２Ｃには図示しない）をさらに備えていてもよく、これらはペリクル１９の全体にわたる圧力均等化を可能にする。気体通路及び／又はフィルタは、ペリクル１９とパ

ターニングデバイスＭＡとの間の容積に入り込み得る粒子の数を減少させ又は制限するように構成されていてもよい。図３は、気体通路３７が設けられているペリクルフレーム１７の一部の概略図である。気体通路３７は、ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路が提供されないように構成されている。ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路を提供しない気体通路３７は、ラビリンス穴と称され得る。気体通路３７がペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路を提供しないので、気体通路３７に進入する粒子は、気体通路３７を通過するよりもむしろ気体通路３７の壁に衝突するであろう。したがって、ラビリンス穴構造の気体通路３７を提供することは、ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路を提供する気体通路に比べ、気体通路３７を通過する粒子の数を減少させ得る。ラビリンス穴は、ペリクルフレーム１７を貫通する直接的な（見通し線）経路を提供しない任意の適当な構造を有し得る。直接的で妨害のない経路を提供しない気体通路又はラビリンス穴は、マスクアセンブリ、ペリクルアセンブリ又はその要素の輸送に適した包装（スタッド輸送用梱包など）においても同様に（さらなるフィルタと組み合わせて又はさらなるフィルタを有さずに）提供され得るものであり、ラビリンス穴は、包装の容積内に入り込み得る粒子の数を減少させる／制限するように構成されつつも、圧力均等化を可能にする。

【０２０６】

[0233] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路は提供するがペリクルフレーム１７を通るパターニングデバイスＭＡへの直接的な見通し線は提供しない穴が、ペリクルフレーム１７を貫通して設けられてもよい。ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路を提供する穴を設けることは、気体がその穴を通って流れ得る速さを増加させ得る。しかしながら、ペリクルフレーム１７を貫通する直接的で妨害のない経路を提供する穴は、汚染がペリクルフレーム１７を通過し得る経路を提供する。もっとも、穴の直径よりも小さい寸法を有し制限された角度範囲内にある方向から穴に到達する汚染にしか、穴を通過することはできないであろう。したがって、限られた量の汚染のみが穴を通過することになるであろう。また、穴を通るパターニングデバイスＭＡまでの直接的な見通し線が提供されないので、穴を通過する汚染はパターニングデバイスの方へは進まないであろうし、したがってパターニングデバイスＭＡ上に堆積する可能性は低くなる。

【０２０７】

[0234] ペリクルフレーム１７は、追加的又は代替的には、気体がペリクルフレーム１７を通過することは可能にするが粒子がペリクルフレーム１７を通過することは防止する１つ以上のフィルタを備えていてもよい。１つ以上のフィルタは、例えば、ｙ軸に平行に延伸するペリクルフレーム１７の側部に設けられていてもよい。追加的又は代替的には、ｘ軸に平行に延伸するペリクルフレーム１７の側部に１つ以上のフィルタが設けられていてもよい。

【０２０８】

[0235] いくつかの実施形態においては、マスクアセンブリ１５は、ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡとの間に間隙Ｇを含んでいなくてもよく、ペリクルフレーム１７はパターニングデバイスＭＡと接触していてもよい。そのような実施形態においては、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に気体が流入及び流出することを可能にするために、ペリクルフレーム１７に穴及び／又はフィルタが設けられてもよい。そのようなマスクアセンブリはやはり、ペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡに取り外し可能に取り付けられるように配置され得る。

【０２０９】

[0236] 例えば図２Ｂからは、パターニングデバイスＭＡに切取部２５を設けると、パターニングデバイスＭＡが切取部２５を含まない場合よりも、ペリクルフレーム１７の一部がｚ方向により大きな範囲を有することが可能になることがわかる。ペリクルフレーム１７のｚ方向のより大きな範囲は、ペリクルフレーム１７のフィルタ及び／又は気体通路が位置し得る追加的な空間を有利に提供する。

【０２１０】
[0237] パターニングデバイスに切取部２５を設けることは、ペリクルフレーム１７にとって利用可能な容積を増加させるので、ペリクルフレーム１７の寸法を増大させることが可能になる。所与の外形寸法を有するマスクアセンブリ１５に基づくインフラストラクチャが存在し得るため、マスクアセンブリ１５の外形寸法は、ペリクルフレーム１７の寸法の増大によっては実質的に変更されないままであるのが望ましいであろう。特に、切取部２５は、ペリクルフレーム１７のｚ方向の範囲が増大されることを可能にする。例えば、切取部を含まないマスクアセンブリは、ｚ方向に約２ｍｍの範囲を有するペリクルフレーム１７を含み得るが、これはペリクルとパターニングデバイスの前面との間の分離に等しい。図２Ａ乃至図２Ｃのパターニングデバイスにおける切取部２５の提供は、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の分離又はマスクアセンブリ１５の外形寸法を変更することなしに、ペリクルフレーム１７のｚ方向の寸法が約６又は７ｍｍまで拡張されることを可能にし得る。

【０２１１】
[0238] 切取部が用いられない別の一実施形態において、ペリクルフレームのためにより多くの容積を得るための代替的な手法は、センサ及びアライメントマーカなどマスク上に存在する非パターン要素の位置を外側に移すというものである。そのようにすると、ペリクルが例えば、道具類（ｔｏｏｌｉｎｇ）によって侵入されない１２６ｍｍ×１５２ｍｍ＝１９１５２ｍｍ^{2}の面積を占めるようにすることができる。

【０２１２】
[0239] 図２Ａ乃至図２Ｃに示される実施形態は切取部２５を含んでいるが、いくつかの実施形態は切取部２５を含んでいなくてもよい。そのような実施形態においては、ペリクルフレーム１７のｚ方向の範囲は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクル１９との間の分離と同一であってもよい。換言すれば、ペリクルフレーム１７の底面は、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳ上にあるか、又はこれに隣接していてもよい。

【０２１３】
[0240] マスクアセンブリ１５から（サブフレーム２７に設けられた取り付けインタフェース３３との相互作用によって）容易に取り外し可能なペリクルフレーム１７を設けることは、ペリクルフレームのｚ方向以外の方向の範囲が増大されることを可能にし得る。例えば、ペリクルフレーム１７の寸法は、マスクアセンブリ１５の外形寸法を増大させることなく、（一般的なマスクアセンブリに対して）ｘ方向及び／又はｙ方向に増大され得る。

【０２１４】
[0241] パターニングデバイスＭＡのいくらかの領域は、パターニングデバイスＭＡが関係する１つ以上のプロセスを実施するために、アクセス可能であることが望ましいかもしれない。例えば、パターニングデバイスは、パターニングデバイスＭＡの所与の予約領域へのアクセスを必要とするツールを用いて（例えばリソグラフィ装置の外部で）取り扱われ得る。したがって、恒久的に取り付けられたペリクルフレームを含むパターニングデバイスＭＡは、パターニングデバイスの所与の予約領域へのアクセスを保全するために、ペリクルフレームのために利用可能な領域を限定的にしか含まないかもしれない。ペリクルフレームのために用いられ得るパターニングデバイスの領域についてのこうした制約は、例えばｘ方向及び／又はｙ方向のペリクルフレームの範囲を制限し得る。一般的なマスクアセンブリとは対照的に、マスクアセンブリ１５から容易に取り外し可能なペリクルフレーム１７を提供することは、ペリクルフレーム１７がいくつかのプロセス（例えばパターニングデバイスの取り扱い）における使用のために予約されたパターニングデバイスＭＡの領域を覆うことを可能にし得る。なぜなら、パターニングデバイスＭＡからペリクルフレーム１７を取り外すことによって予約領域へのアクセスが達成されるためである。したがって、ペリクルフレーム１７の例えばｘ方向及び／又はｙ方向の範囲は、パターニングデバイスＭＡの予約領域へのアクセスを依然として提供しながら、増大され得る。

【０２１５】

[0242] ペリクルフレーム１７の寸法を（例えば３ｍｍ乃至５ｍｍの幅を有するように）増大させることは、ペリクルフレーム１７の強度及び／又は剛性を高め得る。フレームの強度及び／又は剛性を高めることは、発生するかもしれないペリクルフレーム１７の屈曲又は歪みを有利に低減し得る。例えば、ペリクル１９は、ペリクル１９が機械的応力を受けるようにペリクルフレーム１７に適用され得るので、ペリクル１９には張力が存在する。ペリクル１９の張力は、ペリクルフレーム１７の側部を互いの方に引っ張る役割を果たし、これはペリクル１９がパターニングデバイスＭＡに向かって弛む事態をもたらし得る。ペリクルフレーム１７の剛性の増加は、ペリクル１９の張力によって歪められることに対するフレーム１７の耐性を高める。ペリクル１９の張力によって歪められることに対するフレーム１７の耐性を高めることは、ペリクル１９がより大きな程度の張力をもって（フレーム１７の歪みを引き起こすことなく）フレーム１７に適用されることを可能にし得る。ペリクル１９をより大きな程度の張力をもってペリクルフレーム１７に適用することは、レチクルの全体にわたる圧力差に曝されたときの屈曲に対するペリクルの耐性を有利に高め得る。

【０２１６】

[0243] ペリクルフレーム１７の強度及び／又は剛性の増加は、ペリクルフレーム１７の寸法の増大によって引き起こされ得る。ペリクルフレーム１７の剛性は、ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡの切取部２５の側部及びサブフレーム２７の側部との相互作用によって、さらに高められ得る。ペリクルフレーム１７と接触する切取部２５及びサブフレーム２７の側部は、（例えばペリクル１９の張力によって引き起こされる）内向きの引張力に曝されたときにペリクルフレーム１７が当たる面を提供する。したがって、ペリクルフレーム１７と切取部２５及びサブフレーム２７の側部との相互作用は、フレーム１７の屈曲又は歪みに対するフレーム１７の耐性を高める。

【０２１７】

[0244] パターニングデバイスＭＡの切取部２５のさらなる利点は、ペリクルフレーム１７をパターニングデバイス上に正確に位置決めする手段を提供するということである。切取部を含まずペリクルフレームが接着され得る既知のパターニングデバイスは、パターニングデバイスに対するペリクルフレームの位置を規定するインタフェースを提供しない。したがって、ペリクルフレームの位置は制約されず、ペリクルフレームがパターニングデバイスに接着される精度に依存する。図２Ａ乃至図２Ｃのパターニングデバイスの切取部２５は、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１７の位置についての制約を有利に提供し、それによってペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡ上に位置決めされる精度を高める。

【０２１８】

[0245] 図４Ａ、図４Ｂ、及び図４Ｃは、本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリ１５’の概略図である。図４Ａは、マスクアセンブリ１５’の平面図を示す。図４Ｂは、図４Ａに示されるマスクアセンブリ１５’の線Ａ’－Ａ’に沿った断面を示す。図４Ｃは、図４Ａに示されるマスクアセンブリ１５’の線Ｂ’－Ｂ’に沿った断面を示す。図４Ａ乃至図４Ｃに示されるマスクアセンブリ１５’の実施形態の特徴であって図２Ａ乃至Ｃに示されるマスクアセンブリ１５の実施形態の特徴と同一又は均等なものは、同じ参照番号で表される。簡潔にするため、図４Ａ乃至図４Ｃに関しては、同じ特徴の詳細な説明は行わない。これらの特徴は図２Ａ乃至図２Ｃの説明から容易に理解されるであろうためである。

【０２１９】

[0246] 図４Ａ乃至図４Ｃに示されるマスクアセンブリ１５’は、ｘ方向及びｙ方向のいずれにおいてもパターニングデバイスＭＡの全範囲の周囲に延伸するペリクルフレーム１７を含む。図２Ａ乃至図２Ｃのマスクアセンブリ１５とは対照的に、パターニングデバイスＭＡの切取部２５及びサブフレーム２７は、（図２Ａ乃至図２Ｃにおけるｘ軸に平行に延伸するマスクアセンブリ１５の側部とは違って）ｙ軸に平行に延伸するマスクアセンブリ１５’の側部に設けられている。ｘ軸に平行に延伸するペリクルフレーム１７の側部は

、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳに完全には達しない。その結果、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクルフレーム１７との間に間隙Ｇが存在している。ペリクルフレーム１７はパターニングデバイスＭＡに対して懸架されていると考えられてもよい。図２Ａ乃至図２Ｃを参照して説明したように、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクルフレーム１７との間の間隙Ｇは、ペリクル１９の全体にわたる圧力均等化を可能にするべく、ペリクル１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に気体が流入及び流出することを可能にする。

【０２２０】

[0247] 図４Ａ乃至図４Ｃのマスクアセンブリ１５’において、ｘ方向のペリクルフレーム１７の範囲がパターニングデバイスＭＡの範囲と均等になるようにペリクルフレーム１７をｘ方向に延伸させると、ペリクルフレーム１７は、パターニングデバイスＭＡの、アライメントマーク２３が設けられた領域と重なり合うことになる。マスクアセンブリ１５のアライメントにあたり、アライメントマーク２３はアライメント放射ビーム（図示しない）で照明されてもよく、アライメントマーク２３からのアライメント放射ビームの反射が測定されてもよい。パターニングデバイスＭＡのアライメントを可能にするために、ペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡに装着されるときには、（図４Ｂ及び図４Ｃに示されるように）ペリクルフレーム１７の本体に窓３９が設けられ、これを通じてアライメント放射ビーム及び／又は反射されたアライメント放射ビームが伝播し得る。窓３９は、粒子が窓３９を通じて伝播することを防止するために、透明材料で覆われていてもよい。

【０２２１】

[0248] いくつかの実施形態においては、放射線が複数のアライメントマーク２３に向かって及び／又はそこから遠ざかって伝播することを可能にするために、複数の窓３９がペリクルフレーム１７に設けられてもよい。いくつかの実施形態においては、放射線との相互作用が必要とされる、アライメントマーク以外のマークが、パターニングデバイスＭＡ上に設けられてもよい。例えば、パターニングデバイスを識別するために、１つ以上の識別マーク（例えば１つ以上のバーコード）又はアライメントセンサがパターニングデバイスＭＡ上に設けられてもよい。アライメントマーク２３と同様、識別マークは、識別放射ビームで識別マークを照明するとともに識別マークから反射された反射識別放射ビームを測定することによって読み取られ得る。パターニングデバイスＭＡ上に設けられた１つ以上の識別マークを読み取るために、１つ以上の窓３９がペリクルフレーム１７に設けられてもよい。

【０２２２】

[0249] 図４Ａと図２Ａとの比較からは、図４Ａに示されるマスクアセンブリ１５’の実施形態においては、ペリクルフレーム１７が取り付けられるサブフレーム２７が、図２Ａに示されるマスクアセンブリ１５の実施形態におけるよりも、パターン領域２１から遠くに位置決めされていることがわかる。ペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡに取り付けられている点とパターン領域２１との間のより大きな分離は、ペリクルフレーム１７の取り付けのパターン領域２１への影響を有利に減少させ得る。例えば、グルー３１からのアウトガスの産物を収容するための努力が（例えばグルー３１をサブフレーム２７の凹部２９内に配置することによって）なされる一方で、アウトガスの産物は依然として放出され得る。アウトガスの産物が放出される場合に、（図４Ａ乃至図４Ｃに示される配置によって達成されるように）放出点（例えばサブフレーム２７）とパターン領域２１との間の距離を増加することは、アウトガスの産物のパターン領域２１への影響を有利に低減し得る。

【０２２３】

[0250] リソグラフィ装置内での使用にあたり、マスクアセンブリは放射線（例えばＥＵＶ放射線）に曝露される。マスクアセンブリが暴露される放射線の一部はマスクアセンブリの構成要素によって吸収され得るが、これはマスクアセンブリの構成要素の加熱をもたらし得る。マスクアセンブリの構成要素の加熱は、加熱された構成要素の膨張をもたらし

得る。特に、マスクアセンブリの構成要素は、異なる速さで且つ異なる量で加熱され得るとともに膨張し得るが、これはマスクアセンブリの構成要素が応力を受けるようになる事態につながり得る。例えば、ペリクルフレーム１７とパターニングデバイスＭＡとは、異なる割合で膨張し得る。したがって、ペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡに取り付けられている点は、とりわけ、パターニングデバイスＭＡ及び／又はペリクルフレーム１７上の、応力に曝され得る点である。パターニングデバイスＭＡへの応力付与は、パターニングデバイスＭＡの歪みをもたらし得る。パターニングデバイスＭＡが、パターニングデバイスＭＡのパターン領域２１に近い位置で応力を受けるとともに歪められると、パターン領域２１に提供されたパターンは歪められ得る。パターン領域２１に提供されたパターンの歪みは、基板Ｗに転写されるパターンの望ましくない歪みをもたらし得る。したがって、パターン領域２１に提供されたパターンの歪みを低減するためには、パターニングデバイスＭＡ上の応力に曝される点とパターン領域２１との間の距離を増大させるのが望ましいであろう。よって、（図４Ａ乃至図４Ｃに図示されるマスクアセンブリ１５’によって達成されるように）ペリクルフレーム１７がパターニングデバイスＭＡに取り付けられている点とパターン領域２１との間の距離を増大させるのが望ましいであろう。

【０２２４】

[0251] 上記で図２Ａ乃至図２Ｃ及び図４Ａ乃至図４Ｃを参照して説明したマスクアセンブリ１５，１５’の実施形態は、いくつかの異なる特徴（例えば切取部２５、間隙Ｇ及びサブフレーム２７）を含んでいる。しかしながら、本発明のいくつかの実施形態は、図２Ａ乃至図２Ｃ及び図４Ａ乃至図４Ｃの実施形態の特徴のすべてを含んでいなくてもよい。例えば、いくつかの実施形態は、パターニングデバイスの切取部２５を含み得るが、サブフレーム２７は含まないかもしれない。そのような実施形態においては、（取り付けインタフェース３２を介した取り付けとは違って）ペリクルフレームをパターニングデバイスＭＡに接着することによって、ペリクルフレームがパターニングデバイスＭＡに取り付けられてもよい。他の実施形態においては、マスクアセンブリは、取り付けインタフェース３２を含むサブフレーム２７を含み得るが、切取部２５は含まないかもしれない。概して、説明した実施形態のいずれの特徴も、単独で用いられてもよいし、あるいは説明した実施形態の他の特徴のいずれかと任意の組み合わせで用いられてもよい。

【０２２５】

[0252] 図５は、本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリ１１５の概略図である。マスクアセンブリ１１５は、パターニングデバイスＭＡと、ペリクル１１９を支持するペリクルフレーム１１７とを備える。パターニングデバイスＭＡはパターン領域２１を含む。ペリクルフレーム１１７は、３つのサブマウント１１０を備えたマウントを介してパターニングデバイスＭＡに取り付けられる。サブマウント１１０は、ペリクルフレーム１７の一部の区画がパターニングデバイスＭＡに対して移動することを可能にするように構成されている。サブマウント１１０は併せてペリクルフレーム１１７のための運動学的マウントとして機能し得る。３つよりも多くのサブマウントが提供されてもよい。

【０２２６】

[0253] サブマウント１１０は、各々が、パターニングデバイスＭＡに取り付けられそこから延伸する突起１４０（スタッドとも称され得る）を備える。突起１４０は、例えば、パターニングデバイスＭＡに接着されてもよい。いくつかの実施形態においては、突起１４０は、パターニングデバイスＭＡの切取部に配置されていてもよい（図５には図示しない）。いくつかの実施形態においては、突起１４０は、パターニングデバイスＭＡに取り付けられたサブフレーム（図５には図示しない）に取り外し可能に固定されていてもよく、それによってペリクルフレーム１１７はパターニングデバイスに便利に取り付け及び取り外しされることができる。

【０２２７】

[0254] 突起１４０は、ブラケット１４４を介してペリクルフレーム１１７に連結された板ばね１４２に取り付けられている。ブラケット１４４は不撓性であってもよい。

板ばね１４２は、パターニングデバイスＭＡに取り付けられたピン１４０に対するペリクルフレーム１１７の一区画の移動を可能にする。したがって、サブマウント１１０の板ばね１４２は、パターニングデバイス１１０に対するペリクルフレームの区画の移動を可能にする。

【０２２８】

[0255] 図５に示す運動学的マウントを介してパターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７の区画の移動を可能にすることは、パターニングデバイスに応力を生じさせることなく、パターニングデバイスＭＡ及びペリクルフレーム１１７の独立した膨張及び収縮を有利に可能にする。例えば、ペリクルフレーム１１７が加熱されパターニングデバイスＭＡに対して膨張すると、そのペリクルフレーム１１７の膨張は、板ばね１４２の撓みを引き起こし得る。したがって、パターニングデバイスＭＡの膨張は、パターニングデバイスＭＡに応力を生じさせる代わりに、板ばね１４２によって吸収され得る。

【０２２９】

[0256] サブマウント１１０は、パターニングデバイスに対するペリクルフレーム１１７の膨張及び収縮を可能にするようにペリクルフレーム１１７の区画がパターニングデバイスＭＡに対して移動することを可能にするが、パターニングデバイスに対するペリクルフレーム１１７全体の移動は抑制するのが望ましいであろう。例えば、各サブマウント１１０は、そのサブマウントにおけるペリクルフレームの移動を限られた数の自由度に抑制するように（すなわちそのサブマウントにおいて少なくとも１つの方向の移動が防止されるように）構成されていてもよい。各サブマウント１１０におけるペリクルフレーム１１７の移動の抑制の組み合わせは、パターニングデバイスに対するペリクルフレーム１１７全体の移動を防止するように作用し得るので、ペリクルフレーム１１７全体がパターニングデバイスＭＡに対して固定される。つまり、サブマウント１１０は、ペリクルフレーム１１７が膨張及び収縮することは可能にするが、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７の有意な並進運動又は回転は防止するように作用する。

【０２３０】

[0257] 図５の実施形態はペリクルフレーム１１７の区画がパターニングデバイスＭＡに対して移動することを可能にする板ばねを含んでいるが、一般的には任意の可撓性の要素が用いられ得る。可撓性の要素は弾性の要素であってもよい。いくつかの実施形態においては、可撓性の要素はペリクルフレーム自体の一部であってもよい。例えば、ペリクルフレームは取り付け点でマウントに取り付けられてもよい。ペリクルフレームの、取り付け点に隣接する部分は、フレームの取り付け点を含む一部分が可撓性となるようにフレームから切り出されてもよく、それによってフレームの残りの部分に対する取り付け点の移動が可能になる。

【０２３１】

[0258] 図５の運動学的マウント配置は、ペリクルフレーム１１７がパターニングデバイスＭＡに取り付けられる点を３つのピン１４０に減少させる。ピン１４０をパターニングデバイスＭＡに取り付けるためにグルー（接着剤とも称され得る）が用いられる実施形態においては、グルーは、（例えば図２Ａ乃至図２Ｃ及び図４Ａ乃至図４Ｃの実施形態におけるサブフレーム２７の各々の長さとは違って）３つのピン１４０がパターニングデバイスＭＡに取り付けられる領域においてのみ用いられるであろう。グルーが用いられるマスクアセンブリ１１５の領域を減少させることは、グルーからのアウトガスの影響を有利に減少させる。

【０２３２】

[0259] 図５の運動学的マウント配置においては、ペリクルフレーム１１７のｚ方向の範囲は、ペリクルフレーム１１７とパターニングデバイスＭＡの前面との間に間隙が残されるようなものであってもよい。間隙は、ペリクル１１９の全体にわたる圧力均等化を可能にするべく、ペリクル１１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に気体が流入及び流出することを可能にする。図５に示されるサブマウント１１０の配置は、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７の移動を可能にするようにペリクルフレー

ム１１７をパターニングデバイスＭＡ上に搭載するために用いられ得る運動学的マウント配置の一例に過ぎない。他の実施形態においては、ペリクルフレーム１１７をパターニングデバイスＭＡ上に搭載するために、１つ以上のサブマウントの他の配置が用いられてもよい。各サブマウントは、パターニングデバイスとペリクルフレームとの間の異なる位置での取り付けを提供し得る。各サブマウントは、その位置におけるパターニングデバイスに対するペリクルフレームの移動を可能にするように構成された可撓性の構成要素を含んでいてもよい。

【０２３３】

[0260] １つ以上のサブマウントは、ペリクルフレーム１１７及び／又はパターニングデバイスＭＡの熱膨張に起因してパターニングデバイスＭＡにおいて発生する応力を低減するように、ペリクルフレーム１１７の区画がパターニングデバイスＭＡに対して移動することを可能にする１つ以上の可撓性の要素（例えば板ばね１４２）を備えていてもよい。１つ以上のサブマウントは、各サブマウント１１０におけるパターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７の移動を離散的な数の（ａ ｄｉｓｃｒｅｔｅ ｎｕｍｂｅｒ ｏｆ）自由度に（すなわち、そのサブマウントにおいて少なくとも１つの方向の移動が防止されるように）拘束し得る。複数のサブマウント１１０の組み合わせは、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７全体の有意な並進運動又は回転を防止するべく、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム１１７全体の移動を拘束するように作用し得る。ペリクルフレームのパターニングデバイスへの過剰決定連結（ｏｖｅｒｄｅｔｅｒｍｉｎｅｄ ｃｏｎｎｅｃｔｉｏｎ）を提供し、且つそれをペリクルフレームの変形が補償されオーバレイへの影響が最小化されるようにフレームの撓み性（すなわち可撓性）と組み合わせるのが有利であることがわかっている。例えば、ペリクルフレームは、垂直方向（ｚ軸）では過剰決定され得るとともに、ｘ－ｙ平面内では１自由度を有し得る。

【０２３４】

[0261] 図６は、本発明の代替的な一実施形態によるマスクアセンブリ２１５の概略図である。マスクアセンブリ２１５は、パターニングデバイスＭＡと、ペリクル２１９を支持するペリクルフレーム２１７とを備える。パターニングデバイスＭＡはパターン領域２１を含む。ペリクルフレーム２１７は、パターン領域２１を取り囲むようにパターン領域２１の周りに延伸する。

【０２３５】

[0262] ペリクルフレーム２１７は、ペリクルフレーム２１７の残りの部分と比較したときにｘ方向に増大された範囲を有する伸張部分２３１を含む。伸張部分２３１はリブであると考えられてもよい。ペリクルフレーム２１７の、伸張部分２３１を形成しない部分は、非伸張部分と称され得る。伸張部分におけるペリクルフレーム２１７の幅２４７は、非伸張部分におけるペリクルフレーム２１７の幅２４５よりも大きい。

【０２３６】

[0263] 図７は、ペリクルフレーム２１７の一部の拡大図の概略図である。ペリクルフレーム２１７の、図７に示される部分は、伸張部分２３１を含む。ペリクル２１９は、ペリクル２１９の、ペリクルフレーム２１７に取り付けられる領域に、境界部２２０を含む。境界部２２０は、ペリクル２１９のメイン膜に対して増大された厚さを有する。境界部２２０は、ペリクル２１９の取り扱いの際（例えば、ペリクル２１９のペリクルフレーム２１７への取り付け及び取り外しの際）にペリクル２１９を把持するために用いられ得る。

【０２３７】

[0264] ペリクル２１９の境界部２２０の幅は、ペリクルフレーム２１７の幅２４５によって制限され得る。いくつかの実施形態においては、境界部はペリクルフレーム２１７の範囲を超えて内側に延伸し得る。しかしながら、ペリクルの、放射ビームＢを伝播する部分は、境界部２２０からではなくメインペリクル膜から形成されるのが望ましいであろう。したがって、境界部がペリクルフレーム２１７を越えて延伸する範囲は、ペリクル２１９が放射ビームＢを伝播する必要によって制限され得る。ペリクルフレーム２１７の幅２

４５は、パターニングデバイスＭＡの空間要件によって制限され得る。例えば、パターニングデバイスＭＡの領域は、パターニングデバイスＭＡのこれらの領域を他の目的で使用するため（例えばアライメントマーク２２３及び／又は識別マークを配置するため）に、ペリクルフレーム２１７がない状態で残しておくのが望ましいかもしれない。

【０２３８】

[0265] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレームの幅２４５は約２ｍｍ以下に制限され得る。そのような実施形態においては、ペリクル２１９の境界部２２０の幅もまた約２ｍｍ以下に制限され得る。用途によっては、境界部２２０の幅は、（例えばペリクルの境界部を把持することによる）ペリクル２１９の取り扱いを可能にするために、２ｍｍよりも大きいのが望ましいであろう。図６及び図７に示される実施形態におけるペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１の提供は、ペリクル２１９の、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１に対応する位置において、ペリクル２１９の境界部２２０が伸張されることを可能にする。伸張部分２３１におけるペリクルフレーム２１７の幅２４７は、例えば約５ｍｍであってもよい。したがって、伸張部分２３１は、ペリクル２１９の境界部２２０が、ペリクル２１９の、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１に対応する領域において、約５ｍｍの幅を有することを可能にし得る。増大された幅（例えば約５ｍｍの幅）を有するペリクル２１９の境界領域２２０の領域を設けることは、ペリクルの取り扱いの際に便利に把持され得るペリクル２１９の領域を提供する。

【０２３９】

[0266] ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１は、パターニングデバイスＭＡの、他の目的のためには必要とされない領域に位置決めされ得る。例えば、伸張部分２３１は、アライメントマーク２２３及び／又は識別マークを妨害しないように、パターニングデバイスＭＡ上のアライメントマーク２２３及び／又は識別マークの周りに延伸してもよい（図６には図示しない）。伸張部分２３１には、アライメントマーク２２３及び／又は識別マークを可視のままにしつつこれらのマークを覆って延伸可能なように、窓が設けられてもよい。

【０２４０】

[0267] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１は、さらなる目的のために用いられ得る。例えば、伸張部分２３１のうち１つ以上には、（図６に示されるように）１つ以上のアライメントマーク２２３が設けられてもよく、それによってアライメントマークに必要なパターニングデバイスＭＡの空間の量が減少される。伸張部分２３１に設けられたアライメントマーク２２３は、パターニングデバイスＭＡ上のアライメントマーク２２３と同じ種類のものであってもよいし、又は異なっていてもよい。いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１に設けられたアライメントマーク２２３は、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム２１７のアライメントを確認するために用いられ得る。アライメントマーク２２３を有する伸張部分２３１は、ペリクル膜をパターニングデバイスＭＡ及びペリクルフレーム２１７と整列させるために用いられ得る。アライメントマーク２２３は、ペリクルフレームの後面（すなわちパターニングデバイスＭＡに対向する面）にも設置され得る。よって、例えばパターニングデバイスに空白区域が設けられている場合には、パターニングデバイスを通したアライメントが可能であり得る。これは、ペリクルをパターニングデバイスＭＡ及びペリクルフレーム２１７と整列させるときにも有用であり得る。そのような場合には、フレームを有するパターニングデバイスのペリクルに対するアライメントは後面から行われてもよいのに対し、ペリクルのアライメントは前面から行われてもよい。

【０２４１】

[0268] マスクアセンブリの他の実施形態の文脈で上記において説明したように、ペリクル２１９の全体にわたる圧力均等化を可能にするべく、ペリクル２１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に気体が流入及び流出するための手段を提供するのが望ましい。いくつかの実施形態においては、気体流のための手段は、ペリクルフレーム２１７を貫通して延伸する穴（例えば図３に示されるような１つ以上のラビリンス穴）を備えていても

よい。

【０２４２】

[0269] ペリクルフレーム２１７に穴を設けることは、穴が設けられた領域においてペリクルフレーム２１７を構造的に弱め得る。いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１に、ペリクルフレーム２１７を貫通する１つ以上の穴が設けられてもよい。ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１はペリクルフレーム２１７の非伸張部分と比較して増大された幅を有するので、ペリクルフレーム２１７は伸張部分２３１において機械的により強くなり得る。したがって、ペリクルフレーム２１７を貫通する穴を設けることによってペリクルフレーム２１７を弱めることは、ペリクルフレーム２１７の伸張部分２３１においては、より少ない影響を有する。なぜなら、伸張部分２３１が（ペリクルフレーム２１７の非伸張部分と比較して）増大された機械的強度を有するためである。

【０２４３】

[0270] 図８Ａは、本発明の代替的な一実施形態によるペリクルフレーム２１７’の一部の概略図である。ペリクルフレーム２１７’は、ペリクルフレーム２１７’の非伸張部分の幅２４５’よりも大きい幅２４７’を有する伸張部分２３１’を含む。図８Ａに示されるペリクルフレーム２１７’は、ペリクルフレーム２１７’の伸張部分２３１’が中空区画２６１を含み、その周囲にフレーム２１７’が延伸している点を除いて、図６及び図７のペリクルフレーム２１７と同一である。説明を容易にするため、図８Ａにはペリクルは示されていない。

【０２４４】

[0271] 図８Ｂは、図８Ａのペリクルフレーム２１７’への装着に適したペリクル２１９’の一部の概略図である。ペリクル２１９’は境界部２２０’を含む。境界部２２０’の幅は、ペリクルフレーム２１７’の伸張部分２３１’に対応する領域において、増大されている。境界部２２０’の、増大された幅を有する領域は、ペリクル２１９’に気孔が形成されている領域２６３を含む。気孔は、例えば、エアロゲルのように気孔が無作為に分布している多孔質材料の包含によって、又は平行な列の形など所与の方向で分布している気孔を設けることによって、提供され得る。気孔は、気体がペリクル２１９’を通って流れることを可能にするように構成されている。ペリクル２１９’がペリクルフレーム２１７’に装着されているとき、気孔を含む領域２６３はペリクルフレーム２１７’の中空区画２６１と整列しており、それによって気体が気孔を通りペリクル２１９’とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に流入及び流出することが可能になる。したがって、ペリクル２１９’の気孔を含む領域２６３は、ペリクル２１９’の全体にわたる圧力均等化を可能にする。

【０２４５】

[0272] ペリクル２１９’に気孔を設けることによって、気体はペリクル２１９’の気孔を介してペリクル２１９’とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に流入及び流出することができるため、ペリクルフレーム２１７’の穴及び／又はフィルタの数が減少又は削減され得る。ペリクルフレーム２１７’の穴及び／又はフィルタの数を減少させ又は削減することは、ペリクルフレーム２１７’の強度を有利に高め得る。

【０２４６】

[0273] 上記では、ペリクルがペリクルフレームによってパターニングデバイスＭＡの上方の所定の位置に保持される、マスクアセンブリの様々な実施形態を説明してきた。使用の際、ペリクル上には電荷が蓄積し得る。例えば、ペリクルのＥＵＶ放射線への曝露は、ペリクル上での電荷の蓄積をもたらし得る。追加的又は代替的には、電荷は、パターニングデバイスＭＡの静電クランプに起因してペリクル上に蓄積し得る。パターニングデバイスＭＡの静電クランプは、パターニングデバイスＭＡ及びペリクルがコンデンサとして作用するように、且つパターニングデバイスＭＡとペリクルとの間に電位差が存在するように、パターニングデバイスＭＡを帯電させてもよく、それによってペリクル上での電荷の蓄積がもたらされる。ペリクルとリソグラフィ装置ＬＡの別の構成要素との間で放電が発

生するのを回避するために、ペリクルから電荷を放散するための手段を提供するのが望ましいであろう。ペリクルから電荷を放散するためには、ペリクルとパターニングデバイスとの間に導電経路が設けられてもよい。

【０２４７】

[0274] 図９はマスクアセンブリ３１５の一部の概略図であり、ペリクルとパターニングデバイスＭＡとの間に導電経路が設けられている。マスクアセンブリ３１５は、グルー３３１（接着剤とも称され得る）によってパターニングデバイスＭＡに固定されたペリクルフレーム３１７を含む。本明細書においては取り付けの他の形態もまた予想される。境界部３２０を含むペリクル３１９はグルー３３１によってペリクルフレーム３１７に固定される。グルーには導電性のものもあり得、したがってペリクル３１９とペリクルフレーム３１７との間及びペリクルフレーム３１７とパターニングデバイスＭＡとの間に導電経路を提供し得る。しかしながら、グルーには導電性ではないものもあり得、よってマスクアセンブリ３１５の構成要素の間に導電経路を提供しない。マスクアセンブリ３１５の構成要素の間に導電経路を提供するために、ペリクル３１９とペリクルフレーム３１７との間及びペリクルフレーム３１７とパターニングデバイスＭＡとの間には、導電性材料３３２が配置される。導電性材料３３２は、例えば、はんだ材料であってもよい。導電性材料３３２の提供はバンプ接合と称され得るもので、半導体素子間に提供されるバンプ接合と類似のものであってもよい。

【０２４８】

[0275] ペリクルフレーム３１７は導電性であってもよい。例えば、ペリクルフレーム３１７は導電性金属から形成されてもよい。したがって、ペリクル３１９とペリクルフレーム３１７との間及びペリクルフレーム３１７とパターニングデバイスＭＡとの間に導電性材料３３２を提供することは、ペリクル３１９とパターニングデバイスＭＡとの間に（ペリクルフレーム３１７を通して）導電経路を提供することを可能にし得る。よって、ペリクル上に蓄積し得る電荷は、導電経路を介して放散され得る。

【０２４９】

[0276] 上記では、マスクアセンブリの構成要素をまとめて固定するためにグルー（接着剤とも称され得る）が用いられる、マスクアセンブリの様々な実施形態を説明してきた。しかしながら、上述したように、マスクアセンブリにおけるグルーの使用はグルーからのアウトガスをもたらすかもしれず、これはマスクアセンブリが配置されている環境を汚染し得る。マスクアセンブリにおけるグルーの使用を回避するために、いくつかの実施形態においては、マスクアセンブリの構成要素は（グルーの使用とは違って）光学的圧着を用いて固定されてもよい。光学的圧着は、２つの表面が、それらの表面が合わせられたときに表面間の分子間力（例えばファンデルワールス力）がそれらの表面を互いに固定するのに十分であるように、互いに密接して適合されるときに発生する。

【０２５０】

[0277] 光学的圧着は、例えば、ペリクルフレームをパターニングデバイスＭＡに固定するために用いられ得る。ペリクルフレームをパターニングデバイスＭＡに固定するためには、ペリクルフレームの表面及びパターニングデバイスの一領域が、光学的圧着を可能にするべく十分に滑らかである必要があるであろう。いくつかの実施形態においては、光学的圧着を可能にするべく十分に滑らかにするために、パターニングデバイスＭＡの一領域が処理され得る。他の実施形態においては、パターニングデバイスＭＡの一領域上に膜が堆積されてもよく、それによってその膜とペリクルフレームとの間の光学的圧着が可能になる。膜は、例えば、リソグラフィ工程を用いてパターニングデバイス上にパターニングされてもよい。

【０２５１】

[0278] ペリクルフレームは、必要なとき（例えばペリクルを交換するため）にパターニングデバイスからのペリクルフレームの便利な取り外しを可能にするように、光学的圧着を用いてパターニングデバイスに固定されてもよい。マスクアセンブリにおける光学的圧着の使用は、マスクアセンブリにおけるグルーの使用の必要を有利に軽減し、それによっ

てグルーからのアウトガスの影響を回避する。いくつかの実施形態においては、マスクアセンブリのいくつかの構成要素は光学的圧着を用いてまとめて固定されてもよく、いくつかの構成要素はグルーでまとめて固定されてもよい。いくつかの実施形態においては、マスクアセンブリの１つ以上の構成要素は、機械的インタフェース（例えば、図２Ｂに示される取り付けインタフェース３２）によってまとめて固定されてもよい。

【０２５２】

[0279] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレームは、他の形態の接合を用いてパターニングデバイスに取り付けられてもよい。例えば、ペリクルフレームをパターニングデバイスＭＡに固定するためには、陽極接合又は水酸基接合が用いられ得る。

【０２５３】

[0280] 光学的又は他の形態又は接合及び接触は、時として分子的に滑らか且つ平坦な合わせ面を必要とし得る。本明細書中の一実施形態においては、ペリクルフレームの表面に、又はマスクに接合される取り外し可能な突起（スタッド）の基部に、ポリマ膜を共有結合させることが提案される。本明細書において、共有結合とは、正常の条件下で（例えば摩滅又は灰化が用いられない限りは）ポリマ膜が突起の基部に固定されたままであることを保証する不可逆的接合を意味する。ポリマ膜の厚さは、好適には１ミクロン未満であり、より好適には１００ｎｍ未満である。一実施形態においては、突起とマスクとの接合を達成するために、ポリマ膜で被覆された突起（スタッド）の表面又はペリクルフレーム表面が、清浄な条件下で清浄なマスク上に押し当てられてもよい。

【０２５４】

[0281] 合わせ面が滑らか、平坦且つ清浄であるため、ポリマ膜は、マスク表面とファンデルワールス接触するように変形し、例えば１０ＭＰａ程度の接合強度を提供し得る。ポリマ膜は、比較的薄いので、有機アウトガス材料を含まず、機械的に剛性且つ水分に対して安定であり得る。ポリマ膜は真空に曝されないか、又は接合表面の縁でごくわずかな程度にしか曝されないため、周囲環境におけるポリマ膜の反応種への曝露は最小化される。ポリマ膜接合の利点は、ポリマ膜が、取り外し可能な要素（例えばペリクルフレーム表面又は突起の基部）の表面には共有結合的（すなわち不可逆的）に接合され、マスクにはファンデルワールス力を介して（すなわち可逆的に）接合されるので、取り外し可能な要素がマスクからきれいに剥離され得るということである。

【０２５５】

[0282] 例えば、ガラスのスタッド（又はその基面）は、ガラスとの共有結合を創出するべくトリメトキシシラン第二級アミンで処理されてもよく、その場合、ビスフェノールＡジグリシジルエーテルとの反応を開始するために第二級アミンが用いられ得る。

【０２５６】

[0283] 図１０は、本発明の一実施形態によるマスクアセンブリ４１５の概略図である。マスクアセンブリ４１５は、ペリクルフレーム４１７及びペリクル４１９を備えたペリクルアセンブリ４１６を含む。ペリクルフレーム４１７はパターニングデバイスＭＡへの取り付けに適しており、図１０においては、グルー４３１（接着剤とも称され得る）によってパターニングデバイスＭＡに取り付けられているものとして示されている。ペリクルフレーム４１７は、パターンが形成されるパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳに取り付けられている。

【０２５７】

[0284] ペリクル４１９はペリクルフレーム４１７によって支持されている。図１０に示される実施形態においては、ペリクル４１９はグルー４３１によってペリクルフレーム４１７に取り付けられている。他の実施形態においては、ペリクル４１９は、他の手段によって（例えば光学的圧着によって）ペリクルフレーム４１７に取り付けられてもよい。ペリクル４１９は、薄膜部４２１及び境界部４２０を備える。薄膜部４２１はペリクルフレーム４１７の全体にわたって延伸し、平面４４１を定義する（すなわち、薄膜部４２１は平面４４１内にある）。境界部４２０は（図１０に示される例においてはグルー４３１によって）ペリクルフレーム４１７に取り付けられ、薄膜部４２１の厚さよりも大きい厚さ

を有する。図１０においては、境界部４２０が、薄膜部４２１によって定義される平面４４１を出てペリクルフレーム４１７から遠ざかるように延伸することが見て取れる。したがって、図１０に示されるペリクル４１９は、例えば図２Ｂ，図４Ｂ及び図９に示される、境界部がペリクルによって定義される平面から出てペリクルフレームに向かって延伸する実施形態と比較して、ペリクルフレーム４１７に対して上下反転している。

【０２５８】

[0285] 境界部がペリクル４１９の薄膜部４２１によって定義される平面４４１から出てペリクルフレーム４１７から遠ざかって延伸するようにペリクル４１９を配置することは、ペリクル４１９の薄膜部４２１とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の分離４４５を変更することなく、ペリクルフレーム４１７のｚ方向の範囲を増大させることを有利に可能にする。ペリクル４１９の薄膜部４２１とパターニングデバイスの前面ＦＳとの間に所与の分離４４５が存在するようにペリクル４１９を配置するのが望ましいかもしれない。薄膜部４２１とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間の所与の分離４４５は、業界標準に対応していてもよく、及び／又は所望の光学特性を提供し得る。例えば、ペリクル４１９を、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳと薄膜部４２１との間の分離４４５が約２ｍｍ、最大で２．５ｍｍ、又はさらには最大で３ｍｍ（例えば２ｍｍ乃至３ｍｍ）となるように配置するのが望ましいであろう。

【０２５９】

[0286] 境界部が（例えば図２Ｂ，図４Ｂ及び図９に示されるように）ペリクルの薄膜部によって定義される平面から出てペリクルフレームに向かって延伸する実施形態においては、ペリクルフレームのｚ方向の範囲及び境界部のｚ方向の厚さは、いずれもペリクルの薄膜部とパターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとの間にある。したがって、そのような実施形態においては、ペリクルフレームのｚ方向の範囲はペリクルの境界部の厚さによって制限される。図２Ｂ，図４Ｂ及び図９に示される配置とは対照的に、境界部４２０がペリクル４１９の薄膜部４２１によって定義される平面４４１から出てペリクルフレーム４１７から遠ざかって延伸する、図１０に示される実施形態においては、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳとペリクル４１９の薄膜部４２１との間の分離４４５のｚ方向の略全範囲がペリクルフレーム４１７のために利用可能である。したがって、ペリクルフレーム４１７のｚ方向の範囲は増大され得る。

【０２６０】

[0287] 本発明の他の実施形態を参照して上記において説明したように、ペリクルフレーム４１７のｚ方向の範囲を増大させることは、ペリクル４１９の全体にわたる圧力均等化を可能にするべく、ペリクル４１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積に（例えばペリクルフレーム４１７に設けられた１つ以上のフィルタ及び／又は穴を通って）気体が流入及び流出するための手段を提供するのに利用可能なペリクルフレーム４１７上の空間を有利に増大させる。ペリクルフレーム４１７のｚ方向の範囲を増大させることは、さらに、ペリクルフレーム４１７に取り付けられたときのペリクル４１９の張力がペリクルフレーム４１７の強度の増加に起因して増大されることを可能にし得る。

【０２６１】

[0288] 図１０に示される配置においては、境界部４２０の厚さ全体が、平面４４１を出てペリクルフレーム４１７から遠ざかるように延伸する。この配置の結果、境界部４２０がペリクルフレーム４１７に取り付けられる境界部４２０の第１の表面４４７が、ペリクル４１９の薄膜部４２１によって定義される平面４４１と略同一平面となる。境界部４２０の第１の表面４４７がペリクル４１９の薄膜部４２１によって定義される平面４４１と略同一平面である実施形態においては、ペリクル４１９の薄膜部４２１とパターニングデバイスの前面ＦＳとの間の分離４４５は、ペリクルフレーム４１７のｚ方向の範囲に大きく依存し、境界部４２０のｚ方向の厚さには依存しない。境界部４２０の厚さにもはや依存しないため、これは、ペリクル４１９の薄膜部４２１のｚ方向の位置が制御され得る精度を有利に高めるであろう。

【０２６２】

[0289] 他の実施形態においては、境界部４２０の平面４４１から出てペリクルフレーム４１７から遠ざかるように延伸する部分に加えて、境界部４２０は、平面４４１から出てペリクルフレーム４１７に向かって延伸するいくらかの厚さも含み得る。そのような実施形態においては、境界部４２０の第１の表面４４７は、ペリクル４１９の薄膜部４２１によって定義される平面４４１と同一平面ではないかもしれない。いくつかの実施形態においては、境界部４２０の、平面４４１から出てペリクルフレーム４１７から遠ざかるように延伸する厚さは、境界部４２０の、平面４４１から出てペリクルフレーム４１７に向かって延伸する厚さよりも大きくてもよい。

【０２６３】

[0290] ペリクルの薄膜部４２１は、上記では平面４４１を定義するものとして説明されているが、実際には、薄膜部４２１はｚ方向にいくらかの範囲を有しており、したがって薄膜部４２１全体が単一平面内にあるのではないことが察知されるであろう。概して、薄膜部４２１によって定義される平面は、薄膜部４２１の、パターニングデバイスＭＡの前面ＦＳにもっとも近接した表面が位置する平面であるものと考えられ得る。

【０２６４】

[0291] 上記では、ペリクルをペリクルフレームに取り付けるためにグルーが用いられる、及び／又はペリクルフレームをパターニングデバイスＭＡに取り付けるためにグルーが用いられる、様々な実施形態を説明してきた。上記で述べたように、グルーからはアウトガスによって気体が放出され得る。グルーからのアウトガスの産物は、パターニングデバイスＭＡを不利に汚染し得るとともに、特にパターニングデバイスのパターン領域を汚染し得る。パターニングデバイスＭＡのパターン領域の汚染は、放射ビームＢに転写されるパターンと、ひいては放射ビームＢによって基板Ｗに転写されるパターンとに悪影響を及ぼし得る。したがって、グルーからのアウトガスの産物に起因するパターニングデバイスＭＡの汚染を低減するのが望ましい。

【０２６５】

[0292] 図１１は、グルーからのアウトガスの産物に起因するパターニングデバイスＭＡの汚染を低減するように構成された特徴を含むマスクアセンブリ５１５の一部の概略図である。マスクアセンブリ５１５は、パターニングデバイスＭＡと、ペリクルフレーム５１７と、ペリクル５１９とを含む。図１１に示される実施形態においては、ペリクル５１９は、ペリクル５１９の残りの部分に対して増大された厚さを有する境界部５２０を含む。しかしながら、他の実施形態においては、ペリクル５１９は境界部を含んでいなくてもよく、又は図１１に示される境界部５２０とは異なって配置された境界部５２０を含んでいてもよい（例えば、境界部は、図１０に示される境界部４２０と同様に配置されてもよい）。

【０２６６】

[0293] ペリクル５１９はグルー５３１（接着剤とも称され得る）によってペリクルフレーム５１７に取り付けられており、ペリクルフレーム５１７はグルー５３１によってパターニングデバイスＭＡに取り付けられている。ペリクルフレーム５１７は、ペリクル５１９（この場合、ペリクル境界部５２０）のペリクルフレーム５１７への取り付け用のグルー５３１を収容するように構成された第１の凹部５２９を含む。第１の凹部５２９は、ペリクル５１９のペリクルフレーム５１７への取り付けによって、グルー５３１が第１の凹部５２９とペリクル５１９とに囲まれた容積内に閉じ込められるように構成される。図１１に示されるようにグルー５３１を閉じた容積内に封入することは、グルー５３１からのアウトガスの産物を閉じた容積内に有利に閉じ込め、それによってグルー５３１からのアウトガスの産物によるパターニングデバイスＭＡの汚染が低減される。別の一実施形態においては、凹部は、アウトガスを可能にするべく部分的に開いていてもよく、その開口は、アウトガス材料がパターニングデバイスＭＡのパターン領域から遠ざかって方向付けられる（例えばペリクルフレーム５１７から外側に向けられる）ように配置される。

【０２６７】

[0294] ペリクルフレーム５１７は、ペリクルフレーム５１７のパターニングデバイスＭ

Ａへの取り付け用のグルー５３１を収容するように構成された第２の凹部５２８も含む。第１の凹部５２９と同様、第２の凹部５２８は、ペリクルフレーム５１７のパターニングデバイスＭＡへの取り付けによって、グルー５３１が第２の凹部５２８とパターニングデバイスＭＡとに囲まれた容積内に閉じ込められるように構成される。したがって、グルー５３１からのアウトガスの産物は閉じた容積内に有利に閉じ込められ、それによってグルー５３１からのアウトガスの産物によるパターニングデバイスＭＡの汚染が低減される。

【０２６８】

[0295] 図１１に示される第１及び第２の凹部は閉じた容積内にグルーを閉じ込めるが、他の実施形態においては、第１及び／又は第２の凹部は、グルーからのアウトガスの産物がペリクルフレームの外側に放出されるように、ペリクルフレームの外側に開放されていてもよい。第１及び／又は第２の凹部は、グルーからのアウトガスの産物がパターニングデバイスＭＡのパターン領域に到達することを防止するために、グルーがパターニングデバイスＭＡのパターン領域から密閉されるように構成されていてもよく、それによってパターニングデバイスＭＡのパターン領域の汚染が低減される。

【０２６９】

[0296] 図１１に示されるペリクルフレーム５１７の実施形態は、ペリクル５１９のペリクルフレーム５１７への取り付け用のグルー５３１を収容するように構成された第１の凹部５２９と、ペリクルフレーム５１７のパターニングデバイスＭＡへの取り付け用のグルー５３１を収容するように構成された第２の凹部５２８とを含んでいる。しかしながら、他の実施形態においては、ペリクルフレーム５１７は単一の凹部しか含まなくてもよい。概して、ペリクルフレーム５１７は、ペリクル５１９又はパターニングデバイスＭＡのペリクルフレーム５１７への取り付け用のグルー５３１を収容するように構成された凹部を含み得る。凹部は、ペリクル５１９又はパターニングデバイスＭＡのペリクルフレーム５１７への取り付けによってグルー５３１がパターニングデバイスＭＡのパターン領域から密閉されるように構成される。例えば、グルー５３２は、凹部とペリクル５１９又はパターニングデバイスＭＡとに囲まれた容積内に閉じ込められ得る。

【０２７０】

[0297] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム５１７は複数の凹部を含んでいてもよい。複数の凹部のうち少なくとも１つは、ペリクル５１９のペリクルフレーム５１７への取り付け用のグルーを収容するように構成されていてもよく、複数の凹部のうち少なくとも１つは、パターニングデバイスＭＡのペリクルフレーム５１７への取り付け用のグルーを収容するように構成されていてもよい。

【０２７１】

[0298] 上記ではペリクルフレームの具体的な実施形態を参照して１つ以上の凹部を含むペリクルフレームを説明してきたが、１つ以上の凹部は、本文書の全体を通じて記載される実施形態など、ペリクルフレームの他の実施形態に有利に含まれ得る。

【０２７２】

[0299] 図１２乃至図１４には、本発明のさらなる代替的な実施形態によるマスクアセンブリが図示されている。この実施形態においては、ペリクルフレーム及びペリクルがパターニングデバイス（例えばマスク）に対して懸架されている。ペリクルフレームはパターニングデバイスと取り外し可能に係合可能である。取り外し可能な係合は、複数のサブマウント（例えば２つ、３つ、４つ又はもっと多くのサブマウント）を備えたマウントによって提供され、ペリクルフレーム（及びペリクル）が容易且つ便利にパターニングデバイスから取り外されることを可能にする。パターニングデバイスからのペリクルフレーム及びペリクルの取り外しは清浄であり得る。すなわち実質的に汚染粒子を発生させない。その後、ペリクルフレーム及びペリクルは、パターニングデバイスに容易に再取り付け可能であり、又は新たなペリクルフレーム及びペリクルと交換されてもよい。

【０２７３】

[0300] まず図１２を参照すると、ペリクル６１９がペリクルフレーム６１７に取り付けられている。ペリクル６１９は、例えば、ペリクルフレーム６１７に接着され得る。ペリ

クルフレーム６１７は４つの係合機構６５０Ａ乃至Ｄを備えており、その各々が、（図１３及び図１４に関連して後述されるように）パターニングデバイスから延伸する突起（例えばスタッドと称され得る）を収容するように構成されている。２つの係合機構６５０Ａ，Ｂがペリクルフレーム６１７の片側部に設けられており、２つの係合機構６５０Ｃ，Ｄがペリクルフレームの反対の側部に設けられているが、４つのフレーム側部の各々に１つの係合機構など、他の取り付けの組み合わせもまた可能であり得る。係合機構は、ペリクルフレーム６１７の、リソグラフィ装置内での使用時にスキャン方向（図１２においては従来の表記法に従ってｙ方向として示されている）に配向されるであろう側部に設けられている。しかしながら、係合機構は、ペリクルフレーム６１７の、リソグラフィ装置内での使用時にスキャン方向に垂直（図１２においては従来の表記法に従ってｘ方向として示されている）に配向されるであろう側部に設けられてもよい。

【０２７４】

[0301] 突起は、パターニングデバイスの前面に位置していてもよい。追加的又は代替的には、突起は、パターニングデバイスの側部に位置していてもよい。突起は、パターニングデバイスの側部から上向きに延伸してもよい。そのような配置においては、突起は、パターニングデバイスの側部への確実な接合を容易にするために、各々が平坦化された側面を有し得る。

【０２７５】

[0302] 図１３は、１つの係合機構６５０ＢとパターニングデバイスＭＡから突出する突起６５１との係合を示す。図１３Ａは断面斜視図であり、図１３Ｂは一方から見た断面図である。突起６５１は、スタッドとも称され、例えば、パターニングデバイスＭＡに接着されていてもよいし、又は他の接合手段（光学接触、磁力又はファンデルワールス力など）によって取り付けられていてもよい。係合機構６５０Ｂと突起６５１とは併せてサブマウント６１０を形成する。突起６５１は、基部６５７から延伸するシャフト６５５上に位置する遠位ヘッド６５３を備える。基部６５７は、例えばグルーを用いて又は基部６５７に共有結合されたポリマ膜を介してパターニングデバイスＭＡに固定されるとともに、ファンデルワールス力を介してパターニングデバイスＭＡに取り付けられている。ポリマ膜を介した接合が用いられるときには、突起６５１は、所望のときに（例えば突起の存在なしにパターニングデバイスの洗浄を可能にするために）パターニングデバイスＭＡから剥離され得る。図示されたシャフト６５５及び遠位ヘッド６５３は円筒形であるが、これらは任意の適当な断面形状を有していてもよい。

【０２７６】

[0303] 係合機構６５０Ｂは、ペリクルフレーム６１７に設けられた開口（例えば円形の穴）に収容される（概ね円形の）外壁６６０を有する。図中では外壁６６０及び開口は円形であるものとして図示されているが、他の形状も可能である。外壁は空間を定義し、その内部に係合機構６５０Ｂの他の構成要素が提供される。外壁６６０を収容する円形の穴は、フレームの外縁から突出するタブ６２０に設けられる（タブ６２０は図１２においてもっとも明確に見て取れる）。係合機構６５０Ｂは、他の配置においては、任意の適当な形状の外壁を有し、ペリクルフレーム６１７には、その外壁を収容するために、対応する形状の穴が設けられる。係合機構６５０Ｂは、グルー又は任意の他の種類の接合を用いてペリクルフレーム６１７に固定され得る。

【０２７７】

[0304] 外壁６６０からは一対のアーム６６２が延伸する。アーム６６２は、図１３においては一方のみが示されており、外壁６６０によって定義される空間を横断して延伸しているが、外壁の反対側と連結されてはいない。アーム６６２は、例えば弾性の材料から作製され、したがって弾性のアーム６６２を形成する。アーム６６２の遠位端（ｄｉｓｔａｌ　ｅｎｄ）の間には連結部材６６３が延在している。アーム６６２と連結部材６６３とは、併せて概ねＵ形状の支持部を形成する。図示される係合機構６５０Ｂのアーム６６２はｙ方向に延伸している。しかしながら、アームは他の方向に延伸してもよい。概ねＵ形状の支持部の遠位端には係止部材６７０が連結されている。係止部材６７０は突起６５１

と係合し、それによってペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡに固定する。係止部材６７０は図１４を参照して以下でさらに説明される。アーム６６２は弾性部材の例である。他の弾性部材が用いられてもよい。

【０２７８】

[0305] 概ねＵ形状の支持部の遠位端にはキャップ６６６が設けられ、（図１３に示されるように）突起６５１の遠位ヘッド６５３の上方に、少なくとも途中まで延在するように構成される。キャップ６６６は突起の遠位ヘッド６５３に載置され、パターニングデバイスＭＡに向かうペリクルフレーム６１７の移動を制限する。このように、キャップは、ペリクルフレーム６１７のｚ方向の移動を制限する移動制限構成要素である。キャップに代えて、他の適当な移動制限構成要素が用いられてもよい。

【０２７９】

[0306] 図１３Ｂからもっとも容易に見て取れるように、サブマウント６１０は、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙Ｇ（スリットであると考えられてもよい）が存在するように、ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡに対して懸架する。間隙Ｇは、キャップ６６６と突起６５１の遠位ヘッド６５３との間の係合によって（又は何らかの他の移動制限構成要素によって）維持され得る。間隙Ｇは、外部環境と、ペリクルとパターニングデバイスとの間の空間との間での圧力の均等化を可能にするのに十分なほど広くてもよい。また、間隙Ｇは、外部環境からペリクルとパターニングデバイスとの間の空間への汚染粒子の潜在的な経路を所望のように限定するのに十分なほど狭くてもよい。

【０２８０】

[0307] 外部環境と、ペリクルとパターニングデバイスとの間の空間との間での圧力の均等化を可能にするためには、間隙Ｇは、例えば少なくとも１００ミクロンであり得る。間隙Ｇは、例えば５００ミクロン未満であってもよく、より好適には３００ミクロン未満であってもよい。間隙Ｇは、例えば２００ミクロン乃至３００ミクロンであってもよい。間隙Ｇは、例えば、２５０ミクロンという最大寸法を有していてもよい（これは、外部環境からペリクルとパターニングデバイスとの間の空間への汚染粒子の潜在的な経路に所望レベルの限定を提供し得る）。間隙Ｇはこの寸法を、ペリクルフレームの周囲を取り巻いて有していてもよい。代替的には、間隙Ｇは、ペリクルフレームの周囲で変化する寸法を有していてもよく、例えばいくつかの部分はおよそ１００ミクロンの寸法を有し、他の部分はおよそ２５０ミクロンの寸法を有していてもよい。一実施形態においては、間隙は、汚染粒子がより発生しやすいか又はパターニングデバイスのパターン領域へと輸送されやすい箇所においては、より小さな寸法を有していてもよい。そのような箇所の例は、ペリクルフレーム６１７がパターニングデバイスＭＡに連結される位置（例えばサブマウント６１０において）である。

【０２８１】

[0308] 図１４Ａ及び図１４Ｂは、上から見たサブマウント６１０を示すとともに、突起６５１が係合機構６５０Ｂと係合する手法を図示している。まず図１４Ａを参照すると、係合機構６５０Ｂの係止部材６７０は一対のＵ形状部材６７０Ａ，Ｂを備えている。Ｕ形状部材は、概ねＵ形状の支持部の遠位端から突出している。Ｕ形状部材は、それぞれ、概ねＵ形状の支持部に連結された一方の端部と、固定されていない反対の端部とを有する。各Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂは、図１４Ａと図１４Ｂとを比較することによってわかるように、ｘ方向に移動可能であり、固定されていない端部は最大量の移動が可能である。係合機構６５０Ｂはいくらかの弾性を有する材料（例えば鋼又は他の金属、又はプラスチック）から形成されており、したがって、Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂの固定されていない端部は、力によってｘ方向に移動される場合、その力が印加されなくなると、当初の位置に戻るであろう。

【０２８２】

[0309] ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡに固定するために、ペリクルフレームはパターニングデバイスに対して、突起６５１が係合機構６５０Ａ乃至Ｄと整

列するように位置決めされる。ペリクルフレーム６１７はその後、パターニングデバイスＭＡに向かって（又はその逆に）移動される。突起６５１の遠位ヘッド６５３は丸みを帯びた上面を有しており、これがＵ形状部材６７０Ａ，Ｂの固定されていない端部を押し離す。したがって、Ｕ形状部材は、図１４Ａに示されるように、突起６５１の遠位ヘッド６５３を通過するまでは外側に移動する。

【０２８３】

[0310] Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂの弾性の性質は、一旦遠位ヘッド６５３を通過すると、これらのＵ形状部材を当初の位置へ戻らせる。すなわち図１４Ｂに示される位置へと内側に移動させる。こうして、Ｕ形状部材の固定されていない端部は、突起６５１のヘッド６５３の下に移動する。遠位ヘッド６５３の下部は、曲面ではなく平面を有する。その結果、ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡから引き離す力を印加することは、Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂの固定されていない端部の外側への移動は引き起こさないであろう。よって、Ｕ形状部材は突起の遠位ヘッド６５３の下の所定の位置に留まり、ペリクルフレーム６１７はパターニングデバイスＭＡに確実に取り付けられる。

【０２８４】

[0311] 上記の記載は、ペリクルフレーム６１７がパターニングデバイスＭＡに向かって移動されるときにＵ形状部材６７０Ａ，Ｂがいかにして自動的に遠位ヘッド６５３を係合させるかを説明するものであるが、代替的なアプローチにおいては、Ｕ形状部材は、遠位ヘッドを係合させるように（例えば手動で又は自動化されたプローブを用いて）操作されてもよい。そのようなアプローチにおいては、Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂは、（例えばプローブを用いて）押し離され、遠位ヘッド６５３を通り越して押されるように下向きに押される。その後、Ｕ形状部材は互いに向かって移動され、遠位ヘッド６５３の下で突起６５１を係合させるように上方に引っ張られる。これは能動的に（例えばプローブを用いて）行われてもよいし、又はＵ形状部材の弾性がこの移動を発生させることを可能にすることによって受動的に行われてもよい。これによって、ペリクルフレーム６１７は、パターニングデバイスＭＡの方に引き寄せられて係合される。上記に記載されたアプローチと比較したこのアプローチの利点は、望まない汚染粒子を発生し得る遠位ヘッド６５３でのＵ形状部材６７０Ａ，Ｂの摩擦を回避するということである。

【０２８５】

[0312] ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡから取り外すことが望まれる場合には、これは、プローブ又は他の適当な部材を用いてＵ形状部材６７０Ａ，Ｂの固定されていない端部を図１４Ａに示される位置へと押し離すことによって達成される。これにより、係合機構６５０Ｂが突起６５１から解放され、ペリクルフレーム６１７がパターニングデバイスＭＡから取り外されることが可能になる。このようにして係合機構６５０Ｂを突起６５１から解放することは、表面間での摩擦を介して粒子デブリを生成することを回避し得る（これは清浄な取り外しと称され得る）。

【０２８６】

[0313] 各係合機構６５０Ａ乃至Ｄは、突起６５１と係合されたとき、ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡから懸架する（とともにそれによって間隙Ｇを提供する）サブマウント６１０を形成する。これらのサブマウント６１０は、併せて、ペリクルフレーム６１７をパターニングデバイスＭＡから懸架するマウントを形成する。マウントは、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレームの回転又は並進運動を実質的に防止するべく、ペリクルフレーム６１７全体の移動を制約するように構成されている。各サブマウント６１０は、そのサブマウントの位置におけるパターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム６１７の移動を限られた数の自由度に抑制するように構成されている（すなわち、そのサブマウントにおいて少なくとも１方向の移動が防止される）。各サブマウントによって１方向の移動が防止されるが、他の方向の移動は許容される。その結果、サブマウントは併せて、パターニングデバイスＭＡの有意な屈曲を引き起こすことなくペリクルフレーム６１７の膨張及び収縮を可能にする運動学的マウント配置を形成する。これを以下においてより詳細に説明する。

【０２８７】
[0314] 図１２においては、各係合機構６５０Ａ乃至Ｄによって許容される移動の方向を示すために、双頭の矢印が用いられている。図１２において、第１の係合機構６５０Ａは、パターニングデバイスに対するペリクルフレーム６１７のｙ方向の移動は許可するが、ｘ方向の移動は防止する。第２の係合機構６５０Ｂは、ｘ方向の移動は許可するが、ｙ方向の移動は許可しない。このように、ペリクルフレーム６１７の一側部は、ｘ方向の移動を許可する係合機構と、ｙ方向の移動を許可する係合機構とを備えている。ペリクルフレーム６１７の反対の側部においては、第３の係合機構６５０Ｃが、ｘ方向の移動は許可するがｙ方向の移動は防止し、第４の係合機構６５０Ｄが、ｙ方向の移動は許可するがｘ方向の移動は防止する。

【０２８８】
[0315] 上述のように、各係合機構は、突起６５１と係合されたとき、サブマウント６１０を形成する。サブマウント６１０は運動学的サブマウントと称され得る。運動学的サブマウント６１０は、併せて運動学的マウント配置を形成する。各サブマウント６１０は、そのサブマウントの位置におけるパターニングデバイスに対するペリクルフレーム６１７のいくらかの移動を可能にする。したがって、例えば膨張又は収縮に起因するペリクルフレーム６１７の局所的な移動が、パターニングデバイスの有意な反りを引き起こすのに十分なほど強い力がパターニングデバイスＭＡに加えられることなしに、起こり得る。ペリクルフレーム６１７とパターニングデバイスＭＡとの間に弾性のない不撓性の連結が提供された場合には、ペリクルフレームの膨張又は収縮は、パターニングデバイスの反りを引き起こしやすいであろう。サブマウント６５０Ａ乃至Ｄの運動学的な性質は、そのような反りを発生し難くする。

【０２８９】
[0316] ペリクルフレーム６１７の対向する側部の等価な位置に設けられたサブマウントは、相補対である。各相補対は、パターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム６１７のｘ方向及びｙ方向のいくらかの局所的な移動は許可するが、ペリクルフレーム６１７の一端部全部の移動は防止する。例えば、第１の係合機構６５０Ａ及び第３の係合機構６５０Ｃを備えるサブマウントは、ペリクルフレーム６１７の局所的な移動は許可するが、ペリクルフレームの左側の端部全部の移動は防止する。つまり、ペリクルフレーム６１７の左側の端部は、パターニングデバイスＭＡに対してｘ方向（及びｙ方向）に移動することを防止される。第２の係合機構６５０Ｂ及び第４の係合機構６５０Ｄを備えるサブマウントも同様に、ペリクルフレーム６１７の局所的な移動は許可するが、ペリクルフレームの右側の端部全部の移動は防止する。つまり、ペリクルフレーム６１７の右側の端部は、例えば、パターニングデバイスＭＡに対してｘ方向（及びｙ方向）に移動することを防止される。

【０２９０】
[0317] 各サブマウント６１０が一方向の移動は許可するが別の方向の移動は防止する手法は、図１４Ｂを参照するともっともよく理解され得る。図１４Ｂにおいて、（Ｕ形状部材６７０Ａ，Ｂによって形成された）係止部材６７０を支持する係合機構６５０Ｂのアーム６６２は、ｙ方向に延伸している。上述したように、係合機構６５０Ｂは弾性の材料から形成される。アーム６６２はｙ方向に延伸するとともに弾性であるため、ｘ方向でのアームのいくらかの屈曲が可能である。これは、係合機構６５０Ｂの外壁６６０に対する係止部材６７０のｘ方向の移動を可能にする。しかしながら、アームはｙ方向に延伸しているため、ｙ方向での係止部材６７０の等価な移動は不可能である。

【０２９１】
[0318] 各係合機構６５０Ａ乃至Ｄのアーム６６２の配向は、どの方向で移動が許容されるのか及びどの方向で移動が防止されるのかを決定するであろう。図１２は係合機構６５０Ａ乃至Ｄの配向の特定の組み合わせを示しているが、他の配向が用いられてもよい。配向は任意の方向であってもよく、ペリクルフレーム６１７の動的移動を制限しつつパターニングデバイスＭＡの変形の可能性を低減する運動学的連結を提供するように選択され得

る。
【０２９２】
[0319] 図１２乃至図１４は特定の形状のサブマウント６１０を備える運動学的マウント配置を示しているが、他の適当な運動学的マウント配置が用いられてもよい。運動学的サブマウントは任意の適当な形態を有し得る。
【０２９３】
[0320] 図１５は、本発明の代替的な一実施形態によるサブマウント７１０を示す。図１６は、サブマウント７１０を断面で示す。サブマウントは、図１２乃至図１４に図示されたサブマウントと共通のいくつかの特徴を含んでおり、これらは図１５及び１６との関連では詳細には説明されない。しかしながら、サブマウント７１０は、図１２乃至図１４に示されたサブマウントとは異なるものである。例えば、サブマウント７１０は、概ね長方形の外壁７６０を有するとともに、異なる係止部材７７０を含む。図１５Ａは係止されていない構成のサブマウントを示し（すなわち、ペリクルフレーム７１７はパターニングデバイスＭＡから遠ざかるように持ち上げられ得る）、図１５Ｂは係止された構成のサブマウントを示す（すなわち、ペリクルフレーム７１７は、パターニングデバイスＭＡから遠ざかるように持ち上げられることはできず、その代わりに定位置に保持される）。他の図と同様、実施形態の説明を容易にするために、デカルト座標が示されている。従来の通知に従い、ｙ方向はリソグラフィ装置におけるパターニングデバイスＭＡのスキャン方向と一致する。
【０２９４】
[0321] 図１５に示される係合機構７５０は、ペリクルフレーム７１７の長方形の穴に収容される長方形の外壁７６０を備える。一対のアーム７６２が外壁７６０によって定義される空間の全体にわたってｙ方向に延伸している。アーム７６２の遠位端の間には連結部材７６３が延在している。アーム７６２は弾性部材の例である。他の弾性部材が用いられてもよい。アーム７６２と連結部材７６３とは、併せて概ねＵ形状の支持部を形成する。図示される係合機構のアーム７６２はｙ方向に延伸しているが、他の係合機構のアームは（例えば図１２に図示される構成に対応する構造で）他の方向に延伸していてもよい。
概ねＵ形状の支持部の遠位端には係止部材７７０が連結される。係止部材７７０は突起７５１（スタッドと称され得る）と係合し、それによって（図１６に示されるように）ペリクルフレーム７１７をパターニングデバイスＭＡに固定する。突起７５１は図１３及び図１４に図示された突起６５１と対応していてもよい。
【０２９５】
[0322] 概ねＵ形状の支持部の遠位端にはキャップ７６６が設けられ、突起７５１の遠位ヘッドの上方に、少なくとも途中まで延在するように構成される。これは、パターニングデバイスＭＡに向かうペリクルフレーム７１７の移動を制限する。キャップ７６６は、ペリクルフレーム７１７とパターニングデバイスＭＡとの間の間隙Ｇ（図１６を参照）を維持する。
【０２９６】
[0323] 係止部材７７０は、図１４との関連で上述された係止部材と同様、Ｕ形状部材の遠位端から延伸する一対のアームを備える。しかしながら、図１５に図示される実施形態においては、アーム７８０は遠位端で連結部材７８１によって連結されている。連結部材７８１から延伸する支持部７８５によって、係止板７８４が支持される。係止板７８４は、突起７５１から分離されている位置から突起７５１と係合する位置まで、ｙ方向で移動可能である。
【０２９７】
[0324] アーム７８０及び支持部７８５は、ｚ方向の移動度を提供し、ひいてはばねとして作用する。これは、係止板７８４のｚ方向のいくらかの移動を可能にする。図１５Ａにおいては、ｚ方向の力が印加されていないので、アーム７８０及び支持部７８５はパターニングデバイスＭＡの平面に略平行である。アーム７８０及び支持部７８５に対して下向きの力が印加されていないときには、係止板７８４のシャフト受け凹部７８６は突起７５

１のシャフトと整列しておらず、したがって突起と係合することはできない。

【０２９８】

[0325] 下向きの力が係止板７８４に印加されると、アーム７８０及び支持部７８５は下向きに屈曲する。アーム７８０及び支持部７８５のこの屈曲の結果、係止板７８４は突起７５１のシャフトと整列する。その後、係止板７８４は、シャフトが係止板のシャフト受け凹部７８６に収容されるように、ｙ方向に移動され得る。係止板７８４に印加される下向きの力はその後取り除かれ、するとアーム７８０及び支持部７８５の弾性が係止板７８４を上向きに突起７５１の遠位ヘッドに押し付ける。この力は、係止板７８４を定位置に保持するのを助ける。こうして係合機構７６０は図１５Ｂに示される構成で定位置に係止される。支持部７８５は、係止板７８４を定位置に保つ保持部材であると考えられてもよい。係止板７８４は係止部材の一例である。

【０２９９】

[0326] 支持部７８５からは一対の柱７９２が上向きに突出している。柱７９２は突起７５１から遠ざかるｙ方向の移動を制限し、それによって係止板７８４のｙ方向の過剰な移動を防止する。

【０３００】

[0327] 図１６からは、係合機構７５０の外壁７６０がペリクルフレーム７１７の底部の下に突出していることがわかる。図１６と図１３Ｂとの比較からは、図１３Ｂにおいては外壁６６０がペリクルフレーム７１７の底面と略同一平面であるため、これが先に説明された実施形態と比較しての相違点であることがわかる。図１６に示される実施形態におけるペリクルフレーム７１７とパターニングデバイスＭＡとの間の間隙Ｇは、先の実施形態との関連で上述した間隙と対応し得る。しかしながら、係合機構７５０とパターニングデバイスＭＡとの間の間隙ＧＭは、有意に小さくてもよい（(例えばおよそ１００μｍ）。係合機構７５０とパターニングデバイスＭＡとの間の間隙ＧＭは、ペリクルフレーム７１７を取り巻く外周の小部分であり、したがってペリクル７１９とパターニングデバイスＭＡとの間の空間への気体の流入及び流出に有意な影響は有さない。（ペリクルフレーム７１７とパターニングデバイスＭＡとの間の間隙Ｇよりも）小さな間隙ＧＭは、係合機構によって発生された汚染粒子がペリクル（図１６には図示しない）とパターニングデバイスＭＡとの間の空間に進入する可能性を低減するので、有利である。係合機構７５０は汚染粒子の発生を回避するように設計され得るが、ペリクルフレーム７１７をパターニングデバイスＭＡに固定するためには係合機構の表面間に何らかの取り外し可能な係合が必要であり、この係合の結果としていくらかの汚染粒子が発生され得る。係合機構７５０の付近により小さな間隙ＧＭを設けることは、そのような汚染粒子がパターニングデバイスＭＡのパターン領域に到達するおそれを低減する。

【０３０１】

[0328] 図１２乃至図１４に図示された実施形態は係止部材６５０Ａ乃至Ｄの付近に小さな間隙ＧＭを有さないが、係止部材を、ペリクルフレーム６１７の底面を越えて突出するように変形することによって、小さな間隙が設けられてもよい。概して、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙が設けられる実施形態においては、その間隙は、サブマウントの付近において、他の箇所の間隙よりも小さくてもよい。サブマウントの付近の間隙は、例えば２００μｍであってもよく、例えばおよそ１００μｍ以下であってもよい。

【０３０２】

[0329] 係止部材７７０はアーム７６２の遠位端に連結されているので、アームの方向に対していくらかの横向きの移動が可能である。したがって、図１５に示されたサブマウントの位置におけるパターニングデバイスＭＡに対するペリクルフレーム７１７のｘ方向のいくらかの移動が可能である。アーム７６２は弾性の材料（例えば鋼などの金属）から形成されるので、当初の配向に戻りやすい。サブマウント７１０は運動学的サブマウントであるものと考えられてもよい。アーム７６２はｘ方向よりもｚ方向に有意に厚く、その結果、ｘ方向のアームの屈曲と比較すると、ｚ方向で可能なアームの屈曲は有意に少ない。

よって、アーム７６２は、ｘ方向の移動を可能にしつつ、ｙ方向及びｚ方向のペリクルフレーム７１７の局所的な移動を防止又は実質的に防止し得る。

【０３０３】

[0330] 係止板７８４は、プローブが係止板と係合して係止板を移動させることを可能にする穴７９０を備えている。プローブは、手動で操作されてもよく、又はアクチュエータによって自動的に操作されてもよい。プローブは穴７９０に収容され、（図１６に図示されるように）係止部材７７０を下向きに押すために用いられる。その後、プローブは、係止板７８４をｙ方向に摺動させて突起７５１と係合させる。次いで、プローブは穴７９０から除去される。

【０３０４】

[0331] 図１２乃至図１４に示された係合機構と比較して、図１５及び図１６に示された係合機構７５０の利点は、突起との係合がより容易であるということである。図１２乃至図１４の係合機構はU形状部材６７０Ａ，Ｂを備えており、これらは突起の係合を達成するために押し離されるとともに下向きに押されるが、これは（例えば自動的に作動されるプローブを用いて）達成するのが比較的困難な運動の形態である。図１５及び図１６の係合機構は、摺動する板７８４を下向きに押してからこの係止板を突起に向かって摺動させさえすればよい。さらなる利点は、図１５及び図１６の係合機構は、突起と係合されたとき、垂直方向の弾性付勢しか含まないが、この係合機構は、突起と係合されたとき、水平方向の弾性付勢も含み得るという点である。さらに、図１５及び図１６の係合機構によって提供される（例えば図１５においてはｘ方向の）運動学的移動は、係止板７８４と突起との間の係合を維持するために用いられる弾性付勢に略垂直な方向のものである。こうした係合弾性付勢からの運動学的移動の切り離しは、弾性付勢と運動学的移動とが同じ方向（例えば図１４においてはｘ方向）である図１２乃至図１４に示された実施形態によっては提供されない。運動学的移動を係合弾性付勢から切り離すためには、係合機構の他の構成が用いられてもよい。

【０３０５】

[0332] 運動学的マウント配置（例えば複数の運動学的サブマウントを備える）は、ペリクルフレーム６１６，７１６全体がパターニングデバイスＭＡに対する回転又並進運動を経験するのを実質的に防止し得る。運動学的マウント配置は、パターニングデバイスＭＡの反りを引き起こすことなくペリクルフレームの局所的な膨張及び収縮を可能にし得る。換言すれば、パターニングデバイスＭＡの有意な屈曲が回避される。「有意な屈曲」という用語は、（例えば、パターンが、そのパターンを用いて形成された集積回路が正確に機能することを可能にするのに十分なほど精密でないなど）基板上に投影されるパターンの精度に顕著な影響を有するであろう屈曲の量として理解されてもよい。

【０３０６】

[0333] 図１２乃至図１６に関連して説明された実施形態の弾性のアーム６６２，７６２は、ペリクルフレーム６１７，７１７をパターニングデバイスＭＡに連結する弾性の構成要素の例である。他の適当な種類の弾性の構成要素が用いられてもよい。

【０３０７】

[0334] 図１２乃至図１６に図示された実施形態においては、突起６５１，７５１はパターニングデバイスＭＡに設けられており、係合機構６５０，７５０はペリクルフレーム６１７，７１７に設けられている。しかしながら、この配置は、反転されて、突起がペリクルフレームに設けられ、係合機構がパターニングデバイスに設けられてもよい。

【０３０８】

[0335] 本発明の一実施形態によるペリクルフレームは、例えば、シリコンから形成されてもよい。ペリクルフレームは、使用にあたり、水素ラジカル及び漂遊ＥＵＶ放射線（ｓｔｒａｙ　ＥＵＶ　ｒａｄｉａｔｉｏｎ）に曝され得る。これらはフレームの表面を溶解して望ましくないアウトガスを引き起こし得る。そのようなアウトガスを防止又は低減するために、ペリクルフレーム上にキャッピング層が設けられてもよい。キャッピング層は、例えば、ＳｉＯｘ、ＳｉＮ、ＺｒＯ又は他のＥＵＶ耐性酸化物であってもよい。

【０３０９】
[0336] 一実施形態においては、ペリクルフレーム及びペリクルは同一の材料（例えばポリシリコン）から形成され得る。ペリクルフレームとペリクルとを同一の材料から形成することの利点は、両者が同一の熱膨張率を有するので、ＥＵＶ放射ビームからの熱を受けたときに同じように振る舞うことが予期され得るという点である。したがって、バイメタル片に見られる種類の屈曲が回避される。一実施形態においては、ペリクルフレームとペリクルとの間にいかなる種類のさらなる接合も必要とされないように、ペリクルフレームはペリクルと一体である（すなわちこれらは２つの別個の部品ではなく、単一の本体を形成するように一体化されている）。そのような一体型のペリクルアセンブリは、例えば、ペリクル境界がペリクルフレームとなるように、ペリクル膜を製造するときに１ｍｍ以上の幅を有する厚いペリクル境界を残すことによって作製されてもよい。そのような一体型のペリクルアセンブリの製造の一例は、境界がフレームとなるように当初のウェーハ厚さでペリクルの境界を維持しつつ、２ｍｍのウェーハの内部領域を除去してペリクル膜を形成するというものである。一体型のペリクルアセンブリをパターニングデバイスに固定するための取り外し可能なマウントは、その後、ペリクル膜又はパターニングデバイスのパターン領域に向かってアウトガスが発生しないように、一体型のペリクルフレームに接着されてもよい。

【０３１０】
[0337] 一実施形態においては、ペリクルフレーム及びペリクルは、同一の熱膨張率を有する異なる材料から形成され得る。これは同じ利点を提供する。そのような材料の一例は、ポリシリコン及び熱的に整合されたガラス（すなわちポリシリコンの熱膨張率に整合された熱膨張率を有するガラス）である。

【０３１１】
[0338] ペリクルのペリクルフレームへの接着は、任意の適当な手法で達成され得る。一実施形態においては、略Ｕ形状（又はＶ形状）の凹部がペリクルフレームの周囲に分散していてもよい。各凹部は、途中まではペリクルフレームの外縁からペリクルフレームの内縁へと延伸し、ペリクルフレームの外縁に戻るように形成されている。凹部は、ペリクルフレームの外縁には連結するが、ペリクルフレームの内縁には連結しない。したがって、凹部はそれぞれがペリクルフレームの表面に１つの島を定義する。

【０３１２】
[0339] ペリクルはペリクルフレームに保持されてもよく、グルーがペリクルフレームの外縁で凹部の端部に導入されてもよい。グルーは毛管作用によって凹部内に引き込まれ、ペリクルをペリクルフレームに固定するであろう。凹部はペリクルフレームの内縁には連結しないので、グルーはペリクルフレームの内縁まで進むのを防止され、それによってペリクルとパターニングデバイスとの間の空間に直接進入するのを防止される。経時的にはグルーのいくらかのアウトガスが発生し得るが、このアウトガスはペリクルフレームの外縁から出て行くので、ペリクルとパターニングデバイスとの間の空間において有意な汚染は引き起こさないであろう。

【０３１３】
[0340] 一般的に、ペリクル境界とペリクルフレームとの間のグルーが提供される凹部は、ペリクルフレームの外面に向かって開いて構成され得る。これは、凹部からのアウトガスがパターニングデバイスのパターン領域から遠ざかるように方向付けられることを保証する。一般的に、ペリクル境界とペリクルフレームとの間のグルーが提供される凹部は、ペリクルフレームの内面に向かっては開かないように構成され得る。これは、凹部からのアウトガスがパターニングデバイスのパターン領域に向かって方向付けられないことを保証する。同じアプローチは、突起（スタッドとも称され得る）をパターニングデバイスに接着するために用いられる凹部を構成するときにも用いられ得る。

【０３１４】
[0341] 図１２に示されるサブマウント位置は一実施形態に過ぎず、サブマウントは他の位置に提供されてもよい。同様に、他の数のサブマウントが提供されてもよい。例えば、

図５に示される配置に対応する配置においては、３つのサブマウントが提供され得る。

【０３１５】

[0342] 図１７及び図１８は、本発明の代替的な一実施形態によるサブマウントを示す。図１７はサブマウント９１０を斜視図で示し、図１８はこのサブマウントを断面斜視図で示す。サブマウント９１０は、図１５及び図１６に図示されたサブマウントと共通又は類似のいくつかの特徴を含んでいる。適切な場合には、これらは図１７及び図１８との関連では詳細には説明されない。サブマウント９１０は、スタッド９５１及び係合機構９５０を備える。

【０３１６】

[0343] 図１７及び図１８に示される係合機構９５０は、ペリクルフレームの長方形の穴（図示しない）に収容されるように構成された長方形の外壁９６０を備える。係合機構９５０は、他の配置においては、任意の適当な形状の外壁を有していてもよく、その外壁を収容するためにペリクルフレームには対応する形状の穴（図示しない）が設けられる。係合機構９５０は、グルー又は任意の他の種類の接合を用いてペリクルフレームに固定され得る。係合機構９５０は必ずしもペリクルフレームの穴に収容される必要はなく、任意の適当な手法でペリクルフレームに取り付けられ得る。これは他の係合機構（例えば本文書の他の箇所に記載された係合機構）にも当てはまる。

【０３１７】

[0344] 一対のアーム９６２が外壁９６０によって定義される空間の全体にわたって延伸する。アーム９６２の遠位端の間には連結部材９６３が延在している。アーム９６２と連結部材９６３とは、併せて概ねＵ形状の支持部を形成する。連結部材９６３からは第２の一対のアーム９８０が延伸しており、外壁７６０によって定義される空間を横断して戻る。これらのアーム９８０は遠位端で第２の連結部材９８１によって連結されている。第２の連結部材９８１からは第３の一対のアーム９８３が延伸しており、これらは外壁９６０によって定義される空間を横断して戻るように延伸する。この第３の対のアームは、略板状の形態をしている。第３の対のアーム９８３の間には第３の連結部材９８４が延在しており、それによってこれらが連結されている。第３の連結部材９８４上にはブロック９８５が提供される。代替的な配置（図示しない）においては、この部材は単一の弾性のアーム上に提供されてもよい。代替的な配置（図示しない）においては、この部材は、単一の弾性のアーム上又は複数の弾性のアーム上に提供された複数の副部材を備えていてもよい。

【０３１８】

[0345] 第３の対のアーム９８３は、キャップ９６３から遠ざかるように移動可能である。第３の対のアーム９８３は弾性であるため、キャップ９６６から遠ざかるように押された後、平衡位置に戻るであろう。第３の対のアーム９８３は、ばねであると考えられてもよい。第３の対のアーム９８３は、Ｚ方向に撓むことができる。しかしながら、第３の対のアーム９８３は、Ｘ方向及びＹ方向には撓まないように構成されている。これは、第３の対のアーム９８３の板状の形態を介して達成される。アームは、Ｘ方向及びＹ方向において、Ｚ方向におけるよりも厚い。アーム９８３は、アームの板状の表面に垂直の方向には屈曲可能であるが、他の方向には屈曲し得ない。アーム９８３の近位端には、Ｚ方向の屈曲を容易にするために、溝が形成されてもよい（溝はＺ方向のアームの厚さを減少させ、それによって可撓性を高める）。一対のアームの代わりに、単一の弾性のアームに関して類似の構成が用いられてもよい。

【０３１９】

[0346] 概して、アーム９６２，９８０，９８３は弾性部材の例である。他の弾性部材が用いられてもよい。

【０３２０】

[0347] 係合機構９５０はさらに、係止部材として作用する一対のばね９９０を備える。各ばね９９０は第１の連結部材９６３上に搭載される。各ばね９９０は、外壁９６０によって定義される空間を横断して延伸し、それから、使用時にマスク（図示しない）から延

伸するスタッド９５１の位置と一致する位置へとその空間を横断して戻るように延伸している。図示されるばね９９０は、連結部材９６３とは反対の端部にループ部分９９１を含む線ばねである。しかしながら、任意の適当な形態のばねが用いられ得る。

【０３２１】

[0348] 図１７及び図１８において、ばね９９０の固定されていない端部９９２は、ブロック９８５を貫通するものとして図示されている。もっとも、実用においては、ばね端部は、（係合機構７５０がスタッド９５１に固定されていれば）ブロック９８５の上方に位置するか、又は（係合機構がスタッドに固定されていなければ）ブロックの両側に位置するであろう。

【０３２２】

[0349] 第１の連結部材９６３からはキャップ９６６が延伸している。キャップは、スタッド９５１の遠位ヘッドの上方に、少なくとも途中まで延伸するように構成されている。スタッド９５１はマスクから突出しているところ、これは、マスクに向かうペリクルフレーム（図示しない）の移動を制限する。他の実施形態と同様、キャップ９６６は、ペリクルフレームとマスクとの間の間隙を維持するように構成され得る。

【０３２３】

[0350] 図１９は、係合機構９５０をスタッド９５１から係脱する方法を概略的に示す。

【０３２４】

[0351] 図１９Ａは、遠位ヘッド９５３を含むスタッド９５１を断面で示すとともに、係合機構の第３の連結部材９８４及びブロック９８５をさらに示す。キャップ９６６及びばねの固定されていない端部９９２も示されている。図１９Ａにおいては、係合機構９５０はスタッド９５１に固定されている。第３の連結部材９８４は、その平衡位置から遠ざかるように下向きに付勢されている。第３の連結部材９８４を支持するアーム９８３は弾性であり、第３の連結部材９８４を上向きに押す上向き力を加える。第３の連結部材９８４によって加えられる上向き力は、ばねの固定されていない端部９９２をスタッド９５１の遠位ヘッド９５３に押し付けるとともに、遠位ヘッドをキャップ９６６に押し付ける。このことの同等な表現の手法としては、第３の連結部材９８４が平衡位置から下向きに移動し、その結果第３の連結部材９８４とキャップ９６６とを引き寄せる力が加えられて、これが次いでばねの固定されていない端部９９２をスタッド９５１の遠位ヘッド９５３に押し付ける。第３の連結部材９８４は、ばねの固定されていない端部９９２を係止位置に保つ保持部材である。図１９Ａに示されるように係合機構９５０がスタッド９５１に固定されているとき、ペリクルフレーム（図示しない）は確実に定位置に保持され、それによって（例えば基板の曝露の際にリソグラフィ装置内での）マスク及びペリクルアセンブリの使用が可能になる。

【０３２５】

[0352] ばねの固定されていない端部９９２は、スタッド９５１の遠位ヘッド９５３の下にあるものとして参照されてもよい。これは、スタッドが特定の配向を有さなければならないことを示唆しようとするものではなく、ばねの固定されていない端部９９２が、遠位ヘッド９５３の、遠位ヘッドの外面とは反対側にあることを意味するものとして解釈されてよい。図１９Ａに示される固定されていない各ばね端部９９２の位置は、第１の位置と称され得る。

【０３２６】

[0353] 係合機構９５０をスタッド９５１から係脱するために用いられ得る一連のステップが図１９Ｂ乃至図１９Ｅに図示されている。

【０３２７】

[0354] まず図１９Ｂを参照すると、第１のステップは、第３の連結部材９８４を下向きに、スタッド９５１の遠位ヘッド９５３から遠ざかるように押すというものである。この下向きの移動は、図１９Ｂにおいて矢印で示されている。図１７を参照すると、第３の対のアーム９８３の端部を押すことによって第３の連結部材９８４を下向きに押すために、一対のピン８６０（同図では一部が図示されている）が用いられる。ピン８６０は、以下

においてさらに説明されるペリクルフレーム取り付け及び取り外し装置８５７の一部を形成し得る。図１９Ｂにおいて見て取れるように、第３の連結部材９８４を下向きに押すと、ブロック９８５がばねの固定されていない端部９９２から遠ざかるように移動するので、これらの間にはもはや接触が存在しなくなる。ばねは、ブロック９８５によって上向きに付勢されなくなったときに、ばねの固定されていない端部９９２が、スタッド９５１の遠位ヘッド９５３との接触から遠ざかるように移動するように、下向きの付勢も含み得る。したがって、一旦第１の連結部材９８４及びブロック９８５が図示されるように下向きに移動されると、ばねの固定されていない端部９９２はもはやブロック９８５又はスタッド９５１と接触しなくなる。ばねの固定されていない端部９９２は、図１９Ｂにおいては平衡位置にある。ばねの固定されていない端部９９２の位置は、中間位置と称され得る。ばねの固定されていない端部９９２は、スタッド９５１と隣接してはいるが接触はしていない。

【０３２８】

[0355] 図１９Ｃを参照すると、ばねの固定されていない端部９９２は押し離されていて、もはやスタッド９５１の遠位ヘッド９５３の下に位置しておらず、且つブロック９８５の外端よりも外側に配置されている。図１７を参照すると、ばね９９０の固定されていない端部９９２を図１９Ｃに示されるように外側に移動するためには、一対のアクチュエータアーム８６３が用いられ得る。アクチュエータアーム８６３は、ペリクルフレーム取り付け及び取り外し装置８５７（以下においてさらに説明される）の一部を形成し得る。

【０３２９】

[0356] 図１９Ｄに図示されるように、一旦ばねの固定されていない端部９９２が分離されると、ピン８６０によって第３の連結部材９８４に加えられる下向き力が解放され、その結果、第３の連結部材はその平衡位置へと上向きに移動する。第３の連結部材の平衡位置はばねから離れているので、第３の連結部材９８４はばね９９２とは接触しない。

【０３３０】

[0357] 最終的には、図１９Ｅに示されるように、アクチュエータアーム８６３によってばねに加えられている外向き力が除去される。ばねの固定されていない端部９９２は、その平衡位置に向かって移動するが、ブロック９８５の側部に押し付けられるので、平衡位置には到達しない。ばねの固定されていない端部９９２は、非係止位置にある。

【０３３１】

[0358] 係合機構９５０が図１９Ｅに示される構成を有するときには、ピン８６０もアクチュエータアーム８６３も、係合機構９５０に力を加えていない（係合機構と接触していない）。係合機構９５０が図１９Ｅに示される構成であるとき、係合機構はもはやスタッド９５１に固定されてはおらず、スタッドから遠ざかるように持ち上げられ得る。

【０３３２】

[0359] 図１９の検討から察知されるように、係合機構９５０をスタッド９５１から係脱するために用いられるステップはいずれも、１つの表面を別の表面の上で摺動させる動きを伴わない。その代わりに、構成要素は、面との係合から遠ざかるように移動され、又は面と係合するように移動される。例えば、ばねの固定されていない端部９９２は、遠位ヘッドと接触するとき、遠位ヘッド９５３に略垂直な方向に移動している。１つの構成要素表面の別の構成要素表面に対する摺動を回避することは有利である。なぜなら、そのような摺動は、レチクルに入射し得る粒子汚染を発生しやすいであろうし、それによってパターンが基板上に投影される精度に悪影響を及ぼすためである。

【０３３３】

[0360] 上述したマスクアセンブリの様々な実施形態の説明からは、マスクアセンブリが、ペリクルをペリクルフレームに取り付けることによって、及びペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けることによって、リソグラフィ装置内での使用のために準備され得ることがわかるであろう。パターニングデバイスＭＡと、パターニングデバイスに隣接してペリクルフレームによって支持されるペリクルとを備えるマスクアセンブリは、リソグラフィ装置ＬＡとは別に準備され、マスクアセンブリは、リソグラフィ装置ＬＡ内

での使用のためにリソグラフィ装置ＬＡへと輸送され得る。例えば、ペリクルを支持するペリクルフレームは、パターニングデバイスにパターンが付与される現場で、マスクアセンブリを形成するように、パターニングデバイスに取り付けられてもよい。その後、マスクアセンブリは、リソグラフィ装置ＬＡが位置している別の現場に輸送されてもよく、マスクアセンブリは、リソグラフィ装置ＬＡ内での使用のためにリソグラフィ装置ＬＡに提供されてもよい。

【０３３４】

[0361] ペリクルがペリクルフレームによって定位置に保持されているマスクアセンブリは繊細であり、マスクアセンブリの輸送にはペリクルの損傷の危険があり得る。マスクアセンブリをリソグラフィ装置ＬＡとは別の環境内で組み立てることは、さらに、マスクアセンブリが様々な圧力条件に曝されるという結果をもたらし得る。例えば、マスクアセンブリは、周囲圧力条件下でリソグラフィ装置に輸送されるかもしれない。その後、マスクアセンブリは、真空圧条件まで排気されたロードロックを介してリソグラフィ装置ＬＡ内にロードされ得る。上述したように、マスクアセンブリが曝露される圧力条件の変化は、ペリクルの全体にわたって圧力差が存在する事態を引き起こし得るものであり、これはペリクルを屈曲させるかもしれず、ペリクルの損傷の危険もあり得る。一実施形態においては、リソグラフィシステムは、ペリクルフレーム取り付け装置に連結されたリソグラフィ装置ＬＡを備えていてもよい。その場合、マスク及びペリクルを備えたマスクアセンブリは、制御環境（例えば真空環境）内に留まったままで、ペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフィ装置に直接移送され得る。

【０３３５】

[0362] 図２０は、マスクアセンブリ８１５の組み立て及びマスクアセンブリのリソグラフィ装置ＬＡへの移送に適した装置の概略図である。図２０は、ペリクル８１９をペリクルフレーム８１７に取り付けるために用いられ得るペリクル取り付け装置８５５と、ペリクルアセンブリを輸送するために用いられ得るペリクルアセンブリ輸送デバイス８８１とを示す。また、スタッド８５１をマスクＭＡに取り付けるために用いられ得るスタッド取り付け装置８４０と、スタッドを取り付けられたマスクを輸送するために用いられ得るマスク輸送デバイス８８０とが図示されている。ペリクルフレーム８１７（及びペリクル８１９）をマスクＭＡに取り付けるために用いられ、それによってマスクアセンブリ８１５を形成する、ペリクルフレーム取り付け装置８５７も図示されている。ペリクルフレーム取り付け装置８５７からリソグラフィ装置ＬＡへとマスクアセンブリ８１５を輸送するために用いられ得るマスクアセンブリ輸送デバイス８５３も示されている。

【０３３６】

[0363] ペリクル取り付け装置８５５は、リソグラフィ装置が位置している現場とは別の現場に位置していてもよい。スタッド取り付け装置８４０は、リソグラフィ装置ＬＡが位置している現場とは別の現場に位置していてもよい。代替的には、ペリクル取り付け装置８５５及びスタッド取り付け装置８４０の一方又は両方が、リソグラフィ装置ＬＡが位置している現場（例えばリソグラフィ製造所）と同一の現場に位置していてもよい。

【０３３７】

[0364] ペリクル取り付け装置８５５は、ペリクル８１９と、ペリクルフレーム８１７と、係合機構（図示しない）とを受け取る。ペリクル８１９及びペリクルフレーム８１７は、ペリクル取り付け装置８５５内に手動で設置され得る。ペリクルフレーム８１７の係合機構収容開口（例えば上記で詳述された位置）にはグルーが分配される。グルーの分配は手動であってもよいし、又は自動（もしくは部分的に自動）であってもよい。係合機構及びペリクルフレーム８１７は（例えば機械的アライメント装置を用いて）互いに対して整列され、その後係合機構はペリクルフレームの開口に挿入される。

【０３３８】

[0365] グルーは、ペリクルフレーム８１上のペリクル受け位置（例えば上記で詳述した位置）にも分配される。グルーの分配は手動であってもよいし、又は自動（もしくは部分的に自動）であってもよい。ペリクル８１９をペリクルフレーム８１７に対して整列させ

るためには光学システムが用いられ、その後ペリクルはペリクルフレームに対してクランプ留めされる。

【０３３９】

[0366] ペリクル８１９は、グルーを硬化させるのに十分な期間、室温で、ペリクルフレーム８１７に対してクランプ留めされた状態で保たれ、それによってペリクルはペリクルフレームに固定される。その後、クランプは除去される。次いで、（ペリクル取り付け装置の一部を形成し得る）硬化炉を用いて、高温でのグルーの追加的な硬化が実施される。これもまた、係合機構をペリクルフレーム８１７に取り付けるグルーを硬化させるであろう。

【０３４０】

[0367] 上記においてはペリクル８１９をペリクルフレーム８１７に取り付けるためのグルーの使用が説明されたが、ペリクルは、任意の適当な取り付け手段（グルーを使用しないものを含む）を用いてペリクルフレームに取り付けられてもよい。

【０３４１】

[0368] 結果としてもたらされるペリクルアセンブリ８１６は、粒子検査ツールを用いて検査される。粒子検査ツールは、ペリクル取り付け装置８５５の一部を形成していてもよい（又は別個のツールであってもよい）。粒子検査ツールは、ペリクル８１９及び／又はペリクルフレーム８１７上に配置された粒子を検査するように構成されていてもよい。粒子検査ツールは、例えば、所与の粒子閾値よりも大きい数の粒子を有するペリクルアセンブリを拒絶し得る。粒子検査ツールは、ペリクル８１９及び／又はペリクルフレーム８１７を、このペリクルとペリクルフレームとが貼り合わされる前に検査するためにも用いられ得る。

【０３４２】

[0369] ペリクル取り付け装置８５５は、検査に続き、ペリクルアセンブリ８１６をペリクルアセンブリ輸送デバイス８８１（密閉ボックス）内に密閉するように構成されている。図示するように、ペリクルアセンブリ輸送デバイス８８１は、ペリクル８１９がペリクルフレーム８１７の下となる配向でペリクルアセンブリを保持するように配置され得る。輸送デバイス８８１は密閉されているので、ペリクルアセンブリは、ペリクルアセンブリ８１６が汚染されることなく、輸送可能である。ペリクルアセンブリ８１６は、輸送デバイス８８１に入った状態でペリクルフレーム取り付け装置８５７へと輸送され得る。

【０３４３】

[0370] ペリクル取り付け装置８５５は密閉環境を含んでいてもよい。

密閉環境の内部の粒子の数を減少させるべく、密閉環境は清浄環境として維持され、それによってペリクル８１９上に堆積され得る粒子の数は減少される。密閉環境は、例えば、密閉環境内の真空を維持するように排気され得る。ペリクル取り付け装置８５５は、例えば、ペリクルが製造される現場に位置していてもよい。いくつかの実施形態においては、ペリクル８１９は、ペリクル８１９が製造されるペリクル製造ツール（図示しない）からペリクル取り付け装置８５５に直接提供され得る。ペリクル８１９は、例えば、ペリクル８１９を密閉された清浄環境内に保持したままで、ペリクル製造ツールからペリクル取り付け装置８５５に提供されてもよい。これは、ペリクル８１９が、ペリクル取り付け装置８５５に提供される前に、汚染され又は損傷する可能性を低減し得る。

【０３４４】

[0371] ペリクル８１９のペリクルフレーム８１７への取り付けは、ペリクル８１９の望ましい張力を達成するように制御され得る。例えば、ペリクル８１９の張力は、ペリクル８１９のペリクルフレーム８１７への取り付けの最中又は後に測定されてもよく、また、この張力は、ペリクル８１９の望ましい張力を達成するために、測定に応じて調整されてもよい。ペリクル８１９の張力は、例えば、ペリクル８１９を引き伸ばすようにペリクルフレーム８１７の構成要素に外向き力を印加することによって維持され得る。

【０３４５】

[0372] 一実施形態においては、パターニングデバイス（マスクと称され得る）ＭＡは、

（例えば図１２乃至図１９との関連で上記で説明したように）係合機構によって収容される突起を備えていてもよい。パターニングデバイスは、例えば４つの突起（本明細書においてはスタッドと称される）を収容し得る。図２０に示されるように、スタッド８５１をマスクＭＡに取り付けるために、スタッド取り付け装置８４０が用いられてもよい。

【０３４６】

[0373] スタッド８５１及びマスクＭＡは、スタッド取り付け装置８４０内に手動で設置され得る。マスクＭＡは、スタッド取り付け装置８４０の残りの部分から分離された制御環境８４１内に保持されてもよい。分離はパーティション８４２によって提供されてもよく、このパーティションは開口を有していて、スタッド８５１はマスクＭＡと接触するためにその開口を貫通して突出する。制御環境８４１は、（例えば制御環境の出口を通じて送気することによって）スタッド取り付け装置８４０の他の部分よりも高い圧力に保たれ得る。これは、スタッド取り付け装置の他の部分から制御環境８４１内への汚染粒子の通過を抑制又は防止するであろう。

【０３４７】

[0374] スタッド取り付け装置８４０は、スタッドを正確に設置するためのロボット又はアクチュエータといったスタッドマニピュレータ（図示しない）を含んでいてもよい。スタッドをパターニングデバイスに設置するのに適したアクチュエータの一例は、ローレンツアクチュエータ（図示しない）である。スタッド取り付け装置８４０は、マスクＭＡに取り付けられるスタッドの表面に所与の量のグルー又は接着剤を自動的に提供するデバイスも含み得る（が、接着剤の塗布は予め手動で行われてもよい）。

【０３４８】

[0375] スタッド取り付け装置８４０はさらに、スタッドを正確に位置決めするために、レチクル上に存在するアライメントマーカに対してスタッドを整列させる光学アライメントシステムを含んでいてもよい。例えば、従来マスクに提供されパターンのアライメントに用いられているアライメントマーカが、スタッドを整列させるためにも用いられ得る。

【０３４９】

[0376] スタッド取り付け装置は、マスクＭＡの位置を調整するためにＸ－Ｙ－Ｚ及びＲｚ方向に移動可能なマスクテーブルを含んでいてもよい。マスクＭＡを支持するテーブルの位置は、機械的粗微調整デバイスによって手動で、あるいは自動（もしくは半自動）アクチュエータ又はアライメント及び位置決めに適した任意の他の種類のデバイスであってパターニングデバイステーブルと結合されたものを用いて、調整可能であってもよい。

【０３５０】

[0377] 一旦スタッド８５１とマスクＭＡとが整列されると、スタッドはローレンツアクチュエータを用いてマスクＭＡに押し付けられる。ローレンツアクチュエータは、スタッドをｚ方向のみに移動させるように構成されていてもよい。スタッド８５１は、グルーを硬化させるのに十分な期間、室温で、マスクＭＡに保持され、それによってスタッドはマスクに固定される。次いで、（スタッド取り付け装置８４０の一部を形成し得る）硬化炉を用いて、高温でのグルーの追加的な硬化が実施される。

【０３５１】

[0378] マスクＭＡ及びスタッド８５１は、（スタッド取り付け装置８４０の一部を形成し得る）粒子検査ツールを用いて検査されてもよい。

【０３５２】

[0379] スタッド取り付け装置８４０は、マスクＭＡ及びスタッド８５１をマスクＭＡ輸送デバイス８８０（密閉ボックス）内に密閉する。マスク輸送デバイス８８０は密閉されているので、マスクＭＡ及びスタッド８５１は、マスクが汚染されることなく、輸送可能である。マスクＭＡ及びスタッドは、輸送デバイス８８０に入った状態でペリクルフレーム取り付け装置８５７へと輸送され得る。

【０３５３】

[0380] 一実施形態においては、マスクは、（汚染の危険性を低減するために）密閉ボックスに入った状態でスタッド取り付け装置８４０に提供される。ボックスは、スタッド８

５１がマスクＭＡに取り付けられる直前まで密閉されたままであってもよく、それによって汚染がマスクに伝わり得る時間が最小化される。

【０３５４】

[0381] スタッド取り付け装置８４０の制御環境８４１は、部分的には、後でマスクＭＡ輸送デバイス８８０（密閉ボックス）を形成するハウジングによって提供され得る。ハウジングは輸送デバイス８８０の壁及びルーフを形成してもよく、輸送デバイスの床は、スタッド８５１が取り付けられた後（例えば直後）に装着される板によって形成される。ハウジングをこのように用いることは、汚染物がマスクＭＡに入射することを防止する助けとなり得る。ハウジングはポッドのカバー（ａ　ｃｏｖｅｒ　ｏｆ　ａ　ｐｏｄ）を備えていてもよい。スタッド取り付け装置８４０のマスクテーブルは、ハウジングを受け取るように構成されていてもよい。

【０３５５】

[0382] 同様に、ペリクル取り付け装置８５５もまた、部分的には、後でペリクルアセンブリ輸送デバイス８８１を形成するハウジングによって提供されてもよい。

【０３５６】

[0383] 輸送デバイス８８１内のペリクルアセンブリ８１６と輸送デバイス８８０内のマスクＭＡ（及びスタッド８５１）とは、いずれもペリクルフレーム取り付け装置８５７へと輸送される。ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、１つ以上のリソグラフィ装置も設けられている製造所において提供されてもよい。

【０３５７】

[0384] ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、マスクアセンブリ８１５を形成するべく、ペリクルアセンブリ８１６のペリクルフレーム８１７をパターニングデバイスＭＡ上のスタッド８５１に取り付けるように構成されている。ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、ペリクルフレーム取り付け装置の残りの部分から分離された制御環境８５９を含んでいてもよい。分離はパーティション８６２によって提供されてもよく、このパーティションは開口を有していて、その開口を貫通してアクチュエータが延伸する（図２０には図示しない）。アクチュエータは制御システム８７０（以下で詳述する）によって動作する。制御環境の内部の粒子の数を減少させるべく、制御環境８５９は清浄環境として維持され、それによってマスクアセンブリ８１５上に堆積され得る粒子の数は減少される。制御環境８５９は、（例えば制御環境の出口を通じて送気することによって）ペリクルフレーム取り付け装置８５７の他の部分よりも高い圧力に保たれ得る。これは、ペリクルフレーム取り付け装置８５７の他の部分から制御環境８５９内への汚染粒子の通過を抑制又は防止するであろう。

【０３５８】

[0385] ペリクルフレーム取り付け装置８５７によって組み立てられたマスクアセンブリ８１５は、マスクアセンブリ輸送デバイス８５３に入った状態でペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフィ装置ＬＡへと輸送される。マスクアセンブリ輸送デバイス８５３は密閉された清浄環境を備えていてもよく、マスクアセンブリ８１５はその中に入った状態で輸送される。これは、マスクアセンブリの輸送中にマスクアセンブリ８１５が汚染され又は損傷する可能性を低減する。密閉された清浄環境は、例えば、真空まで排気され得る。

【０３５９】

[0386] ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、ペリクルアセンブリ８１６をパターニングデバイスに／から搭載し、取り外し、又は再搭載するために用いられ得る。ペリクルフレーム取り付け装置８５７は係合機構のためのクリップマニピュレータを備えていてもよく、これはパターニングデバイスを支持する板の上に設置された持ち上げ可能な板に固定されている。

【０３６０】

[0387] パターニングデバイスＭＡは、例えば、アライメントマークを備えていてもよい。ペリクルフレーム８１７は、パターニングデバイス上のアライメントマークに対して位

置決めされ得る。ペリクルフレーム８１７をパターニングデバイス上のアライメントマークに対して整列させることは、ペリクルフレーム８１７のパターニングデバイスＭＡへの取り付けに際して、ペリクルフレーム８１７がパターニングデバイスＭＡ上に位置決めされる精度を有利に高め得る。

【０３６１】

[0388] いくつかの実施形態においては、パターニングデバイスＭＡは、例えばパターニングデバイスＭＡから粒子を除去するために、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内で洗浄されてもよい。他の実施形態においては、パターニングデバイスＭＡの洗浄は、専用の洗浄ツール内で実施され得る。

【０３６２】

[0389] 図示される実施形態はマスクの前部に取り付けられたペリクルフレームを示しているが、他の実施形態においては、ペリクルフレームはマスクの他の部分に取り付けられてもよい。例えば、ペリクルフレームはマスクの側部に取り付けられてもよい。これは、例えば、ペリクルフレームとマスクの側部との間に取り外し可能に係合可能な取り付けを提供するサブマウントを用いて達成され得る。代替的な配置では、ペリクルフレームは、マスクの側部のいくつかの取り付け位置とマスクの前部のいくつかの取り付け位置との組み合わせを通じてマスクに取り付けられてもよい。取り付けは、例えば、ペリクルフレームとマスクとを取り外し可能に係合するサブマウントによって提供され得る。

【０３６３】

[0390] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム取り付け装置８５７は粒子検査ツール（図示しない）を含んでいてもよい。粒子検査ツールは、マスクアセンブリ８１５上に配置された粒子についてマスクアセンブリ８１５を検査するように構成されていてもよい。粒子検査ツールは、例えば、所与の粒子閾値よりも大きい数の粒子が配置されているマスクアセンブリ８１５を拒絶し得る。

【０３６４】

[0391] いくつかの実施形態においては、ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、パターニングデバイス上のパターンの欠陥を検査するパターン検査システムを含んでいてもよい。パターン検査システムは、ペリクルフレーム８１７がパターニングデバイスＭＡに取り付けられる前及び／又は後にパターンを検査し得る。

【０３６５】

[0392] ペリクルフレーム８１７のパターニングデバイスＭＡへの取り付けは、ペリクル８１９の望ましい張力を達成するように制御され得る。例えば、ペリクル８１９の張力は、ペリクルフレーム８１７のパターニングデバイスＭＡへの取り付けの際に測定されてもよく、また、この張力は、ペリクル８１９の望ましい張力を達成するために、測定に応じて調整されてもよい。リソグラフィ装置ＬＡは、例えば、図１に図示されたリソグラフィ装置ＬＡと類似のものであってもよい。リソグラフィ装置ＬＡは、マスクアセンブリ輸送デバイス８５３からマスクアセンブリ８１５を受け取ってそのマスクアセンブリ８１５をリソグラフィ装置ＬＡの支持構造ＭＴ上にロードするように構成された構成要素を含んでいてもよい。マスクアセンブリ８１５は、照明システムＩＬによって提供される調整された放射ビームＢで照明され得る。マスクアセンブリ８１５のパターニングデバイスＭＡは、パターニングされた放射ビームを形成するように、調整された放射ビームの断面にパターンを付与してもよい。パターニングされた放射ビームは、投影システムＰＳによって、基板テーブルＷＴに保持された基板Ｗ上に投影され得る。調整された放射ビームは、例えば、ＥＵＶ放射線を含み得る。調整された放射ビームがＥＵＶ放射線を含む実施形態においては、マスクアセンブリ８１５のペリクル８１９は、ＥＵＶ放射線に対して略透明であってもよい。

【０３６６】

[0393] いくつかの実施形態においては、ペリクルアセンブリ８１６は、ペリクルフレーム取り付け装置８５７において真空条件下で、マスクアセンブリ８１５を形成するべくパターニングデバイスＭＡに取り付けられる。マスクアセンブリ８１５は、その後、真空条

件下でマスクアセンブリ輸送デバイス８５３によってリソグラフィ装置ＬＡへと輸送されてもよく、真空条件下でリソグラフィ装置ＬＡ内に保持されてもよい。したがって、マスクアセンブリ８１５は、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内での組み立て及びリソグラフィ装置内での使用を通じて概ね同一の圧力条件に曝され得る。これは、マスクアセンブリ８１５が曝される圧力変化を有利に低減し、ひいてはペリクル８１９の全体にわたって発生し得る圧力差を低減する。マスクアセンブリ８１５が（例えばマスクアセンブリ８１５をその組み立て及び使用を通じて真空に保持することによって）比較的安定した圧力条件に曝される場合、ペリクル８１９の全体にわたる圧力均等化を可能にするためにペリクル８１９とパターニングデバイスＭＡとの間の容積への気流の出入りの手段を提供する必要が低減される。これは、例えば、ペリクルフレーム８１７に設けられるフィルタ及び／又は穴の数及び／又は寸法が減少されることを可能にし、それによってペリクルフレーム８１７の設計が有利に単純化される。

【０３６７】

[0394] いくつかの実施形態においては、パターニングデバイスＭＡ及び／又はペリクル８１９は、構成要素が真空に保持されたままで、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内で粒子及び／又は欠陥について検査され得る。したがって、パターニングデバイスＭＡ及び／又はペリクル８１９は、リソグラフィ装置での使用の際に曝されるのと同様の圧力条件下で有利に検査される。真空条件まで排気する際にパターニングデバイスＭＡ及び／又はペリクル上に堆積され得る粒子がペリクルフレーム取り付け装置８５７において検出され得るので、これは有利である。

【０３６８】

[0395] いくつかの実施形態においては、リソグラフィシステムＬＳは、粒子及び／又は欠陥についてマスクアセンブリ８１５の１つ以上の構成要素を検査するように構成された別個の検査装置（図示しない）をさらに備えていてもよい。マスクアセンブリ８１５は、例えば、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内で組み立てられた後、マスクアセンブリ８１５をリソグラフィ装置ＬＡに輸送する前に、（例えばマスクアセンブリ輸送デバイス８５３によって）検査装置へと輸送され得る。

【０３６９】

[0396] 上記で説明した本発明の実施形態は、マスクアセンブリ８１５が自動化（又は半自動化）されたプロセスで組み立てられリソグラフィ装置ＬＡへと渡されることを有利に可能にする。マスクアセンブリ８１５の組み立て及び輸送はすべて、例えば真空圧条件まで排気された、密閉された清浄環境内で行われ得る。これは、リソグラフィ装置ＬＡ内でのマスクアセンブリ８１５の使用の前にマスクアセンブリ８１５の構成要素が汚染され又は損傷する可能性を低減し得る。

【０３７０】

[0397] 一般的に、ペリクル８１９の使用寿命はパターニングデバイスＭＡの使用寿命よりも短い。したがって、パターニングデバイスＭＡの繰り返し使用を可能にするべく、ペリクルアセンブリ８１６をパターニングデバイスＭＡから取り外し、そのペリクルアセンブリを新たなペリクルアセンブリと交換するのが望ましいであろう。ペリクルアセンブリ８１６の交換は、例えば、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内で行われ得る。例えば、リソグラフィ装置ＬＡ内での使用の後、マスクアセンブリ８１５は、ペリクルフレーム取り付け装置８５７でのペリクルアセンブリの交換のために、マスクアセンブリ輸送デバイス８５３を用いてペリクルフレーム取り付け装置８５７へと戻されてもよい。パターニングデバイスＭＡは、ペリクルアセンブリ８１６が取り外された後、パターニングデバイスＭＡから汚染物を除去するべく、洗浄プロセスにかけられてもよい。

【０３７１】

[0398] なお、マスクＭＡのパターニングされた側は、図２０に示される様々な作業の間、下向きにされている。マスクＭＡのパターニングされた側を下向きで保つことは、汚染粒子がパターンに入射する可能性を減少させるため、有利である（汚染粒子は下方に落下しやすいので、マスクの反対の側に入射するであろう）。

【０３７２】
[0399] ペリクルフレーム取り付け装置８５７の一実施形態が図２１及び図２２に図示されている。図２１はペリクルフレーム取り付け装置８５７の一部を斜視図で示し、図２２は上から見たパーティション８６２を示す。
【０３７３】
[0400] まず図２１を参照すると、ペリクルアセンブリ８１６がペリクルフレーム取り付け装置８５７の支持部８９０によって保持されている。ペリクルアセンブリ８１６のフレーム８１７は４つの係合機構９５０を備えており、これらは上記において図１７及び図１８との関連で説明した係合機構と対応するものである。ペリクルフレーム取り付け装置８５７は、アクチュエータ、アライメントシステム、及びセンサを備えた制御システム８７０を含む。アクチュエータ（そのうち１つが視認でき８９１と標識されている）は、ペリクルアセンブリ８１６の位置をＸ，Ｙ，Ｚ及びＲｚ方向で調整するために用いられ得る。制御システム８７０は２つの結像センサを備えており、その一方８９２が視認でき、ペリクルフレーム８１７の一部を観察するように位置決めされている。結像センサ８９２は、ペリクルフレーム８１７の角を観察するように位置決めされていてもよい。制御システム８７０はさらに、マスクＭＡ上に設けられたアライメントマークを観察するように構成されたアライメントシステム（視認できない）を備える。そのようなアライメントシステムは当該技術分野においてはよく知られており、ここではこれ以上説明しない。パーティション８６２がペリクルアセンブリ８１６を制御システム８７０から分離する。
【０３７４】
[0401] 図２２はパーティション８６２をさらに詳細に図示している。見て取れるように、パーティション８６２は４つの窓を備えている。窓のうち２つ８９３は、アライメントシステムがマスクＭＡ上に設けられたアライメントマークを観察することができるように位置決めされている。他の２つの窓８９４は、結像システム８９２がペリクルフレーム８１７を観察する（例えばペリクルフレームの角を観察する）ことができるように位置決めされている。窓８９３，８９４は、例えば石英から形成され得る。
【０３７５】
[0402] パーティション８６２はさらに穴の組８９５を備えており、これらの穴の組はペリクルアセンブリ８１６の係合機構９５０の位置と対応するように位置決めされている。１つの穴の組８９５が図２２の右手側により詳細に図示されている。見て取れるように、４つの穴が設けられている。穴のうち３つ８９６は、ペリクルフレーム取り付け装置８５７のピン８６０，８６１を収容するように寸法決めされている。残りの穴８９７は、ペリクルフレーム取り付け装置のアクチュエータアーム８６３を収容するように寸法決めされている。ピン８６０，８６１及びアクチュエータアーム８６３は、図１７に示されたピン及びアクチュエータに対応する。図２２からわかるように、開口８９６，８９７は、ピン８６０，８６１及びアクチュエータアーム８６３のｘ方向及びｙ方向の移動を可能にするほど十分に大きい。
【０３７６】
[0403] 使用時には、ペリクルアセンブリ８１６とスタッド８５１（図２１には図示しない）を有するマスクＭＡとが、ペリクルフレーム取り付け装置８５７内にロードされる。これらは汚染に曝されることなくペリクルフレーム取り付け装置８５７内に移送され得る。例えば、輸送デバイス８８０，８８１はペリクルフレーム取り付け装置８５７のロードロック（図示しない）内に収容されてもよく、ペリクルアセンブリ８１６及びマスクＭＡはロードロック内で輸送デバイスから取り外されてもよい。ペリクルアセンブリ８１６及びマスクＭＡはその後、パーティション８６２の上方の制御環境８５９に移送され得る。
【０３７７】
[0404] 上記で詳述したように、パーティション８６２の上方の制御環境８５９は、パーティションの下の圧力よりも高い圧力に保たれ得る。図２２から察知されるように、パーティション８６２の開口８９６，８９７は比較的小さいので、汚染物が開口を通過して制御環境に進入する可能性を制限する。この可能性は、フィードパーティション８６２の環

境に対する制御環境８５９の過圧によってさらに低減される。

【０３７８】

[0405] アライメントシステム（図示しない）及び結像システム８９２は、マスクＭＡに対するペリクルアセンブリ８１６の位置を監視するために用いられる。マスクＭＡは（例えば静電クランプを用いて）定位置にクランプ留めされてもよい。ペリクルアセンブリ８１６はピン８６１上に載置され、ペリクルアセンブリの位置はアクチュエータ８９１を用いて調整され得る。アクチュエータは、ピン８６０，８６１及びアクチュエータアーム８６３（これらはすべて一緒に移動する）の位置を制御する。アクチュエータ８９１の動作は手動であってもよいし、又は自動コントローラによって制御されてもよい。一旦ペリクルアセンブリ８１６がマスクＭＡに対して位置決めされると、ピン８６０及びアクチュエータアーム８６３を用いて係合機構９５０がスタッド９５１に係合される。

【０３７９】

[0406] 係合機構９５０がスタッド９５１に係合するプロセスは、図１９に示されたプロセスの逆であり、図１９を参照すれば理解されるであえろう。もっとも、係合機構９５０及びスタッド９５１はペリクルフレーム取り付け装置８５７内では図１９における図示とは反転されるので、以下の説明において、上向きの方向を参照する記載は、図１９における下向きの方向に対応する（その逆もまた同様である）。略言すれば、アクチュエータアーム８６３がばねの端部９９２を押し離し、その後ピン８６０が第３の連結部材９８４を上向きに押す。これは、スタッド９５１の遠位ヘッド９５３と第３の連結部材９８４のブロック９８５との間に空間を創出する。その後、アクチュエータアーム８６３はともに戻り、それによって、ばね端部９９２が自身の弾性付勢により遠位ヘッド９５３とブロック９８５との間の空間に入ることが可能になる。次いで、ピン８６０は引き込まれ、第３の連結部材９８４が自身の弾性付勢によって下向きに移動するとともにそれによってばね端部９９２を定位置に固定することを可能にする。係合機構９５０のキャップ９６６は、第３の連結部材９８４によって印加される弾性付勢により、スタッド９５１の遠位ヘッド９５３に対して押圧される。

【０３８０】

[0407] このようにして、４つの係合機構９５０は各々がスタッド９５１と係合され、それによってペリクルアセンブリ８１６がマスクＭＡに固定される。上記で言及したように、ペリクルフレームアセンブリ８１６をマスクＭＡに取り付けるこの方法は、構成要素の互いに対する摺動を要さず、したがって汚染粒子が発生する危険を最小化する。

【０３８１】

[0408] ピン８６０，８６１及びアクチュエータアーム８６３の動作は手動、自動、又は半自動であり得る。

【０３８２】

[0409] ピン８６０，８６１の、係合機構９５０と接触する表面は、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）などの材料又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。同様に、アクチュエータアーム８６３の、係合機構９５０と接触する表面は、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。

【０３８３】

[0410] 一旦ペリクルアセンブリ８１６とマスクＭＡとが連結されてマスクアセンブリ８１５を形成すると、そのマスクアセンブリは、リソグラフィ装置ＬＡへの輸送のために、マスクアセンブリ輸送デバイス８５３内に設置され得る。

【０３８４】

[0411] （例えばペリクル上で汚染が検出された場合には）ペリクルアセンブリ８１６をマスクＭＡから取り外すことが望まれるかもしれない。この取り外しはペリクルフレーム取り付け装置８５７によって実施され得る。例えば、取り外しは、上記で説明され図１９に図示されたステップを用いて実施されてもよい。

【０３８５】

[0412] スタッド８５１をマスクＭＡから取り外すことが望まれるかもしれない。この取

り外しはスタッド取り外し装置（図示しない）を用いて実施され得る。スタッド取り外し装置は、スタッド取り付け装置８４０に概ね対応した形態を有し得る。例えば、スタッド取り外し装置は制御環境を含んでいてもよく、マスクＭＡはスタッド取り外しの際にその内部に保持される。制御環境は装置の他の部分よりも高い圧力を有する。スタッド取り外しツールは、例えば、スタッド８５１の端部を収容するように配置されるとともにスタッドをマスクＭＡに取り付けるグルーを溶かすためにスタッドを加熱するヒータを含むアクチュエータを備えていてもよい。ヒータ及びアクチュエータのスタッドへのアライメントは、手動、半自動又は自動のシステムを用いて実施され得る。グルーが溶かされると、スタッドは、ローレンツアクチュエータなどのアクチュエータを用いてマスクＭＡから取り外され得る。ローレンツアクチュエータは、スタッドをｚ方向にのみ牽引するように構成されていてもよい。グルーは、スタッド取り外し装置８５１内に設けられた洗浄装置を用いてマスク（及び任意選択的にはスタッド）から洗浄され得る。マスクＭＡは、マスクから汚染物を除去するように構成された洗浄装置への輸送のために、密閉ボックス内に設置されてもよい。

【０３８６】

[0413] 一実施形態においては、グルーを加熱して溶かすことに代えて、適当な溶媒の適用によってグルーが溶解されてもよい。

【０３８７】

[0414] スタッド取り外し装置は、スタッド取り付け装置８４０と同一の装置であってもよい。つまり、同一の装置がスタッドを取り付けるため及びスタッドを取り外すために用いられてもよい。

【０３８８】

[0415] 次に、図２３乃至図２７に関連して、スタッド取り付け及びスタッド取り外し装置の実施形態を説明する。

【０３８９】

[0416] スタッド取り付け装置８４０の一実施形態が、図２３において、より詳細に図示されている（スタッドは突起とも称され得る）。スタッドは、図２６に関連して以下で説明されるように、スタッドマニピュレータを用いてパターニングデバイス（例えばマスク）に取り付けられる。マスクに固定される前にスタッドの位置をＸ，Ｙ，Ｚ及びＲｚ方向で調整するために、アクチュエータが用いられ得る（アクチュエータはスタッドマニピュレータの位置を調整し得る）。アクチュエータは、自動、手動、又は半自動（すなわち部分的に自動且つ部分的に手動）であってもよい。パーティション８４２が、マスクが提供されている制御環境からアクチュエータを分離する。アクチュエータは、パーティション８４２の下に位置するボックス８４３内に提供されてもよい。パーティション８４２の下には、アライメント測定システム８４４も提供される。アライメント測定システムは、例えば結像システムを備えていてもよく、これらの結像システムは、突起（スタッド）がマスクに固定される前に正確な位置に位置決めされることを保証するために用いられる。

【０３９０】

[0417] やはり図２３に図示されているのは、ハウジング８７９を上昇又は下降させるために用いられ得る昇降ユニット８４５であり、これは（図２０との関連で上記で説明された）マスク輸送デバイス８８０の一部を構成する。マスク（視認できない）及びハウジング８７９は、昇降ユニット８４５とともに、制御環境（壁は図示しない）内に提供され得る。制御環境は、汚染がパーティションの開口を通って制御環境内に流入するのを抑制するように、パーティション８４２の反対側の圧力よりも高い圧力に保たれ得る。制御環境は、入口からの気体の流れを提供されてもよく、気体が通って流れる出口を含んでいてもよい（流れは、制御環境内の圧力がパーティション８４２の下の圧力よりも高いレベルに保たれ得るように十分に拘束される）。この気体の流れは、制御環境から汚染物を除去する助けとなり得る。汚染物が制御環境内に進入するのを防止又は抑制するために、気体入口には、汚染物を収集するフィルタが設けられてもよい。

【０３９１】

[0418] マスクがスタッド取り付け装置８４０と接触する点は、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。同様に、マスクがハウジング８７９と接触する点は、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。

【０３９２】

[0419] 図２４にはスタッド取り付け装置８４０の一部がより詳細に示されている。スタッドマニピュレータ１１００がスタッド８５１及びパターニングデバイスＭＡ（例えばマスク）とともに図示されている。パターニングデバイスが提供される環境をスタッドマニピュレータ１１００が提供される環境から分離するパーティション８４２も図示されている。スタッドマニピュレータ１１００は、スタッド８５１の底面がカップから外向きに向けられるようにスタッド８５１（突起とも称され得る）を収容するように寸法決めされたカップ１１０２を備えている。カップ１１０２は、例えば、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料から形成され得る。カップ１１０２はマニピュレータヘッド１１０４内に保持されており、マニピュレータヘッドはマニピュレータ本体１１０６上に支持されている。ばね１１０８が、マニピュレータ本体に設けられたフランジ１１１０に対して押し付けられ、マニピュレータヘッド１１０４をマスクＭＡの方へと付勢する。マスクＭＡは（図示するように）スタッドマニピュレータ１１００の上方に位置していてもよく、その場合、ばね１１０８は、マニピュレータ本体１１０６及びマニピュレータヘッド１１０４を上向きに付勢する。

【０３９３】

[0420] スタッドマニピュレータ１１００はスタッド８５１をマスクＭＡに押し付け、それによってスタッドがマスクに固定されることを可能にする。一実施形態においては、スタッドはその基部にグルー又は接着剤を備えていてもよく、スタッドマニピュレータ１１００は、そのグルー又は接着剤が硬化するまで、スタッド８５１をマスクＭＡに押し付け得る。一旦これが行われると、マスクＭＡは、スタッドマニピュレータ１１００から遠ざかるように持ち上げられ得る。

【０３９４】

[0421] 一実施形態においては、スタッドマニピュレータ１１００は、スタッド８５１を加熱するように構成されたヒータを含んでいてもよい。スタッド８５１がマスクＭＡに保持されているとき、ヒータは、スタッドを加熱するために用いられてもよく、それによってグルー又は接着剤の硬化が加速される。これは、スタッド取り付け装置８４０のスループットを向上させる。スタッド８５１を加熱することによってもたらされる硬化は、前硬化であってもよいし、又は本硬化であってもよい。前硬化が用いられる場合には、マスクＭＡ及びスタッド８５１は、硬化のために炉に移送され得る。スタッド８５１の加熱が本硬化をもたらす場合には、マスク及びスタッドを炉に移送する必要はない。炉は汚染粒子の源であり得るため、これは有利である。

【０３９５】

[0422] 一実施形態においては、スタッドマニピュレータ１１００は、（ばね１１０８に加えて又はこれに代えて）スタッド８５１をマスクＭＡに押し付けるように動作可能なアクチュエータ（図示しない）を含んでいてもよい。アクチュエータはさらに、一旦スタッドがマスクＭＡに固定されると、カップ１１０２をスタッド８５１から遠ざかるように移動させ得る。アクチュエータ（図示しない）は、スタッドがマスクＭＡに固定される前にスタッドマニピュレータの位置をＸ，Ｙ，Ｚ及びＲｚ方向で調整するために用いられ得る。

【０３９６】

[0423] マニピュレータヘッド１１０４の外周の周りにはシール１１１２が延伸している。このシール１１１２は、上から見たスタッドマニピュレータ１１００を示す図２５においてもっとも明確に見て取れる（マスクＭＡを通して見たところで、マスクは図２５においては説明を容易にするために透明である）。図２５からわかるように、図示される実施形態においては、シール１１１２は形状が環状である。しかしながら、シールは任意の適当な形状を有し得る。シール１１１２は、シールをマスクＭＡに押し付けるシール支持部

１１１６によって支持されている。これは、マスクＭＡの、シール１１１２の周内部分を密閉するとともに、その部分をマスクＭＡの、シールの周の外側にある部分から隔離する。

【０３９７】

[0424] 再び図２４を参照すると、マニピュレータヘッド１１０４には気体抽出チャネル１１１４が設けられており、この気体抽出チャネルはマニピュレータヘッドの外面から遠ざかるように延伸している。シール１１１２の基端部には送気チャネル１１１８が設けられており、マスクＭＡの、シールの内側に位置する領域が送気されることを可能にする。これは図２４に矢印で概略的に示されている。気体はマニピュレータヘッドの気体抽出チャネル１１１４を介して抽出される。気体抽出チャネル１１１４は、図２５においてもっともよく見て取れるように、マニピュレータヘッド１１０４の周囲に分散している。汚染物（例えばスタッド８５１に提供されたグルーに由来する粒子）を輸送する気体の流れは、気体抽出チャネル１１１４から外部にもたらされ、それによってこれらの汚染物がマスクＭＡの表面に付着するのを防止する。他の箇所に説明されているように、マスクＭＡの表面上の粒子はリソグラフィ装置によって基板上に投影されるパターンにエラーを引き起こし得るため、これは有利である。気体は、例えば空気であってもよい。

【０３９８】

[0425] 一実施形態においては、シール１１１２は、シールとマスクとの間をいくらかの気体が流れ得るように、マスクＭＡに対して不完全な密閉を形成し得る。シールの内側の気体の圧力は、シールの外側の気体の圧力よりも低くてもよく、その結果、気体はシールの外側からシールの内側へと流れ、その後気体抽出チャネル１１１４を通って流出する。汚染粒子が気体の流れによってマスクＭＡのシール１１１２の外側の領域から輸送され、シールを通過して、抽出チャネル１１１４から外に流出するので、これは有利である。

【０３９９】

[0426] 図２６は、スタッド取り外し装置１１５０、スタッド８５１、及びパターニングデバイスＭＡ（例えばマスク）の一部を断面で示す。スタッド取り外し装置１１５０は、図２７の斜視図に示されるスタッドグリッパ１１５４を備えている。スタッドグリッパは一対の対向するフランジ１１５６を備えており、これらはスタッド８５１の首部よりも幅広いがスタッドの遠位ヘッド８５３よりも狭い間隙を確立するように互いに向かって延伸している。対向するフランジ１１５６の下には、スタッド８５１の遠位ヘッド８５３よりも幅広く、したがってスタッドの遠位ヘッドを収容可能な凹部１１５８が設けられている。凹部１１５８及び対向するフランジ１１５６は、スタッドグリッパ１１５４の一端で外向きに広がっている。

【０４００】

[0427] 図２６及び図２７を組み合わせて参照すると、スタッドグリッパ１１５４は、マスクＭＡに接近したり遠ざかったりするように（ｚ方向）移動可能であり且つマスクの表面と概ね平行な方向（図２６ではｘ方向として特定されている）にも移動可能であるアクチュエータ１１６０によって支持されている。使用時には、アクチュエータ１１６０は当初、図２６に示される位置の左の位置にあり、ｚ方向でマスクＭＡから分離されている。その後、アクチュエータ１１６０はスタッドグリッパ１１５４を、マスクＭＡに隣接するが接触しないところまでｚ方向で移動させる。次いで、アクチュエータ１１６０は、（図３１及び３２に示されるように）スタッド８５１の遠位ヘッド８５３が広がった端部を介してスタッドグリッパに進入し、その後広がっていない部分に位置するように、スタッドグリッパ１１５４をｘ方向で移動させる。アクチュエータ１１６０はその後、スタッド８５１をマスクＭＡから遠ざけるように牽引する力を印加する。この力は略定力であり得る。同時に、スタッド８５１には、スタッドをマスクＭＡに固定しているグルー又は接着剤を溶かすため、アクチュエータ１１６０を介して熱が届けられる。一旦グルー又は接着剤が溶けると、スタッドはマスクＭＡから取り外され、アクチュエータ１１６０によってマスクから遠ざかるように移動される。

【０４０１】

[0428] パーティション１１４２が、マスクＭＡが提供されている制御環境からスタッド取り外し装置の大部分を分離する。マスクＭＡの、スタッド８５１が設けられている領域の周囲には、シール１１６２が延伸している。シール１１６２はスタッド取り付け装置８４０のシール１１１２と同じ機能を果たす。すなわち、マスクの、スタッド８５１の周囲の領域を、マスクの他の領域から隔離する。送気チャネル１１６２及び気体抽出チャネル１１６４は、スタッド８５１の付近まで送気し、その後その気体を取り除く。これは、汚染物がマスクに付着せずにマスクＭＡから引き離されることを可能にする。汚染物は、例えば、スタッド８５１をマスクＭＡに取り付けるグルー又は接着剤に由来する粒子を含み得る。気体は、例えば空気であってもよい。

【０４０２】

[0429] 一実施形態においては、シール１１６２は、シールとマスクとの間をいくらかの気体が流れ得るように、マスクＭＡに対して不完全な密閉を形成し得る。シールの内側の気体の圧力は、シールの外側の気体の圧力よりも低くてもよく、その結果、気体はシールの外側からシールの内側へと流れ、その後気体抽出チャネル１１６４を通って流出する。汚染粒子が気体の流れによってマスクＭＡのシール１１６２の外側の領域から輸送され、シールを通過して、抽出チャネル１１６４の外に流出するので、これは有利である。

【０４０３】

[0430] スタッド取り外し装置１１５０は、図２６及び図２７に示されるような、追加的なスタッドグリッパ１１５４及び関連する要素をさらに備えていてもよい。例えば、マスクＭＡ上の各スタッドについて１つずつ、４つのスタッドグリッパ及び他の要素が設けられていてもよい。スタッド取り外し装置は、形態が、図２３に図示されたスタッド取り付け装置８４０に概ね対応していてもよい。例えば、スタッドグリッパの位置をＸ，Ｙ，Ｚ及びＲｚ方向で調整するために、アクチュエータが用いられ得る。アクチュエータは、自動、手動、又は半自動（すなわち部分的に自動且つ部分的に手動）であってもよい。パーティション１１４２は、マスクが提供されている制御環境からアクチュエータを分離し得る。アクチュエータは、パーティション１１４２の下に位置するボックス内に提供されてもよい。パーティション８４２の下には、アライメント測定システムも提供され得る。アライメント測定システムは、例えば結像システムを備えていてもよく、これらの結像システムは、スタッドグリッパ１１５４がスタッド８５１と係合する前に正確な位置に位置決めされることを保証するために用いられる。

【０４０４】

[0431] スタッド取り外し装置１１５０は、ハウジングを上昇又は下降させるために用いられ得る昇降ユニットを備えていてもよく、これは（図２０との関連で上記で説明された）マスク輸送デバイス８８０の一部を形成する。マスク（視認できない）及びハウジング８７９は、昇降ユニット８４５とともに、制御環境（壁は図示しない）内に提供され得る。制御環境は、汚染がパーティションの開口を通って制御環境内に流入するのを抑制するように、パーティション１１４２の反対側の圧力よりも高い圧力に保たれ得る。制御環境は、入口からの気体の流れを提供されてもよく、気体が通って流れる出口を含んでいてもよい（流れは、制御環境内の圧力がパーティション１１４２の下の圧力よりも高いレベルに保たれ得るように十分に拘束される）。この気体の流れは、制御環境から汚染物を除去する助けとなり得る。汚染物が制御環境内に進入するのを防止又は抑制するために、気体入口には、汚染物を収集するフィルタが設けられてもよい。

【０４０５】

[0432] マスクがスタッド取り外し装置１１５０と接触する点は、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。同様に、マスクがハウジングと接触する点は、ＰＥＥＫ又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。

【０４０６】

[0433] スタッド取り付け装置８４０及びスタッド取り外し装置１１５０は、単一の装置として提供されてもよいし、又は別個の装置として提供されてもよい。

【０４０７】

[0434] 昇降ユニット８４５及びハウジングは図２３にのみ図示されており、スタッド取り付け装置８４０の一部として示されている。しかしながら、昇降ユニットは、ペリクルフレーム取り付け及び／又は取り外し装置の一部として同様に提供されてもよく、及び／又はスタッド取り外し装置の一部として同様に提供されてもよい。昇降ユニットは、マスク輸送デバイスの一部を形成し得るハウジングを上昇又は下降させるように構成されていてもよい。パターニングデバイス（例えばマスク）がハウジングによって保持されてもよい。マスク、ハウジング、及び昇降ユニットは、制御環境内に提供されてもよい。

【０４０８】

[0435] 図２８は、本発明の代替的な一実施形態によるサブマウント１０１０を示す。サブマウント１０１０は、突起１０５１と係合された係合機構１０５０を備える。係合機構１０５０はペリクルフレーム（図示しない）上に設けられ、突起１０５１はマスク（図示しない）などのパターニングデバイスから突出する。代替的な配置においては、サブマウント１０５０はパターニングデバイス上に設けられてもよく、突起１０５１はペリクルフレーム上に設けられてもよい。図２８Ａは上から見たサブマウント１０１０を示し、図２８Ｂはこのサブマウントを斜視図で示す。サブマウント１０１０は、他の図に図示されたサブマウントと共通のいくつかの特徴を含んでおり、これらは本実施形態との関連では詳細には説明されない。

【０４０９】

[0436] 係合機構１０５０は、ペリクルフレームの長方形の穴（図示しない）に収容されるように構成された長方形の外壁１０６０を備える。一対のアーム１０６２が外壁１０６０によって定義される空間の全体にわたってｙ方向に延伸している。アーム１０６２の遠位端の間には連結部材１０６３が延在している。アーム１０６２は弾性部材の例である。他の弾性部材が用いられてもよい。アーム１０６２と連結部材１０６３とは、併せて概ねＵ形状の支持部を形成する。概ねＵ形状の支持部の遠位端には係止部材１０７０が連結される。係止部材１０７０は突起１０５１（スタッドと称され得る）と係合し、それによってペリクルフレームをパターニングデバイスに固定する。

【０４１０】

[0437] 係止部材１０７０は、係合タブ１０８１を有する一対の係合アーム１０８０を備えるとともに、さらにキャップ１０６６を備える。図２８Ｂにおいて最もよく見て取れるように、係止部材１０７０が突起１０５１と係合されるとき、係合タブ１０８１は突起の遠位ヘッド１０５３の下面を押圧し、キャップ１０６６は遠位ヘッド１０５３の上面を押圧する。この、突起１０５１の遠位ヘッド１０５３に対する係合タブ１０８１及びキャップ１０６６の押圧は、係合機構１０５０を突起に固定して、安定したサブマウント１０１０を提供する。

【０４１１】

[0438] キャップ１０６６及び係合アーム１０８０は、中間アーム１０８２ａ，ｂから延伸している。中間アーム１０８２は、連結部材１０６３から延伸するとともに、外壁１０６０によって概ね定義される空間を横切って戻るようにｙ方向に延伸する。中間アーム１０８２ａ，ｂの間には連結部材１０８３が延在している。中間アーム１０８２ａ，ｂと連結部材１０８３とは、併せて概ねＵ形状の支持部を形成する。

【０４１２】

[0439] このように、アーム１０６２と連結部材１０６３とによって形成される第１の概ねＵ形状の支持部は、外壁１０６０によって概ね定義される空間を横切ってｙ方向に延伸し、支持アーム１０８２ａ，ｂと連結部材１０８３とによって形成される第２のＵ形状の支持部は、その空間を横切って戻るように延伸する。

【０４１３】

[0440] 第１の概ねＵ形状の支持部を形成するアーム１０６２はｘ方向にいくらかの可撓性を有しており、これが係止部材１０７０のｘ方向でのいくらかの移動を可能にする。よって、サブマウント１０１０は、そのサブマウントの位置におけるパターニングデバイスに対するペリクルフレームのｘ方向のいくらかの移動を可能にする。アーム１０６２は弾

性の材料から形成されるので、当初の配向に戻りやすい。サブマウント１０１０は運動学的サブマウントであるものと考えられてもよい。アーム１０６２は（図２８Ｂにおいて最もよく見て取れるように）ｘ方向よりもｚ方向に有意に厚く、その結果、ｘ方向のアームの屈曲と比較すると、ｚ方向で可能なアームの屈曲は有意に少ない。アームはｙ方向に延伸しているので、ｙ方向での有意な移動は提供しない。したがって、アーム１０６２は、ｘ方向のいくらかの移動を可能にしつつ、ｙ方向及びｚ方向のペリクルフレームの局所的な移動を防止し又は実質的に防止し得る。代替的な一実施形態（図２８には図示しない）においては、アーム１０６２及び連結部材１０６３は、概ねＵ形状の支持部がｙ方向にいくらかの可撓性を有するように、外壁１０６０によって概ね定義される空間を横切ってｘ方向に延伸してもよく、これは係止部材１０７０のｙ方向でのいくらかの移動を可能にする。よって、アーム１０６２は、ｙ方向のいくらかの移動を可能にしつつ、ｘ方向及びｚ方向のペリクルフレームの局所的な移動を防止し又は実質的に防止し得る。アーム１０６２及び連結部材１０６３の２つの均等な設計は、突起１０５１（すなわちスタッド）に連結されるマウントの２つの異なるシフト方向を可能にする。

【０４１４】

[0441] 係止部材１０７０は、第１の支持アーム１０８２ａから延伸するキャップ１０６６と、第２の支持アーム１０８２ｂから延伸する係合アーム１０８０とを備えている。第１の支持アーム１０８２ａはアーム１０６２よりもｘ方向に有意に厚く、したがってアーム１０６２と比較してｘ方向の有意な移動を可能にする。第２の支持アーム１０８２ｂはｘ方向にアーム１０６２と同様の厚さを有するが、中間アーム１０８２ａ，ｂの間に延在する連結部材１０８３が、第２の支持アーム１０８２ｂのｘ方向の移動を抑制する。なぜなら、そのような移動は、第１の支持アーム１０８２ａも移動する場合にのみ発生し得るためである。

【０４１５】

[0442] 係合アーム１０８０は、第２の支持アーム１０８２ｂから、キャップ１０６６の全体的な方向に延伸している。係合アーム１０８０の近位端は、第２の支持アーム１０８２ｂの大部分に沿って延伸している（それによって係合アーム１０８０がパターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向に撓むのを実質的に防止する）。係合アーム１０８０は、キャップ１０６６の全体的な方向に延伸するにつれて次第に細くなる。係合タブ１０８１は、係合アーム１０８０の遠位端から内側に延伸して、突起１０５１の遠位ヘッド１０５３の下面と係合する。ブロック１０５４は係合タブ１０８１の上方に設けられ、以下でさらに説明するように、アクチュエータ受け面を提供する。係合アーム１０８０はｚ方向に弾性変形可能である。係合アーム１０８０はｚ方向に屈曲するほど十分に薄くてもよい。追加的又は代替的には、係合アーム１０８０のｚ方向のいくらかの屈曲は、係合アーム１０８０が支持アーム１０８２ｂに連結する点においてｙ方向に延伸する溝１０５５によって容易になり得る。

【０４１６】

[0443] 外壁１０６０からはタブ１０５６が外向きに延伸する。これらのタブは、係合機構１０５０をペリクルフレーム（図示しない）に固定するために用いられ得る。

【０４１７】

[0444] 図２９及び図３０は、係合機構１０５０が突起１０５１と係合される手法を概略的に図示する。両図は、係合機構及び突起の、一側部から見た断面及び上から見た様子を示す。まず図２９を参照すると、係合アーム１０８０は、係合アームの遠位端を押圧するアクチュエータ（図示しない）を用いて、キャップ１０６６から押し離される。図２９からわかるように、この時点では、係合機構１０５０と突起１０５１との間に接触はない。

【０４１８】

[0445] 係合機構は、突起１０５１の遠位ヘッド１０５３が係合アーム１０８０から突出する係合タブ１０８１の上方に位置するまで、ｘ方向に移動される。この移動は、係合機構１０５０が固定されているペリクルフレームを移動させ、ひいては係合機構全部を一斉に移動させることによって達成される。

【０４１９】
[0446] 一旦係合機構１０５０が定位置となると、係合アーム１０８０を突起１０５１の遠位ヘッド１０５３から押し離していたアクチュエータは取り除かれる。係合アーム１０８０は弾性であるため、上向きに移動し、遠位ヘッド１０５３の下面を押圧する。したがって、係合タブ１０８１は遠位ヘッド１０５３をキャップ１０６６に押し付け、それによって係合機構１０５０を突起１０５１に固定する。これは図３０に図示されている。
【０４２０】
[0447] 係合機構１０５０を突起１０５１から切り離すためには、上記の順序が逆転される。
【０４２１】
[0448] 図３１は、ペリクルフレーム１０１７に固定された４つの係合機構１０５０ａ乃至ｄを示す。サブマウントのうち２つ１０５０ａ，ｄはｙ方向の移動が可能であるように構成されており、２つのサブマウント１０５０ｂ、ｃはｘ方向の移動が可能であるように構成されている。もっとも、４つすべてのサブマウント１０５０ａ乃至ｄがｙ方向の移動を介してサブマウントと突起（図示しない）との間での係合を達成させるように構成されており、したがって、見て取れるように、４つすべてのサブマウントがｙ方向に延伸する係合アーム１０８０を含む。この構成の考え得る欠点は、ｙ方向のスキャン移動の突然の減速が、係合機構１０５０ａ乃至ｄが（ペリクルフレーム１０１７の慣性に起因して）突起への取り付けから滑り出る事態を引き起こし得るということである。これは、例えば、マスク支持構造ＭＴ（図１を参照）の「クラッシュ」が存在する場合に起こり得る。代替的な配置においては、４つすべてのサブマウントが、ｘ方向（すなわち非スキャン方向）に延伸する係合アームを含んでいてもよい。いずれも非スキャン方向に延伸する係合アームを有することは、突然のｙ方向の減速が係合機構の切り離しを引き起こす可能性を回避するので、有利である。一般的に、各サブマウントの係合アームは、いずれも略同じ方向に延伸する。
【０４２２】
[0449] ｘ方向の移動を可能にするために、サブマウント１０５０ｂ，ｃの係止部材１０７０を支持するアーム１０６２は、ｙ方向に延伸している。これらのアームは、ｘ方向に弾性的に可撓性であるため、ｘ方向の移動を提供する。よって、サブマウントのうち２つ１０５０ｂ，ｃの係合アームは、そのサブマウントのアーム１０６２に概ね平行に延伸し、サブマウントのうち２つ１０５０ａ，ｄの係合アームは、そのサブマウントのアーム１０６２に概ね垂直に延伸する。
【０４２３】
[0450] サブマウント１０５０ａ乃至ｄは、図２８に図示されたタブ１０５６とは異なる構成を有するタブ１０１７と共に図示されている。もっとも、タブは、サブマウント１０５０ａ乃至ｄとペリクルフレーム１０１７との間の係合を容易にするという同じ機能を提供するものである。任意の適当な構成のタブが用いられ得る。
【０４２４】
[0451] 図３２Ａ乃至図３２Ｈは、係合機構１０５０が突起１０５１と係合される手法をより詳細に図示する。まず図３２Ａを参照すると、ピン１０９０が、係合機構１０５０のキャップ１０６６に接触するまでｚ方向に移動される。
【０４２５】
[0452] 図３２Ｂを参照すると、次に、２つのＬ形状部材が、それらの遠位端が第１の支持アーム１０８２ａの最下面を越えるまでｚ方向に移動される。その後、Ｌ形状部材１０９１は、Ｌ形状部材の遠位端が支持アーム１０８２ａのコーナ板１０８９の下にくるまでマイナスｘ方向に移動される。図３２Ｃに示されるように、Ｌ形状部材１０９１はその後、支持アーム１０８２ａのコーナ板１０８９と接触するまでｚ方向に移動される。ピン１０９０及びＬ形状部材１０９１は、併せて係合機構１０５０を把持し、係合機構のその後の移動を可能にする。
【０４２６】

[0453] 図３２Ｄを参照すると、アクチュエータ１０９２はｚ方向に移動され、係合アーム１０８０の遠位端に設けられたブロック１０５４を押圧する。アクチュエータ１０９２は係合アーム１０８０を下向きに押し、それによって係合タブ１０８１とキャップ１０６６との間の空間を拡大する。係合アーム１０８０は、図３２Ｄにおいては、図の作成に用いられたソフトウェアの制約により、下向きに屈曲されていない。

【０４２７】

[0454] 図３２Ｅを参照すると、係合機構１０５０はその後、図示されるように、突起１０５１の上方に位置決めされる。次いで、係合機構１０５０は、突起１０５１の遠位端１０５３がキャップ１０６６の下に位置し且つ係合タブ１０８１の上に位置するまでｘ方向に移動される。上記で言及したように、すべての係合機構１０５０ａ乃至ｄはペリクルフレーム１０１７の移動（図３１を参照）を介して一斉に移動される。代替的な配置においては、ペリクルフレームを移動させることに代えて、パターニングデバイス及び突起１０５１がすべて移動されてもよい。概して、必要とされるのは、突起と係合機構との間の横の相対移動のみである。横移動の方向は、係合アーム１０８０の配向に依存するであろう（そして例えばｘ方向ではなくｙ方向であり得る）。

【０４２８】

[0455] 図３２Ｆを参照すると、一旦キャップ１０６６が遠位ヘッド１０５３の上方に位置決めされ係合タブ１０８１が遠位ヘッド１０５３の下になると、アクチュエータ１０９２は引っ込められる。係合アーム１０８０の弾性は、当初の位置に戻り、ひいては係合タブ１０８１を遠位ヘッド１０５３の下面に押し付ける程度のものである。係合タブ１０８１は遠位ヘッド１０５３をキャップ１０６６に押し付ける。これにより、係合機構１０５０は突起１０５１に固定される。

【０４２９】

[0456] 図３２Ｇを参照すると、Ｌ形状部材１０９１は、下向きに移動され、その後、支持アーム１０８２ａのコーナ板１０８９から離れて位置するまでｘ方向に移動される。その後、Ｌ形状部材１０９１は引っ込められる。

【０４３０】

[0457] 図３２Ｈを参照すると、最後のステップでは、ピン１０９０が引っ込められる。

【０４３１】

[0458] 係合機構１０５０は突起１０５１に固定され、ひいてはペリクルフレーム（図示しない）のための安定したサブマウント１０１０を提供する。ペリクルフレームはこうしてパターニングデバイスに確実に取り付けられる。ペリクル、ペリクルフレーム、及びパターニングデバイス（これらは併せてマスクアセンブリと称され得る）は、その後、リソグラフィ装置ＬＡへの輸送のために、マスクアセンブリ輸送デバイス８５３内に設置され得る（図２０を参照）。

【０４３２】

[0459] 図２７Ａ乃至図２７Ｈに図示されたステップは、係合機構１０５０を突起１０５１から取り外すためには反転され、それによってペリクルフレームがパターニングデバイスから取り外される。

【０４３３】

[0460] 係合機構１０５０が突起１０５１に固定されるステップはいずれも、構成要素間に何ら摺動を要さない。換言すれば、摺動時に互いに対する面の摩擦が必要とされない。そのような摩擦は望まない粒子汚染を引き起こしやすいので、これは有利である。

【０４３４】

[0461] 係合機構１０５０に接触するピン１０９０、Ｌ形状部材１０９１、及びアクチュエータ１０９２の表面は、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）などの材料又は何らかの他の頑丈な材料の被覆を備えていてもよい。

【０４３５】

[0462] 図３２に図示されたステップを実行するために用いられ得るペリクルフレーム取り付け装置（図示しない）は、図２１及び図２２に図示されたペリクルフレーム取り付け

装置８５７と概ね対応していてもよい。特に、ペリクルフレーム取り付け装置は、アクチュエータ、アライメントシステム、及びセンサを備えた制御システム含み得る。アクチュエータは、図３２に図示されたピン１０９０及びＬ形状部材１０９１に連結されてもよく、係合タブ１０８１を突起１０５１の遠位ヘッド１０５３と整列させるためのペリクルアセンブリのＸ方向の並進運動を含め、Ｘ，Ｙ，Ｚ及びＲｚ方向でペリクルアセンブリの位置を調整するために用いられ得る。追加的なアクチュエータは、図２に図示されたアクチュエータ１０９２と対応していてもよい。制御システムは、ペリクルフレームの一部を観察するように位置決めされた２つの結像センサを備えていてもよい。結像センサは、ペリクルフレームの角を観察するように位置決めされていてもよい。制御システムはさらに、パターニングデバイス上に設けられたアライメントマークを観察するように構成されたアライメントシステムを備えていてもよい。

【０４３６】

[0463] パーティションがペリクルアセンブリを制御システムから分離してもよい。ピン１０９０、Ｌ形状部材１０９１及びアクチュエータ１０９２は、パーティションに設けられた穴を貫通して突出してもよい。パーティションには窓が設けられていてもよい。

【０４３７】

[0464] リソグラフィ装置内では、使用中のペリクルフレームを収容するために、限られた空間が利用可能であり得る。この限られた空間はペリクルフレームの幅を制限するという効果を有し得るが、これは転じてペリクルフレームの剛性を制限するであろう。この制限された剛性は問題となり得る。なぜなら、ペリクルは張力下にあるのでペリクルフレームを内側に撓ませるかもしれず、これはペリクルの望まない弛みを発生させ得るためである。この問題は、ペリクルフレームの厚さを、マスクの画像境界部と重複するように内側に拡張することによって、対処され得る。

【０４３８】

[0465] マスクの画像境界部は、マスクのパターン領域の外周の周りに提供された放射線吸収材料を備える。パターンを基板上に投影するためにマスクが使用されているときには、レチクルマスキングブレードがマスクの照明を限定するが、その意図はマスクのパターン領域のみが照明されることである。しかしながら、実用においては、放射線の周辺部（ｐｅｎｕｍｂｒａ）が画像境界部に入射し、望ましくない手法で反射される（例えば、基板上の曝露されている領域に隣接する露光領域に反射される）であろう。画像境界部に提供された放射線吸収材料は、これが発生するのを防止する。先に画像境界部によって占められていた空間を占めるようにペリクルフレームが内側に拡張されると、ペリクルフレームは、望ましくない手法で周辺部を反射しやすい。吸収材料をペリクルフレームの外面（すなわちＥＵＶ放射線ビームが入射する面）に適用することによって、これが回避される。ペリクルフレームの外面は、ペリクルが置かれている平面に略平行である。

【０４３９】

[0466] 本発明の実施形態による幅を広げられたフレームは、フレームの剛性を増大させるとともに、それによってペリクルがより高い張力を備えることを可能にするので、有利である。基板上への周辺部の反射は、吸収材料をペリクルフレームの外面に提供することによって回避される。

【０４４０】

[0467] 本発明の実施形態のさらなる利益は、放射線吸収材料が、ＥＵＶ放射線を吸収することに加え、ＤＵＶ放射線を吸収するという点である。これは既存のシステムと比較して有益である。なぜなら、既存のシステムにおいては、周辺部ＤＵＶ放射線ののうち有意な割合（例えば５０％）がペリクルから反射され、基板上の曝露されている領域に隣接する露光領域に望ましくない手法で入射する。この、先に反射されたＤＵＶ放射線は、次にペリクルフレーム上の放射線吸収材料によって吸収される（ペリクルフレームは内側に拡張されているので、以前はＤＵＶ放射線が反射されていたであろうペリクル領域を占めている）。

【０４４１】

[0468] 幅を広げられたペリクルフレームは、例えば、２ｍｍよりも有意に大きい幅を有していてもよい。例えば、ペリクルフレームは、３ｍｍ以上の幅を有し得る。ペリクルフレームは、例えば、３ｍｍ乃至４ｍｍの幅を有し得る。従来のペリクルフレームは、例えば、２ｍｍの幅を有し得る。幅を、例えば３ｍｍに増大させることは、ペリクルフレームの剛性の非常に大幅な増大を提供するであろう。なぜなら、曲げ剛性は厚さの３乗に対応するためである。

【０４４２】

[0469] 一実施形態においては、気体通路３７（図３を参照）、間隙Ｇ（図４，図１３を参照）、又はペリクルとマスクとの間の空間内への汚染の他の可能な経路は、エレクトレット材料で被覆されてもよい。エレクトレット材料は、チャネル又は間隙を通過する粒子を吸引及び捕獲する永久荷電を示す。これは粒子がペリクルとマスクとの間の空間に進入するのを防止する。他の箇所で述べたように、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間の間隙Ｇは３００μｍ未満、例えば２００μｍ未満であり得る。エレクトレット材料をこの間隙の両側の表面上に提供することで、相当な数の粒子を捕獲するであろう有意な電界が発生する。電界は最小の汚染粒子を捕獲する可能性が高い。

【０４４３】

[0470] 一実施形態においては、ペリクルのないフレームがマスクに取り付けられてもよい。これはペリクルが存在しなければ無意味であるように思われるかもしれないが、実用においては、汚染粒子のうち有意な割合が視斜角でマスクに入射するので、マスクの周囲に延伸するフレームによって遮断されるのである。ペリクルを備えていないフレームは、ペリクルなしフレーム（ｐｅｌｌｉｃｌｅ－ｌｅｓｓ　ｆｒａｍｅ）と称され得る。ペリクルなしフレームは、例えば、他の実施形態との関連で上述した特徴のうちいくつか又はすべてを含んでいてもよい。ペリクルなしフレームは、（例えば他の実施形態との関連で上述したように）マスクに取り付け可能及びマスクから取り外し可能であってもよい。代替的には、ペリクルなしフレームは、永久的にマスクに連結されていてもよい。ペリクルが存在しないので、ペリクル洗浄のためにフレームを取り外す必要はない。同様に、マスク自体が、ペリクルなしフレームを取り外すことなくアクセス可能であり、したがって必要な場合にはフレームを取り外すことなく洗浄され得る。ペリクルなしフレームは、ペリクルを収容するように設計された特徴を含む必要がないので、ペリクルフレームよりも単純な構成を有し得る。また、ペリクルによって加えられる張力に耐えることが要求されないので、より薄くてもよい。

【０４４４】

[0471] 本発明のいくつかの実施形態はスタッドを参照して説明されているが、文脈が許す場合には、本発明の実施形態は、任意の形態の突起を使用し得る。

【０４４５】

[0472] 本文書におけるマスクの参照はパターニングデバイスの参照として解釈されてもよい（マスクはパターニングデバイスの一例である）。

【０４４６】

[0473] 上記においては、ペリクルがペリクルの残りの部分と比べて増大された厚さを有する境界部を含んでいるペリクルの実施形態が説明されているが、ペリクルのいくつかの実施形態は、ペリクルの残りの部分と比べて増大された厚さを有する境界部を含んでいなくてもよい。したがって、別段の明記がない限り、本文書において、ペリクルの参照は、ペリクルの残りの部分と比べて増大された厚さを有する境界部を有さないペリクルを含むものと理解されるべきである。

【０４４７】

[0474] 本発明の具体的な実施形態の文脈で、マスクアセンブリの様々な発明の態様が上記で説明され図面に示されている。これらの態様のうちいずれもが組み合わせられて単一の実施形態になり得ることが察知されるであろう。例えば、ある実施形態の１つ以上の特徴は、別の実施形態の１つ以上の特徴と組み合わせられてもよい。また、本明細書においては、２つ以上の本発明の態様を含むいくつかの実施形態が説明されているが、単一の本

発明の態様のみを含む実施形態も考えられることがさらに察知されるであろう。概して、説明した実施形態のいずれの特徴も、単独で用いられてもよいし、あるいは説明した実施形態の他の特徴のいずれかと任意の組み合わせで用いられてもよい。

【０４４８】

[0475] 本文中では、リソグラフィ装置の文脈における本発明の実施形態を特に参照しているかもしれないが、本発明の実施形態は他の装置において用いられてもよい。本発明の実施形態は、マスク検査装置、計測装置、あるいはウェーハ（もしくは他の基板）又はマスク（若しくは他のパターニングデバイス）などの物体を測定又は加工する任意の装置の一部を形成してもよい。これらの装置は概してリソグラフィツールと称され得る。そのようなリソグラフィツールは、真空条件又は大気（非真空）条件を利用し得る。

【０４４９】

[0476] 「ＥＵＶ放射線」という用語は、４乃至２０ｎｍの範囲内、例えば１３乃至１４ｎｍの範囲内の波長を有する電磁放射線を包含するものと考えられてもよい。ＥＵＶ放射線は、１０ｎｍ未満、例えば、６．７ｎｍ又は６．８ｎｍなど４乃至１０ｎｍの範囲内の波長を有していてもよい。

【０４５０】

[0477] 本文中ではＩＣの製造におけるリソグラフィ装置の使用を特に参照しているかもしれないが、本明細書に記載のリソグラフィ装置は他の用途も有し得ることが理解されるべきである。考えられる他の用途は、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用の案内及び検出パターン、フラットパネル表示器、液晶表示器（ＬＣＤ）、薄膜磁気ヘッドなどの製造を含む。また、ペリクルアセンブリはリソグラフィ装置における使用に適しているが、取り外し可能な薄いペリクル／ペリクルフレームが予想される場合には、非リソグラフィ用途にも用いられ得ることが理解されるべきである。

【０４５１】

[0478] 上記では本発明の具体的な実施形態を記載したが、本発明は記載されたものとは異なって実施され得ることが察知されるであろう。上記の記載は、例示的であることを意図されたものであって、限定的であることは意図されていない。したがって、当業者には、記載された本発明の変更が、特許請求の範囲及び以下に記載の条項の範囲を逸脱することなく行われ得ることが明らかであろう。

【０４５２】

１．　パターニングデバイス、ペリクルフレーム、及びペリクルを収容し、ペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けて、ペリクルフレームがパターニングデバイスに隣接してペリクルを支持するマスクアセンブリを形成するように構成されたペリクルフレーム取り付け装置と；

ペリクルフレーム取り付け装置からマスクアセンブリを受け取ってマスクアセンブリを支持するように構成された支持構造、マスクアセンブリのパターニングデバイスがパターニングされた放射ビームを形成するべく調整された放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されているところ、放射ビームを調整して、調整された放射ビームでマスクアセンブリを照明するように構成された照明システム、基板を保持するように構成された基板テーブル、及び、パターニングされた放射ビームを基板上に投影するように構成された投影システム、を備えるリソグラフィ装置と；

を備えるリソグラフィシステムであって、

リソグラフィ装置内での使用のためにペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフィ装置へとマスクアセンブリを輸送するように構成されたマスクアセンブリ輸送デバイスをさらに備える、リソグラフィシステム。

２．　ペリクルフレーム取り付け装置は、密閉環境でペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるように構成されている、条項１のリソグラフィシステム。

３．　ペリクルフレーム取り付け装置は、ペリクルフレーム装置の密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプを備える、条項２のリソグラフィシステム。

４．　マスクアセンブリ輸送デバイスは、ペリクルフレーム取り付け装置からリソグラフ

ィ装置へとマスクアセンブリを密閉環境で輸送するように構成されている、条項１乃至３のいずれかのリソグラフィシステム。
５．　マスクアセンブリ輸送デバイスは、マスクアセンブリ取り付け装置の密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプを備える、条項４のリソグラフィシステム。
６．　ペリクル、ペリクルフレーム、及びパターニングデバイスのうち１つ以上を汚染又は欠陥のうち少なくとも一方について検査するように構成された検査装置をさらに備える、条項１乃至５のいずれかのリソグラフィシステム。
７．　ペリクルフレーム取り付け装置は、ペリクルフレームに取り付けられたペリクルを収容するとともに、ペリクルを取り付けられたペリクルフレームをパターニングデバイスに取り付けるように構成されている、条項１乃至６のいずれかのリソグラフィシステム。
８．　照明システムはＥＵＶ放射ビームを調整するように構成されている、条項１乃至７のいずれかのリソグラフィシステム。
９．　ペリクルフレーム取り付け装置は、ＥＵＶ放射線に対して実質的に透明のペリクルを収容するように構成されている、条項８のリソグラフィシステム。
１０．　パターニングデバイスと、ペリクルフレーム及びペリクルを備えるペリクルアセンブリとを収容するように構成されたペリクルフレーム取り付け装置であって、ペリクルフレームに設けられたサブマウントの係合機構を動作させるように構成されたアクチュエータを備えており、アクチュエータは、ペリクルアセンブリを収容する制御環境をペリクルフレーム取り付け装置の他の部分から分離するパーティションに設けられた開口を貫通して突出する、ペリクル取り付けデバイス。
１１．　パーティションは、ペリクルフレーム縁及び／又はパターニングデバイスのアライメントマークがパーティションの反対側から視認できるように位置決めされた窓を含む、条項１０のペリクルフレーム取り付け装置。
１２．　アクチュエータはパーティションの平面に垂直に移動可能なピンを備える、条項１０又は条項１１のペリクルフレーム取り付け装置。
１３．　アクチュエータは互いに接近し及び遠ざかるように移動可能な一対のアームを備える、条項１０乃至１２のいずれかのペリクルフレーム取り付け装置。
１４．　アクチュエータの端部は頑丈な材料の被覆を備える、条項１２又は１３のペリクルフレーム取り付け装置。
１５．　ペリクルフレーム取り付け装置は制御環境内に気体出口を含み、気体出口は、パーティションの反対側の気体圧力よりも高い圧力で気体を供給するように構成されている、条項１０乃至１４のいずれかのペリクルフレーム取り付け装置。
１６．　ペリクル及びペリクルフレームを収容し、
　ペリクルをペリクルフレームに取り付けてペリクルアセンブリを形成し、
　ペリクルアセンブリの輸送に適した密閉包装によってペリクルアセンブリを密閉包装内に密閉するように構成されている、ペリクル取り付け装置。
１７．　ペリクル取り付け装置は、密閉環境でペリクルをペリクルフレームに取り付けるように構成されている、条項１６のペリクル取り付け装置。
１８．　密閉環境を真空圧条件まで排気するように構成された真空ポンプをさらに備える、条項１７のペリクル取り付け装置。
１９．　ペリクル及びペリクルフレームのうち一方又は両方を汚染又は欠陥のうち少なくとも一方について検査するように構成された検査装置をさらに備える、条項１６乃至１８のいずれかのペリクル取り付け装置。
２０．　パターニングデバイスを保持するように構成されたテーブルと、スタッドをパターニングデバイスと接触させるように構成されたスタッドマニピュレータとを備え、スタッドマニピュレータはパターニングデバイスを収容する制御環境からパーティションによって分離されており、パーティションは、パターニングデバイスに接触するためにスタッドが貫通して突出し得る穴を含む、スタッド取り付け装置。
２１．　スタッドマニピュレータは複数のスタッドマニピュレータのうちの１つであり、

パーティションの穴は複数の穴のうちの１つである、条項２０のスタッド取り付け装置。
２２．　スタッド取り付け装置は制御環境内に気体出口を含み、気体出口は、パーティションの反対側の気体圧力よりも高い圧力で気体を供給するように構成されている、条項１９又は条項２０のスタッド取り付け装置。
２３．　スタッドマニピュレータの周囲には、使用時にパターニングデバイスに対して密閉してパターニングデバイスのスタッド収容部分をパターニングデバイスの他の部分から隔離するシールが提供される、条項２０乃至２２のいずれかのスタッド取り付け装置。
２４．　送気チャネル及び気体抽出チャネルが提供され、これらを介して気体の流れがパターニングデバイスのスタッド収容部分に及びそこから提供される、条項２３のスタッド取り付け装置。
２５．　パターニングデバイスを保持するように構成されたテーブルと、スタッドの端部を収容するように配置されたアクチュエータであってスタッドをパターニングデバイスに取り付けるグルーの強度を減少させることによりスタッドをパターニングデバイスから取り外すことを可能にするためにスタッドを加熱するヒータを含むアクチュエータとを備える、スタッド取り外し装置。
２６．　アクチュエータは、各々が、スタッドの遠位ヘッドを収容し保持するように構成されたスタッドグリッパを備える、条項２５のスタッド取り外し装置。
２７．　スタッドグリッパは、スタッドの首部よりも幅広くスタッドの遠位ヘッドよりも狭い分離を有する一対のフランジを備える、条項２６のスタッド取り外し装置。
２８．　スタッドグリッパの周囲には、使用時にパターニングデバイスに対して密閉してパターニングデバイスのスタッド保持部分をパターニングデバイスの他の部分から隔離するシールが提供される、条項２５乃至２７のいずれかのスタッド取り外し装置。
２９．　送気チャネル及び気体抽出チャネルが提供され、これらを介して気体の流れがパターニングデバイスのスタッド保持部分に及びそこから提供される、条項２８のスタッド取り外し装置。
３０．　サブマウントを突起に取り付ける方法であって、非係止位置から突起に隣接するが接触しない中間位置へと係止部材を移動させることと、その後、保持部材を用いて、係止部材が突起を押圧する係止位置へと係止部材を移動させることと、を備える方法。
３１．　係止部材は、係止部材の表面が突起の表面に対して摺動することなく係止位置へと移動される、条項３０の方法。
３２．　係止部材は、係止位置にあるときに接触する突起の表面に略垂直な方向に係止部材を移動させることによって係止位置へと移動される、条項３０又は３１の方法。
３３．　サブマウントはペリクルフレームに取り付けられ、突起はマスクから延伸してもよい、条項３０乃至３２のいずれかの方法。
３４．　係止部材は固定されていない端部を有する一対のばねを備える、条項３０乃至３３のいずれかの方法。
３５．サブマウントを突起から取り外す方法であって、保持部材を係止部材から遠ざかるように移動させることと、係止部材が突起を押圧する係止位置から突起に隣接するが接触しない中間位置へと係止部材を移動させることと、その後、係止部材が保持部材を押圧する非係止位置へと係止部材を移動させることと、を備える方法。
３６．　サブマウントを突起に取り付ける方法であって、サブマウントは固定されていない端部を有する一対のばねと部材とを備えており、突起はシャフトに設けられた遠位ヘッドを備えており、
　ばねの固定されていない端部を部材との接触から離れて遠ざかるように移動させることと、
　突起の下に空間を創出するために部材を突起の遠位ヘッドから遠ざかるように移動させることと、
　ばねの固定されていない端部が突起の遠位ヘッドの下の空間内の平衡位置に移動することを可能にすることと、
　部材がばねの固定されていない端部を突起の遠位ヘッドに押し付けるように部材が弾性

付勢の下で遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、
を備える方法。
３７．　サブマウントを突起から取り外す方法であって、サブマウントは固定されていない端部を有する一対のばねと部材とを備えており、突起はシャフトに設けられた遠位ヘッドを備えており、
　ばねの固定されていない端部が遠位ヘッドから遠ざかるように移動することを可能にするために部材を突起の遠位ヘッドから遠ざかるように移動させることと、
　ばねの固定されていない端部を離れるように移動させることと、
　部材が弾性付勢の下で遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、
　ばねの固定されていない端部が一緒に移動して部材の側部を押圧することを可能にすることと、
を備える方法。
３８．　ばねの固定されていない端部は、一対のアクチュエータアームによって離れるように移動される、条項３６又は条項３７の方法。
３９．　部材は、部材によって連結された一対の弾性のアームを押圧する一対のピンによって移動される、条項３６乃至３８のいずれかの方法。
４０．　サブマウントはペリクルフレームに設けられ、突起はパターニングデバイスに設けられる、条項３６乃至３９のいずれかの方法。
４１．　リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、パターニングデバイスと、ペリクルを支持するペリクルフレームとを備えており、ペリクルフレームはパターニングデバイスに搭載され、ペリクルフレームはキャッピング層を備えており、ペリクルフレームに設けられたキャッピング層はペリクルに設けられたキャッピング層と同一の材料から形成されている、マスクアセンブリ。
４２．　リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、
　パターニングデバイスと、
　ペリクルを支持するように構成されパターニングデバイスの一領域を囲むようにマウントを用いてパターニングデバイスに取り付けられたペリクルフレームと、
を備えており、
　ペリクルフレームは伸張部分及び非伸張部分を含み、ペリクルフレームの伸張部分はペリクルフレームの非伸張部分の幅よりも大きい幅を有する、マスクアセンブリ。
４３．　１つ以上の穴が伸張部分に設けられ、気体がペリクルフレームを通って流れることを可能にするように構成されている、条項４２のマスクアセンブリ。
４４．　伸張部分のうち少なくとも１つはアライメントマークを備える、条項４２又は４３のマスクアセンブリ。
４５．　伸張部分はくり抜き部分を含む、条項４２乃至４４のいずれかのマスクアセンブリ。
４６．　ペリクルフレームによって支持されたペリクルをさらに備え、ペリクルは、ペリクルの残りの部分よりも大きい厚さを有する境界部を含む、条項４２乃至４５のいずれかのマスクアセンブリ。
４７．　ペリクルの境界部は、ペリクルフレームの伸張部分と対応する伸張部分を含む、条項４６のマスクアセンブリ。
４８．　ペリクルの伸張部分は、気体が通過して流れ得る気孔を含み、気孔は、気体が気孔を通ってペリクルとパターニングデバイスとの間の容積に流入及び流出することを可能にするべくペリクルフレームのくり抜き部分と整列される、条項４５及び条項４７のマスクアセンブリ。
４９．　マスクアセンブリは、ペリクルフレームとパターニングデバイスとの間に間隙を提供するように構成されていてもよく、間隙は、使用時に、気体が間隙を通ってペリクルフレームによって支持されたペリクルとパターニングデバイスとの間の容積に流入及び流出可能となるように構成されている、条項４２乃至４８のいずれかのマスクアセンブリ。
５０．　ペリクルフレームはフレームの本体に窓を含み、窓は１つ以上の放射ビームの透

過を可能にするように構成されている、条項４２乃至４９のいずれかのマスクアセンブリ。
５１．　窓は粒子が窓を通過するのを防止するように構成されている、条項５０のマスクアセンブリ。
５２．　ペリクルフレームは、ペリクルフレームを通って延伸するがペリクルフレームを通るパターニングデバイスへの直接的な見通し線は提供しない穴を含む、条項４２乃至５１のいずれかのマスクアセンブリ。
５３．　ペリクルフレームを通って延伸する穴は、ペリクルフレームを通る直接的で妨害のない経路を提供しない、条項５２のマスクアセンブリ。
５４．　マスクアセンブリは、ペリクルフレームがパターニングデバイスの前面の全体を実質的に包囲するように構成されている、条項４２乃至５３のいずれかのマスクアセンブリ。
５５．　ペリクルフレームは光学的圧着によってパターニングデバイスに取り付けられる、条項４２乃至５４のいずれかのマスクアセンブリ。
５６．　ペリクルフレームによって支持されたペリクルをさらに備え、パターニングデバイスとペリクルとの間には導電経路が提供される、条項４２乃至５５のいずれかのマスクアセンブリ。
５７．　パターニングデバイスとペリクルフレームとの間に導電性材料が提供され、ペリクルフレームとペリクルとの間に導電性材料が提供される、条項５６のマスクアセンブリ。
５８．　リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、
　パターニングデバイスと、
　パターニングデバイスに固定されたサブフレームと、
　ペリクルを支持するように構成されたペリクルフレームと、
　ペリクルフレームのサブフレームへの取り付け及びペリクルフレームのサブフレームからの取り外しを可能にするように動作可能な機械的取り付けインタフェースと、
を備え、
　パターニングデバイスは、パターニングデバイスの前面に、前面の範囲がパターニングデバイスの後面に対して小さくなる切取部を含み、切取部はペリクルフレームの一部を収容するように構成されている、マスクアセンブリ。
５９．　切取部は、パターニングデバイスの前面の外側範囲に隣接して位置決めされる、条項５８のマスクアセンブリ。
６０．　サブフレームは切取部に隣接して位置決めされる、条項５８又は５９のマスクアセンブリ。
６１．　サブフレームはパターニングデバイスに接合されている、条項５８乃至６０のいずれかのマスクアセンブリ。
６２．　サブフレームはグルーが配置される凹部を有し、グルーは、凹部とパターニングデバイスとによって囲まれた容積内に位置決めされる、条項６１のマスクアセンブリ。
６３．　リソグラフィ工程における使用に適したパターニングデバイスであって、
　パターンを付与された前面と、
　支持構造への固定に適した後面と、
を備え、
　前面は、前面の範囲が後面に対して小さくなる切取部を含み、切取部はペリクルフレームの一部を収容するように構成されている、パターニングデバイス。
６４．　パターニングデバイスに固定されたサブフレームをさらに備え、サブフレームは、ペリクルフレームをサブフレームに選択的に取り付けるように動作可能な機械的取り付けインタフェースを含む、条項６３のパターニングデバイス。
６５．　パターニングデバイスとペリクルフレームに支持されたペリクルとを備えるマスクアセンブリであって、ペリクルフレームにはチャネルが設けられ、又はペリクルフレームとパターニングデバイスとの間には間隙が存在し、チャネル又は間隙の壁はエレクトレ

ット材料を備える、マスクアセンブリ。
６６．　チャネル又は間隙の壁はエレクトレット材料の被覆を備える、条項６５のマスクアセンブリ。
６７．　パターニングデバイス及び取り外し可能に係合可能なフレームを備えるマスクアセンブリであって、フレームはペリクルを備えていない、マスクアセンブリ。
６８．基部及び遠位ヘッドを備えるスタッドであって、基部は平坦な底面を有し、この平坦な底面にはポリマ膜が共有結合されている、スタッド。
６９．スタッドの基部のポリマ膜は、ファンデルワールス力によって可逆的にマスクに接合される、マスクと条項６８のスタッドとを備えるマスクアセンブリ。

【図１】

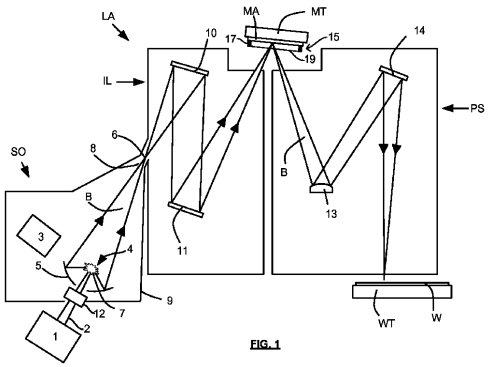


FIG. 1

【図２Ａ】

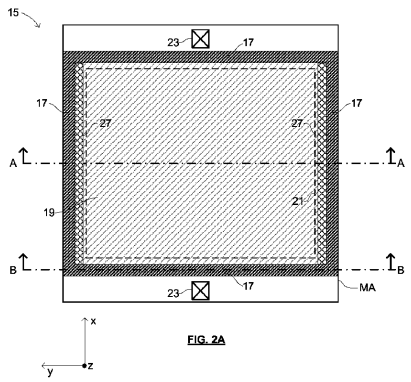


FIG. 2A

【図２Ｂ】

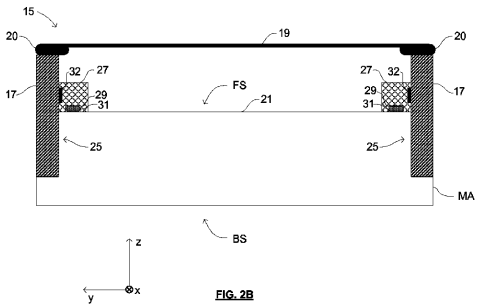


FIG. 2B

【図２Ｃ】

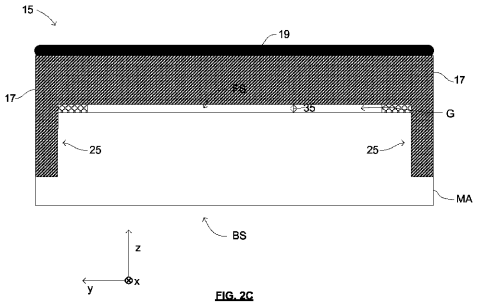


FIG. 2C

【図３】

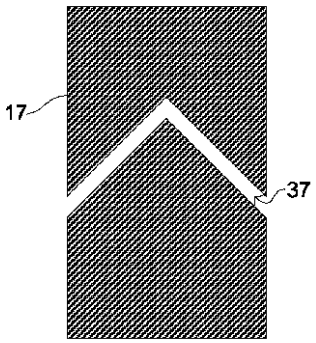


FIG. 3

【図４Ａ】

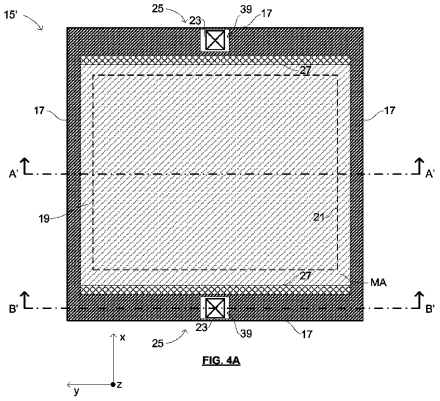


FIG. 4A

【図４Ｂ】

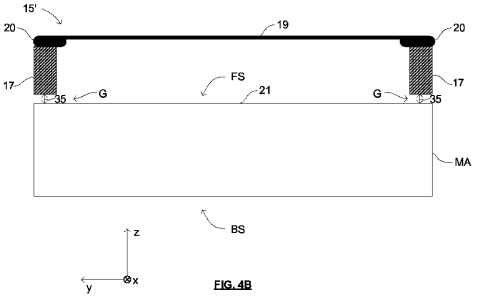


FIG. 4B

【図４Ｃ】

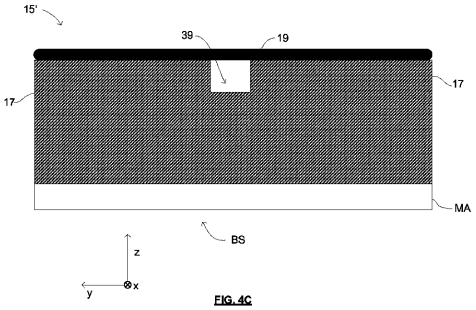


FIG. 4C

【図５】

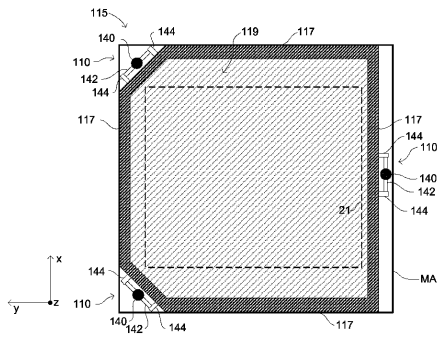


FIG. 5

【図６】

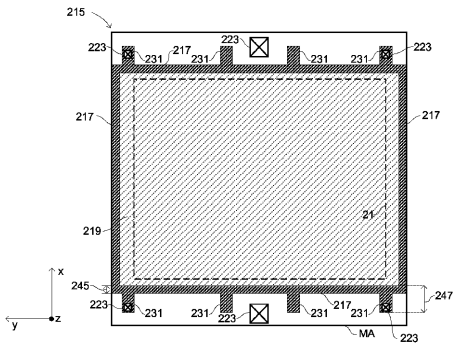


FIG. 6

【図７】

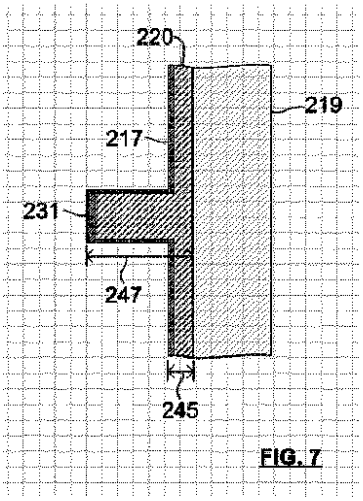


FIG. 7

【図８Ａ】

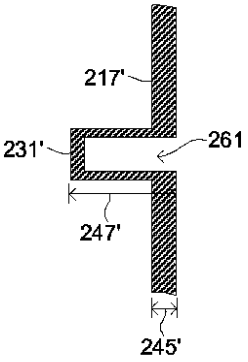


FIG. 8A

【図８Ｂ】

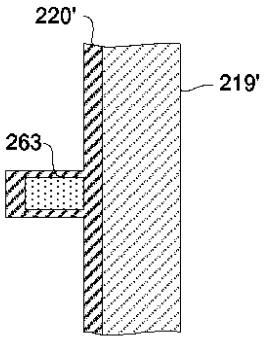


FIG. 8B

【図９】

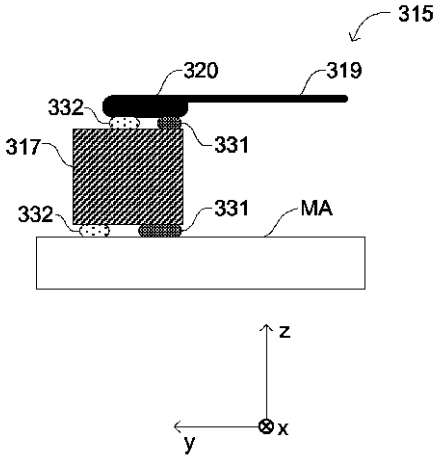


FIG. 9

【図１０】

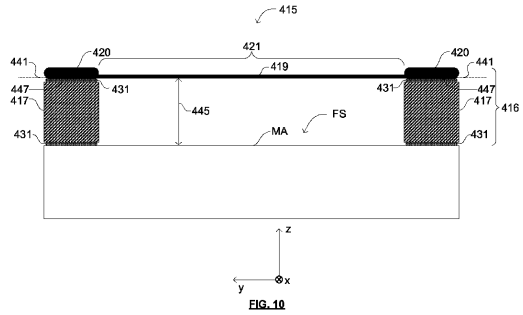


FIG. 10

【図１１】

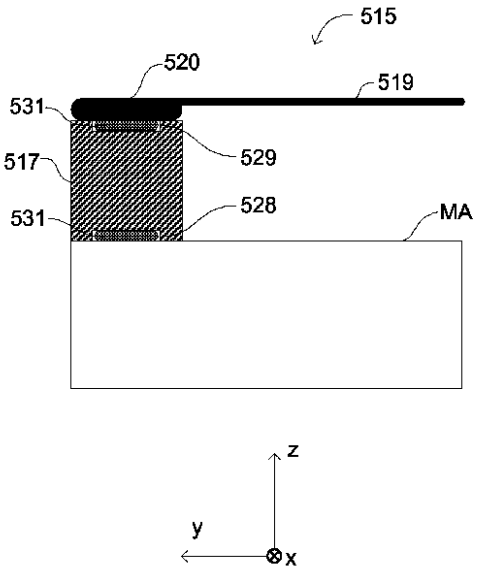


FIG. 11

【図１２】

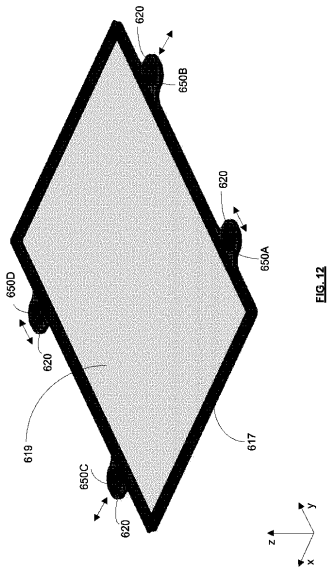


FIG. 12

【図１３Ａ】

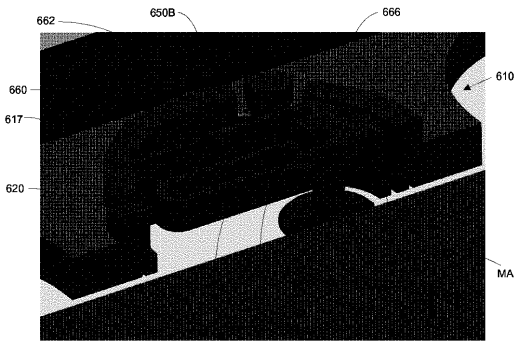


FIG. 13A

【図１３Ｂ】

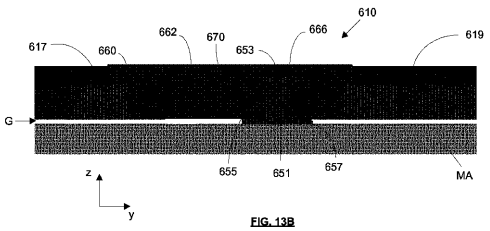


FIG. 13B

【図１４Ａ】

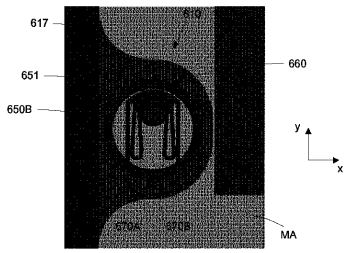


FIG. 14A

【図１４Ｂ】

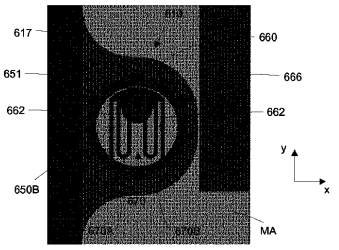


FIG. 14B

【図１５Ａ】

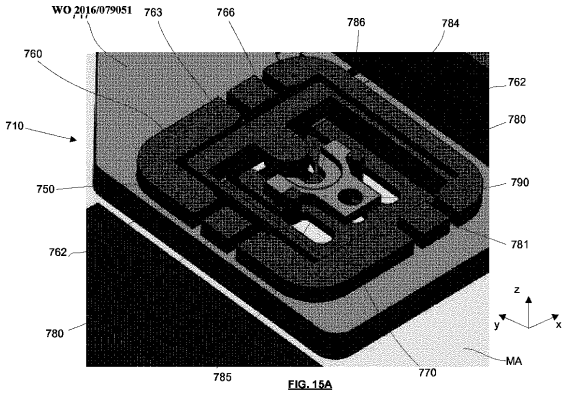


FIG. 15A

【図１５Ｂ】

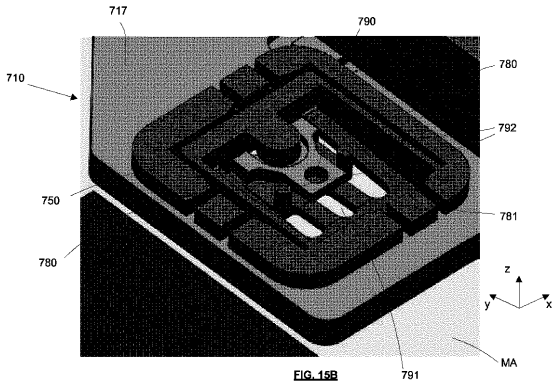


FIG. 15B

【図１６】

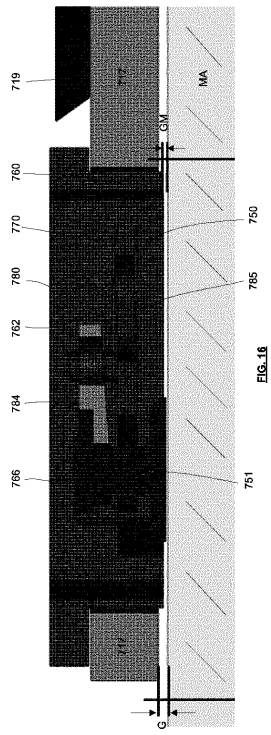


FIG. 16

【図１７】

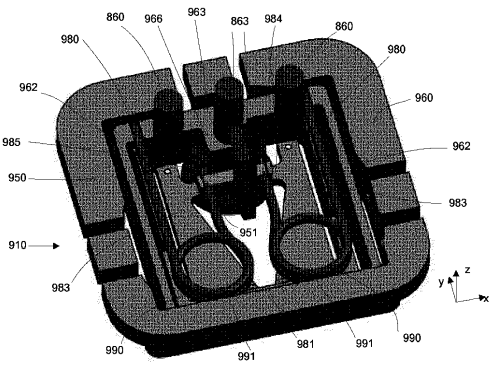


FIG. 17

【図１８】

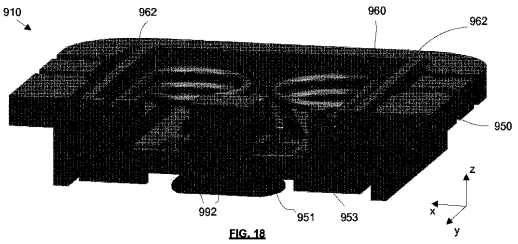


FIG. 18

【図１９Ａ】

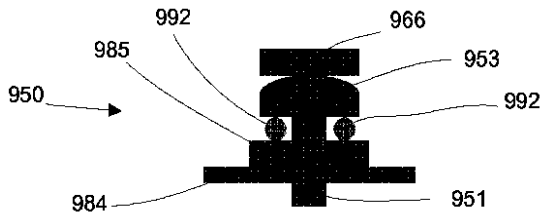


FIG. 19A

【図１９Ｂ】

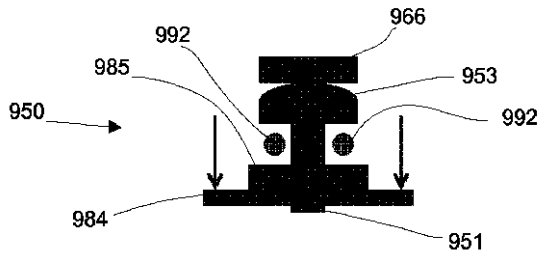


FIG. 19B

【図１９Ｃ】

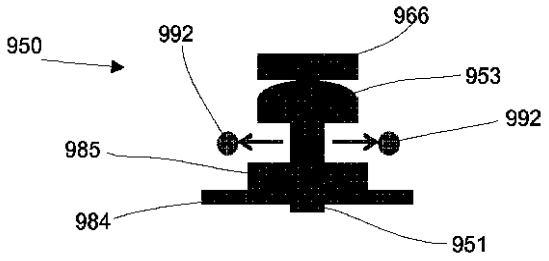


FIG. 19C

【図１９Ｄ】

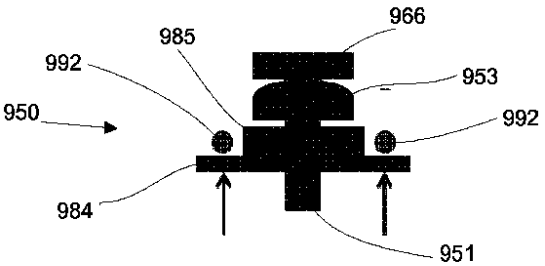


FIG. 19D

【図１９Ｅ】

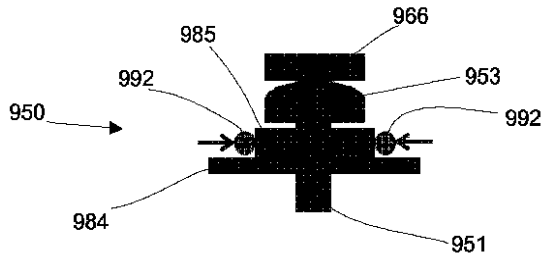


FIG. 19E

【図２０】

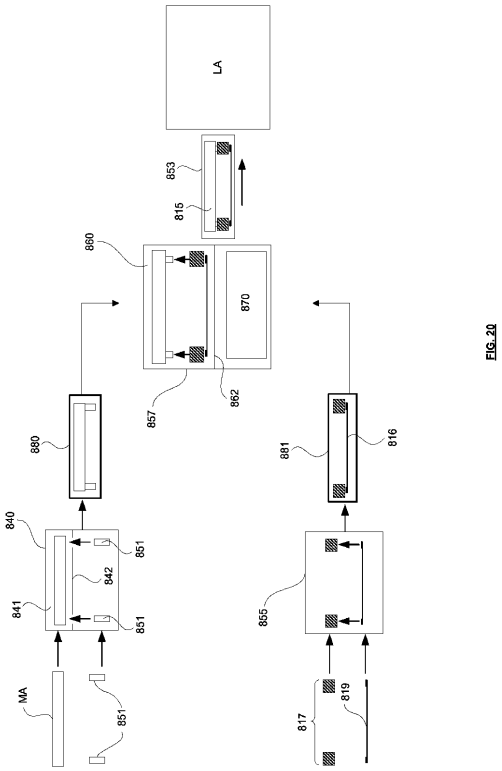


FIG. 20

【図２１】

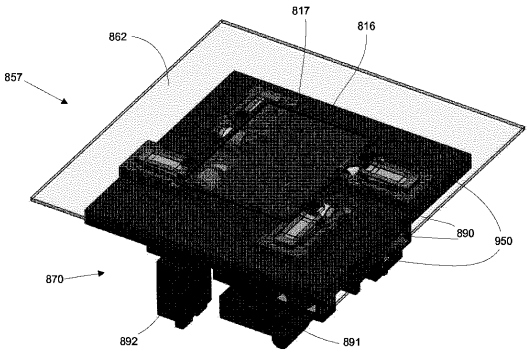


FIG. 21

【図２２】

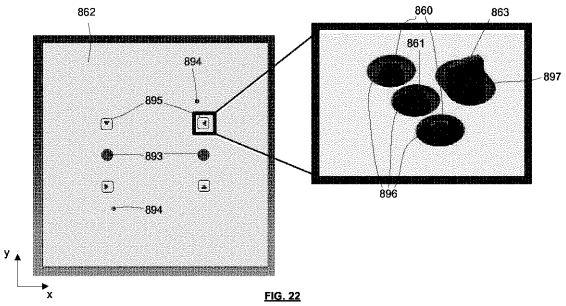


FIG. 22

【図２３】

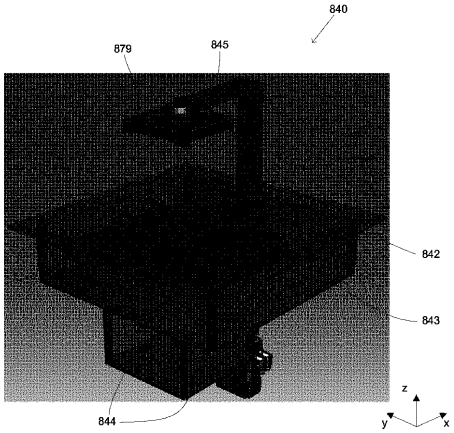


FIG. 23

【図２４】

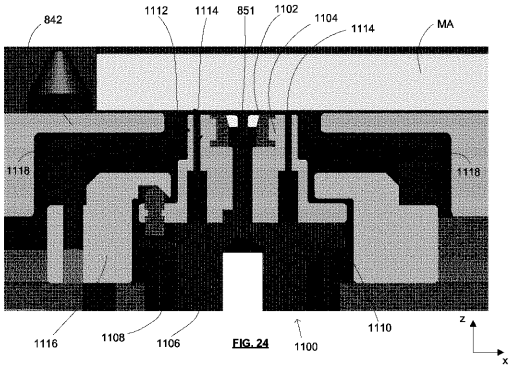


FIG. 24

【図２５】

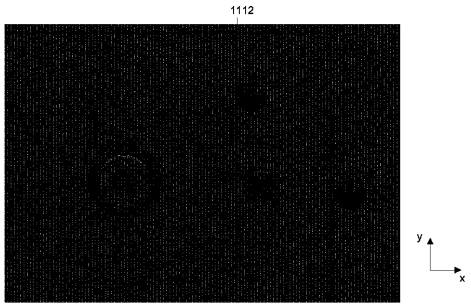


FIG. 25

【図２６】

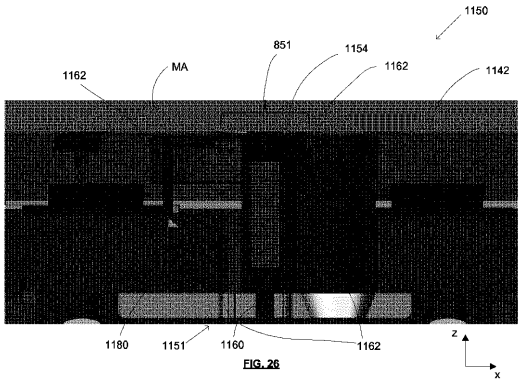


FIG. 26

【図２７】

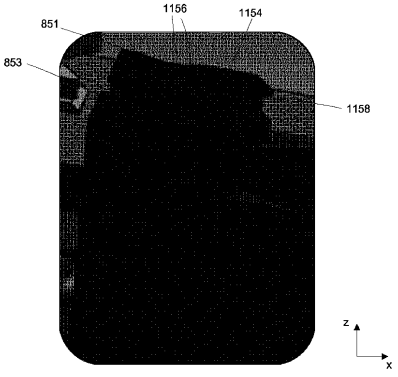


FIG. 27

【図２８ａ】

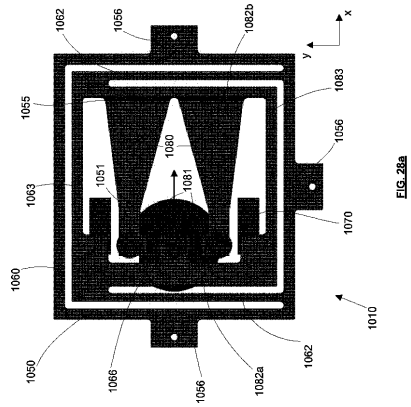


FIG. 28a

【図２８ｂ】

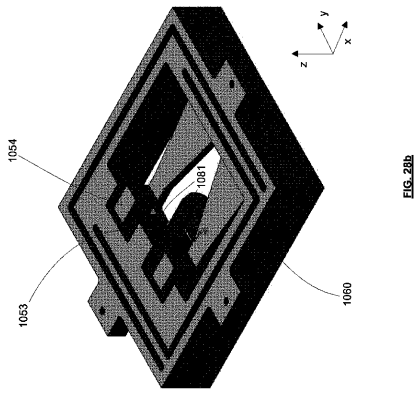


FIG. 28b

【図２９】

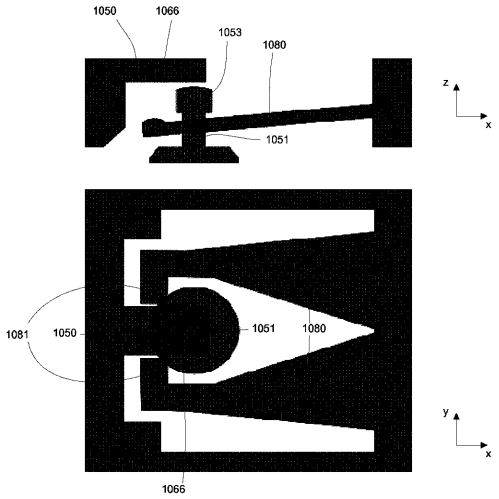


FIG. 29

【図３０】

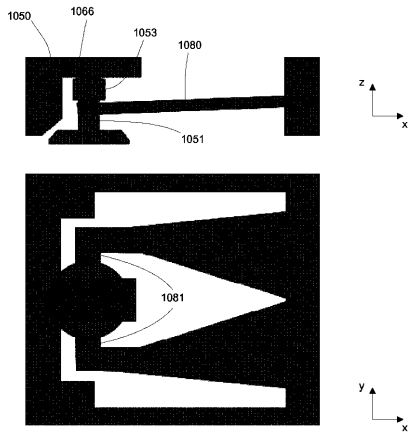


FIG. 30

【図３１】

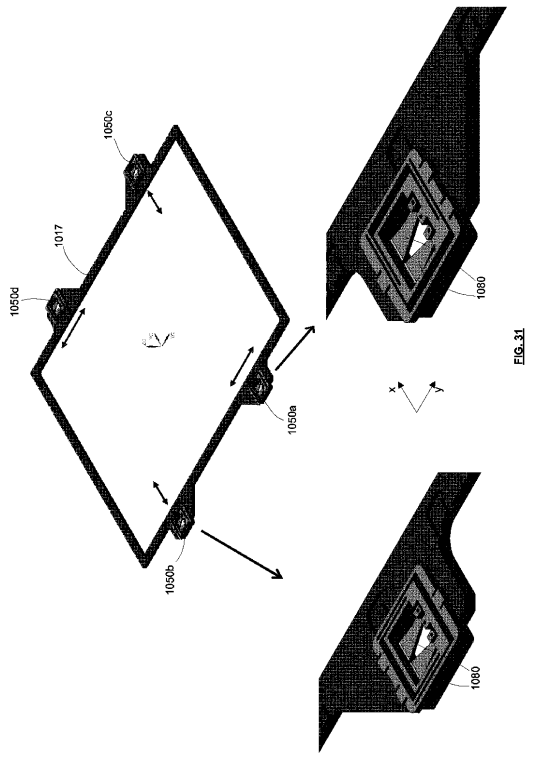


FIG. 31

【図３２Ａ】

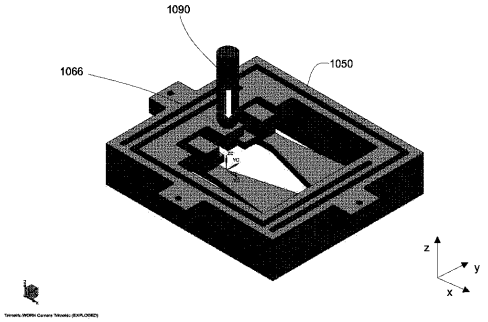


FIG. 32A

【図３２Ｂ】

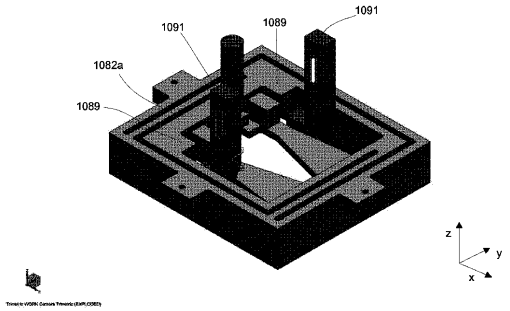


FIG. 32B

【図３２Ｃ】

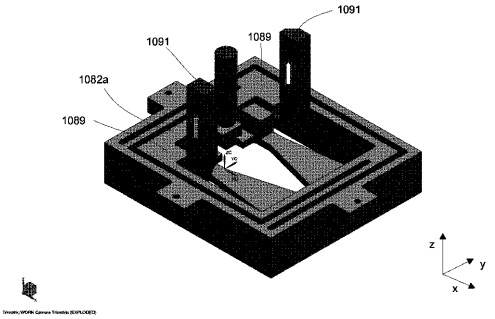


FIG. 32C

【図３２Ｄ】

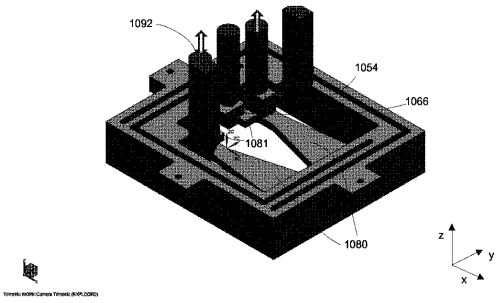


FIG. 32D

【図３２Ｅ】

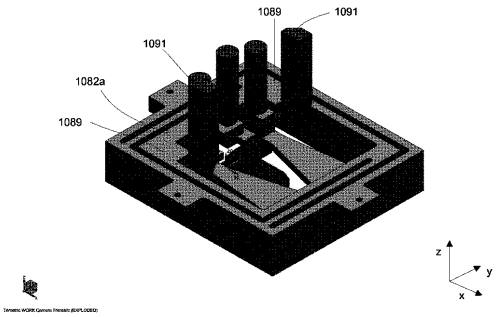


FIG. 32E

【図３２Ｆ】

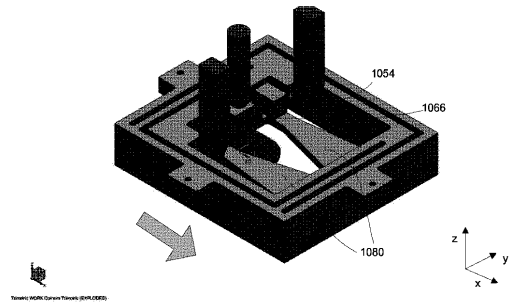


FIG. 32F

【図３２Ｇ】

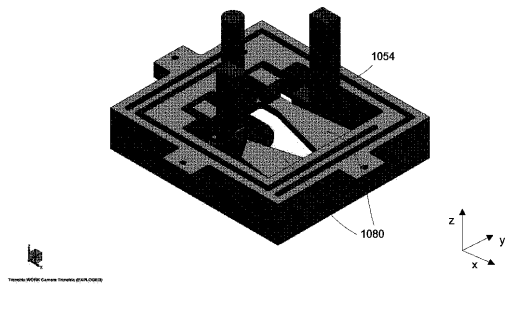


FIG. 32G

【図３２Ｈ】

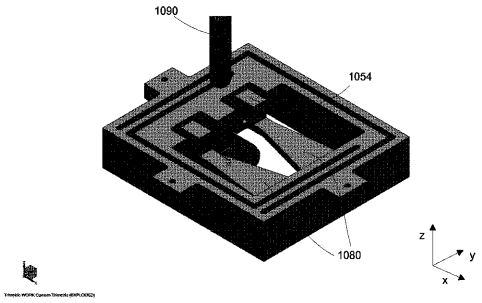


FIG. 32H

【手続補正書】
【提出日】平成29年6月22日(2017.6.22)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
リソグラフィ工程における使用に適したマスクアセンブリであって、
パターニングデバイスと、
（ａ）ペリクルを支持するように構成されマウントを用いて前記パターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームであって、（ｂ）前記マウントは、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間に間隙が存在するように前記ペリクルフレームを前記パターニングデバイスに対して懸架するように構成されている、ペリクルフレームと、
を備え、
前記マウントは、前記パターニングデバイスと前記ペリクルフレームとの間の取り外し可能に係合可能な取り付けを提供する、マスクアセンブリ。
【請求項２】
前記マウントは、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間に運動学的連結を提供する、請求項１のマスクアセンブリ。
【請求項３】
前記マウントは、複数のサブマウントを備える、請求項１又は２のマスクアセンブリ。
【請求項４】
各サブマウントは、運動学的サブマウントである、請求項３のマスクアセンブリ。
【請求項５】
各サブマウントは、そのサブマウントにおける前記パターニングデバイスに対する前記ペリクルフレームの一区画の移動を可能にするように構成された弾性の構成要素を含む、請求項３又は４のマスクアセンブリ。
【請求項６】
各サブマウントは、そのサブマウントにおける少なくとも１つの方向の移動が防止されるように、そのサブマウントにおける前記パターニングデバイスに対する前記ペリクルフレームの移動を限られた数の自由度に抑制するように構成されている、請求項５のマスクアセンブリ。
【請求項７】
各サブマウントは、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち他方に取り付けられた係合機構と、を備え、前記係合機構は、前記突起を収容するとともに前記突起と係合するように構成されている、請求項３乃至６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項８】
前記係合機構は、前記突起に対する前記係合機構のいくらかの移動を可能にするように構成された１つ以上の弾性部材を備える、請求項７のマスクアセンブリ。
【請求項９】
前記係合機構は、１つ以上のアームによって前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスに連結された係止部材を備える、請求項７又は８のマスクアセンブリ。
【請求項１０】
前記１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの平面に概ね平行に延伸する、請求項９のマスクアセンブリ。
【請求項１１】

第１の係合機構の１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの縁に概ね平行に延伸し、第２の係合機構の１つ以上のアームは、前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスの縁に概ね垂直に延伸する、請求項９又は１０のマスクアセンブリ。
【請求項１２】
前記係止部材は、２つのアームによって前記ペリクルフレーム又は前記パターニングデバイスに連結されている、請求項９乃至１１のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項１３】
前記突起は、シャフトに設けられた遠位ヘッドを備え、前記係止部材は、前記遠位ヘッドの下で前記シャフトと係合するように構成されている、請求項９乃至１２のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項１４】
前記係止部材は、前記突起の前記遠位ヘッドの下の第１の係止位置から前記突起の前記遠位ヘッドの下ではない第２の非係止位置へと移動可能な固定されていない端部を有する一対のばねを備える、請求項１３のマスクアセンブリ。
【請求項１５】
前記ばねの前記固定されていない端部は、前記突起の前記遠位ヘッドの下にあるように弾性的に付勢される、請求項１４のマスクアセンブリ。
【請求項１６】
前記ばねの前記固定されていない端部は、前記突起の前記シャフトに接触しないように弾性的に付勢される、請求項１５のマスクアセンブリ。
【請求項１７】
前記係止部材は、前記ばねの前記固定されていない端部を前記突起の前記遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢された部材をさらに備える、請求項１４乃至１６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項１８】
前記部材は、一対の弾性のアームの間に延在する連結部材である、請求項１７のマスクアセンブリ。
【請求項１９】
前記弾性のアームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね垂直な方向に撓むように構成されている、請求項１８のマスクアセンブリ。
【請求項２０】
前記弾性のアームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されている、請求項１８又は１９のマスクアセンブリ。
【請求項２１】
前記係止部材は、前記遠位ヘッドを通過して前記突起の前記シャフトと係合することを可能にするように弾性変形可能である、請求項１３のマスクアセンブリ。
【請求項２２】
前記係止部材は、支持部に搭載された係止板を備え、前記係止板は、前記係止板の凹部が前記遠位ヘッドの下で前記シャフトと係合する位置まで移動可能である、請求項９乃至１３のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２３】
前記係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備え、前記係合タブは、前記突起の前記遠位ヘッドと係合し、前記係合アームは、前記突起の前記遠位ヘッドから遠ざかる方向に弾性変形可能である、請求項９乃至１３のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２４】
各サブマウントの各係止部材の前記係合アームは、いずれも略同じ方向に延伸する、請求項２３のマスクアセンブリ。
【請求項２５】

前記係合アームは、いずれも前記リソグラフィ装置の非スキャン方向に対応する方向に延伸する、請求項２３のマスクアセンブリ。
【請求項２６】
第１の係合機構の係合アームは、その係合機構の前記１つ以上のアームに概ね平行に延伸し、第２の係合機構の係合アームは、その係合機構の前記１つ以上のアームに概ね垂直に延伸する、請求項２４又は２５のマスクアセンブリ。
【請求項２７】
前記係合アームは、前記係合タブを前記突起の前記遠位ヘッドに押し付けるように弾性的に付勢される、請求項２３乃至２６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２８】
前記係合アームは、前記パターニングデバイスのパターン表面に概ね平行な方向には撓まないように構成されている、請求項２３乃至２７のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項２９】
前記係合機構は、前記ペリクルフレームが前記パターニングデバイスに接触するのを防止する移動制限構成要素をさらに備える、請求項７乃至２８のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３０】
前記係合機構は、前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙を維持する移動制限構成要素をさらに備える、請求項７乃至２９のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３１】
前記移動制限構成要素は、前記突起の前記遠位面と係合するように構成されたキャップを備える、請求項２８又は２９のマスクアセンブリ。
【請求項３２】
前記マウントは、３つ以上のサブマウントを備える、請求項３乃至３１のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３３】
前記マウントは、４つのサブマウントを備える、請求項３２のマスクアセンブリ。
【請求項３４】
前記マスクアセンブリの一側部に２つのサブマウントが設けられ、前記マスクアセンブリの反対の側部に２つのサブマウントが設けられる、請求項３３のマスクアセンブリ。
【請求項３５】
前記ペリクルフレームの各側部は、第１の方向の移動を可能にするサブマウントと、前記第１の方向に略垂直である第２の方向の移動を可能にするサブマウントと、を備える、請求項３乃至３４のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３６】
前記サブマウントは、前記ペリクルフレームの対向する側部の等価な位置に、相補対として設けられる、請求項３５のマスクアセンブリ。
【請求項３７】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、少なくとも１００ミクロンである、請求項１乃至３６のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３８】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、３００ミクロン未満である、請求項１乃至３７のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項３９】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、２００ミクロン乃至３００ミクロンである、請求項１乃至３８のいずれか一項のマスクアセンブリ。
【請求項４０】
前記ペリクルフレームと前記パターニングデバイスとの間の前記間隙は、サブマウントの付近では他の箇所におけるよりも小さい、請求項３乃至３９のいずれかのマスクアセン

ブリ。
【請求項４１】
前記サブマウントの付近の前記間隙は、２００μｍ未満である、請求項４０のマスクアセンブリ。
【請求項４２】
前記サブマウントの付近の前記間隙は、およそ１００μｍ以下である、請求項４１のマスクアセンブリ。
【請求項４３】
サブマウントを突起に取り付ける方法であって、前記サブマウントは、１つ以上のアームによってペリクルフレームに連結された係止部材を有する係合機構を備え、前記係止部材は、各々が内側に突出する係合タブを遠位端に有する一対の係合アームを備え、
前記係合タブと前記係合機構のキャップとの間の分離を拡大するために前記係合アームの端部を平衡位置から遠ざかるように移動させることと、
前記係合タブが前記突起の遠位ヘッドと概ね整列するまで前記サブマウントと突起とを互いに対して横に移動させることと、
前記係合タブが前記突起の前記遠位ヘッドを押圧するように前記係合アームが弾性付勢の下で前記遠位ヘッドに向かって移動することを可能にすることと、
を備える、方法。
【請求項４４】
前記サブマウントは、前記ペリクルフレームに連結された複数のサブマウントのうちの１つであり、前記複数のサブマウントは、いずれも関連する突起に対して同時に横に移動され、又は、前記突起はいずれも関連するサブマウントに対して同時に横に移動される、請求項４３の方法。
【請求項４５】
前記係合アームは、前記係合アームを押圧する一対のピンによって移動される、請求項４３又は４４の方法。
【請求項４６】
前記サブマウントは、ペリクルフレームに設けられ、前記突起は、パターニングデバイスに設けられる、請求項４３乃至４５のいずれか一項の方法。
【請求項４７】
放射ビームを調整するように構成された照明システムと、
請求項１乃至４２のいずれか一項によるマスクアセンブリであってパターニングされた放射ビームを形成するべく前記放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されたマスクアセンブリを支持する支持構造と、
基板を保持するように構築された基板テーブルと、
前記パターニングされた放射ビームを前記基板上に投影するように構成された投影システムと、
を備える、リソグラフィ装置。
【請求項４８】
リソグラフィ装置において使用されるマスクアセンブリであって、
パターニングデバイスと、
ペリクルを支持するように構成されマウントを用いて前記パターニングデバイスに搭載されたペリクルフレームと、
を備え、
前記マウントは、前記ペリクルフレームが前記パターニングデバイスに対して懸架されるように構成されており、
前記マウントは、前記パターニングデバイスと前記ペリクルフレームとの間の取り外し可能な取り付けを提供し、
前記マウントは、前記パターニングデバイス又は前記ペリクルフレームのうち一方に取り付けられた突起と、前記突起と係合するように構成された係合機構であって弾性変形可

能なアームを備える前記係合機構と、を備えており、
前記弾性変形可能アームは、開いた構造では前記係合機構の係止位置への前記突起の移行を可能にし、閉じた構造では前記突起と係合し、それによって前記突起を前記係合機構の前記係止位置に係止する、ように配置されている、マスクアセンブリ。
【請求項４９】
前記係合機構の前記係止位置への前記突起の前記移行は、前記突起との機械的な摺動接触なしに行われる、請求項４８によるマスクアセンブリ。

【国際調査報告】

International application No.
PCT/EP2015/076687

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-46, 60, 61(completely); 48(partially)

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/076687

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03F1/62 G03F7/20 G03F1/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 445 652 A2 (ASML HOLDING NV [NL]) 11 August 2004 (2004-08-11)	1-6,48
A	paragraph [0055]; figure 5	7-46,60, 61
Y	US 2008/213679 A1 (MIYAKAWA TOMOKI [JP] ET AL) 4 September 2008 (2008-09-04) paragraphs [0043] - [0053]; figure 3b	1-6,48
A	US 4 833 051 A (IMAMURA KAZUNORI [JP]) 23 May 1989 (1989-05-23) column 5, lines 33-54; figure 9	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 May 2016	03/08/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Eisner, Klaus

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/076687

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1445652 A2	11-08-2004	CN 1534382 A	06-10-2004
		EP 1445652 A2	11-08-2004
		JP 4113953 B2	09-07-2008
		JP 2004220025 A	05-08-2004
		KR 20040064225 A	16-07-2004
		SG 115604 A1	28-10-2005
		TW 200416499 A	01-09-2004
		US 2004135987 A1	15-07-2004
		US 2005231707 A1	20-10-2005
US 2008213679 A1	04-09-2008	JP 5454136 B2	26-03-2014
		KR 20100014723 A	10-02-2010
		TW 200900852 A	01-01-2009
		US 2008213679 A1	04-09-2008
		WO 2008105531 A1	04-09-2008
US 4833051 A	23-05-1989	NONE	

International Application No. PCT/ EP2015/ 076687

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-46, 60, 61(completely); 48(partially)

Mask assembly: releasable attachment between pellicle frame and patterning device.
Method of attaching sub-mount to a protrusion

---

2. claims: 47(completely); 48(partially)

Mask assembly: The pellicle frame and the pellicle are formed from the same material or from different materials which have the same coefficient of thermal expansion

---

3. claims: 49-52

Pellicle assembly: The pellicle comprising a thin film portion extending across the pellicle frame so as to define a plane and a border portion attached to the pellicle frame and having a thickness which is greater than the thickness of the thin film portion wherein at least some of the border portion extends out of the plane defined by the thin film portion and away from the pellicle frame.

---

4. claims: 53-57

Pellicle frame comprising a recess configured to receive a glue for attachment of a pellicle or a patterning device to the pellicle frame, wherein the recess is configured such that, in use, attachment of a pellicle or a patterning device to the pellicle frame causes the glue to be sealed from the patterned area of the patterning device so as to prevent products of outgassing from the glue from reaching the patterned area of the patterning device.

---

5. claims: 58, 59

Mask assembly: A radiation absorbing material is provided on an outer face of the pellicle frame.

---

6. claim: 62

Mask assembly: The mount for mounting the pellicle frame to the patterning device is configured such that the pellicle frame is overconstrained onto the patterning device.

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/126,173
(32)優先日 平成27年2月27日(2015.2.27)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 62/149,176
(32)優先日 平成27年4月17日(2015.4.17)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 62/183,342
(32)優先日 平成27年6月23日(2015.6.23)
(33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(74)代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
(74)代理人 100117189
弁理士 江口 昭彦
(74)代理人 100134120
弁理士 内藤 和彦
(72)発明者 クリュイツィンガ, マティアス
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ヤンセン, マールテン, マティス, マリヌス
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 アゼレード リマ, ジョージ, マヌエル
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ボガート, エリック, ウィレム
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ブラウンス, デルク, ゼルヴァーティウス, ゲートルダ
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ブルーイン, マルク
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ブリュルス, リチャード, ヨセフ
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 デッカーズ, ジェロエン
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ヤンセン, ポール
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 カマリ, モハンマド, レザー
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 クラメル, ロナルド, ハルム, ギュンター
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４
(72)発明者 ランスバーゲン, ロバート, ガブリエル, マリア
オランダ国, ヴェルトホーフェン ５５００ エーエイチ, ピー. オー. ボックス ３２４

(72)発明者　リーンダース，マルチヌス，ヘンドリカス，アントニアス
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　リプソン，マシュー
アメリカ合衆国，コネチカット州　０６８９７，ウィルトン，ダンベリー　ロード　７７
(72)発明者　ループストラ，エリック，ロエロフ
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　ライアンズ，ヨセフ　エイチ
アメリカ合衆国，コネチカット州　０６８９７，ウィルトン，ダンベリー　ロード　７７
(72)発明者　ルー，ステファン
アメリカ合衆国，コネチカット州　０６８９７，ウィルトン，ダンベリー　ロード　７７
(72)発明者　ヴァン　デン　ボッシュ，ゲリット
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　ヴァン　デン　ヘイカント，サンダー
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　ヴァン　デル　グラーフ，サンドラ
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　ヴァン　デル　メーレン，フリッツ
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　ヴァン　ロー，ジュローム，フランソワ，シルヴァン，ヴィルジール
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４
(72)発明者　フェルブルッヘ，ベアトリス，ルイーズ，マリー－ヨセフ，カトリーン
オランダ国，ヴェルトホーフェン　５５００　エーエイチ，ピー．オー．ボックス　３２４

Ｆターム(参考) 2H195 BA10 BC30 BC38 BC39 CA04 CA20 CA22
2H197 BA11 CA10 FB03 GA01 GA05 GA24 HA03 HA04 HA05 HA10