

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-157103

(P2016-157103A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

(51) Int.Cl.		F 1			テーマコード (参考)	
GO3F	7/20	(2006.01)	GO3F	7/20	503	2H043
GO2B	7/198	(2006.01)	GO3F	7/20	521	2H197
			GO2B	7/198		

審査請求 有 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-11414 (P2016-11414)	(71) 出願人	503263355 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー エムペーハー
(22) 出願日	平成28年1月25日 (2016.1.25)		
(31) 優先権主張番号	10 2015 201 255.7		
(32) 優先日	平成27年1月26日 (2015.1.26)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
		(74) 代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100147692 弁理士 下地 健一
		(74) 代理人	100186015 弁理士 小松 靖之
		(72) 発明者	マルヴェーネ ネフツイ ドイツ国 89073 ウルム フィッ シャーガッセ 6

最終頁に続く

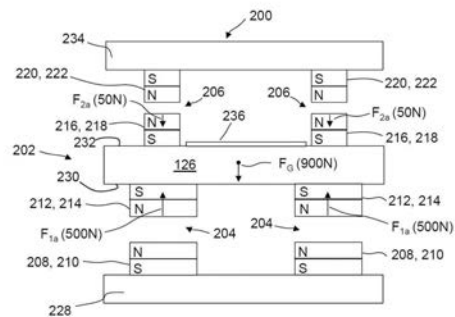
(54) 【発明の名称】 構成体及び構成体を備えたリソグラフィ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】重量補償を用いる改良型の構成体及び同じく改良型のリソグラフィ装置を提供する。

【解決手段】コンポーネント126と、コンポーネント126の重量 F_G を補償する重量補償デバイス202とを有する、リソグラフィ装置の構成体200が説明される。重量補償デバイス202は、コンポーネント126の重量 F_G を超え且つコンポーネント126の重量 F_G に逆らって働く第1磁力 F_1 をコンポーネント126に作用させるよう設計された第1磁気デバイス204と、コンポーネント126の重量 F_G の方向に働く第2磁力 F_2 をコンポーネント126に作用させるよう設計された第2磁気デバイス206とを備える。第1磁力 F_1 は、第2磁力 F_2 及び重量 F_G の和に相当し、第2磁気デバイス206は、第1磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ第2磁力 F_2 を低減するよう設計される。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リソグラフィ装置（100）の構成体（200）であって、
コンポーネント（126）と、

該コンポーネント（126）の重量（ F_G ）を補償する重量補償デバイス（202）とを有し、該重量補償デバイス（202）は、

前記コンポーネント（126）の前記重量（ F_G ）を超え且つ前記コンポーネント（126）の前記重量（ F_G ）に逆らって働く第1磁力（ F_1 ）を前記コンポーネント（126）に作用させるよう設計された第1磁気デバイス（204）と、

前記コンポーネント（126）の前記重量（ F_G ）の方向に働く第2磁力（ F_2 ）を前記コンポーネント（126）に作用させるよう設計された第2磁気デバイス（206）とを備え、前記第1磁力（ F_1 ）は、前記第2磁力（ F_2 ）及び前記重量（ F_G ）の和に相当し、前記第2磁気デバイス（206）は、前記第1磁力（ F_1 ）と同時に同じ絶対値だけ前記第2磁力（ F_2 ）を低減するよう設計される構成体。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の構成体において、前記第1磁気デバイス（204）は、磁気材料又は磁化可能材料の第1要素（208）と、磁気材料又は磁化可能材料の第2要素（212）とを有し、前記第1要素（208）及び前記第2要素（212）は、相互に対して磁力を作用させる構成体。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の構成体において、前記第1要素（208）は第1永久磁石（210）を有し、且つ/又は第2要素（212）は第2永久磁石（214）を有する構成体。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の構成体において、該構成体は、第1支持デバイス（228）及び第2支持デバイス（234）も有し、前記第1要素（208）又は前記第2要素（212）は、前記コンポーネント（126）に接続され、他方の前記要素（208、212）は、前記第1支持デバイス（228）又は第2支持デバイス（234）に接続される構成体。

30

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第1磁気デバイス（204）の前記第1要素（208）と前記第2要素（212）との間の距離（224）が調整可能である構成体。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第2磁気デバイス（206）は、磁気材料又は磁化可能材料の第3要素（216）と、磁気材料又は磁化可能材料の第4要素（220）とを有し、前記第3要素（216）及び前記第4要素（220）は、相互に対して磁力を作用させる構成体。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の構成体において、前記第3要素（216）は第3永久磁石（218）を有し、且つ/又は前記第4要素（220）は第4永久磁石（222）を有する構成体。

40

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載の構成体において、該構成体は、前記第1支持デバイス（228）及び前記第2支持デバイス（234）も有し、前記第3要素（216）又は前記第4要素（220）は、前記コンポーネント（126）に接続され、他方の前記要素（216、220）は、前記第1支持デバイス（228）又は第2支持デバイス（234）に接続される構成体。

【請求項 9】

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第2磁気デバイス（206）の前記第3要素（216）と前記第4要素（220）との間の距離（226）が調整可

50

能である構成体。

【請求項 10】

請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) の少なくとも 1 つの永久磁石 (2 1 0、2 1 4) の単位時間当たりの前記磁力 (F_1) の第 1 低下率は、前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) の少なくとも 1 つの永久磁石 (2 1 8、2 2 2) の単位時間当たりの前記磁力 (F_2) の第 2 低下率とは異ならせて、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) の前記第 1 磁力 (F_1) 及び前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) の前記第 2 磁力 (F_2) は、同じ絶対値だけ同時に減少するようにした構成体。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の構成体において、前記第 1 低下率は前記第 2 低下率よりも小さく、前記第 1 磁力 (F_1) は前記第 2 磁力 (F_2) よりも大きいので、前記第 1 磁力 (F_1) 及び前記第 2 磁力 (F_2) は、同じ絶対値だけ同時に減少する構成体。

10

【請求項 12】

請求項 7 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) の前記少なくとも 1 つの永久磁石 (2 1 0、2 1 4) は、前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) の前記少なくとも 1 つの永久磁石 (2 1 8、2 2 2) とは異なる材料を含む構成体。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) は、前記第 1 磁力 (F_1) で前記コンポーネント (1 2 6) を押さえるために該コンポーネント (1 2 6) の下に配置され、前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) は、前記第 2 磁力 (F_2) で前記コンポーネント (1 2 6) を押さえるために該コンポーネント (1 2 6) の上に配置される構成体。

20

【請求項 14】

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) は、前記第 1 磁力 (F_1) で前記コンポーネント (1 2 6) を引き寄せるために該コンポーネント (1 2 6) の上に配置され、前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) は、前記第 2 磁力 (F_2) で前記コンポーネント (1 2 6) を引き寄せるために該コンポーネント (1 2 6) の下に配置される構成体。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 磁気デバイス (2 0 4) 及び前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) が複数設けられる構成体。

30

【請求項 16】

請求項 15 に記載の構成体において、前記第 2 磁気デバイス (2 0 6) は、前記第 1 磁力 (F_1) の和と同時に同じ絶対値だけ前記第 2 磁力 (F_2) の和を低減するよう設計される構成体。

【請求項 17】

請求項 2 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の構成体において、該構成体は、前記コンポーネント (1 2 6) を位置決めするアクチュエータ (9 0 2) も有し、該アクチュエータ (9 0 2) は、前記コンポーネント (1 2 6) に接続された前記第 1 要素、前記第 2 要素、前記第 3 要素、又は前記第 4 要素にコイル (9 0 4) によって磁力を作用させる構成体。

40

【請求項 18】

請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記コンポーネント (1 2 6) は、光学素子用の保持フレームを有し、且つ / 又は光学素子を有する構成体。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の構成体において、前記光学素子は、ミラー (1 2 6) 又はレンズを含む構成体。

【請求項 20】

請求項 4 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の構成体において、前記第 1 支持デバイス (2 2 8) 及び / 又は前記第 2 支持デバイス (2 3 4) は、支持フレームである構成体。

50

【請求項 21】

請求項 1 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の構成体 (200) を備えたリソグラフィ装置 (100)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、重量補償デバイスを有するリソグラフィ装置の構成体 (arrangement) と、当該構成体を備えたリソグラフィ装置とに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロリソグラフィは、例えば集積回路等の微細構造コンポーネントの製造に用いられる。マイクロリソグラフィプロセスは、照明系及び投影系を有するリソグラフィ装置で実行される。したがって、照明系により照明されたマスク (レチクル) を、投影系により、感光層 (フォトレジスト) で被覆されて投影系の像平面に配置された基板 (例えばシリコンウェーハ) に投影することで、マスク構造を基板の感光コーティングに転写するようにする。

【0003】

集積回路の製造における構造の小型化に対する欲求に駆られて、 $0.1\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$ の範囲の、特に 13.5 nm の波長を有する光を用いる EUV リソグラフィ装置が現在開発中である。このような EUV リソグラフィ装置の場合、大半の材料がこの波長の光を高度に吸収するので、以前のような屈折光学系、すなわちレンズの代わりに、反射光学系、すなわちミラーを用いなければならない。

【0004】

ミラーは、各ミラーの最大 6 自由度の運動と、その結果としてミラーの相互に関する、特に μm 範囲の非常に正確な位置決めとを可能にするために、例えば、支持フレーム (フォースフレーム) に締結され、少なくとも部分的に操作可能に設計され得る。これにより、例えば熱的影響の結果として例えばリソグラフィ装置の動作中に生じる光学特性の変化を補償することができる。

【0005】

例えば特許文献 1 に記載されているように、ミラーを支持フレームに取り付けるために、通常は永久磁石に基づく重量補償デバイス (磁気重力補償器) が用いられる。このような重量補償デバイスは、例えば、支持フレームに結合されたハウジングと、ハウジングに対して可動でありミラーに結合された保持要素とを備える。保持要素には、例えば 2 つのリング磁石 (永久磁石) が締結され、これらがハウジングに配置されたリング磁石 (永久磁石) と共に鉛直方向の補償力を発生させる。補償力は、ミラーの重量に逆らって働き、その絶対値に関して実質的にミラーの重量に相当する。

【0006】

これに対して、特に同じく鉛直方向の各ミラーの移動は、いわゆるローレンツアクチュエータによって能動的に制御される。このようなローレンツアクチュエータは、通電可能なコイルと、それから離れた永久磁石とをそれぞれが備える。これらは共に、各ミラーの移動を制御する調整可能な磁力を発生させる。例えば特許文献 2 に記載されているように、1 つ又は複数のローレンツアクチュエータを重量補償デバイスに組み込むことができる。この場合、ローレンツアクチュエータのコイルは、ハウジング内に配置され、保持要素上に配置された 2 つのリング磁石に作用する。

【0007】

しかしながら、重量補償デバイスが発生させた補償力が経時的に変わり得ることが問題である。例えば、用いられる磁石の磁力が老化の結果として弱まる。すると、不十分な (又は過剰な) 重量補償をローレンツアクチュエータによって相殺しなければならず、これがアクチュエータのコイルにおける一定の電流をもたらす。一定の電流はさらに熱源を形成し、対応するミラーの位置決めが悪影響を及ぼす可能性がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

この問題を解決する手法が、特許文献 1 に記載されている。これは、重量補償デバイスの周りに配置された磁氣的に軟質な材料の鉛直方向に変位可能なリングを提供する。リングは、その位置に応じて、重量補償デバイスの磁場に対応して影響を及ぼすことにより、補償力を調整する。この解決手段の欠点は、対応して移動させなければならない付加的な機械部品があることである。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 独国特許第 1 0 2 0 1 1 0 8 8 7 3 5 号明細書

10

【 特許文献 2 】 独国特許 1 0 2 0 1 1 0 0 4 6 0 7 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

こうした背景の下、本発明の目的は、重量補償を用いる改良型の構成体及び同じく改良型のリソグラフィ装置を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

したがって、コンポーネントと、コンポーネントの重量を補償する重量補償デバイスとを有する、リソグラフィ装置の構成体が提供される。重量補償デバイスは、コンポーネントの重量を超え且つコンポーネントの重量に逆らって働く第 1 磁力をコンポーネントに作用させるよう設計された第 1 磁気デバイスと、コンポーネントの重量の方向に働く第 2 磁力をコンポーネントに作用させるよう設計された第 2 磁気デバイスとを備える。第 1 磁力は、第 2 磁力及び重量の和に相当し、第 2 磁気デバイスは、第 1 磁力と同時に同じ絶対値だけ第 2 磁力を低減するよう設計される。

20

【 0 0 1 2 】

第 1 磁力 F_1 が、第 2 磁力 F_2 及び重量 F_G の和に相当する、すなわち $F_1 = F_2 + F_G$ であることは、コンポーネントを重量補償デバイスによって保持できることを意味する。したがって、例えばアクチュエータからの付加的な力が、コンポーネントの取付けに必要な。第 2 磁力が第 1 磁力と同時に同じ絶対値だけ低減されることは、第 1 磁力が常に第 2 磁力及び重量の和に相当することを意味する。結果として、重量補償が常に確保される。

30

【 0 0 1 3 】

本構成体の一実施形態によれば、第 1 磁気デバイスは、磁気材料又は磁化可能材料の第 1 要素と、磁気材料又は磁化可能材料の第 2 要素とを有し、第 1 要素及び第 2 要素は、相互に対して磁力を作用させる。両要素が磁気材料を含み得る。代替的に、2 つの要素の少なくとも一方が磁気材料を含む。

【 0 0 1 4 】

本発明の場合、「磁気」材料は、永久磁気材料、特に磁氣的に半硬質な材料（例えば、 $AlNiCo$ 磁石）又は磁氣的に硬質な材料（例えば、希土類磁石、特に $NdFeB$ ）を意味する。「磁化可能」材料は、特にコイルによって磁化可能な、例えば磁氣的に軟質な材料（例えば鉄）をここでは意味する。

40

【 0 0 1 5 】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第 1 要素は第 1 永久磁石を有し、且つ / 又は第 2 要素は第 2 永久磁石を有する。永久磁石が、別の永久磁石に吸引又は反発磁力を作用させることができるのが有利である。さらに、永久磁石が、吸引磁力を磁化可能材料に作用させることができる。

【 0 0 1 6 】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、本構成体は、第 1 支持デバイス及び第 2 支持デバイスも有し、第 1 要素又は第 2 要素はコンポーネントに接続され、他方の要素は第 1

50

支持デバイス又は第2支持デバイスに接続される。重量補償デバイスは、支持デバイスに接続されることが有利である。支持デバイスによって、本構成体をリソグラフィ装置に接続することができる。

【0017】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1磁気デバイスの第1要素と第2要素との間の距離は調整可能である。調整は、機械的な調整デバイスによって、例えばねじ及び関連の対ねじの組み合わせによって行うことができる。2つの磁気材料間又は磁気材料と磁化可能材料との間の距離を近付けるほど、吸引又は反発磁力が大きくなる。2つの要素が相互に作用させる磁力は、2つの要素間の距離によって調整されることが有利である。

【0018】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第2磁気デバイスは、磁気材料又は磁化可能材料の第3要素と、磁気材料又は磁化可能材料の第4要素とを有し、第3要素及び第4要素は、相互に対して磁力を作用させる。両要素が磁気材料を含み得る。代替的に、2つの要素の少なくとも一方が磁気材料を含む。

【0019】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第3要素は第3永久磁石を有し、且つ/又は第4要素は第4永久磁石を有する。永久磁石が、別の永久磁石に吸引又は反発磁力を作用させることができるのが有利である。さらに、永久磁石が、吸引磁力を磁化可能材料に作用させることができる。

【0020】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、本構成体は、第1支持デバイス及び第2支持デバイスも有し、第3要素及び第4要素はコンポーネントに接続され、他方の要素は第1支持デバイス又は第2支持デバイスに接続される。

【0021】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第2磁気デバイスの第3要素と第4要素との間の距離は調整可能である。調整は、機械的な調整デバイスによって、例えばねじ及び関連の対ねじの組み合わせによって行うことができる。2つの磁気材料間又は磁気材料と磁化可能材料との間の距離を近付けるほど、吸引又は反発磁力が大きくなる。2つの要素が相互に作用させる磁力は、2つの要素間の距離によって調整されることが有利である。

【0022】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁石の単位時間当たりの磁力の第1低下率 (percentage loss) は、第2磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁石の単位時間当たりの磁力の第2低下率とは異なるので、第1磁気デバイスの第1磁力及び第2磁気デバイスの第2磁力は、同じ絶対値だけ同時に減少する。単位時間当たりの第1磁力及び第2磁力の低下率が異なる結果として、第1磁力及び第2磁力は、同じ絶対値だけ同時に減少することが有利である。結果として、重量補償デバイスは、コンポーネントの重量を常に補償することができる。

【0023】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1低下率は第2低下率よりも小さく、第1磁力は第2磁力よりも大きいので、第1磁力及び第2磁力は、同じ絶対値だけ同時に減少する。第1磁力の小さな低下率を、第2磁力の大きな低下率によって補償されることが有利である。この場合、第1磁力は第2磁力よりも大きいので、第2磁力と比べて小さな割合で第1磁力が減少することで、第1磁力及び第2磁力が同じ絶対値だけ減少する。第1磁力は、その絶対値に関してコンポーネントの重量よりも大きい。第2磁力は、それに対応して第1磁力よりもはるかに小さい。したがって、第2磁力及びコンポーネントの重量の和は、常に第1磁力に相当する。第1磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁石の減磁曲線と、第2磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁石の減磁曲線とは、第1磁力及び第2磁力が同じ絶対値だけ同時に減少するように相互に一致させられる。

【0024】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁

10

20

30

40

50

石は、第2磁気デバイスの少なくとも1つの永久磁石とは異なる材料を含む。異なる磁気材料は、異なる減磁曲線を有し得ることが有利である。

【0025】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1磁気デバイスは、第1磁力でコンポーネントを押さえるためにコンポーネントの下に配置され、第2磁気デバイスは、第2磁力でコンポーネントを押さえるためにコンポーネントの上に配置される。有利には、第1磁力はコンポーネントの重量とは逆の方向に働き、第2磁力はコンポーネントの重量の方向に働く。結果として、第1磁力の方向は第2磁力の方向とは逆である。したがって、第2磁力のカベクトルとコンポーネントの重量のカベクトルとを加算すると、第1磁力のカベクトルと釣り合うことが有利であり、すなわち合力はゼロである。

10

【0026】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1磁気デバイスは、第1磁力でコンポーネントを引き寄せるためにコンポーネントの上に配置され、第2磁気デバイスは、第2磁力でコンポーネントを引き寄せるためにコンポーネントの下に配置される。有利には、第1磁力はコンポーネントの重量とは逆の方向に働き、第2磁力はコンポーネントの重量の方向に働く。結果として、第1磁力の方向は第2磁力の方向とは逆である。したがって、第2磁力のカベクトルとコンポーネントの重量のカベクトルとを加算すると、第1磁力のカベクトルと釣り合うことが有利であり、すなわち合力はゼロである。

【0027】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、複数の第1磁気デバイス及び第2磁気デバイスが設けられる。第1磁気デバイス及び第2磁気デバイスは、複数の個々の第1磁気デバイス及び第2磁気デバイスに分割することができる。個々の第1磁気デバイスの個々の磁力は、このときコンポーネントの重量よりもはるかに小さくなり得ることが有利である。

20

【0028】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第2磁気デバイスは、第2磁力の和を第1磁力の和と同時に同じ絶対値で低減するよう設計される。有利には、第2磁力及びコンポーネントの重量の和のみが、第1磁力の和によって相殺されればよい。

【0029】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、本構成体は、コンポーネントを位置決めするアクチュエータも有し、アクチュエータは、コンポーネントに接続された第1要素、第2要素、第3要素、又は第4要素にコイルによって磁力を作用させる。コンポーネントは、アクチュエータによって所望の場所に位置決めできることが有利である。アクチュエータは、ローレンツアクチュエータであることが好ましい。

30

【0030】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、コンポーネントは、光学素子用の保持フレームを有し、且つ/又は光学素子を有する。

【0031】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、光学素子はミラー又はレンズを含む。

【0032】

本構成体のさらに別の実施形態によれば、第1支持デバイス及び/又は第2支持デバイスは支持フレーム(フォースフレーム)である。第1支持デバイス及び/又は第2支持デバイスは、リソグラフィ装置に接続された支持フレームとして形成され得ることが有利である。他方では、リソグラフィ装置のセンサフレームが、光学素子を監視するセンサを担持することができる。

40

【0033】

さらに、上述の構成体を備えたリソグラフィ装置、特にEUV又はDUVリソグラフィ装置が提供される。EUVは、「極紫外線」を表し、0.1nm~30nmの作用光の波長を指す。DUVは、「深紫外線」を表し、30nm~250nmの作用光の波長を指す。

【0034】

50

本発明のさらに他の可能な実施態様は、例示的な実施形態に関して上述又は後述される特徴又は実施形態の明確に述べていない組み合わせも含む。この点で、当業者であれば、個々の態様を本発明の各基本形態に改良又は追加として加えることもするであろう。

【0035】

本発明のさらに他の有利な構成及び態様は、従属請求項の主題であり、後述する本発明の例示的な実施形態の主題でもある。以下の本文において、本発明を、添付図面を参照して好ましい実施形態に基づきより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】EUVリソグラフィ装置の概略図を示す。

10

【図2】例示的な実施形態による構成体の概略図を示す。

【図3】老化した永久磁石を有する図2からの構成体を示す。

【図4】図2及び図3に示す第1磁気デバイスの第1磁力及び第2磁気デバイスの第2磁力の差の絶対値を経時的に示す。

【図5】構成体のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。

【図6】老化した永久磁石を有する図5からの構成体を示す。

【図7】構成体のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。

【図8】老化した永久磁石を有する図7からの構成体を示す。

【図9】構成体のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。

20

【図10】構成体のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0037】

別段の指示のない限り、図中で同じ参照符号は同じか又は機能的に同じ要素を示す。図示は必ずしも一定の縮尺ではないことにも留意されたい。特に本文中及び図中で（ニュートンで）示す力は、単に例として挙げたものであり、決して限定的なものとして理解すべきではないことを明示しておく。指示される特定の数値は、特定の例示的な実施形態のより容易な理解に役立つことを単に意図したものである。

【0038】

図1は、一実施形態によるEUVリソグラフィ装置100の概略図を示し、これは、ビーム整形系102、照明系104、及び投影系106を備える。ビーム整形系102、照明系104、及び投影系106は、それぞれが真空ハウジング内に設けられ、真空ハウジングは、より詳細には図示しない真空排気デバイスを用いて排気される。真空ハウジングは、機械室（より詳細には図示せず）によって囲まれ、機械室には、光学素子を機械的に移動させるか又は調整する駆動デバイスが設けられる。電気コントローラ等をこの機械室内に設けることもできる。

30

【0039】

ビーム整形系102は、EUV光源108、コリメータ110、及びモノクロメータ112を有する。EUV領域（極紫外線領域）、すなわち例えば0.1nm~30nmの波長域の放射線を発するプラズマ源又はシンクロトロンを、例えばEUV光源108として設けることができる。EUV光源108が発した放射線は、最初にコリメータ110によって集束され、その後、所望の作動波長がモノクロメータ112によって除去される。結果として、ビーム整形系102は、EUV光源108が発した光の波長及び空間分布を適合させる。EUV光源108が発生させたEUV放射線114は、空気透過率が比較的低く、こうした理由で、ビーム整形系102、照明系104、及び投影系106内のビーム誘導空間が排気される。

40

【0040】

図示の例では、照明系104は、第1ミラー116及び第2ミラー118を有する。これらのミラー116、118は、例えば瞳整形用のファセットミラーとして形成され、EUV放射線114をフォトマスク120に伝えることができる。

【0041】

50

フォトマスク 120 は、反射光学素子としても形成され、系 102、104、106 の外側に配置される。フォトマスク 120 は、投影系 106 によってウェーハ 122 等に縮小像として描かれる構造を有する。この目的で、投影系 106 は、ビーム誘導空間に例えば第 3 ミラー 124 及び第 4 ミラー 126 を有する。EUV リソグラフィ装置 100 のミラーの数は図示の数に限定されず、より多くの又は少ないミラーを設けることも可能であることに留意されたい。さらに、ミラーは、概してビーム整形のために前面が湾曲している。

【0042】

EUV リソグラフィ装置 100 の構成体 200 を、例として第 4 ミラー 126 (以下、単にミラー 126) に関して説明する。しかしながら、構成体 200 は、EUV リソグラフィ装置 100 の他の全てのミラーの場合にも用いることができる。さらに、構成体 200 は、リソグラフィ装置の他のコンポーネントのために設けることもできる。これは、特にレンズ、フォトマスク 120 の取付け、又はウェーハ 122 の取付けに当てはまる。

10

【0043】

図 2 は、例示的な一実施形態による構成体 200 の概略図を示す。構成体 200 は、ミラー 126 及び重量補償デバイス 202 を有する。重量補償デバイス 202 に関しては、これは第 1 磁気デバイス 204 及び第 2 磁気デバイス 206 を備える。図示の第 1 磁気デバイス 204 は、第 1 永久磁石 210 を有する第 1 要素 208 と、第 2 永久磁石 214 を有する第 2 要素 212 とを示す。図示の第 2 磁気デバイス 206 は、第 3 永久磁石 218 を有する第 3 要素 216 と、第 4 永久磁石 222 を有する第 4 要素 220 とを示す。

20

【0044】

第 1 磁気デバイス 204 の第 1 永久磁石 210 及び第 2 永久磁石 214 は、相互から距離 224 だけ離れており、第 2 磁気デバイス 206 の第 3 永久磁石 218 及び第 2 永久磁石 222 は、相互から距離 226 だけ離れている。第 1 磁気デバイス 204 の第 1 永久磁石 210 は、支持デバイス 228 に接続され、第 1 磁気デバイス 204 の第 2 永久磁石 214 は、ミラー 126 の第 1 面 230 に接続され、第 2 磁気デバイス 206 の第 3 永久磁石 218 は、ミラー 126 の第 2 面 232 に接続され、第 2 磁気デバイス 206 の第 4 永久磁石 222 は、第 2 支持デバイス 234 に接続される。この場合、第 1 支持デバイス 228 及び / 又は第 2 支持デバイス 234 は、リソグラフィ装置 100 の支持フレーム (フォースフレーム) であり得る。図 2 に示すミラー 126 は、その第 2 面 232 に光学有効面 236 を有する。

30

【0045】

永久磁石 210、214、218、222 は、S 磁極及び N 磁極を有する。第 1 永久磁石 210 及び第 2 永久磁石 214 の N 磁極は、相互に対向している。同様に、第 3 永久磁石 218 及び第 4 永久磁石 222 の N 磁極は、相互に対向している。結果として、第 1 永久磁石 210 及び第 2 永久磁石 214 は、第 3 永久磁石 218 及び第 4 永久磁石 222 と同様に、相互に反発磁力を作用させる。結果として、第 1 磁気デバイス 204 の第 2 永久磁石 214 は、第 1 磁力 F_1 でミラー 126 の第 1 面 230 に押し当たり、第 2 磁気デバイス 206 の第 3 永久磁石 218 は、第 2 磁力 F_2 でミラー 126 の第 2 面 232 に押し当たる。

40

【0046】

第 1 磁気デバイス 204 の第 1 磁力 F_1 は、ミラー 126 の重量 F_G を超えており、ミラー 126 の重量 F_G に逆らって働く。第 2 磁気デバイス 206 の第 2 磁力 F_2 は、ミラー 126 の重量 F_G の方向に働く。この場合、第 1 磁力 F_1 は、第 2 磁力 F_2 及び重量 F_G の和に相当する。この場合、第 2 磁気デバイス 206 は、第 1 磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ第 2 磁力 F_2 を低減する。

【0047】

第 1 磁力 F_1 が第 2 磁力 F_2 及び重量 F_G の和に相当することは、重量補償デバイス 202 によってミラー 126 の均衡を保つことができることを意味する。ミラー 126 の取付けに付加的な力は必要ない。第 2 磁力 F_2 を第 1 磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ低減

50

することは、第1磁力 F_1 が第2磁力 F_2 及び重量 F_G の和に常に相当することを意味する。その結果、重量 F_G の補償が常に確保される。

【0048】

図2は、第1時点 t_1 における構成体200を示す。第1時点 t_1 における第1磁力 F_{1a} は1000Nであり、第1時点 t_1 における第2磁力 F_{2a} は100Nであり、重量 F_G は900Nである。1000 - 100N = 900Nなので、第1時点 t_1 におけるミラー126に対する合力はゼロである。

【0049】

図3は、第2時点 t_2 における老化した永久磁石210、214、218、222を有する図2からの構成体200を示す。永久磁石210、214、218、222は、経時的に磁力を失う場合がある。第2時点 t_2 は、例えば、第2時点 t_1 の7年後である。第2時点 t_2 における第1磁力 F_{1b} は995Nであり、第2時点 t_2 における第2磁力 F_{2b} は95Nであり、重量 F_G は900Nである。995N - 95N = 900Nなので、時点 t_2 におけるミラー126に対する合力もゼロである。したがって、第2磁気デバイス206の永久磁石218、222は、磁力 F_2 の5%を失っており、一方で第1磁気デバイス204の永久磁石210、214は、磁力 F_1 の0.5%しか失っていない。

【0050】

図4は、図2及び図3に示す第1磁気デバイス204及び第2磁気デバイス206の第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 の差 F_1 及び F_2 の絶対値を経時的に示す。第1時点 t_1 から第2時点 t_2 までの変化が示されている。第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 は、経時的に減少する。したがって、経時的な差 F_1 及び F_2 の絶対値は増加する。第1磁力 F_1 の差 F_1 の絶対値が、第2磁力 F_2 の差 F_2 の絶対値と同時に増加することが分かり得る。結果として、第2磁力 F_2 は、第1磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ減少する。図4に示す変化 F_1 、 F_2 は線形である。代替的に、変化 F_1 、 F_2 は非線形の推移を辿ることもできる。

【0051】

第1磁気デバイス204の少なくとも1つの永久磁石210、214の単位時間当たりの磁力 F_1 の第1低下率は、第2磁気デバイス206の少なくとも1つの永久磁石218、222の単位時間当たりの磁力 F_2 の第2低下率とは異なる。この場合、第1低下率は第2低下率よりも小さい。さらに、第1磁力 F_1 は第2磁力 F_2 のよりも大きい。このようにして、第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 は、同じ絶対値で同時に減少することができる。

【0052】

第1磁力 F_1 は第2磁力 F_2 よりも大きいので、第1磁力 F_1 の減少率 (percentage decrease) が第2磁力 F_2 と比べて小さいことで、第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 で同じ絶対値の減少が得られる。したがって、第2磁力 F_2 及びミラー126の重量 F_G の和は、第1磁力 F_1 に常に相当する。いずれにせよ、第1磁気デバイス204の少なくとも1つの永久磁石210、214の減磁曲線と第2磁気デバイス206の少なくとも1つの永久磁石218、222の減磁曲線とは、第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 が同じ絶対値だけ同時に減少するように相互に一致させられる。これを達成するために、第1磁気デバイス204の少なくとも1つの永久磁石210、214は、第2磁気デバイス206の少なくとも1つの永久磁石218、222とは異なる材料を含む。

【0053】

例示的な一実施形態において、第1磁気デバイス204の永久磁石210、214は、サマリウムコバルト (Sm_2Co_{17}) を含み得る。この場合、第2磁気デバイス206の永久磁石218、222は、ネオジウム - 鉄 - ホウ素 ($Nd_2Fe_{14}B$) を含み得る。代替的に、又はさらに、第2磁気デバイス206の永久磁石218、222はフェライトを含み得る。フェライトは、特定の組成物中で磁氣的に硬質な特性を有するフェリ磁性セラミック材料である。

【0054】

10

20

30

40

50

第1磁気デバイス204の少なくとも1つの永久磁石210、214の減磁曲線と第2磁気デバイス206の少なくとも1つの永久磁石218、222の減磁曲線とは、相互に一致させられる。同時に、減磁曲線は、一連の因子による影響を受ける。かかる因子は、例えば、材料の老化、材料の温度依存性、及び材料の磁化プロセスである。さらに、磁石の形態は減磁曲線に影響を及ぼし得る。特に、外部電磁場も材料の減磁曲線に影響を及ぼす。材料は、第1磁力 F_1 が第2磁力 F_2 及び重量 F_G の和に常に等しく相当するよう選択される。

【0055】

図5は、構成体200のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。図2及び図3からの例示的な実施形態とは対照的に、図5からの構成体200では、第1磁気デバイス204がミラー126の上に配置される。第2磁気デバイス206は、ミラー126の下に配置される。さらに、第1永久磁石210のN磁極は、第2永久磁石214のS磁極の方向に揃えられるので、第1永久磁石210及び第2永久磁石214は吸引し合う。さらに、第4永久磁石222のN磁極は、第3永久磁石218のS磁極の方向に揃えられるので、第4永久磁石222及び第3永久磁石218は吸引し合う。したがって、第1磁気デバイス204は、第1磁力 F_1 で重量 F_G の方向に逆らってミラー126を引き寄せせる。さらに、第2磁気デバイス206は、第2磁力 F_2 で重量 F_G の方向にミラー126を引き寄せせる。

10

【0056】

図5は、第1時点 t_1 における構成体200を示す。ミラー126を引き寄せている第1時点 t_1 における第1磁力 F_{1a} は1000Nであり、ミラー126を引き寄せている第1時点 t_1 における第2磁力 F_{2a} は100Nであり、重量 F_G は900Nである。1000N - 100N = 900Nなので、第1時点 t_1 におけるミラー126に対する合力はゼロである。

20

【0057】

図6は、第2時点 t_2 における老化した永久磁石210、214、218、222を有する図5からの構成体200を示す。第2時点 t_2 は、例えば、第1時点 t_1 の7年後である。第2磁気デバイス206の永久磁石218、222は、この時点で磁力 F_2 の5%を失っており、一方で第1磁気デバイス204の永久磁石210、214は、この時点で磁力 F_1 の0.5%しか失っていない。したがって、ミラー126を引き寄せている第2時点 t_2 における第1磁力 F_{1b} は995Nであり、ミラー126を引き寄せている第2時点 t_2 における第2磁力 F_{2b} は95Nであり、重量 F_G は900Nである。995N - 95N = 900Nなので、時点 t_2 におけるミラー126に対する合力もゼロである。結果として、第2磁力 F_2 は、第1磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ減少する。

30

【0058】

図7は、構成体200のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。原理上、第1磁気デバイス204及び第2磁気デバイス206は、任意の数の第1磁気デバイス204及び第2磁気デバイス206に分割することができる。図2及び図3からの例示的な実施形態とは対照的に、図7からの構成体200では、2つの第1磁気デバイス204及び2つの第2磁気デバイス206が設けられる。図7に示す構成体200では、ミラー126の光学有効面236が2つの第2磁気デバイス206間に設けられる。

40

【0059】

図7は、第1時点 t_1 における構成体200を示す。第1時点 t_1 における第1磁力 F_{1a} はそれぞれ500Nであり、第1時点 t_1 における第2磁力 F_{2a} はそれぞれ50Nであり、重量 F_G は900Nである。2 × 500N - 2 × 50N = 900Nなので、第1時点 t_1 におけるミラー126に対する合力はゼロである。

【0060】

図8は、第2時点 t_2 における老化した永久磁石210、214、218、222を有する図7からの構成体200を示す。第2時点 t_2 は、例えば、第1時点 t_1 の7年後である。第2磁気デバイス206の永久磁石218、222は、この時点で磁力 F_2 の5%

50

を失っており、一方で第1磁気デバイス204の永久磁石210、214は、この時点で磁力 F_1 の0.5%しか失っていない。したがって、第2時点 t_2 における第1磁力 F_{1b} はそれぞれ497.5Nであり、第2時点 t_2 における第2磁力 F_{2b} はそれぞれ47.5Nであり、重量 F_G は900Nである。 $2 \times 497.5 \text{ N} - 2 \times 47.5 \text{ N} = 900 \text{ N}$ なので、時点 t_2 におけるミラー126に対する合力もゼロである。結果として、第2磁力 F_2 は、第1磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ減少する。

【0061】

図7及び図8に示す例示的な実施形態において、各第1磁気デバイス204は同じ第1磁力 F_1 を有し、各第2磁気デバイス206は同様に同じ磁力 F_2 を有する。代替的に、第2磁気デバイス206が、第1磁力 F_1 の和と同時に同じ絶対値だけ第2磁力 F_2 の和を低減すれば十分である。

10

【0062】

図9は、構成体200のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。図5及び図6からの例示的な実施形態とは対照的に、図9からの構成体200では、磁化可能材料900、例えば鉄が、第4永久磁石222の代わりに配置される。第3永久磁石218及び磁化可能材料900は、相互に対して吸引磁力を作用させることができ、材料900は、永久磁石218によって磁化される。その結果、第2磁気デバイス206は、第2磁力 F_2 でミラー126を引き寄せることができる。

【0063】

図5及び図6による実施形態から類推して、図9に示す第1磁気デバイス204では、第1永久磁石210及び/又は第2永久磁石214が磁力を失う。第2磁気デバイス206の場合、第3永久磁石218のみが磁力を失う。第4要素220は永久磁石を有しないので、経時的に力を失うこともない。ここでも、第1磁力 F_1 は、第2磁力 F_2 及び重量 F_G の和に等しく、第1磁力 F_1 及び第2磁力 F_2 は、同時に同じ絶対値だけ減少する。

20

【0064】

構成体200はアクチュエータ902を有し得る。ミラー126の受動的な重量補償及び位置決めを行う重量補償デバイス202とは対照的に、アクチュエータ902は、ミラー126の鉛直方向Zの位置を能動的に制御するのに役立つ。

【0065】

アクチュエータ902はさらに、第1永久磁石210の周りに配置されたコイル904を含む。コイル904は、第2永久磁石214に磁力を作用させることができる。これにより、ミラー126をアクチュエータ902によって位置決めすることができる。

30

【0066】

原理上、永久磁石210、214、218、222、及び/又は磁化可能材料900間の距離224、226は、構成体200の幾何学的形状、関与する要素の質量、及び永久磁石210、214、218、222の磁力によって決まる。代替的に、第1次支持デバイス228及び/又は第2支持デバイス234を、鉛直方向Zに移動させることができる。このようにして、第1磁気デバイス204の第1要素208と第2要素212との間の距離224と、第2磁気デバイス206の第3要素216と第4要素220との間の距離とに影響を及ぼすことができる。

40

【0067】

図10は、構成体200のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。構成体200は、コンポーネント126及び重量補償デバイス202を有する。重量補償デバイス202は、軸1000に関して回転対称に構成される。さらに、重量補償デバイス202は、管1002、接続要素1004、及びハウジング1006を有する。重量補償デバイス202の管1002は、軸1000に沿って延びる。この場合、管1002は、接続要素1004によってハウジング1006に接続されるので、軸1000に沿って拘束的に誘導される。軸1000の方向は、重量補償デバイス202がミラー126を保持するためにミラー126に補償力を及ぼす方向でもある。図示の重量補償デバイス202は、第1磁気デバイス204及び第2磁気デバイス206を有する。

50

【0068】

第1磁気デバイス204は、3つの永久磁石リング1008、1010、1012を備える。第1永久磁石リング1012は、ハウジング1006に接続される。第1内側永久磁石リング1008及び第2内側永久磁石リング1010は、管1002に接続される。第1内側永久磁石リング1008及び第2内側永久磁石リング1010は、軸1000の方向に磁化される。これとは対照的に、第1外側永久磁石リング1012は、軸1000に関して径方向に磁化される。

【0069】

第2磁気デバイス206は、2つの永久磁石リング1014、1016を備える。第2外側永久磁石リング1016は、ハウジング1006に接続される。第3内側永久磁石リング1014は、管1002に接続される。

10

【0070】

さらに、第1磁気デバイス204は、ミラー126の重量 F_G を超え且つミラー126の重量 F_G に逆らって働く第1磁力 F_1 をミラー126に作用させるよう設計される。第2磁気デバイス206は、ミラー126の重量 F_G の方向に働く(すなわちミラー126を引き寄せる)第2磁力 F_2 をミラー126に作用させるよう設計される。この場合、第1磁力 F_1 は、第2磁力 F_2 及び重量 F_G の和に等しい。さらに、第2磁気デバイス206は、第1磁力 F_1 と同時に同じ絶対値だけ第2磁力 F_2 を低減するよう設計される。

【0071】

管1002は、ミラー126に補償力を及ぼすためにミラー126に接続される。重量補償デバイス202に割り当てられた結合デバイス1018によるこの接続は、図10に概略的にしか示さない。結合デバイス1018は、ミラー126を軸1000に対して垂直な平面内で自由に可動に取り付ける。他方では、重量 F_G の方向に、すなわち軸1000の方向に、ミラー126は重量補償デバイス202によって保持される。

20

【0072】

さらに、図10は、第1アクチュエータ1020及び第2アクチュエータ1022を示す。アクチュエータ1020、1022、いわゆるローレンツアクチュエータは、管1002によってミラー126を位置決めするのに役立つ。

【0073】

第1アクチュエータ1020は、第1コイル1024及び第2内側永久磁石リング1010によって形成される。第1アクチュエータ1020の第1コイル1024は、軸1000に関して周方向に配置される。第1アクチュエータ1020の第1コイル1024の地場は、管1002に接続された第2内側永久磁石リング1010に力を及ぼす。結果として、力は管1002に伝達される。第1アクチュエータ1020の第1コイル1024は、ハウジング1006に接続される。

30

【0074】

第2アクチュエータ1022は、第2コイル1026及び第1内側永久磁石リング1008によって形成される。第2アクチュエータ1022の第2コイル1026も、軸1000に関して周方向に配置される。第2アクチュエータ1022の第2コイル1026の地場は、管1002に接続された第1内側永久磁石リング1008に力を及ぼす。結果として、力が管1002に伝達される。第2アクチュエータ1022の第2コイル1026は、ハウジング1006に接続される。第1アクチュエータ1020の第1コイル1024は、外側永久磁石リング1012の上に配置される。これに対して、第2アクチュエータ1022の第2コイル1026は、外側永久磁石リング1012の下に配置される。

40

【0075】

図10に、コイル1024、1026の電流の方向を示す。符号



(平面から観察者に向かう)及び



(観察者から平面へ向かう)を用いる。

【0076】

種々の構成体200を、EUVリソグラフィ装置100のミラー126に基づき説明してきた。しかしながら、図示の構成は、当然ながらEUVリソグラフィ装置100の任意の他のミラーにも適用することができる。

【0077】

さらに、EUVリソグラフィ装置100における構成体200の例示的な実施形態を説明してきた。リソグラフィ装置は、EUVリソグラフィ装置100である必要はない。別の波長の光(例えば、ArFエキシマレーザによる193nm)を用いることもできる。さらに、言及したミラーの代わりにレンズを用いることもできる。

10

【0078】

本発明は、種々の例示的な実施形態に基づき説明したが、決してそれらに限定されるものではなく、多種多様な方法で変更することができる。

【符号の説明】

【0079】

100 EUVリソグラフィ装置

102 ビーム整形系

104 照明系

106 投影系

108 EUV光源

110 コリメータ

112 モノクロメータ

114 EUV放射線

116 第1ミラー

118 第2ミラー

120 フォトマスク

122 ウェーハ

124 第3ミラー

126 第4ミラー

200 構成体

202 重量補償デバイス

204 第1磁気デバイス

206 第2磁気デバイス

208 第1要素

210 第1永久磁石

212 第2要素

214 第2永久磁石

216 第3要素

218 第3永久磁石

220 第4要素

222 第4永久磁石

224 距離

226 距離

228 第1支持デバイス

230 ミラーの第1面

232 ミラーの第2面

234 第2支持デバイス

236 光学有効面

20

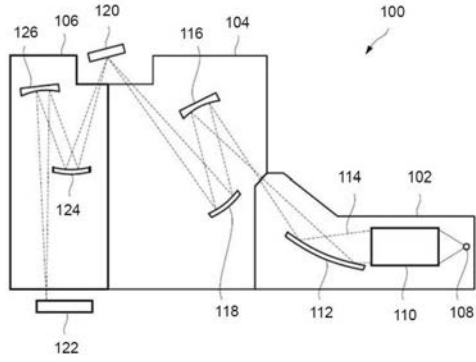
30

40

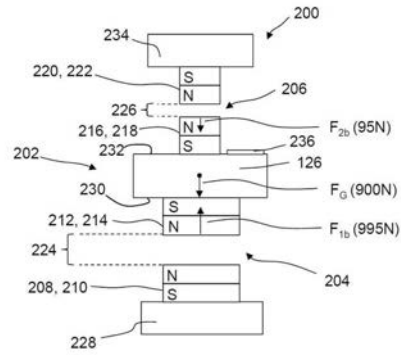
50

9 0 0	磁化可能材料	
9 0 2	アクチュエータ	
9 0 4	コイル	
1 0 0 0	軸	
1 0 0 2	管	
1 0 0 4	接続要素	
1 0 0 6	ハウジング	
1 0 0 8	第 1 内側永久磁石リング	
1 0 1 0	第 2 内側永久磁石リング	
1 0 1 2	第 1 外側永久磁石リング	10
1 0 1 4	第 3 内側永久磁石リング	
1 0 1 6	第 2 外側永久磁石リング	
1 0 1 8	結合デバイス	
1 0 2 0	第 1 アクチュエータ	
1 0 2 2	第 2 アクチュエータ	
1 0 2 4	第 1 コイル	
1 0 2 6	第 2 コイル	
t ₁	第 1 時点	
t ₂	第 2 時点	
F _G	重量	20
F ₁	第 1 磁力	
F _{1 a}	第 1 時点における第 1 磁力	
F _{1 b}	第 2 時点における第 1 磁力	
F ₂	第 2 磁力	
F _{2 a}	第 1 時点における第 2 磁力	
F _{2 b}	第 2 時点における第 2 磁力	
F	磁力の差の絶対値	
F ₁	第 1 磁力の差の絶対値	
F ₂	第 2 磁力の差の絶対値	
S	S 磁極	30
N	N 磁極	
Z	鉛直方向	

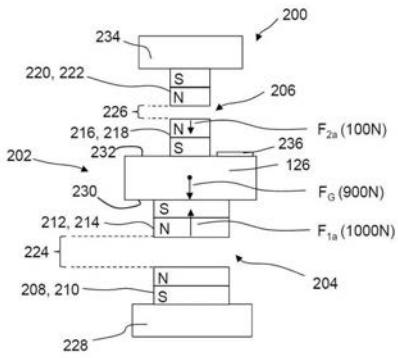
【 図 1 】



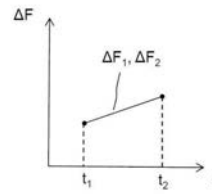
【 図 3 】



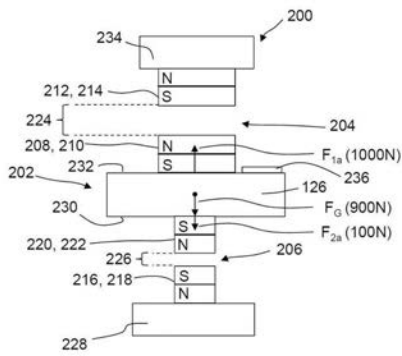
【 図 2 】



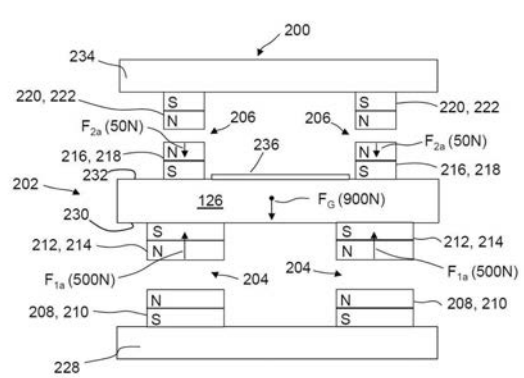
【 図 4 】



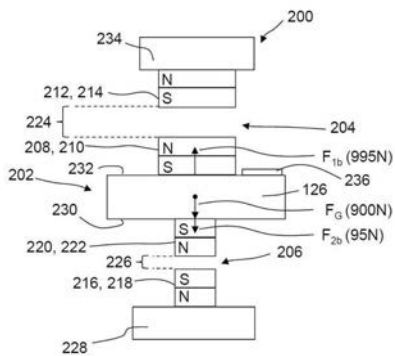
【 図 5 】



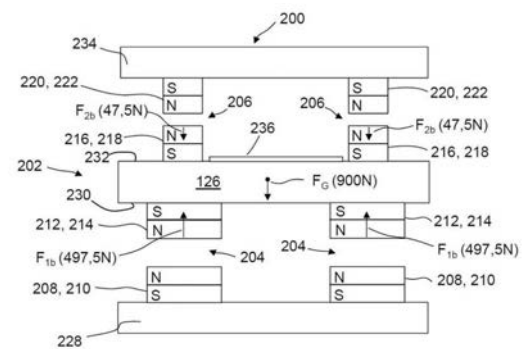
【 図 7 】



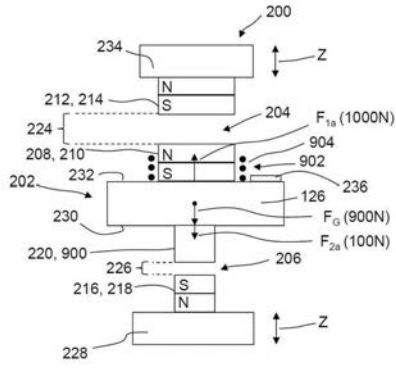
【 図 6 】



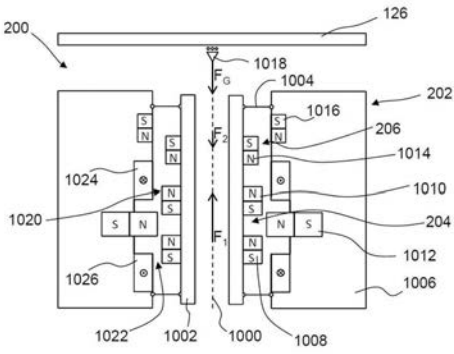
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 イェンス プロクナー

ドイツ国 7 3 4 4 7 オーバーコッヘン ハイデンハイマー シュトラーセ 5

Fターム(参考) 2H043 BC01 BC08

2H197 BA09 CA08 CA10 GA01 GA10 GA14 GA21 GA23 HA03

【外国語明細書】

2016157103000001.pdf