(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2008-64694
(P2008-64694A)
(43)公開日　平成20年3月21日(2008.3.21)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01B 9/02	(2006.01)	G01B	9/02		2F064
G01B 11/24	(2006.01)	G01B	11/24	D	2F065
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	516A	5F046

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 8 頁）

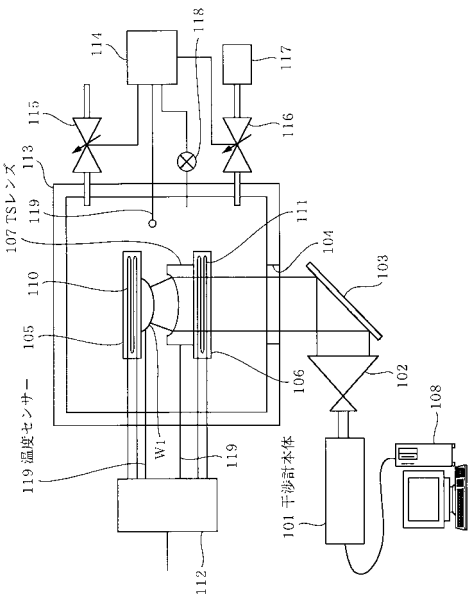
(21)出願番号　特願2006-244980 (P2006-244980)
(22)出願日　平成18年9月11日 (2006.9.11)

(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100095991
弁理士　阪本　善朗
(72)発明者　飯島　仁
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

Ｆターム(参考)　2F064 AA09 BB03 DD02 DD03 EE05 FF01 GG12 GG23 GG44 HH08 JJ01 KK01
2F065 AA53 CC21 DD11 FF51 FF69 FF70 GG04 JJ03 JJ26 LL09 LL12 PP11 QQ31
5F046 DA13

(54)【発明の名称】干渉計測装置

(57)【要約】
【課題】真空チャンバーを減圧する際に生じる空気の断熱膨張による被測定物の温度低下を抑制し、測定タクトの向上を図る。
【解決手段】真空チャンバー１１３内で被測定物W_1およびＴＳレンズ１０７を搭載しているステージ１０５、１０６に温調水を流動させる流路１１０、１１１を設ける。真空チャンバー１１３を真空ポンプ１１７によって減圧する工程で、流路１１０、１１１に温調水を供給し、ステージ１０５、１０６の温度を制御することで、被測定物W_1およびＴＳレンズ１０７の温度低下を抑制する。これにより減圧状態での高精度な測定にもかかわらず高タクトで測定することが可能となる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
真空チャンバーと、前記真空チャンバー内において被測定物の形状を測定するための干渉光学系と、前記真空チャンバーの減圧時に、空気の断熱膨張による前記被測定物の温度低下を抑制するための温調手段と、を有することを特徴とする干渉計測装置。
【請求項２】
前記温調手段は、断熱膨張により前記被測定物から奪われた熱量を補うための温調水を前記被測定物の近傍に供給する配管手段を有することを特徴とする請求項１記載の干渉計測装置。
【請求項３】
前記温調手段は、前記被測定物の近傍に配設された放熱部材を有し、前記放熱部材に、断熱膨張により前記被測定物から奪われた熱量を補うのに必要な分の熱量を供給することを特徴とする請求項１記載の干渉計測装置。
【請求項４】
前記温調手段は、減圧時の断熱膨張により奪われた熱量を供給するために必要な分だけ温度を上昇させた気体を前記真空チャンバー内に供給する機構を有することを特徴とする請求項１記載の干渉計測装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体露光装置用の縮小投影光学レンズ、ミラー等の光学部品の面形状や光学系の波面収差を高精度に測定するための干渉計測装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来より高精度な球面レンズ、ミラーの形状測定方法として干渉計を用いるのが一般的である。また近年、半導体露光装置の微細化、高精度化と共に露光光源波長はＫｒＦエキシマレーザ（λ＝２４８ｎｍ）、ＡｒＦエキシマレーザ（λ＝１９３ｎｍ）、F_2レーザ（λ＝１５７ｎｍ）と短波長化している。さらにはＥＵＶ光（Extreme Ultra Violet：λ＝１３．６ｎｍ）までも露光光源として使用されるに至っている。これらの露光装置用の投影光学レンズ、ミラーについては１～０．１ｎｍの形状精度が求められる。このような高精度な測定を行うためには測定環境の制御が重要であり、特に高精度な測定を行うためには空気の揺らぎを排除する必要がある。従って被測定物を真空（減圧）環境化にして測定する必要がある。
【０００３】
しかし、被測定物を真空（減圧）環境化する際に、空気の断熱膨張による温度低下により被測定物の表面温度が低下し熱変形を起こす。従って通常は、真空（減圧）環境にしてから十分な温度ならし時間をおいて測定する必要がある。要求測定精度が高いほど、この温度慣らし時間が必要となり、ＥＵＶレベルにおいては１日以上必要となる。
【０００４】
減圧時の空気の断熱膨張による被測定物の温度低下による面変形を避け、かつ測定タクトを向上させるために、例えば図４に示す構成が知られている。これは、干渉計測光学系を収容する真空チャンバー１０１７内に複数の被測定物１００８を置けるストッカー１０１２を有している。干渉計測光学系はレーザ光源１００１、ビームエキスパンダー１００２、偏光ビームスプリッター１００３、参照平面ミラー１００５、真空チャンバー１００７、集光レンズ１０１０からなっている。１００８は測定される被測定物である。あらかじめサブチャンバー１０１８およびゲートバルブ１０２０ａ、１０２０ｂを用いて被測定物１００８を減圧環境に置き、ストッカー１０１２上で測定の順番を待つ間に温度慣らしを完了させることができる（特許文献１参照）。
【０００５】
しかし、十分な温度ならし時間を確保し、かつ測定タクト上げるためには一定数の被測

定物を真空チャンバー内に保管する必要がある。また真空チャンバー内での作業になるため被測定物を自動で交換する機構も有する必要がある。従って、必然的に真空チャンバーのサイズが大きくなってしまうという未解決の課題がある。

【０００６】

また、空気の揺らぎの影響を押さえる方法としては、他に、屈折率が空気の約１／１０のＨｅガスで置換する方法や、参照面と被測定物を近接させる方法が知られている。しかし、前者は測定ごとにＨｅ充填が必要でコストがかかり、測定空間をＨｅで満たすためには時間を要し、後者は参照面を非常に近接させるため、接近時に参照面と被測定物の接触の危険性がある。また、球面測定においては被測定物の曲率毎にほぼ同じ曲率の参照面を用意する必要がある。

【０００７】

従って、一般には測定空間を真空（減圧）環境にして測定することが高精度な測定においては有利である。

【特許文献１】特許第３４６６７０７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

従来の真空チャンバーを用いる干渉計測装置では、被測定物を真空（減圧）環境にしてから、被測定物の温度が安定するまでに非常に長い時間を必要とするため測定タクトが非常に悪くなる。特に高精度な測定を行う場合は長時間の被測定物の温度慣らしが必要となる。

【０００９】

本発明は上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであり、断熱膨張による被測定物の温度低下を抑制し、装置を大型化することなく測定タクトの向上を図ることのできる干渉計測装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の干渉計測装置は、真空チャンバーと、前記真空チャンバー内において被測定物の形状を測定するための干渉光学系と、前記真空チャンバーの減圧時に、空気の断熱膨張による前記被測定物の温度低下を抑制するための温調手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１１】

減圧時の被測定物の温度低下を検出し、能動的に抑制することで、温度慣らし時間を短縮し、測定タクトを向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【実施例１】

【００１３】

図１は、実施例１によるフィゾー干渉計を用いた干渉計測装置を示すものであるが、フィゾー型以外の干渉計でもよい。この干渉計測装置は、レーザ光源、干渉縞画像取得用のＣＣＤカメラ等を内蔵する干渉計本体１０１、測定光径を拡大するビームエキスパンダー１０２、レーザ光を９０度折り曲げるための折り曲げミラー１０３を有する。さらに、減圧環境と大気を分ける真空窓１０４、ｘ、ｙ、ｚ、ｘチルト、ｙチルトができるステージ１０５、１０６、参照球面を有し透過波面を球面波に変換するＴＳレンズ１０７を備えている。

【００１４】

また、取得した干渉縞からステージ１０５上の被測定物W_1の形状を計算するＰＣ１０８と、ステージ１０５、１０６またはホルダを温調するための温調水の流路（配管手段）

１１０、１１１と、を有する。流路１１０、１１１は、温調水の温度を制御するためのチラー等を含む温度制御器１１２に接続される。被測定物W_1とＴＳレンズ１０７を内蔵する真空チャンバー１１３には、チャンバー内圧力を制御するための真空制御器１１４、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６、真空ポンプ１１７、圧力計１１８が接続される。

【００１５】

干渉計本体１０１から出射したレーザ光はビームエキスパンダー１０２でレーザ径を広げ、折り曲げミラー１０３により上方へ９０度折り曲げられる。その後レーザ光は真空窓１０４を通過してＴＳレンズ１０７に入射する。ＴＳレンズ１０７ではその中の参照面においてレーザ光の一部が反射され、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻っていく。

【００１６】

ステージ１０６上のＴＳレンズ１０７を透過したレーザ光は球面波に変換され、被測定物W_1により反射されて、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻る。干渉計本体１０１内ではＴＳレンズ１０７からの反射光と被測定物W_1からの反射光が干渉して干渉縞を作り、この干渉縞をＣＣＤカメラにて取得し、ＰＣ１０８により被測定物W_1の形状が算出される。

【００１７】

被測定物W_1を真空チャンバー１１３内に設置した後、真空ポンプ１１７により真空チャンバー１１３内を真空（減圧）にする。この排気動作の際、真空チャンバー１１３内の空気が断熱膨張し、真空チャンバー１１３内の温度が低下し、被測定物W_1およびＴＳレンズ１０７の表面温度が低下する。

【００１８】

通常、高精度な測定においてはこの温度低下が元に戻り、温度分布がなくなるまで温度慣らしとして放置しておくが、真空環境のため空気による熱伝達がなく、温度慣らしのための時間は大気の場合よりも長くなる。

【００１９】

規定した圧力になったあとは真空制御器１１４により規定の圧力になるように真空ポンプ１１７、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６を制御する。

【００２０】

本実施例では、被測定物W_1、ＴＳレンズ１０７に直接接しているステージ１０５、１０６またはホルダに温調された温調水を流すことでこの温度慣らし時間の短縮を行う。具体的には真空チャンバー１１３の排気時に被測定物W_1およびＴＳレンズ１０７に取り付けられた温度センサー１１９の検出値を用いて、被測定物W_1およびＴＳレンズ１０７の温度が規定の温度になるように温調水の温度を温度制御器１１２にて制御する。

【００２１】

これにより、排気中においても被測定物W_1、ＴＳレンズ１０７の温度を一定に保つことができるため、排気後の温度慣らし時間を大幅に短縮することができる。さらに、真空チャンバー１１３内の圧力が規定の圧力に到達した後は、一定の温度を保つように温度制御器１１２にて温調水の温度を制御することにより温度が安定した環境で測定することができる。

【００２２】

真空チャンバー１１３の排気中の被測定物W_1、ＴＳレンズ１０７の温度低下を抑えることにより温度慣らし時間が短縮され、高精度な測定にも関わらず測定タクトの向上を行うことができる。

【実施例２】

【００２３】

図２は実施例２による干渉計測装置を示す。この干渉計測装置は、レーザ光源、干渉縞画像取得用のＣＣＤカメラ等を内蔵する干渉計本体１０１、測定光径を拡大するビームエキスパンダー１０２、レーザ光を９０度折り曲げるための折り曲げミラー１０３を有する。さらに、減圧環境と大気を分ける真空窓１０４、ｘ、ｙ、ｚ、ｘチルト、ｙチルトができるステージ１０５、１０６、参照球面を有し透過波面を球面波に変換するＴＳレンズ１

０７を備えている。

【００２４】

また、取得した干渉縞からステージ１０５上の被測定物W_2の形状を計算するためのＰＣ１０８と、被測定物W_2、ＴＳレンズ１０７の近傍にそれぞれ配設された放熱部材である放熱板２１０、２１１と、これらの温度を制御する温度制御器２１２とを有する。真空チャンバー１１３は、チャンバー内圧力を制御するための真空制御器１１４、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６、真空ポンプ１１７、圧力計１１８が接続される。

【００２５】

干渉計本体１０１から出射したレーザ光はビームエキスパンダー１０２でレーザ径を広げ、折り曲げミラー１０３により上方へ９０度折り曲げられる。その後レーザ光は真空窓１０４を通過してＴＳレンズ１０７に入射する。ＴＳレンズ１０７ではその中の参照面においてレーザ光の一部が反射され、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻っていく。ステージ１０６上のＴＳレンズ１０７を透過したレーザ光は球面波に変換され、被測定物W_2により反射されて、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻る。干渉計本体１０１内ではＴＳレンズ１０７からの反射光と被測定物W_2からの反射光が干渉して干渉縞を作り、この干渉縞をＣＣＤカメラにて取得し、ＰＣ１０８により被測定物W_2の形状が算出される。

【００２６】

被測定物W_2を真空チャンバー１１３内に設置した後、真空ポンプ１１７により真空チャンバー１１３内を真空（減圧）にする。この排気動作の際、真空チャンバー１１３内の空気が断熱膨張し、真空チャンバー１１３内の温度が低下し、被測定物W_2およびＴＳレンズ１０７の表面温度が低下する。

【００２７】

通常、高精度な測定においてはこの温度低下が元に戻り、温度分布がなくなるまで温度慣らしとして放置しておくが、真空環境のため空気による熱伝達がなく、温度慣らしのための時間は大気の場合よりも長くなる。

【００２８】

規定した圧力になったあとは真空制御器１１４により規定の圧力になるように真空ポンプ１１７、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６を制御する。

【００２９】

本実施例では、被測定物W_2、ＴＳレンズ１０７の近傍に放熱板２１０、２１１を配置し、減圧時の空気の断熱膨張による温度低下によって被測定物W_2およびＴＳレンズ１０７表面から奪われた熱を放熱板２１０、２１１に供給する。これによって、慣らし時間の短縮が可能となる。具体的には排気中および排気後に、温度センサー１１９によって真空チャンバー１１３内の温度を測定し、真空チャンバー１１３内の空気の温度が規定の温度になるように放熱板２１０、２１１を加熱する。

【００３０】

温度センサー１１９は、真空チャンバー１１３内の空気の温度ではなく、直接被測定物W_2、ＴＳレンズ１０７表面の温度を測定してもよい。この場合も被測定物W_2、ＴＳレンズ１０７の温度が規定した値になるように放熱板２１０、２１１の温度を制御する。

【００３１】

あらかじめ実験または計算から排気速度に対する被測定物W_2およびＴＳレンズ１０７の温度変化が見積もられている場合には、排気速度に合わせて放熱板２１０、２１１の温度を制御することで、さらに温度慣らし時間を短縮することができる。このように能動的に被測定物W_2およびＴＳレンズ１０７の温度低下を抑制することにより、温度慣らしに必要な時間を短縮することが可能となり、高精度な測定にも関わらず測定タクトの向上を行うことができる。

【実施例３】

【００３２】

図３は実施例３による干渉計測装置を示す。この干渉計測装置は、レーザ光源、干渉縞画像取得用のＣＣＤカメラ等を内蔵する干渉計本体１０１、測定光径を拡大するビームエ

キスパンダー１０２、レーザ光を９０度折り曲げるための折り曲げミラー１０３を有する。また、減圧環境と大気を分ける真空窓１０４、ｘ、ｙ、ｚ、ｘチルト、ｙチルトができるステージ１０５、１０６、参照球面を有し透過波面を球面波に変換するＴＳレンズ１０７を備えている。

【００３３】

さらに、取得した干渉縞からステージ１０５上の被測定物W_3の形状を計算するためのＰＣ１０８を有する。真空チャンバー１１３には、チャンバー内圧力を制御するための真空制御器１１４、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６、真空ポンプ１１７、圧力計１１８、リークさせる空気（気体）の温度を制御するための温度制御器３１２が接続される。

【００３４】

干渉計本体１０１から出射したレーザ光はビームエキスパンダー１０２でレーザ径を広げ、折り曲げミラー１０３により上方へ９０度折り曲げられる。その後レーザ光は真空窓１０４を通過してＴＳレンズ１０７に入射する。ＴＳレンズ１０７ではその中の参照面においてレーザ光の一部が反射され、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻っていく。ステージ１０６上のＴＳレンズ１０７を透過したレーザ光は球面波に変換され、被測定物W_3により反射されて、同じ光路を干渉計本体１０１へ戻る。干渉計本体１０１内ではＴＳレンズ１０７からの反射光と被測定物W_3からの反射光が干渉して干渉縞を作り、この干渉縞をＣＣＤカメラにて取得し、ＰＣ１０８により被測定物W_3の形状が算出される。

【００３５】

被測定物W_3を真空チャンバー１１３内に設置した後、真空ポンプ１１７により真空チャンバー１１３内を真空（減圧）にする。この排気動作の際、真空チャンバー１１３内の空気が断熱膨張し、真空チャンバー１１３内の温度が低下し、被測定物W_3およびＴＳレンズ１０７の表面温度が低下する。

【００３６】

通常、高精度な測定においてはこの温度低下が元に戻り、温度分布がなくなるまで温度慣らしとして放置しておくが、真空環境のため空気による熱伝達がなく、温度慣らしのための時間は大気の場合よりも長くなる。

【００３７】

規定した圧力になったあとは真空制御器１１４により規定の圧力になるように真空ポンプ１１７、リークバルブ１１５、排気バルブ１１６を制御する。

【００３８】

本実施例では、真空制御時にリークバルブ１１５から供給する空気の温度をコントロールすることでこの温度慣らし時間を短縮する。具体的には、真空チャンバー１１３内が規定の圧力に到達した後に、排気バルブ１１６により排気流量を一定にし、リークバルブ１１５を制御することにより吸入する空気の流量をコントロールすることで真空チャンバー１１３内の圧力を維持する。真空チャンバー１１３の排気時には空気の断熱膨張による温度低下が生じるが、この温度低下を補うために必要な分、温度制御器３１２によって温度を上げた空気をリークバルブ１１５から真空チャンバー１１３内に供給する。これによって、被測定物W_3およびＴＳレンズ１０７の温度低下を抑制し、かつ温度慣らし時間を短縮することができる。

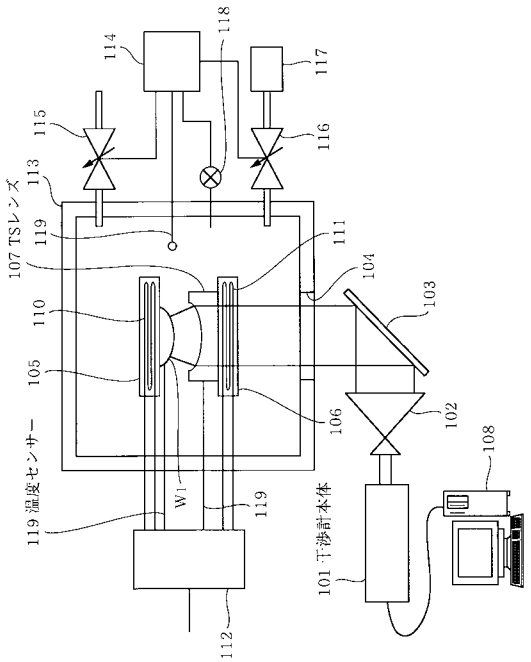
【００３９】

また、排気動作時にリークバルブ１１５から温度を上昇させた空気を供給しながら減圧にすることで、被測定物W_3およびＴＳレンズ１０７の温度低下を抑制してもよい。減圧に要する時間が多少長くなったとしても慣らしの時間を大幅に短縮することができるため、全体として減圧後から測定開始できるまでの時間を短縮することができる。このように能動的に被測定物W_3およびＴＳレンズ１０７の温度低下を抑制することにより温度慣らしに必要な時間を短縮することが可能となり、高精度な測定にも関わらず測定タクトの向上を行うことができる。

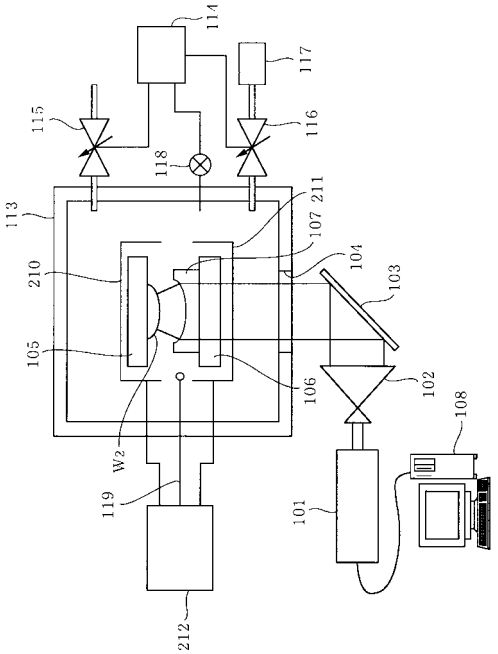
【図面の簡単な説明】

【００４０】
【図１】実施例１を示す模式図である。
【図２】実施例２を示す模式図である。
【図３】実施例３を示す模式図である。
【図４】従来例を示す模式図である。
【符号の説明】
【００４１】
１０１　干渉計本体
１０２　ビームエキスパンダー
１０３　折り曲げミラー
１０４　真空窓
１０５、１０６　ステージ
１０７　ＴＳレンズ
１１０、１１１　流路
１１２、２１２、３１２　温度制御器
１１３　真空チャンバー
１１５　リークバルブ
１１６　排気バルブ
１１７　真空ポンプ
１１８　圧力計
１１９　温度センサー
２１０、２１１　放熱板
１００１　レーザ光源
１００２　ビームエキスパンダー
１００３　偏光ビームスプリッター
１００５　参照平面ミラー
１００７　真空チャンバー
１００８　被測定物
１０１０　集光レンズ
１０１２　ストッカー
１０１８　ワーク交換用サブチャンバー
１０２０ａ、１０２０ｂ　ゲートバルブ

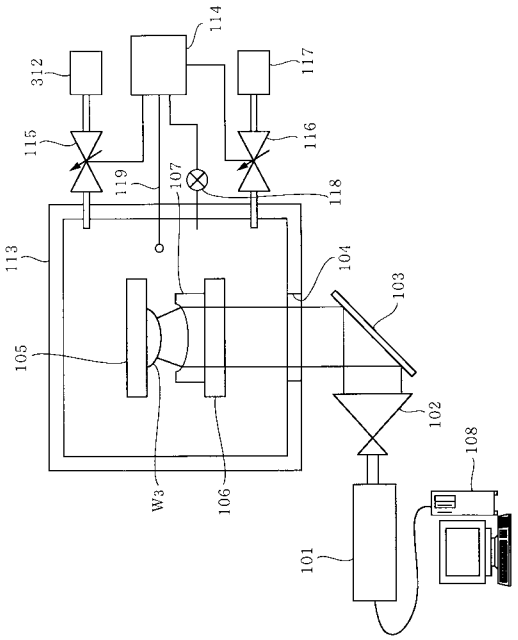
【図１】


TSレンズ
温度センサー
干渉計本体

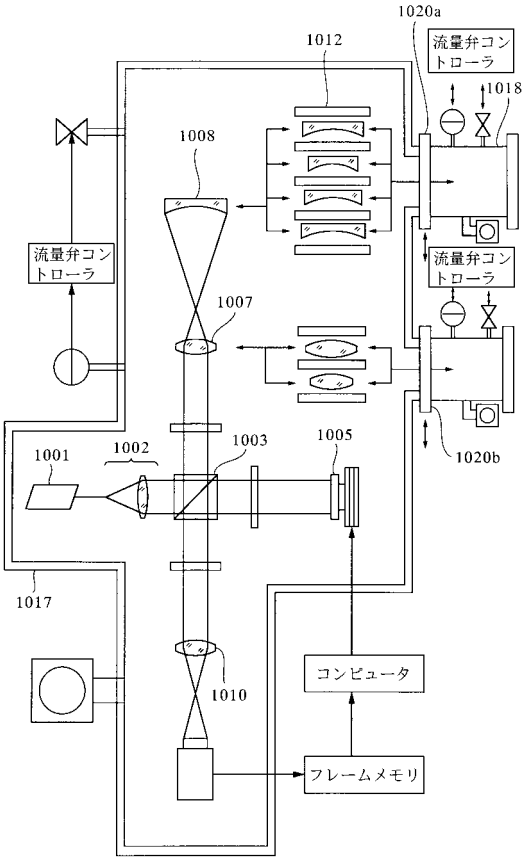
【図２】



【図３】



【図４】


流量弁コントローラ
流量弁コントローラ
流量弁コントローラ
コンピュータ
フレームメモリ