

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4346586号
(P4346586)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 D
GO 2 B	17/08	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 2 9
GO 3 F	7/20	(2006.01)	GO 2 B	17/08 Z
			GO 3 F	7/20 5 2 1

請求項の数 32 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-216006 (P2005-216006)	(73) 特許権者	503195263
(22) 出願日	平成17年7月26日(2005.7.26)		エーエスエムエル ホールディング エヌ
(65) 公開番号	特開2006-41530 (P2006-41530A)		. ブイ.
(43) 公開日	平成18年2月9日(2006.2.9)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
審査請求日	平成17年7月26日(2005.7.26)		4 ディー アール, デ ラン 6501
(31) 優先権主張番号	10/898290	(74) 代理人	100105924
(32) 優先日	平成16年7月26日(2004.7.26)		弁理士 森下 賢樹
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	レヴ リツィコフ
			アメリカ合衆国 コネティカット ノーウ
			オーク ニュータウン アヴェニュー 1
			36 ナンバー7
		(72) 発明者	ユーリ ウラジミルスキー
			アメリカ合衆国 コネティカット ウェス
			トン オールド ジョージタウン ロード
			44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダブルテレセントリック照明を有するリソグラフィ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射の照明ビームを発生する照明系と、反射系と、物体面を規定するパターンジェネレータと、投影系とが設けられており、

前記投影系は、前記照明系と共通の光軸を有し、

照明ビームが物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビームが像面の近くにおいてテレセントリックであるように、パターンジェネレータの反射部が照明ビームをパターンニングしかつパターンニングされた照明ビームを像面を規定する基板へと投影系を介して方向付けるデフォルト状態にある場合に反射系の反射部がパターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行であり、

反射系の反射部が、物体面の開口を通過した照明ビームを反射することを特徴とする、システム。

【請求項 2】

パターンジェネレータが複数の制御可能なエレメントを有しており、それぞれの複数の制御可能なエレメントが、反射系の反射部に対して実質的に平行になるようにデフォルト状態において調節可能な反射面を有している、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

複数の制御可能なエレメントの反射面が、物体面に対して角度を成して位置決め可能である、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

複数の制御可能なエレメントにおいてエレメントを位置決めする校正系が設けられている、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 5】

照明ビームが、実質的に全ての照明ビームが複数の制御可能なエレメントと相互作用するように形成される、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 6】

複数のパターンジェネレータが設けられており、それぞれのパターンジェネレータが、1 つ又は 2 つ以上の反射面を有しており、
反射系の反射部が複数の区分を有しており、これらの区分が、複数のパターンジェネレータに設けられたデフォルト状態の 1 つ又は 2 つ以上の反射面に対して実質的に平行である、請求項 1 記載のシステム。

10

【請求項 7】

反射部が照明ビームを前記光軸に対し放射方向内向きに反射する、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

反射部が照明ビームを前記光軸に対し放射方向外向きに反射する、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 9】

反射部が、物体面の中央開口を通過した照明を反射する、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 10】

反射部が、物体面の周囲開口を通過した照明ビームを反射する、請求項 6 記載のシステム。

20

【請求項 11】

リソグラフィシステムにおいて、
照明ビームを形成する照明系と、
複数の制御可能な反射エレメントを有し、照明ビームをパターンニングするダイナミックパターンジェネレータと、

円錐形の反射面を有する反射器であって、パターンジェネレータの反射部が照明ビームをパターンニングしかつパターンニングされた照明ビームを基板へと方向付けるデフォルト状態において、パターンジェネレータの制御可能な反射エレメントの反射面が円錐形の反射面の対応する部位に対向しかつ該反射エレメントの反射面と該円錐形の反射面の対応する部位とが実質的に平行である反射器と、

30

パターンニングされた照明ビームを基板へ向ける投影系とが設けられており、
前記パターンジェネレータ、及び円錐形の反射面の対応する部位はそれぞれ複数設けられており、

照明ビームが物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビーム画像面の近くにおいてテレセントリックであることを特徴とするリソグラフィシステム。

【請求項 12】

反射器が照明ビームを該ビームの光軸に対し放射方向外向きにダイナミックパターンジェネレータに向かって方向付ける、請求項 11 記載のリソグラフィシステム。

40

【請求項 13】

反射器が、物体面における中央開口を通過した照明ビームを方向付ける、請求項 11 記載のリソグラフィシステム。

【請求項 14】

複数の制御可能なエレメントがデフォルト状態において円錐形の反射面に対して実質的に平行であるように、複数の制御可能なエレメントにおけるそれぞれのエレメントを位置決めするために使用される校正系が設けられている、請求項 11 記載のリソグラフィシステム。

【請求項 15】

50

リソグラフィシステムにおいて、
 照明ビームを形成する照明系と、
 複数の制御可能な反射エレメントを有し、照明ビームをパターンニングするダイナミック
 パターンジェネレータと、

ピラミッド形の反射面を有する反射器であって、パターンジェネレータの反射部が照明
 ビームをパターンニングしかつパターンニングされた照明ビームを基板へと方向付けるデフォ
 ルト状態においてパターンジェネレータの制御可能な反射エレメントの反射面がピラミッド
 形の反射面の対応する部位に対向しかつ該反射エレメントの反射面と該ピラミッド形の
 反射面の対応する部位とが実質的に平行である反射器と、

パターンニングされた照明ビームを基板へ向ける投影系とが設けられており、

前記パターンジェネレータ、及びピラミッド形の反射面の対応する部位はそれぞれ複数
 設けられており、

照明ビームが物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明
 ビームが像面の近くにおいてテレセントリックであることを特徴とするリソグラフィシス
 テム。

【請求項 16】

反射器が照明ビームを該ビームの光軸に対し放射方向外向きにダイナミックパターンジ
 エネレータに向かつて方向付ける、請求項 15 記載のリソグラフィシステム。

【請求項 17】

反射器が、物体面における中央開口を通過した照明ビームを方向付ける、請求項 15 記
 載のリソグラフィシステム。

【請求項 18】

複数の制御可能なエレメントがデフォルト状態においてピラミッド形の反射面に対して
 実質的に平行であるように、複数の制御可能なエレメントにおけるそれぞれのエレメント
 を位置決めするために使用される校正系が設けられている、請求項 15 記載のリソグラフィ
 システム。

【請求項 19】

リソグラフィシステムにおいて、
 照明ビームを形成する照明系が設けられており、
 照明ビームをパターンニングする複数の制御可能な反射エレメントを有するダイナミック
 パターンジェネレータが設けられており、

反射器が設けられており、該反射器の個々の反射区分が、パターンジェネレータの反射
 部が照明ビームをパターンニングしかつパターンニングされた照明ビームを基板へと方向付け
 るデフォルト状態における複数の制御可能な反射エレメントの個々の反射面に対して実質
 的に平行であり、

パターンニングされた照明ビームを基板へ向ける投影系とが設けられており、

前記投影系は、前記照明系と共通の光軸を有し、

照明ビームが物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明
 ビーム画像面の近くにおいてテレセントリックであり、

反射器が、物体面の開口を通過した照明ビームを反射することを特徴とするリソグラフィ
 システム。

【請求項 20】

反射器が照明ビームを前記光軸に対し放射方向内向きにダイナミックパターンジェネ
 レータに向かつて反射する、請求項 19 記載のリソグラフィシステム。

【請求項 21】

反射器が、物体面における中央開口を通過した照明ビームを反射する、請求項 19 記載
 のリソグラフィシステム。

【請求項 22】

複数の制御可能なエレメントにおけるエレメントがデフォルト状態において反射器に対
 して実質的に平行であるように前記エレメントを位置決めする校正系が設けられている、

10

20

30

40

50

請求項 19 記載のリソグラフィシステム。

【請求項 23】

デバイスを形成する方法において、

(a) 照明系により形成された照明ビームを反射系から、物体面を規定するパターンジェネレータに向かって反射するステップと、

(b) パターンジェネレータを使用して照明ビームをパターンニングするステップと、

(c) パターンニングされた照明ビームを投影系を使用して、像面を規定しかつデバイスが形成される基板へ方向付けるステップと、

(d) 照明ビームが像面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビームが像面の近くにおいてテレセントリックであるように、パターンジェネレータの反射部が照明ビームをパターンニングしかつパターンニングされた照明ビームを基板へ方向付けるデフォルト状態にある場合に反射系の反射部をパターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行に位置決めするステップを含み、

前記投影系は、前記照明系と共通の光軸を有し、

反射系の反射部が、物体面の開口を通過した照明ビームを反射することを特徴とする、デバイスを形成する方法。

【請求項 24】

ステップ (b) が、デフォルト状態において反射系の反射部に対して実質的に平行になるように調整可能な反射面をそれぞれが有する複数の制御可能なエレメントを使用することを含み、請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】

複数の制御可能なエレメントのそれぞれの反射面が物体面に対して角度を成して位置決め可能である、請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】

(e) エレメントを複数の制御可能なエレメントに位置決めするために校正方法を使用する、請求項 24 記載の方法。

【請求項 27】

ステップ (a) が、実質的に全ての照明ビームが複数の制御可能なエレメントと相互作用するように照明ビームを形成することを含み、請求項 23 記載の方法。

【請求項 28】

ステップ (a) が、

パターンジェネレータとして複数のパターンジェネレータを使用することを含み、それぞれのパターンジェネレータが、反射面を有する複数の制御可能なエレメントを含んでおり、

制御可能なエレメントがデフォルト状態にある場合に反射部に設けられた反射区分が制御可能なエレメントの反射面に対して実質的に平行であるように、複数の制御可能なエレメントのそれぞれの調節することを含んでいる、請求項 23 記載の方法。

【請求項 29】

反射区分が照明ビームを前記光軸に対し放射方向内向きに反射する、請求項 28 記載の方法。

【請求項 30】

反射区分が照明ビームを前記光軸に対し放射方向外向きに反射する、請求項 28 記載の方法。

【請求項 31】

反射区分が、物体面の中央開口を通過した照明を反射する、請求項 28 記載の方法。

【請求項 32】

反射区分が、物体面の周囲開口を通過した照明ビームを反射する、請求項 28 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明はリソグラフィシステムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

リソグラフィシステムにおいて、露光プロセス中に基板をパターンングするためにパターンジェネレータが使用される。リソグラフィシステム例は、反射形又は透過形マスクレス、浸漬、及びマスクベースのシステムを含むが、これらに限定されない。基板例は、半導体ウェハ、フラットパネルディスプレイ基板、フレキシブル基板等を含むが、これらに限定されない。パターンジェネレータにおける照明箇所と相互作用する光はパターンングされる。パターンングされた光は、投影光学系を使用して、露光プロセス中に、基板の1つ又は2つ以上の目標領域へ投影され、基板上の感光性材料（例えばフォトレジスト）にフィーチャを形成する。

10

【 0 0 0 3 】

リソグラフィシステムの幾つかの用途において、ダブルテレセントリック照明を有することが望ましく、これは、照明ビームの主光線が物体空間及び像空間の両方においてテレセントリックであることを意味する。物体空間は物体面に近く、通常はパターンジェネレータによって規定される。像空間は像面に近く、通常は基板によって規定される。ダブルテレセントリック照明を有する慣用のシステムは概して透過形光学系を使用して、照明を照明器からパターンジェネレータへ、さらにパターンジェネレータから投影光学系へ方向付ける。しかしながら、透過形光学系は照明を吸収する傾向があり、ひいては低い効率を有する可能性がある。例えば、典型的な透過形光学系は、時折、照明器と投影系との間で光の約20～25%しか透過することができない。また、透過形光学系は、照明に分極、収差、歪曲収差、複屈折及びその他のエラーを生じるおそれがあり、これは、時折、修正するために複雑な光学系を必要とする。

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

したがって、ダブルテレセントリックシステムを提供するために使用されることができシステム及び方法であって、照明の吸収を排除又は実質的に低減しかつ/又は照明ビームに導入される分極変化、複屈折、収差、歪曲収差及び/又はその他のエラーを排除又は実質的に低減するシステム及び方法が必要とされている。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明の実施形態は、放射の照明ビームを発生する照明系と、反射系と、物体面を規定するパターンジェネレータと、投影系と、像面を規定する基板とを含むシステムを提供する。反射系の反射部は、パターンジェネレータの反射部がデフォルト状態にある場合にパターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行である。パターンジェネレータの反射部は、照明ビームをパターンングし、パターンングされた照明ビームを投影系を介して基板へ方向付け、これにより、照明ビームが物体面の近くでテレセントリックであり、パターンングされた照明ビームが像面の近くでテレセントリックである。

40

【 0 0 0 6 】

本発明の別の実施形態は、照明ビームを発生する照明系と、照明ビームをパターンングする複数の制御可能な反射素子を有するダイナミックパターンジェネレータと、デフォルト状態の複数の制御可能な反射素子の個々の反射面に対して実質的に平行な円錐形の反射面を有する反射器と、パターンングされた照明ビームを基板に向ける投影系とを含むリソグラフィシステムを提供する。照明ビームは物体面の近くでテレセントリックであり、パターンングされた照明ビームは像面の近くでテレセントリックである。

【 0 0 0 7 】

本発明の別の実施形態は、照明ビームを発生する照明系と、照明ビームをパターンングする複数の制御可能な反射素子を有するダイナミックパターンジェネレータと、デフォル

50

ト状態における複数の制御可能な反射素子の反射面に対して実質的に平行な個々の反射面を有する第1及び第2の反射器と、パターンニングされた照明ビームを基板に向ける投影系とを含むリソグラフィシステムを提供する。照明ビームは物体面においてテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビームは像面においてテレセントリックである。

【0008】

本発明のさらに別の実施形態は、デバイスを形成する方法を提供し、この方法は、(a)照明ビームを反射系から、像面を規定するパターンジェネレータに向かって反射するステップと、(b)パターンジェネレータを使用して照明ビームをパターンニングするステップと、(c)パターンニングされたビームを投影系を使用して、像面を規定しかつデバイスが形成される基板に方向付けるステップと、(d)パターンジェネレータがデフォルト状態にある場合に反射系の反射部をパターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行に位置決めするステップとを含んでおり、パターンジェネレータの反射部が、照明ビームをパターンニングし、パターンニングされた照明ビームを基板へ方向付け、これにより、照明ビームが物体面の近くでテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビームが像面の近くでテレセントリックである。

10

【0009】

本発明の別の実施形態、特徴及び利点並びに本発明の様々な実施形態の構造及び働きを以下に添付図面を参照して詳細に説明する。

【0010】

本明細書に組み込まれかつ明細書の一部を構成した添付図面は、本発明の様々な実施形態を示しており、詳細な説明と共に、発明の原理を説明し、当業者が発明を実施することを可能にするために働く。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

ここで本発明を添付図面を参照して説明する。図面において、同じ参照符号は、同一又は機能的に類似のエレメントを表す。さらに、参照符号の左側の数字は、その参照符号が最初に示された図面を表している。

【0012】

特定の構成及び配列が説明されるが、これは例示のためにのみ成されていることが理解されるべきである。当業者は、本発明の精神及び範囲から逸脱することなくその他の構成及び配列が用いられることができることを認識するであろう。本発明が様々な他の用途にも用いられることができることが当業者には明らかになるであろう。

30

【0013】

本発明の1つ又は2つ以上の実施形態は、反射系と、物体面を規定するパターンジェネレータと、投影系と、像面を規定する基板とを使用して、基板に1つ又は2つ以上のデバイスを形成するために、照明をパターンニングするために使用されるシステム及び方法を提供する。反射系の反射部は、デフォルト状態のパターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行である。パターンジェネレータの反射部は、照明ビームをパターンニングし、パターンニングされた照明ビームを投影系を介して基板へ向ける。反射系とパターンジェネレータとの関係に基づき、照明ビームは物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされた照明ビームは像面の近くにおいてテレセントリックである。光を照明器と投影系との間で方向付けるために、透過形光学系ではなく反射形光学系を使用することにより、照明効率が高められ、照明に加わるエラーが減じられる。

40

【0014】

用語

詳細な説明において、“パターンジェネレータ”及び“パターンジェネレーティングデバイス”は、反射形及び透過形レチクル、マスク、コントラストデバイス、液晶ディスプレイ、空間光変調器、回折格子光弁、デジタルミラーデバイス、又は光ビームにパターンを提供するために使用されることができると他のあらゆる装置を含んでおり、このことはこの説明を読むことにより当業者に明らかになるであろう。

50

【 0 0 1 5 】

また、“システム”又は“リソグラフィシステム”は、フォトリソグラフィ、直接描画リソグラフィ、マスクレスリソグラフィ、浸漬リソグラフィ等を含むことを意味する。

【 0 0 1 6 】

“光”又は“放射”は、特定の用途にとって望ましいあらゆる波長を含むことを意味する。

【 0 0 1 7 】

“テレセントリック”は、物体空間又は像空間を横切る全ての箇所のための主光線が平行にされている、特別な性質を表す。例えば、主光線が、物体空間及び/又は像空間において、光軸に対して実質的に平行である場合にテレセントリックな状態が生じる。テレセントリックな状態を表す別の方法は、システムの入射瞳及び/又は射出瞳が無限遠に位置しているということである。

10

【 0 0 1 8 】

“平行”及び/又は“実質的に平行”は、特別な用途又はシステムが許容するように設計されている程度の平行に対する差異を含むことを意味する。つまり、この用語は、パターンジェネレータでパターンを形成するために必要なシステムの要求によって規定される差異を含むことを意味する。

【 0 0 1 9 】

パターンジェネレータのための環境の概要

前記のように、リソグラフィの最中、基板ステージに載置された基板は、パターンジェネレータ又はパターンジェネレータのアレイによって形成されたイメージ（例えばパターン）に曝される。イメージは、リソグラフィ装置内に配置された投影光学系によって基板に投影される。投影光学系はリソグラフィの場合に使用されるが、種々異なるタイプの露光装置を、特定の用途に応じて使用することができる。例えば、エキシマレーザ、X線、イオン、電子、光子リソグラフィは、当業者に知られているように、それぞれ異なる露光装置を必要とする。リソグラフィの特定の例は、例示のためにのみここで論じられている。

20

【 0 0 2 0 】

パターンジェネレータは、光をパターンングするためにリソグラフィシステムにおいて使用され、この光は、フィーチャを基板上に形成するために使用されるイメージを形成する。このような基板は、フラットパネルディスプレイ（例えば液晶ディスプレイ）、回路板、集積回路等の製造において使用されるものを含むことができる。このような用途のために頻繁に使用される基板は半導体ウェハ又はフラットパネルディスプレイ基板（例えばガラスから形成されている）である。この説明の一部は例示のために半導体ウェハに関して記載されているが、当業者は、この説明が当業者に知られたその他のタイプの基板にも当てはまることを認識するであろう。一般的に、レチクル（又はマスク）、空間光変調器（SLM）、又はコントラスト装置（以下両者ともSLMと呼ぶ）、例えばデジタルミラーデバイス（DMD）、液晶ディスプレイ（LCD）、グレーティング・ライト・バルブ（GLV）等、又は透過形及び/又は反射形パターンを含むあらゆるその他のエレメントが、パターンジェネレータとして使用されることができる。

30

40

【 0 0 2 1 】

パターンジェネレータは、 $n \times m$ （この場合 n 及び m は 1 よりも大きな整数である）の能動デバイス（若しくはピクセル）のアレイを有する、能動領域を含むことができる。例えば、能動領域は、DMDにおけるミラーのアレイ、GLVにおける回折格子のアレイ、又はLCDにおける反射形/透過形デバイスのアレイを含むことができるが、これらに限定されない。それぞれの能動デバイスは、個々に、1つ又は2つ以上の個別状態を介してオンとオフとの間で能動デバイスを移動させるように制御される。例えば、能動デバイスがDMDにおけるミラーであるならば、それぞれのミラーは、ミラーをバイナリ位置又はマルチプル位置へ回転、傾斜又は往復運動させるように、個々に制御される。別の例としては、能動デバイスがGLVにおけるストリップであるならば、ストリップのセットは湾

50

曲又は直線化されることができ、これにより、進入してくる光ビームの反射又は回折を生ぜしめる。

【 0 0 2 2 】

能動領域における能動デバイスが部分的に又は完全にオン又はオフであるように能動デバイスを制御することはこの分野においてはよく知られているので、ここでは簡略化のために完全には説明しない。一般的に、関連分野において知られているように、所望の露光パターンに基づいて前もって記憶された所定のアルゴリズムが、能動デバイスをオン（又は部分的にオン）及びオフするために使用される。

【 0 0 2 3 】

投影されたイメージは、基板の層に堆積された層（例えばフォトレジスト）の特性を変化させる。これらの変化は、露光中に基板に投影されたイメージにおけるフィーチャに対応している。露光の後、表面はエッチングされることができ、これにより、パターニングされた層を形成する。パターンは、露光中に基板に投影されたパターンに対応している。次いで、このパターニングされた層は、基板内の下に位置する構造層、例えば、導電層、半導体層、絶縁層の露光された部分を除去又はさらに処理するために使用される。次いで、このプロセスは、所望の構造が形成されるまでその他のステップと共に繰り返される。

【 0 0 2 4 】

ステップアンドスキャン技術は、狭いイメージングスロットを有する投影光学系に関連して働く。パターンジェネレータによって形成されたイメージで一度に基板全体を露光するのではなく、個々のフィールドが、イメージングスリットを介して1つずつ基板上にスキャンされる。このことは、基板を移動させ、イメージングスロットがスキャン中にフィールドを横切るように、パターンジェネレータにおける能動デバイスを制御することによって達成される。次いで、基板ステージはフィールド露光の間にステップ移動させられ、これにより、パターンジェネレータ上の能動デバイスによって形成されたパターンの多数のコピーが、基板層上に露光される。この形態では、基板上に投影されるイメージの質が最大化される。

【 0 0 2 5 】

ダブルテレセントリックビームを形成するために透過光学系を使用するシステム

図1は、ダブルテレセントリック照明を使用する典型的なリソグラフィシステム100を示している。システム100は、照明系102と、ビームスプリッタ104と、パターンジェネレータ106と、投影系108と、基板110とを有している。その他のシステムエレメント（例えば基板ステージ、照明源等）は図面及び以後の説明を簡略にするために省略されている。

【 0 0 2 6 】

（照明源（図示せず））からの照明光ビーム112はビームスプリッタ104によってパターンジェネレータ106に向けられる。パターンジェネレータ106との反射により、光ビーム114は、パターンジェネレータ106によってパターニングされ、ビームスプリッタ104を通過した後、投影系108を使用して基板110へ向けられる。

【 0 0 2 7 】

この実施形態において、物体面はパターンジェネレータ106によって規定されており、像面は基板110によって規定されている。ビーム112の第1の主光線（図示せず）は物体面の近くにおいてテレセントリックであり、ビーム114の第2の主光線（図示せず）は像面の近くにおいて及び、投影系108に入射及び投影系108から射出するときにテレセントリックであり、システム100はダブルテレセントリック照明を有している。

【 0 0 2 8 】

この実施形態において、照明ビーム112及び114は、ビームスプリッタ104を通過する間に吸収され、ビームスプリッタは照明効率を劇的に減じる。また、ビームスプリッタ104は極性変化、複屈折、収差、歪曲等のエラーを照明ビーム112及び114に生じさせる。

10

20

30

40

50

【0029】

ダブルテレセントリックビームを形成するために反射光学系を使用するシステム

図2及び図5は、それぞれ、本発明の2つの実施形態による、ダブルテレセントリック照明を使用するリソグラフィシステム200及び500を示している。これらのシステムは、光を照明系202/502からパターンジェネレータ206/506へ向けるために透過光学系の代わりに反射系216/516を使用することにより、照明ビームに生ぜしめられる吸収及びエラーを排除又は著しく低減する。

【0030】

図2を参照すると、システム200では、照明系202からの光は反射系216からパターンジェネレータ206に向かって反射される。この反射は放射方向外向きであると考えられる。この反射は光が物体面の中央開口を通過してからなされる。1つの例において、物体面は、パターンジェネレータ206の長手方向軸線を通過する平面、又はこのような平面に対して平行な平面によって規定されている。パターンジェネレータ206は複数の制御可能なエレメント218を有しており、このエレメントはそれぞれ反射面220を有している。1つの例において、エレメント218は、前記のように及び当業者に知られているように、パターンジェネレータ206の能動領域であり、静電作動を使用して制御される。

10

【0031】

1つの例において、照明系202は光源(図示せず)及び照明系(図示せず)を有している。別の例において、照明系202は照明光学系のみを有しており、光ビームは、遠隔の光源から照明系202へ導かれる。

20

【0032】

適切に整列させられていると、反射面220は、反射系216の反射部222に対して実質的に平行である。1つの例において、反射面220がパターンジェネレータ206に対して角度を成しているような傾斜位置は、エレメント218のデフォルト位置であることができる。例えば、反射面220は約2~3°だけ傾斜させられている。1つの例において、反射部222に対する反射面220の適切な整列は、初期の、及び可能であれば断続的な校正によって得られることができる。校正は、本願の開示に基づいて当業者に明らかであるような校正プロセスによって行われることができる。校正は、エレメント218又は反射面220の欠陥又は湾曲を修正するためにも必要とされる。

30

【0033】

1つの例において、校正系226は1つ又は2つ以上の可動な(引込み可能な)ビームスプリッタ228を有しており、これらのビームスプリッタは、1つ又は2つ以上の反射されたビーム214の光路へ進入したり(位置228)外れたり(位置228)するようになっている。光路に位置している場合、ビーム214の一部は、1つ又は2つ以上の検出器若しくはセンサ230へ向けられ、これらの検出器若しくはセンサは制御信号を発生し、制御信号は1つ又は2つ以上の制御装置232へ伝送される。制御装置232は、パターンジェネレータ206における個々のエレメント218を制御する制御信号を発生する。その他の現在公知の又は開発された制御システム及びプロセスも、本発明の範囲内で考えられる。

40

【0034】

1つの例において、さらに照明効率を高めるために、照明システム202は、ビーム212における所望の光分布を提供する光学素子を含んでいる。これは、光学装置(図示せず)、例えば回折光学装置を使用して照明ビーム212を成形及び/又は方向付けすることを含むことができる。成形及び方向付けエレメント(図示せず)を使用することにより、実質的に全ての照明ビーム212がパターンジェネレータ206のエレメント218のみと相互作用し、パターンジェネレータ206の不活性領域224から逸らされる。成形及び方向付けシステムの例は、Coston他によって2004年3月25日に出願された米国特許出願連続番号第10/808436号明細書に記載されており、この出願は、譲受人によって共同で所有されており、引用したことにより全体が本明細書に記載されたものと

50

する。

【 0 0 3 5 】

図 3 及び図 4 は、本発明の様々な実施形態による図 2 に示したシステムの一部を A - A 線に沿って示している。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示された例においては、円錐形の反射系 2 1 6 は 1 つ又は 2 つ以上のパターンジェネレータ 2 0 6 によって包囲されている。4 つのパターンジェネレータ 2 0 6 が図示されているが、システム 2 0 0 の所望の動作に基づいて、あらゆる数のパターンジェネレータが使用されてよい。

【 0 0 3 7 】

図 4 に示された例において、ピラミッド形の反射系 2 1 6 が示されており、この反射系は、ピラミッドのそれぞれの側に 1 つのパターンジェネレータ 2 0 6 を有している。

【 0 0 3 8 】

図 3 及び図 4 は、反射系 2 1 6 の形状と、システム 2 0 0 において使用することができるパターンジェネレータ 2 0 6 の数とに関して、典型的であって、網羅的ではないことを意味している。

【 0 0 3 9 】

ここで図 5 を参照すると、システム 5 0 0 において、照明系 5 0 2 からの光は反射系 5 1 6 からパターンジェネレータ 5 0 6 に向かって反射される。この反射は放射方向内向きであると考えられる。この反射は光が物体面の周囲開口を通過してからなされる。 1 つの例において、物体面は、パターンジェネレータ 5 0 6 の長手方向軸線を通る平面、又はこのような平面に対して平行な平面によって規定されている。パターンジェネレータ 5 0 6 は、複数の制御可能なエレメント 5 1 8 を有しており、それぞれのエレメントは反射面 5 2 0 を有している。1 つの例において、エレメント 5 1 8 は、前記のように及び当業者に知られているように、パターンジェネレータ 5 0 6 の能動領域であり、静電作動を使用して制御される。

【 0 0 4 0 】

1 つの例において、照明系 5 0 2 は、光源（図示せず）及び照明光学系（図示せず）とを含んでいる。別の例において、照明系 5 0 2 は、照明光学系のみを有しており、光ビームは遠隔の光源から照明系 5 0 2 へ導かれる。

【 0 0 4 1 】

適切に整列させられていると、反射面 5 2 0 は、反射系 5 1 6 の第 1 及び第 2 の反射部 5 2 2 A 及び 5 2 2 B それぞれに対して実質的に平行である。1 つの例において、反射面 5 2 0 がパターンジェネレータ 5 0 6 に対して角度を成している傾斜位置は、エレメント 5 1 8 のデフォルト位置であることができる。例えば、反射面 5 2 0 は約 2 ~ 4° 傾斜させられている。1 つの例において、反射部 5 2 2 A 及び 5 2 2 B に対する反射面 5 2 0 の適切な整合は、初期の、及び可能であれば断続的な校正によって得ることができる。校正は、本明細書の記載に基づいて当業者に明らかになるような校正プロセスによって行うことができる。校正は、エレメント 5 1 8 又は反射面 5 2 0 の欠陥又は湾曲を修正するためにも必要とされる。

【 0 0 4 2 】

1 つの例において、校正系 5 2 6 は 1 つ又は 2 つ以上の可動な（引込み可能な）ビームスプリッタ 5 2 8 を有しており、これらのビームスプリッタは、1 つ又は 2 つ以上の反射されたビーム 5 1 4 の光路へ進入したり（位置 5 2 8）外れたり（位置 5 2 8）するようになっている。光路に位置している場合、ビーム 5 1 4 の一部は、1 つ又は 2 つ以上の検出器若しくはセンサ 5 4 0 へ向けられ、これらの検出器若しくはセンサは、制御信号を発生し、制御信号は 1 つ又は 2 つ以上の制御装置 5 4 2 へ伝送される。制御装置 5 4 2 は、パターンジェネレータ 5 0 6 における個々のエレメント 5 1 8 を制御する制御信号を発生する。その他の現在公知の又は開発された制御システム及びプロセスも、本発明の範囲内で考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

1つの例において、さらに照明効率を高めるために、照明系502は、ビーム512における所望の光分布を提供する光学素子を含んでいる。これは、光学装置(図示せず)例えば回折光学装置を使用して照明ビーム512を成形及び/又は方向付けすることを含むことができる。成形及び方向付けエレメント(図示せず)を使用することにより、実質的に全ての照明ビーム512がパターンジェネレータ506のエレメント518のみと相互作用し、パターンジェネレータ506の不活性領域224から逸らされる。成形及び方向付けシステムの例は、前記米国特許出願連続番号第10/808436号明細書に記載されている。

【 0 0 4 4 】

図6は、本発明の1つの実施形態による図5に示されたシステムの一部をB-B線に沿って示している。図6に示された例では、反射系516の数はいくつでもよいが、便宜上4つのコンポーネントしか示されていない。同様に、反射系516の数に対応することができるあらゆる数のパターンジェネレータが使用されることができる。

【 0 0 4 5 】

図7は、本発明の1つの実施形態による、反射系716とパターンジェネレータ706との関係を示している。傾斜角度 θ は、パターンジェネレータ706の長手方向軸線である軸線740と、エレメント718の長手方向軸線である軸線742との間の角度である。所望の傾斜角度 θ は、以下の公式を使用することによって得られる。

$$(d/h) = \tan^2 \theta$$

この公式において、dは、ビーム712が反射系716の反射部722から反射する点と、反射されたビーム734がエレメント718の反射面720によって反射されかつパターンニングされる点との間の水平方向の距離であり、hは、これらの2つの点の垂直方向の距離である。 θ は、反射部722及び反射面720それぞれと垂直に交わる2つの軸線736及び738の間の角度である。より小さな傾斜角度 θ が望ましいならば、d、h及び/又は θ は増大されなければならないのに対し、より大きな傾斜角度 θ が望ましいならば、d、h、及び/又は θ は減少させられなければならない。

【 0 0 4 6 】

典型的な作動

図8は、本発明の1つの実施形態による方法800を示すフローチャートである。1つの例において、方法800は、前記システム200又は500の少なくとも一方を作動させるために使用される。

【 0 0 4 7 】

ステップ802において、照明ビームは、反射系から、物体面を規定するパターンジェネレータに向かって反射される。ステップ804において、照明ビームはパターンジェネレータを用いてパターンニングされる。ステップ806において、パターンニングされた照明ビームが、投影系を用いて、像面を規定しかつデバイスが形成される基板へ向けられる。ステップ808において、反射系の反射部は、パターンジェネレータの反射部に対して実質的に平行に位置決めされている。パターンジェネレータの反射部は、照明ビームをパターンニングし、パターンニングされたビームを基板へ方向付け、これにより、照明ビームは物体面の近くにおいてテレセントリックであり、パターンニングされたビームは像面の近くにおいてテレセントリックである。

【 0 0 4 8 】

結論

本発明の様々な実施形態が上に説明されたが、これらの実施形態は、限定するためではなく例としてのみ示されている。発明の精神及び範囲から逸脱することなく形状及び詳細における様々な変更を行うことができることは当業者に明らかになるであろう。すなわち、本発明の広さ及び範囲は、前記の典型的な実施形態の何れによっても限定されるべきではなく、添付の請求項及びその均等物に基づいてのみ定義されるべきである。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

【図 1】ダブルテレセントリック照明を使用する典型的なリソグラフィシステムを示している。

【図 2】本発明の 1 つの実施形態による、ダブルテレセントリック照明を使用するリソグラフィシステムを示している。

【図 3】本発明の様々な実施形態による図 2 のシステムの一部を A - A 線に沿って示している。

【図 4】本発明の様々な実施形態による図 2 のシステムの一部を A - A 線に沿って示している。

【図 5】本発明の 1 つの実施形態による、ダブルテレセントリック照明を使用するリソグラフィシステムを示している。

10

【図 6】本発明の 1 つの実施形態による、図 5 に示されたシステムの一部を B - B 線に沿って示している。

【図 7】本発明の 1 つの実施形態による、反射系とパターンジェネレータとの関係を示している。

【図 8】本発明の 1 つの実施形態による方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

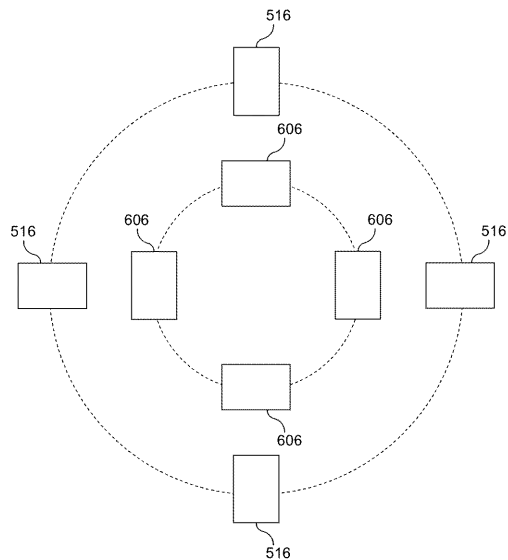
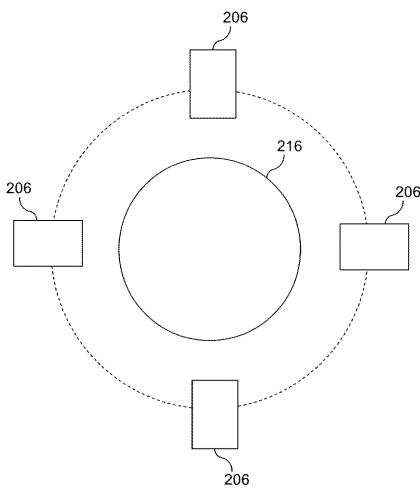
【 0 0 5 0 】

1 0 0 リソグラフィシステム、 1 0 2 照明系、 1 0 4 ビームスプリッタ、
 1 0 6 パターンジェネレータ、 1 0 8 投影系、 1 1 0 基板、 1 1 2 照明ビーム、 1 1 4 光ビーム、 2 0 0 , 5 0 0 リソグラフィシステム、 2 0 2 , 5 0 2 照明系、 2 0 6 , 5 0 6 , 7 0 6 パターンジェネレータ、 2 1 2 照明ビーム、 2 1 4 ビーム、 2 1 6 , 5 1 6 , 7 1 6 反射系、 2 1 8 , 7 1 8 エレメント、 2 2 0 反射面、 2 2 2 反射部、 2 2 4 不活性領域、 2 2 6 校正系、 2 2 8 ビームスプリッタ、 2 3 0 センサ、 2 3 2 制御装置

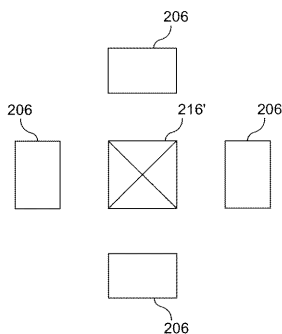
20

【図 3】

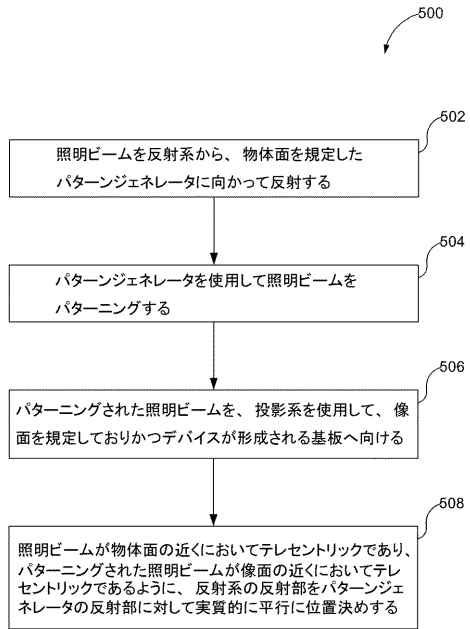
【図 6】



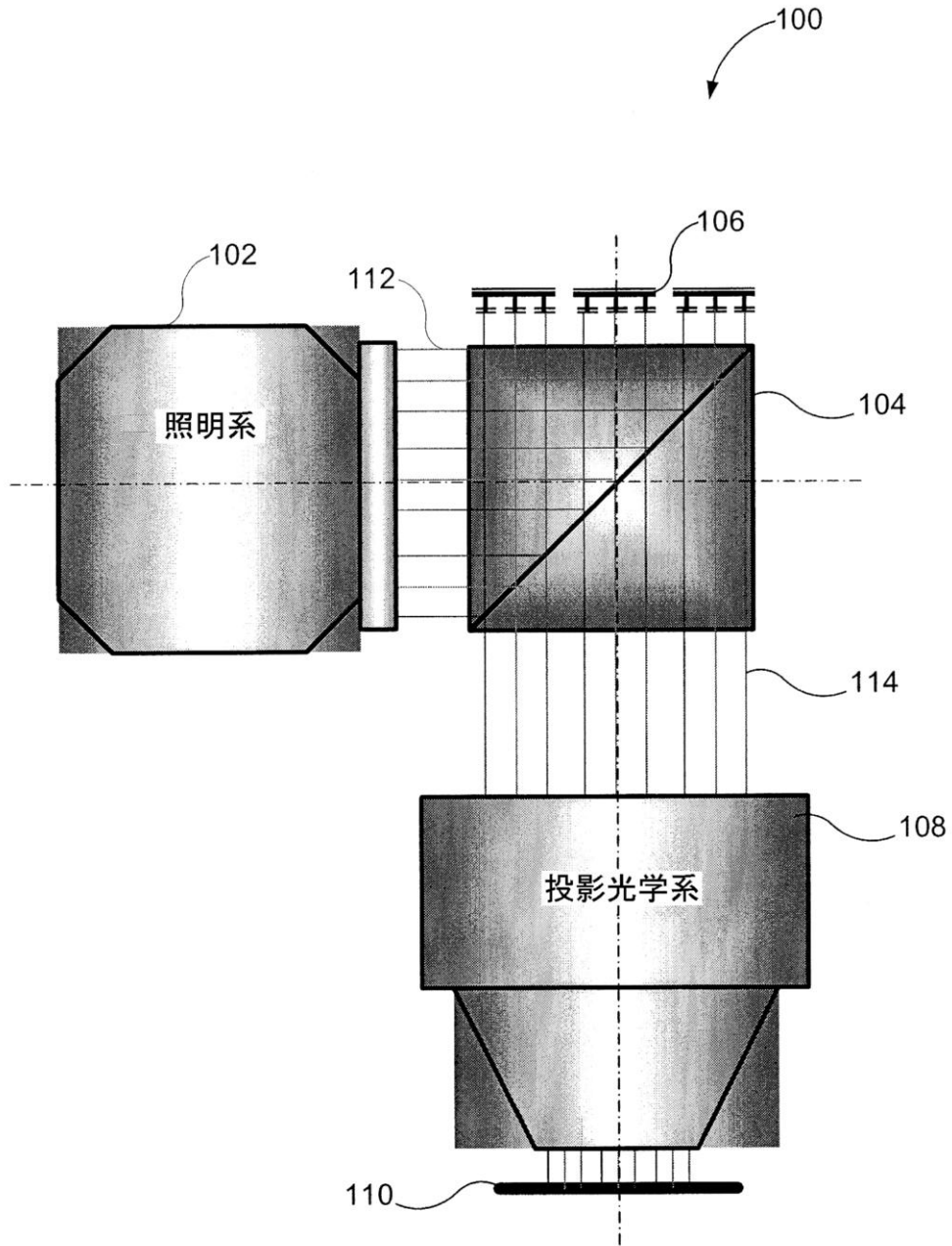
【図 4】



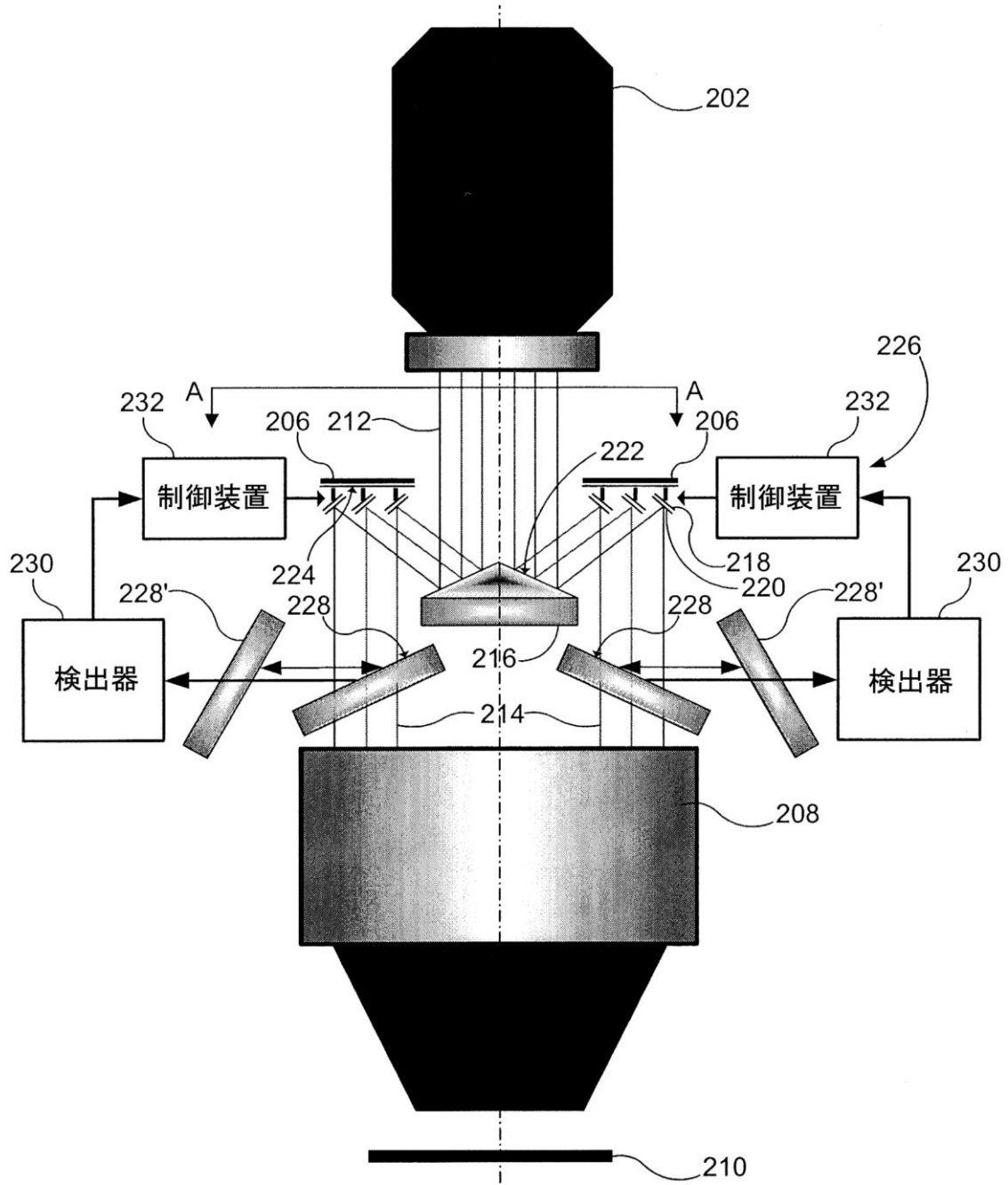
【 図 8 】



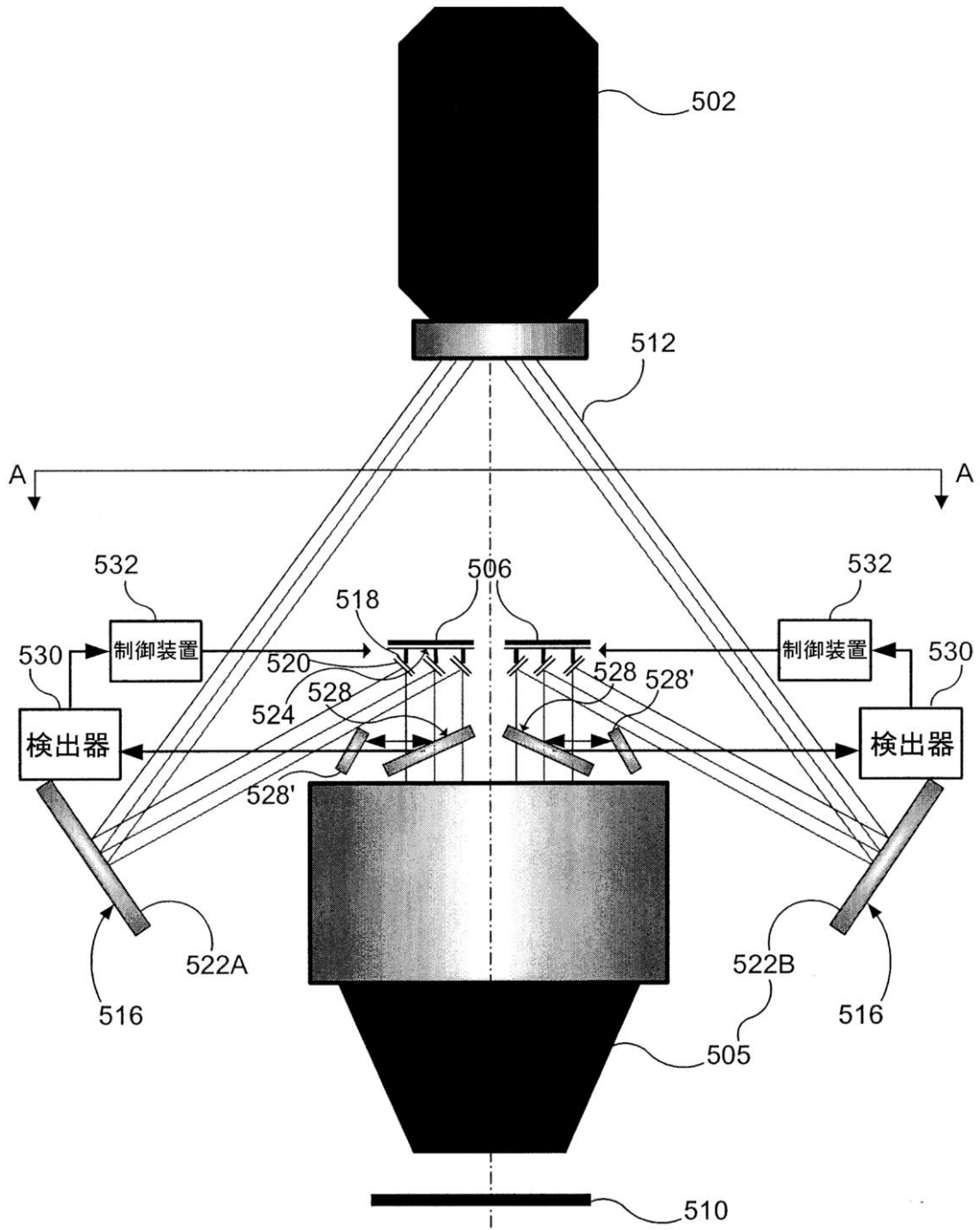
【図1】



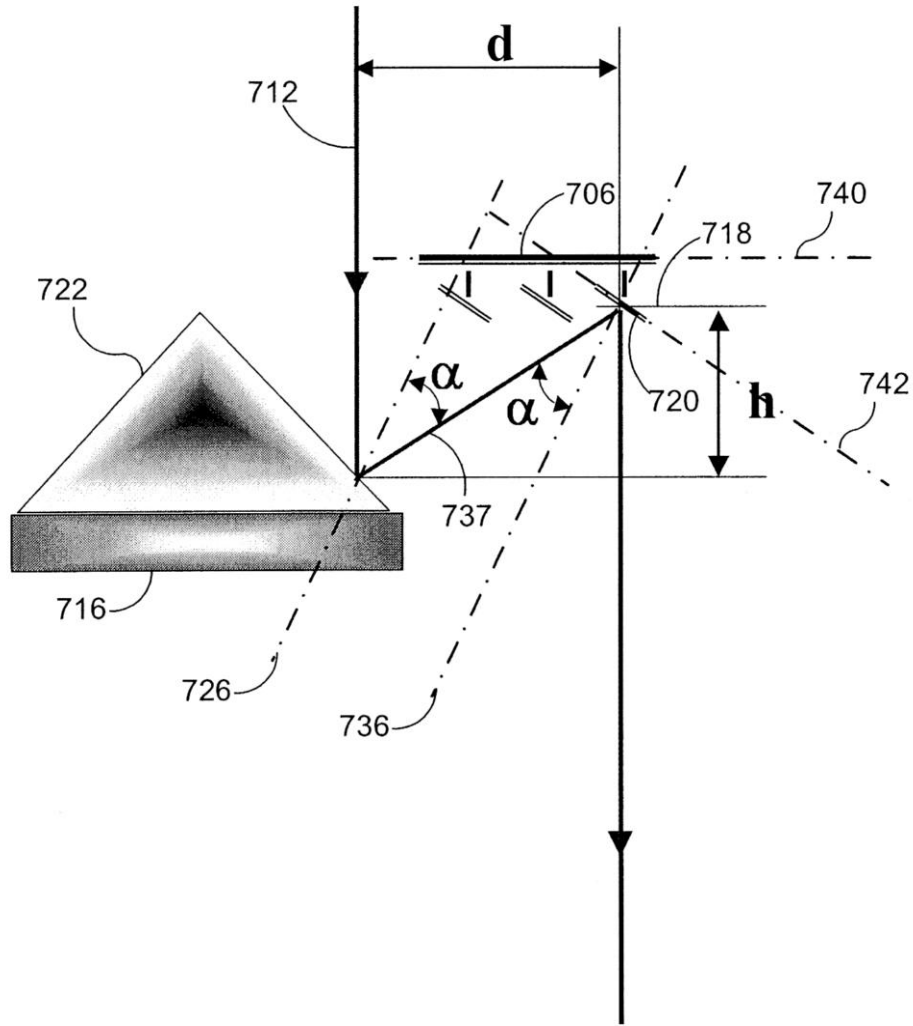
【図2】



【図5】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 多田 達也

(56)参考文献 特開2003-337427(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0130561(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20 - 24