

(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2013-501352
(P2013-501352A)

(43) 公表日 平成25年1月10日(2013.1.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/268 (2006.01)	HO 1 L 21/268 J	5 F 1 5 2
HO 1 L 21/20 (2006.01)	HO 1 L 21/20	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-522105 (P2012-522105)
 (86) (22) 出願日 平成22年7月20日 (2010. 7. 20)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年3月27日 (2012. 3. 27)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/060504
 (87) 国際公開番号 W02011/012503
 (87) 国際公開日 平成23年2月3日 (2011. 2. 3)
 (31) 優先権主張番号 102009037112.5
 (32) 優先日 平成21年7月31日 (2009. 7. 31)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 503187084
 カール ツァイス レーザー オプティク
 ス ゲーエムベーハー
 ドイツ国 7 3 4 4 7 オーバーコッヘン
 , カールツァイスシュトラッセ 2
 2 番地
 (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 100132045
 弁理士 坪内 伸
 (72) 発明者 ヨハネス ワングラー
 ドイツ国 8 9 5 5 1 ケーニヒスブロン
 アン デア ロイテ 1 5
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板を処理するための光ビームを生成する光学システム

(57) 【要約】

基板平面(14)内に配置した基板を処理するための光ビームを生成する光学システムであって、光ビームは、光ビームの伝播方向(Z)に対して垂直な第1次元(X)内のビーム長(L)と第1次元(X)及び光伝播方向(Z)に対して垂直な第2次元(Y)内の光ビーム幅(B)とを有し、ビーム長(L)はビーム幅(B)よりも大きい、光学システムは、複数の光チャネル(26; 28)を画定する第1光学構成体を備え、複数の光チャネルは第1次元(X)内で相互に並んで配置されて第1次元(X)内の光ビームを複数の部分視野(30, 32, 34)に分割し、部分視野(30, 32, 34)記第1次元(X)内で相互に重畳して基板平面(14)に入射する。第2光学構成体(20)が、光伝播方向で第1光学構成体(18)の上流に配置され、第2光学構成体の第1次元(X)内の範囲と、第1次元(X)内記第2光学構成体(18)に入射する光ビームの角度スペクトルの広がりとは、第1次元(X)内の第2光学構成体(20)のエテンデューが第1次元(X)内の光学システムの全エテンデューの50%~100%となることで、

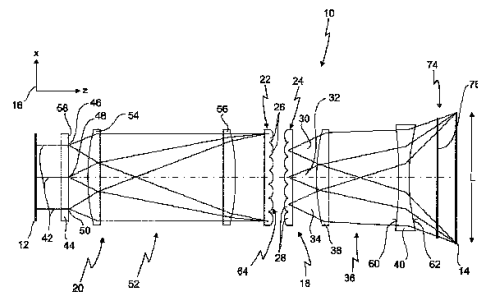


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板平面（14）内に配置した基板を処理するための光ビームを生成する光学システムであって、前記光ビームは、該光ビームの伝播方向（Z）に対して垂直な第1次元（X）内のビーム長（L）と前記第1次元（X）及び前記光伝播方向（Z）に対して垂直な第2次元（Y）内の光ビーム幅（B）とを有し、前記ビーム長（L）は前記ビーム幅（B）よりも大きく、該光学システムは複数の光チャネル（26；28）を画定する第1光学構成体（18）を備え、前記複数の光チャネルは前記第1次元（X）内で相互に並んで配置されて該第1次元（X）内の前記光ビームを複数の部分視野（30，32，34）に分割し、該部分視野（30，32，34）は前記第1次元（X）内で相互に重畳して前記基板平面（14）に入射する、光学システムにおいて、第2光学構成体（20）が、前記光伝播方向で前記第1光学構成体（18）の上流に配置され、前記第2光学構成体の前記第1次元（X）内の範囲と、該第1次元（X）内で前記第2光学構成体（18）に入射する前記光ビームの角度スペクトルの広がりとは、前記第1次元（X）内の前記第2光学構成体（20）のエテンデュールが前記第1次元（X）内の前記光学システムの全エテンデュールの50%～100%となることで、前記第1光学構成体（18）の前記光チャネル（26；28）のほぼ全部が光で均一に照明されるように構成されていることを特徴とする、光学システム。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の光学システムにおいて、前記第2光学構成体（20）の前記エテンデュールは、前記光学システムの前記全エテンデュールの70%～100%、好適には80%～100%、さらに好適には90%～100%であることを特徴とする光学システム。

20

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の光学システムにおいて、前記第2光学構成体（20）の光学特性は、前記第1次元（X）に沿った前記第2光学構成体（20）の任意の部分領域（46，48，50）から出る光が少なくともほぼ全ての角度情報を含み、前記第1光学構成体（18）の各光チャネル（26，28）に少なくともほぼ入るように設計されることを特徴とする光学システム。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の光学システムにおいて、前記第2光学構成体（20）は、前記第2次元（Y）内の入射光ビーム（42）の前記ビーム幅（B）を位置調整により変更するよう設計されることを特徴とする光学システム。

30

【請求項 5】

請求項4に記載の光学システムにおいて、前記第2光学構成体（20）は、前記第2光学構成体（20）は、前記第2次元（Y）内の前記入射光ビーム（42）の前記ビーム幅（B）を前記光伝播方向に関する回転により変更するよう設計されることを特徴とする光学システム。

【請求項 6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の光学システムにおいて、前記第2光学構成体（20）は、前記第1次元（X）内で1次元的に散乱及び/又は回折効果を有する構造を有する少なくとも1つの光学素子（44）を備えることを特徴とする光学システム。

40

【請求項 7】

請求項6に記載の光学システムにおいて、前記少なくとも1つの光学素子（44）は回折光学素子であることを特徴とする光学システム。

【請求項 8】

請求項3及び請求項6又は7に記載の光学システムにおいて、前記散乱及び/又は回折効果を有する構造は、非周期的部分構造（58）を形成する構造素子を有し、各前記部分構造（58）は、少なくともほぼ全ての角度情報を含む光をそれぞれ出す前記部分領域（46，48，50）の1つを形成することを特徴とする光学システム。

【請求項 9】

50

請求項 8 に記載の光学システムにおいて、前記光学素子 (44) の前記散乱及び / 又は回折効果を有する構造の前記第 1 次元 (X) 内における、それぞれ隣接する前記部分構造 (58) 間の距離及び / 又は該部分構造 (5) のサイズは異なることを特徴とする光学システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の光学システムにおいて、前記光学素子 (44) の前記散乱及び / 又は回折効果を有する構造のそれぞれ隣接する前記部分構造 (58) 間の距離の平均距離は、前記第 2 光学構成体 (20) に入射する前記光ビーム (42) の各横方向コヒーレンスセルからの光が前記第 1 光学構成体 (18) からほぼ全ビーム長 (L) にわたって前記基板平面 (14) に指向されるよう選択されることを特徴とする光学システム。

10

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載の光学システムにおいて、前記光学素子 (44) の前記散乱及び / 又は回折効果を有する構造のそれぞれ隣接する前記部分構造 (58) 間の距離の平均距離は、前記第 1 光学構成体 (18) により生じる前記基板平面 (14) 上の干渉コントラストを最小化するよう選択されることを特徴とする光学システム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の光学システムにおいて、それぞれ隣接する前記部分構造 (58) 間の距離の前記平均距離は、以下の関係：

前記光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 前記部分構造間 (58) の平均距離を満足することを特徴とする光学システム。

20

【請求項 13】

請求項 12 に記載の光学システムにおいて、それぞれ隣接する前記部分構造 (58) 間の距離の前記平均距離は、以下の関係：

$1/3 <$ 前記部分構造 (58) 間の平均距離 / 前記光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 5、
好適には、

$1 <$ 前記部分構造 (58) 間の平均距離 / 前記光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 3

を満足することを特徴とする光学システム。

【請求項 14】

30

請求項 4 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、前記第 1 次元 (X) 内で 1 次元的に散乱及び / 又は回折効果を有する構造を有する少なくとも 1 つの光学素子 (44) は、前記光伝播方向の軸 (7) に関して回転可能であることを特徴とする光学システム。

【請求項 15】

請求項 4 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、前記第 2 光学構成体 (20) はコンデンサ光学ユニット (52) を備え、前記第 1 次元 (X) 内で 1 次元的に散乱及び / 又は回折効果を有する構造を有する少なくとも 1 つの光学素子 (44) は、前記コンデンサ光学ユニット (52) と共に前記第 1 光学構成体 (18) の均一な照明を生成することを特徴とする光学システム。

40

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、前記第 1 光学構成体 (18) は少なくとも 1 つのシリンドリカルレンズアレイ (64) を有し、個別シリンドリカルレンズのシリンダー軸が前記第 2 次元内の向きにあり、前記個別シリンドリカルレンズは平凸シリンドリカルレンズであることが好ましいことを特徴とする光学システム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の光学システムにおいて、前記第 1 次元 (X) 内で前記入射光ビームを横方向に画定するために、前記シリンドリカルレンズアレイ (64) は、楔形光透過エッジ領域 (66, 68) によりそれぞれ画定されることを特徴とする光学システム。

【請求項 18】

50

請求項 17 に記載の光学システムにおいて、前記楔形光透過エッジ領域 (66, 68) の表面 (70, 72) が、前記第 2 次元 (Y) 内で前記光伝播方向 (Z) に対して垂直な平面に対して傾斜していることを特徴とする光学システム。

【請求項 19】

請求項 16 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、前記第 1 光学構成体 (18) は、少なくとも 1 つの両凹レンズ (40) を有するコンデンサ光学ユニット (36) を備えることを特徴とする光学システム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の光学システムにおいて、前記両凹レンズ (40) の撓みは、前記基板平面 (14) における前記光ビームの均一性の一定でないプロファイルを補正するよう適合されることを特徴とする光学システム。

10

【請求項 21】

請求項 1 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、前記第 2 次元 (Y) 内の前記入射光ビームを前記基板平面に集束させる第 3 光学構成体 (74) であり、ミラー (82, 84) から構成される第 3 光学構成体 (74) を特徴とする光学システム。

【請求項 22】

請求項 21 に記載の光学システムにおいて、前記第 3 光学構成体 (74) は、それぞれのシリンダー軸が前記第 1 次元 (X) 内に延びる少なくとも 2 つのシリンダリカルミラー (82, 84) を有し、第 1 ミラー (82) が凸面ミラーであり、第 2 ミラー (84) が凹面ミラーであることを特徴とする光学システム。

20

【請求項 23】

請求項 1 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の光学システムにおいて、設定が可変である透過領域 (8) を有する、前記第 2 次元 (Y) 内のビーム画定用の光学素子 (86) を特徴とする光学システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板平面内に配置した基板を処理するための光ビームを生成する光学システムであって、光ビームは光ビームの伝播方向に対して垂直な第 1 次元内のビーム長と第 1 次元及び光伝播方向に対して垂直な第 2 次元内のビーム幅とを有し、ビーム長はビーム幅よりも大きく、該光学システムは複数の光チャネルを画定する第 1 光学構成体を備え、複数の光チャネルは第 1 次元内で相互に並んで配置されて第 1 次元内の光ビームを複数の部分視野に分割し、部分視野は第 1 次元内で相互に重畳して基板平面に入射する、光学システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

このような光学システムは、特許文献 1 から既知である。

【0003】

冒頭で述べたタイプの光学システムは、特にシリコンの光誘起結晶化の分野において例えば材料の溶融に使用される。1 つの具体的な用途は、シリコンを結晶化するために光ビームを使用してアモルファスシリコンを設けた基板を処理するフラットスクリーン製造である。この場合、使用する基板は、例えば 30 cm x 50 cm を超える範囲の比較的大きな寸法を有する。冒頭で述べたタイプの光学システムでは、第 1 次元内 (以下、X で示す) のビーム長が基板の幅 (例えば、約 30 cm) にほぼ対応する光ビームを然るべく生成する。X 次元に対して垂直な次元内 (以下、Y で示す) では、光ビームを可能な限り細くすることが意図され、基板の処理について可能な限り高いエネルギー密度を得るために、Y 次元で数マイクロメートルのビーム幅が望ましい。

40

【0004】

こうして基板に適用される光ビームは、したがって、X 次元内のビーム長と Y 次元内のビーム幅との比が大きく、ビーム長に応じて 5,000 を超え、さらに 10,000 を超

50

える場合がある。

【0005】

この場合、基板の処理に使用される光ビームは、実質的に2つの要件を満たさなければならず、正確には、第1に光ビームの強度分布がX次元内で可能な限り均一でなければならず、Y次元内では、光ビームの強度分布が最大限のエッジ急峻度を有するべきである。

【0006】

特に、(大きな)X次元内の光ビームの均一性の問題は、これまで満身に解決されていなかった。冒頭で引用した特許文献1から既知の光学システムは、複数の光チャネルを画定する光学構成体を備え、複数の光チャネルは、第1次元内で相互に並んで配置され、第1次元内の光ビームを第1次元内で部分的に重なり合う複数の部分視野に分割し、部分視野は第1次元内で相互に重畳して基板平面に入射する。既知の光学システムでは、光チャネルを画定する光学構成体は、1つ又は2つの素子を有するフライアイコンデンサの形態で具現される。フライアイコンデンサはフライアイレンズアレイとして具現され、すなわち、複数の個別シリンダリカルレンズがX次元内で相互に並んで配置され、各個別シリンダリカルレンズは光チャネルを画定し、光ビームは、複数の光チャネルを通過するとそれに対応する数の部分視野に分割される。下流のコンデンサ光学ユニットにより、個々の部分視野は続いてX次元内で基板上で再度重なり、その結果として、X次元内の光ビームの混合、したがって強度分布の均一化が達成される。

10

【0007】

既知の光学システムの場合、X次元内の強度分布の均一化は最適ではない。既知の光学システムの場合、第1次元内の寸法 X_L 及び第2次元内の寸法 Y_L と光源により予め決定される第1次元内の発散度 D_x 及び第2次元内の発散度 D_y とを有する光ビーム、通常はレーザビームは、フライアイコンデンサの形態の第1光学構成体に衝突する。特に、基板に対する光ビームの干渉効果及びうなり効果(beat effect)が観察され、これらは光ビームを使用した基板の処理の結果を損なわせるものである。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】国際公開第2006/066706号パンフレット

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

この背景に対して、本発明の目的は、上述の欠点を回避するという趣旨で冒頭に述べたタイプの光学システムを開発することである。本光学システムは、大きなビーム長及び小さなビーム幅を有し、X次元内のその強度分布の均一化をさらに高めた基板を処理するための光ビームの発生を意図したものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によれば、この目的は、冒頭に述べたシステムに関して、第2光学構成体が光伝播方向で第1光学構成体の上流に配置され、上記第2光学構成体の第1次元内の範囲と、第1次元内で第2光学構成体に入射する光ビームの角度スペクトルの広がりとは、第1次元内の第2光学構成体のエテンデュールが第1次元内の光学システムの全エテンデュールの50%~100%となることで、第1光学構成体の光チャネルのほぼ全部が光で均一に照明されるようなものであることにより達成される。

40

【0011】

本発明による光学システムの場合、第2光学構成体は、入射光ビームを部分視野に分割する第1光学構成体の上流に配置され、上記第2光学構成体は、第2光学構成体に入射する光ビームを前処理して、光ビームが第1次元内で広げた角度スペクトル及び大きな範囲で第1光学構成体にその後入射するようにする。したがって、本発明による光学システムの場合、既知の光学システムとは対照的に、光ビームは、光ビームの所定の固有発散度で

50

第1光学構成体の個々の光チャネルに入射するのではなく、第2光学構成体により発散度又は開口を大幅に増大させた状態で入射する。既知の光学システムの場合、第1光学構成体の個々の光チャネルが不十分な光でしか満たされない結果として、基板平面に干渉効果及び均一化効果が生じる。これに対して、本発明による光学システムの場合、第1光学構成体の個々の光チャネルは、入射光ビームの角度スペクトルを事前に広げるため、光により均一に満たされる。換言すれば、光ビームは、光チャネルを画定する第1光学構成体に予備均一化した状態で入る。したがって、第2光学構成体が入射光ビームの光の付加的な混合を行う結果として、下流の第1光学構成体は、光ビームをさらにより効果的に均一化することができる。第2光学構成体により、好適にはX次元内で必要な全エテンデューが、正確には1段階で、すなわち第2光学構成体により導入される。したがって、本発明による光学システムが生成する光ビームの強度分布が既知の光学システムの場合よりも基板平面において著しく均一である結果として、光ビームを使用した基板の処理が改善される。

10

【0012】

第1次元内のエテンデュー及び第1次元内の全エテンデューは、上記X次元内の1次元的なエテンデュー及び全エテンデューを意味するところでは理解される。この場合、第1光学構成体のエテンデュー $L L W_x$ は、式 $L L W_x = D_x \times N A_x$ により与えられ、式中、 D_x は第1次元内の第1光学構成体の範囲であり、 $N A_x$ は第1次元内の第1光学構成体の開口数である。

【0013】

好適な一構成では、第2光学構成体のエテンデューは、光学システム的全エテンデューの70%~100%、好適には80%~100%、さらに好適には90%~100%である。

20

【0014】

第2光学構成体によりシステムに導入されるエテンデューが大きいほど、基板平面内の直線光ビームの強度分布がより均一になる。

【0015】

好適な一構成では、第2光学構成体の光学特性は、第1次元に沿った第2光学構成体の任意の部分領域から出る光が少なくともほぼ全ての角度情報を含み、第1光学構成体の各光チャネルに少なくともほぼ入るように設計される。

30

【0016】

この構成では、換言すれば、第1光学構成体は、第1光学構成体のサイズにより第2光学構成体の開口で完全に照明される。したがって、この構成の場合、第2光学構成体に入る光ビームの各空間モードは、第1光学構成体全体、すなわちそれにより画定される光チャネルの全体にわたって分配される。「部分領域」は、第1次元内の範囲を有する第2光学構成体のうち、事実上完全な又は完全な角度情報を含む光を出す最小領域を意味するところでは理解すべきである。このような部分領域は通常は「ピッチ」とも称する。

【0017】

さらに別の好適な構成では、第2光学構成体は、第2次元内の入射光ビームのビーム幅を、位置調整により、特に光伝播方向に関する回転により変更するよう設計される。

40

【0018】

この場合、第2光学構成体は、X次元内の光ビームの均一化に寄与するだけでなく、第2機能、すなわち第2次元内の入射光ビームのビーム幅の変更も果たす。結果として、Y次元内でも、小さなエテンデューを制御して1段階で導入することが可能である。ビーム幅は基板に依存した処理のパラメータであるので、第2次元内の入射光ビームのビーム幅の変動性は望ましい。上述の構成は、例えば国際公開第2006/066706号パンフレットに記載のようなY次元内でビームを広げるための付加的な光学構成体を不要にする。

【0019】

さらに別の好適な構成では、第2光学構成体は、第1次元内で1次元的に散乱及び/又

50

は回折効果を有する構造を有する少なくとも1つの光学素子を備える。

【0020】

このような光学素子は屈折型又は回折型であり得る。

【0021】

好適な一構成では、少なくとも1つの光学素子は回折光学素子である。

【0022】

好適には、散乱及び/又は回折効果を有する構造は、非周期的部分構造を形成する構造素子を有し、各部分構造は、少なくともほぼ全ての角度情報を含む光をそれぞれ出す上記部分領域の1つを形成する。

【0023】

この構成では、第2光学構成体の少なくとも1つの光学素子は、個別構造素子により形成される非周期的構造を有する。(第1次元の方向での)距離及び/又はサイズに関して相互に異なる複数の構造素子は、それぞれが部分構造を形成し、各個別部分構造は、「ピッチ」、

すなわち全ての又は事実上全ての角度情報をそれぞれ含む光を出す上記部分領域の1つを形成する。部分構造の相互間の非周期性により、第1光学構成体によりある程度までしか混合除去されることができないことで基板平面内の残留変調につながり得る周期的干渉が、光ビームが第1光学構成体に入射する前に有利に回避される。これは特に、第1光学構成体の光チャネル自体が多少の周期構造を有する場合に当てはまる。

【0024】

さらに別の好適な構成では、光学素子の散乱及び/又は回折効果を有する構造の第1次元内における、それぞれ隣接する部分構造間の距離及び/又は部分構造のサイズは異なる。

【0025】

この構成では、第1次元内で1次元的に回折効果を有する構造を有する少なくとも1つの光学素子を、1つの非常に単純な実現形態でライン回折格子として具現することができ、回折格子の個々のライン間のライン距離はライン毎に確率的に変動する。複数のこのようなラインは、このとき、完全な角度情報を光にそれぞれ個別に与える部分構造又は部分領域をそれぞれが形成する。

【0026】

第2光学構成体が第2次元内の入射光ビームのビーム幅を位置調整により変更する上記構成に関して、1次元回折格子が特に有利であり、それは、第2次元内でのビーム幅の増減のために、さらに別の好適な構成で設けられるような回折格子を光伝播方向の軸に関して回転可能に光学システム内に取り付けるだけでよいからである。1次元回折格子のラインを、回折格子のラインがX次元に対して垂直に延びる0°位置から回転させるとすぐに、回折格子がY次元にも回折効果を有するようになる結果として、Y次元内のビーム幅が増加する。このように、1次元回折格子があれば、Y方向において、ガウス強度分布から、対応するY次元内のビーム幅でより広いトップハット形の強度分布(すなわち、平坦なプラトー部及び高いエッジ急峻度を有する強度分布)を設定することが可能である。

【0027】

さらに別の好適な実施形態では、光学素子の散乱及び/又は回折効果を有する構造のそれぞれ隣接する部分構造間の距離の平均距離は、第2光学構成体に入射する光ビームの各横方向コヒーレンスセルからの光が第1光学構成体からほぼ全ビーム長にわたって基板平面に指向されるよう選択される。

【0028】

光ビームはレーザビームから通常は整形されるため、レーザビームは、第1次元の方向に所定の横方向コヒーレンス長を有する。横方向コヒーレンス長は、第1次元内で相互に離間していてもなお相互に干渉可能である2つの光線間の距離を意味すると理解すべきである。第1次元内での個々の横方向コヒーレンスセルの範囲は、横方向コヒーレンス長に対応する。個々のコヒーレンスセルからの光が第1光学構成体の1つ又は複数の光チャネ

10

20

30

40

50

ルにのみ入射する場合、これは、基板平面内の干渉現象につながり得る。上記構成では、これに対して、光学素子の部分構造間の平均距離は、光ビームの各コヒーレンスセルが基板を概ね均一に照明するよう選択される。したがって、各コヒーレンスセルからの光は、基板の各場所に到達することで、統計的に累積された位相の結果としてのスペckルコントラスト（個々のレーザモードの挙動に起因する確率的性質を有する）の最小化を可能にする。

【0029】

光学素子の散乱及び/又は回折効果を有する構造のそれぞれ隣接する部分構造間の距離の平均距離が、第1光学構成体により生じる基板平面上の干渉コントラストを最小化するように選択されれば、さらに好ましい。

10

【0030】

この措置により、光学素子の部分構造間の平均距離が第1光学構成体と協調され、これは、フライアイコンデンサとしての第1光学構成体の構成の場合は干渉効果を引き起こし得るが、干渉効果は、部分構造間の平均距離の適合により排除又は少なくとも低減することができる。スペckルコントラストとは異なり、干渉コントラストは決定論的性質を有し、基板平面内でのコヒーレント部分光線の重畳に基づく。

【0031】

さらに別の好適な構成では、それぞれ隣接する部分構造間の距離の平均距離は、以下の関係を満足する。

光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 部分構造間の平均距離

20

【0032】

さらにまた別の好適な構成では、それぞれ隣接する部分構造間の距離の平均距離は、以下の関係：

$1/3 <$ 平均距離 / 光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 5、

好適には： $1 <$ 平均距離 / 光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c <$ 3

を満足する。

【0033】

さらに別の好適な構成では、第2光学構成体はコンデンサ光学ユニットを備え、第1次元内で1次元的に散乱/回折効果を有する構造を有する少なくとも1つの光学素子は、コンデンサ光学ユニットと共に第1光学構成体の均一な照明を生成する。

30

【0034】

この場合、第2光学構成体を通る光ビームが、散乱素子/回折素子とコンデンサ光学ユニットとの相互作用により、高いエッジシャープネスを有するX次元内の強度分布を有することが有利である。

【0035】

第1光学構成体は、少なくとも1つのシリンダリカルレンズアレイを有することが好ましく、個別シリンダリカルレンズのシリンダ軸は第2次元内の向きにあり、個別シリンダリカルレンズは平凸シリンダリカルレンズであることが好ましい。

【0036】

それ自体が既知であるこの構成では、第1光学構成体の個々の光チャネルは個別シリンダリカルレンズにより形成される。しかしながら、既知の光学システムとは対照的に、個別シリンダリカルレンズは、好ましくは事実上全てのエテンデューをシステムに導入する上流の第2光学構成体により、予備均一化した光ビームではるかにより十分に照明される。

40

【0037】

この場合、第1次元内で入射光ビームを横方向に画定するために、シリンダリカルレンズアレイが楔形光透過エッジ領域によりそれぞれ画定され、この領域の表面が例えば第2次元内で光伝播方向に対して垂直な平面に対して傾斜していれば、さらに好ましい。

【0038】

2つの楔形光透過領域は、シリンダリカルレンズアレイの光学的に使用可能な領域を画

50

定し、これも同様に基板平面内の光ビームの強度分布の均一性に好影響を及ぼす。すでに上述したように、基板平面内の光ビームの均一性は、可能な限り完全に光で満たされた第1光学構成体の光チャネルが基板平面内の光ビームに寄与しさえすれば改善される。シリンドリカルレンズアレイに入射する光ビームを画定するためにここで提供される措置は、吸収による入熱が大幅に減少する従来の絞りよりも有利である。楔形光透過エッジ領域により、該エッジ領域に入射する光は、例えばY次元に偏向されて光トラップ内で無害になり得る。

【0039】

さらに別の好適な構成では、第1光学構成体は、少なくとも1つの両凹レンズを有するコンデンサ光学ユニットを備える。

10

【0040】

第1光学構成体の光チャネルを画定する上記シリンドリカルレンズアレイ（単数又は複数）は、コンデンサ光学ユニットと共に基板平面においてX次元内で光ビームを広げる。第1光学構成体のコンデンサ光学ユニットに設けられる少なくとも1つの両凹レンズは、基板平面内の光ビームの均一性をX次元内のエッジ領域においてさらに最適化しよう働くことが有利であり得る。これは、光ビームの均一性が基板平面内で、例えば光ビームの均一性の一定でないプロファイルの補正に適宜適合させた両凹レンズを適宜撓ませることにより補償することができる、二次プロファイルをとることができるからである。種々の撓みを有する複数のこのようなレンズを利用可能にしておいて、システムに交換可能に導入することができる。

20

【0041】

さらに別の好適な構成では、光学システムは、第2次元内の入射光ビームを基板に集束させる第3光学構成体を備え、第3光学構成体はミラーから構成される。

【0042】

したがって、基板を処理するための光ビームを生成する光学システムは、2つのサブシステムから構成され、一方のサブシステムは、ビーム長に従ってX次元内で最適な均一性を有する光ビームを整形するために光ビームをX次元内でのみ整形し、他方のサブシステムは、基板平面内の光ビームのビーム幅を整形し、最小ビーム幅は集束により得られる。光ビームを基板に集束させるためのミラーの使用は、ビーム長とビーム幅との非常に大きな比に関する屈折構成体に関して有利である。それは、屈折構成体が、入射角又は反射角の正弦への屈折の依存により結像の非線形性を引き起こすからである。

30

【0043】

この場合、第3光学構成体は、それぞれのシリンドリカル軸が第1次元内に延びる少なくとも2つのシリンドリカルミラーを有し、第1ミラーが凸面ミラーであり、第2ミラーが凹面ミラーであれば好ましい。

【0044】

この措置の利点は、作動距離すなわち基板と基板の上流の最終光学素子との間の距離を大きく選択することができ、結像品質が同時に高くなることである。入射角、ミラー半径、及び距離を変えることにより、凸面ミラー及び凹面ミラーからなる構成体の場合、作動距離及び結像縮尺を広い限界内で設定すると同時にコマ収差及び球面収差を補償することが可能である。好適には、凸面ミラー及び凹面ミラーは、光伝播方向に見て相互に直接連続している。

40

【0045】

第3光学構成体の上記構成も、請求項1の特徴部分なしで独立した発明と見なされる。

【0046】

さらに別の好適な構成では、設定が可変である透過領域を有する、第2次元内のビーム画定用の光学素子が存在する。

【0047】

すでに上述したように、処理対象基板に応じて光ビームの種々のパラメータを変更する必要がある。したがって、例えば、ビーム幅又は光ビームに含まれるエネルギー及び/又

50

はエネルギー密度を基板毎に変更する必要がある。ビーム画定がY次元内で調整可能である結果として、基板に作用する光エネルギーを変えることができる。例として、ビーム画定用の光学素子の透過領域を拡大した場合、基板に入射するエネルギーが増加する。しかしながら、ビーム画定用の光学素子の透過領域の拡大は、光エネルギー及び光エネルギー密度の時間的安定性を損なわせ得る結果として、さらに基板の処理の結果を損なわせ得る。これは、Y次元内の光ビームの強度プロファイルが高いエッジシャープネスを有さない場合に、僅かなものではあるがY次元内の光ビームの変位が、ビーム画定用の光学素子により伝達されるエネルギーの変動に現れることに関連する。光ビームの変位は、ビーム経路の位置の変動により引き起こされ得るが、光ビームの強度分布もプロセスにわたって変動し得る。上記措置に関連して、第2光学構成体が位置調整により第2次元内の入射光ビームのビーム幅を変更できる、すでに上述した構成は、この場合に特に有利に使用することができる。これは、ビーム画定用の光学素子の透過領域を拡大する場合、入射光ビームのビーム幅を第2光学構成体により同時に拡大することができる結果として、光ビームの強度プロファイルがビーム画定用の光学素子の透過領域で広がり、光ビームの位置又はプロファイル形状の変動が、ビーム画定用の光学素子の透過領域が大きい場合でも、基板平面におけるY次元内の光ビームの均一性に悪影響を及ぼさないからである。ビーム画定用の素子は、第3光学構成体に配置されてもよいが、システムの他の場所に配置されてもよい。

10

【0048】

さらに他の利点及び特徴は、以下の説明及び添付図面から分かる。

20

【0049】

言うまでもなく、上記特徴及びこれから後述する特徴は、それぞれ明記した組み合わせだけでなく、本発明の範囲から逸脱せず他の組み合わせで又は単独でも使用することができる。

【0050】

本発明の例示的な実施形態を図面に示し、図面を参照して以下でより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】XZ平面で示す、基板を処理するための光ビームを生成する光学システムの概略図である。

30

【図2】XY平面で示す、図1における光学システムの光学素子の例示的な実施形態を示す図である。

【図3】図2における光学素子のX方向に見た側面図である。

【図4】図1における光学システムの一部を図1よりも拡大して示すXZ平面の図である。

【図5】図4における部分を示すYZ平面の図である。

【図6】図5における光学構成体の光学素子のさらに別の例示的な実施形態を示すYZ平面の図である。

【図7】図1における光学システムのビーム画定用の光学素子の透過領域へのビーム幅の適合を示す、図5における光学構成体の一部の基本図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0052】

図1は、基板を処理するための光ビームを生成する光学システムを概略的に示し、該システムには全体的な参照符号10を付してある。

【0053】

システム10は、特に、光ビームにより基板上の層を面状に溶融する装置で使用される。より詳細には、光学システム10は、フラットスクリーン製造でアモルファスシリコンからなるシリコン層を結晶化する装置で使用される。

【0054】

光学システム10は、基板上の層を面状に溶融する上記装置において、光学システム1

50

0に加えてさらに他の光学ユニット（図示せず）、例えば光源、特にレーザ、ビーム拡大光学系、パルス増幅器及びパルスストレッチャー、減衰器等を備える、全体的な光学システムの一部である。このような全体的な光学システムにおいて、図1に示す光学システム10は、図示のように、光伝播方向に見て基板の上流におけるX次元内（後述する）で光学的にアクティブな最終ユニットである。システム10は、光伝播方向に見て、光学システム10に入る光の仮想光入射平面12から基板（図示せず）を設置する基板平面14まで対応して示される。

【0055】

光学システム10は、以下でX次元と称する第1次元内のビーム長Lと、以下でY次元と称する第2次元内のビーム幅B（図5を参照）とを有し、ビーム長Lはビーム幅Bよりもはるかに大きい。ビーム長Lは100mmを超え、例えば約300mmであり、ビーム幅Bは50 μ m未満、特に10 μ m未満、例えば約5 μ mである。

10

【0056】

図1において、X次元及びY次元の両方に対して垂直に延びる光伝播方向をZで示す。光学システム10をXZ平面で示す図1において、座標系16を説明のために示す。

【0057】

光学システム10は、第1光学構成体18と、光伝播方向に見て第1光学構成体18の上流にある第2光学構成体20とを備える。

【0058】

第1光学構成体18は、光学素子22及び光学素子24を備える。光学素子22は、X次元内で複数の光チャンネル26を画定し、光チャンネル26は、相互に並んで配置され、X次元内の入射光ビームを複数の部分視野に分割する。図1に示す例示的な実施形態では、光学素子22は、合計7つのこのような光チャンネルを画定する。しかしながら、それよりも大幅に多くてもよい。光学素子24も同様に、X次元内で相互に並んで配置される複数の光チャンネル28を画定し、図1に示す例示的な実施形態では同様に7つのこのような光チャンネル28を画定する。

20

【0059】

光学素子22及び光学素子24はいずれも、それぞれがシリンドリカルレンズアレイの形態で具現され、個別シリンドリカルレンズの各シリンダー軸は、Y次元内に、すなわち図1における図平面に対して垂直に延びる。

30

【0060】

図1から明らかのように、光チャンネル26及び28を形成する個別シリンドリカルレンズは、それぞれ平凸状に具現される。この場合、光学素子22のシリンドリカルレンズは、凸状の光出射側を光学素子24のシリンドリカルレンズの凸状の光入射側の反対側に設置される。

【0061】

光学素子22及び24の光チャンネル26及び28は、X次元内で光学素子22及び24に入射する光ビームを複数の部分視野に分割し、3つの部分視野30、32、及び34を例として図1に示す。

【0062】

光学素子22及び24からなる構成体は、（ダブル）フライアイコンデンサとも称する。フライアイコンデンサに加えて、第1光学構成体18は、付加的なコンデンサ光学ユニット36も備え、これは平凸レンズ38及び両凹レンズ40を備える。第1光学構成体18は、X次元内でのみ入射光ビームに作用するが、Y次元内では入射光ビームに全く又は実質的に影響を及ぼさない。レンズ38及び40は、これに対応してシリンダー軸がY次元内に延びるシリンドリカルレンズとして具現される。

40

【0063】

光ビームが第1光学構成体18の個々の光チャンネル26、28を通る結果として生じる部分視野30、32、34は、コンデンサ光学ユニット36により基板平面14においてX次元内で相互に重畳される。第1光学構成体18に入射する光ビームが第1次元内で相

50

互に並んで配置される複数の部分視野に分割され、該部分視野が基板平面 14 において第 1 次元内で重畳する結果として、基板平面に入射する光ビーム 14 の X 次元内の強度分布が均一になる。それは、光チャネル 26, 28 のそれぞれからの光が光チャネル 26, 28 の他方からの光と混合されるからである。しかしながら、第 1 光学構成体 18 により行われるこの光混合は、光チャネル 26, 28 が個々の光チャネル 26, 28 に入射した光ビームで十分に満たされない場合には最適でない。

【0064】

これを達成するために、第 2 光学構成体 20 が光学システム 10 に設けられる。

【0065】

第 2 光学構成体 18 の第 1 次元 X 内の範囲と、第 1 次元 X 内で第 2 光学構成体 18 に入射する光ビーム 42 の角度スペクトルの広がりとは、第 1 次元 X 内の第 2 光学構成体 20 のエテンデュール LLW_x が第 1 次元 X 内の光学システム 10 の全エテンデュールの 50% ~ 100% となることで、第 1 光学構成体 18 の光チャネル 26, 28 のほぼ全部が光で均一に照明されるようなものである。好適には、第 2 光学構成体 20 のエテンデュールは、光学システム 10 の全エテンデュールの 70% ~ 100%、好適には 80% ~ 100%、さらに好適には 90% ~ 100% である。したがって、第 2 光学構成体 20 が光学システム 10 の少なくともほぼ全エテンデュールを 1 段階で導入する結果として、第 1 光学構成体 10 の光チャネル 26, 28 の少なくともほぼ全部が光で均一に「満たされ」る。

10

【0066】

図示の例示的な実施形態では、これは、第 2 光学構成体 20 が、1 次元的に、正確には X 次元内で散乱及び / 又は回折効果を有する光学素子 44、特に回折光学素子を備えることにより実現される。光学素子 44 の場所におけるエテンデュール LLW_x は、 $LLW_x = D_x \times NA_x$ により与えられ、式中、 D_x は X 次元内の光学素子 44 の範囲であり、 NA_x はその開口数である。光学素子 44 における入射光ビーム 42 の散乱及び / 又は回折の結果として、光ビーム 42 の角度スペクトルは、第 1 次元に沿った光学素子 44 の任意の部分領域から出射する光が第 1 光学構成体 18 の光学素子 22 の各光チャネル 26 に少なくともほぼ入射するよう広げられる。これを、3 つの部分領域 46, 48、及び 50 で図 1 に示す。各部分領域 46, 48, 50 から出る光は、光学素子 22 の全光チャネル 26 に衝突し、したがって光学素子 24 の全光路 28 にも衝突する。光学素子 44 により、入射光ビーム 42 は、換言すれば、予備均一化した状態で第 1 光学構成体 18 に入射するよう再整形される。上述の部分領域は、それぞれが完全な角度情報を含む光学素子 44 の最小領域を意味すると理解すべきである。このような部分領域を「ピッチ」とも称する。

20

30

【0067】

言うまでもなく、X 次元に沿って図 1 に例として示す部分領域 46, 48、及び 50 は任意の所望の方法で選択され、すなわち、X 次元内の部分領域は光学素子 44 にわたって分配される。X 次元内の光学素子 44 の範囲にわたって見られるように、素子 44 から出る光は、光チャネルを事実上完全に、但し少なくとも 80% の範囲まで満たす。

【0068】

第 2 光学構成体 20 はさらに、コンデンサ光学ユニット 52 を備え、これは、光学素子 44 が発散的に散乱及び / 又は回折させたビーム 42 を第 1 光学構成体 18 に指向させる。コンデンサ光学ユニット 52 は、ここでは 2 つの平凸レンズ 54 及び 56 を備える。第 2 光学構成体 20 は、X 次元内全体で均一な、特にトップハット形の第 1 光学構成体 18 の照明を生成する。すなわち、X 次元内の第 1 光学構成体 20 の範囲にわたって、光ビームは、第 1 光学構成体 20 の出口又は第 1 光学構成体 18 の光学素子 22 の入口において、X 次元内で光学素子 22 の範囲にわたって延びる強度プラトー部を有する強度プロファイルを有し、上記プラトー部の両側に隣接して急峻なエッジを有する。結果として、第 1 光学構成体 18 が X 次元内で照明されるサイズは、光学素子 44 の開口に従う。換言すれば、レーザから得られる入射光ビーム 42 の各空間モードが、第 1 光学構成体の光学素子 22 の範囲全体にわたって第 2 光学構成体 20 により分配される。このように、光学素子 44 が、上述のように、X 次元内で必要な事実上全てのエテンデュールを光学システム 10

40

50

に導入する結果として、第1光学構成体18の個々の光チャネル26, 28が事実上完全に満たされる又は照明される。

【0069】

光学素子44は、1次元回折格子として、特にライン回折格子として具現されることが好ましい。この場合、光学素子44は、ライン、溝等として具現され、第1次元Xの方向に相互に離間し且つ/又は異なるサイズを有する構造素子を有する。複数のこのような構造素子は、部分構造58をそれぞれ形成し、部分構造58はそれぞれ、完全な角度情報を含む光を出す対応の部分領域46, 48、又は50を表す。したがって、部分構造58は、光チャネル26, 28それぞれに入る出射光が出る上記部分領域を形成する。部分構造58は、その有効方向(X次元)に対して垂直にY次元内に延びる。この場合、回折格子の個別部分構造58の距離及び/又はサイズは一定でなく、すなわち構造素子により形成される光学素子44の部分構造は非周期的である。これは、第1光学構成体18に入る前に第2光学構成体20から出る光ビームの干渉変調をすでに排除するものであり、そうでなければ、干渉変調は、光学素子22, 24及びその実質的な周期構造から基板平面14に伝達されることになる。

10

【0070】

この場合、回折格子の部分構造58のX次元内における平均距離又は同義的にサイズは、X次元内の入射光ビーム42の各横方向コヒーレンスセルからの光が第1光学構成体18から事実上ビーム長Lにわたって基板平面14に指向されるよう選択される。回折格子の部分構造58間の平均距離は、第1光学構成体18により生じ且つ光チャネル26, 28の周期構造の結果として基板14内で生じ得る干渉コントラストを最小化するという条件でさらに選択される。

20

【0071】

この場合、回折格子の部分構造58間の平均距離は、以下の関係を満足する。

光ビームの横方向コヒーレンス長 $l_c < \text{部分構造58間の平均距離}$

【0072】

好適には、それぞれ隣接する部分構造間の距離の平均距離は、以下の関係：

$1/3 < \text{部分構造58間の平均距離} / \text{光ビーム42の横方向コヒーレンス長 } l_c < 5$ 、
さらに好適には、

$1 < \text{部分構造58間の平均距離} / \text{光ビームの横方向コヒーレンス長 } l_c < 3$
を満足する。

30

【0073】

横方向コヒーレンス長 l_c は、第1次元X内で相互に離間していてもなお相互に干渉可能である2つの光線間の距離を意味すると理解すべきである。

【0074】

光学システム10に入射する光ビーム42がパルス状である場合、このような場合はパルス伸長モジュール(図示せず)が光学システム10の上流に配置されるが、パルス伸長モジュールにオフセット要素、例えば板及び楔を設けて、連続サブパルスが光学システム10に種々の場所及び/又は種々の角度で入ることができる。この場合、場所オフセット及び/又は角度オフセットは、光学システム10を通るサブパルスの経路が異なれば基板平面14における干渉パターンも異なるよう選択されることが好ましい。サブパルスは、基板平面14に時間的にオフセットして到達するので、相互に干渉し得ず、したがって基板平面14内のさらなる干渉コントラストがこれらのオフセット要素で可能である。

40

【0075】

1次元的に散乱又は回折作用を有する光学素子44は、Z方向に関してさらに回転可能である。結果として、1次元的に散乱又は回折作用を有する光学素子44の構造を、X次元内の排他的な範囲から、1次元的に作用を有する構造がY次元でも作用成分を示す位置にすることができ、この作用成分は、後述するように、基板平面14内の光ビームのビーム幅Bを適宜増減させるために用いることができる。

50

【 0 0 7 6 】

図 1 によれば、レンズ 5 4 , 5 6、光学素子 2 2 , 2 4 のシリンドリカルレンズアレイ、及びレンズ 3 8 は、平凸状に具現される。これに対して、レンズ 4 0 は両凹状に具現される。両凹レンズ 4 0 の撓みは、基板平面 1 4 内の光ビームの均一性の一定でないプロファイルを補正するよう適合される。したがって、基板平面 1 4 に入射する光ビームの強度の二次プロファイルを、X 次元内で適合又は補償することができる。これは、X 次元に関して、基板平面 1 4 に入射する光の強度がエッジに向かって減少又は増加し得るからであり、この減少又は増加が二次プロファイルを示すことが多い。レンズ 5 0 の光入射側 6 0 及び光出射側 6 2 における屈折力の分布を適宜適合させることにより、エッジ領域で X 次元内の均一性を改善することが可能である。

10

【 0 0 7 7 】

光学システム 1 0 のさらに別の態様を、図 2 及び図 3 を参照して説明する。図 2 及び図 3 は、光学素子 2 2 を X Y 平面 (図 3) 及び Y Z 平面 (図 3) の平面図で示す。

【 0 0 7 8 】

図 2 において、光学素子 2 2 のうちシリンドリカルレンズアレイを有する領域に参照符号 6 4 を設けてある。図 1 は、光学素子 2 2 のシリンドリカルレンズ 6 4 の領域のみを示す。図 2 によれば、領域 6 4 は、X 次元内の両側が楔形透過エッジ領域 6 6 , 6 8 により画定され、これらそれぞれの表面 7 0 及び 7 2 は、例えば Y 次元内で傾斜している。結果として、楔形エッジ領域 6 6 , 6 8 に入射する光は、例えば Y 次元内で偏向され、楔形エッジ領域 6 6 及び 6 8 からの光が第 2 光学素子 2 4 又は光学素子 2 4 のシリンドリカルレンズアレイに入射しなくなる。楔形エッジ領域 6 6 及び 6 8 により偏向した光は、例えば同じく後述する光学素子 1 0 のさらなるビーム経路内にある光ビーム画定素子において、光トラップ内で無害にされ得る。図 3 によれば、2 つの楔形エッジ領域 6 6 及び 6 8 は、相互に逆向きに傾斜しているが、2 つの楔形エッジ領域 6 6 及び 6 8 は、同じ向きに傾斜させてもよく、相互に平行にしてもよい。光学素子 2 2 の楔形エッジ領域 6 6 及び 6 8 に入射する光ビームのビーム画定は、すでに上述したように基板平面 1 4 内の光ビームの均一性の低下につながり得る、光学素子 2 4 の光チャネル 2 8 の 1 つ又は複数が完全に満たされない又は均一に照明されない状況を防止する。

20

【 0 0 7 9 】

光学システム 1 0 の上記説明は、X 次元内の入射光ビーム 4 2 の整形に関するものであった。以下では、光学システム 1 0 の第 3 光学構成体 7 4 について説明し、第 3 光学構成体 7 4 は、入射光ビーム 4 2 を所望のビーム幅 B で基板平面 1 4 に集束させるために光ビーム 4 2 を Y 次元内で整形する。図 1 に、第 3 光学構成体 7 4 を 1 本の線 7 6 により概略的に示す。

30

【 0 0 8 0 】

図 4 は、第 3 光学構成体 7 4 を図 1 と同様に X Z 平面内で、正確には図 1 における第 1 光学構成体 1 8 のコンデンサ光学ユニット 3 6 (簡略化して示す) から始めて示す。図 5 は、第 3 光学構成体 7 4 を Y Z 平面内で示し、この平面内では第 3 光学構成体 7 4 がアクティブである。

【 0 0 8 1 】

第 3 光学構成体 7 4 は、反射素子を有しミラー 8 2 及びミラー 8 4 を備える。図 4 にミラー 8 2 及び 8 4 を線として示すが、これは図 4 が X Z 平面内の図であり、ミラー 8 2 及び 8 4 は X Z 平面内ではアクティブでないからである。

40

【 0 0 8 2 】

Y 次元内のビーム画定用の光学素子 8 6 が、ミラー 8 2 の上流に配置される。

【 0 0 8 3 】

素子 8 6 は、システム 1 0 の他の場所にも、例えば第 2 光学構成体 2 0 の上流にも配置することができる。

【 0 0 8 4 】

光学素子 8 6 は、Y 次元内で可変に調整可能な透過領域 8 8 を有する。入射光ビームは

50

、光学素子 8 6 の透過領域 8 8 へ指向され、ミラー 8 2 及び 8 4 により、光学素子 8 6 の透過領域 8 8 は、基板平面 1 4 に縮小結像される。Y 次元内の透過領域 8 8 のサイズの設定により、基板平面 1 4 内のビーム幅 B を設定することが可能であり、すなわち、基板平面 1 4 内のビーム幅 B を大きくしようとする場合、Y 次元内の光学素子 8 6 の透過領域 8 8 がこの目的で拡大される。

【 0 0 8 5 】

しかしながら、基板平面 1 4 内のビーム幅の拡大制御は、単に光学素子 8 6 の透過領域 8 8 の拡大によるだけでは達成できず、この目的で、光学素子 8 6 に入射する光ビームも拡大した透過領域 8 8 に適合させなければならない。これは、Y 次元内でも、Y 次元内のエテンデューのごく一部を制御して導入する必要があるからである。これについて図 7 を参照して以下でより詳細に説明する。

10

【 0 0 8 6 】

図 7 は、異なるサイズを有するよう設定した 2 つの透過領域 8 8 a 及び 8 8 b を有する、Y 次元内のビーム画定用の光学素子 8 6 を示す。

【 0 0 8 7 】

さらに、図 7 は、光学素子 8 6 に入射する各光ビームの 2 つのビームプロファイル 9 0 a 及び 9 0 b を示す。

【 0 0 8 8 】

光学素子 8 6 の透過領域 8 8 が透過領域 8 8 a に従った、すなわち狭い様式でのビーム画定用に設定される場合を考えると、ビームプロファイル 9 0 a に従ったビームプロファイル又は強度プロファイルを有する光ビームが光学素子 8 6 に入射する場合、Y 次元内の上記光ビームの僅かな変位は、基板平面 1 4 内の光ビームの強度の安定性に事実上全く影響を及ぼさない。これに対して、光学素子 8 6 の透過領域 8 8 が図 7 における透過領域 8 8 b に設定されれば、すなわち光学素子 8 6 の透過領域 8 8 が大きければ、ビームプロファイル 9 0 a を有する同じ光ビームが光学素子 8 6 に入射する場合、Y 次元内の光ビームの僅かな変位又は変動でさえもビーム品質に、特に Y 次元内の強度の時間的安定性に悪影響を及ぼす。したがって、光学システム 1 0 の場合、光学素子 8 6 に入射する光ビームのビーム幅が透過領域 8 8 のサイズに適合されるようにする。

20

【 0 0 8 9 】

これは、光学システム 1 0 の場合、第 2 光学構成体 2 0 の光学素子 4 4 が Z 方向に関して回転可能であることにより実現される。光学素子 4 4 を Z 方向に関して回転させると、1 次元的に効果を有する散乱又は回折構造 5 8 は、Y 次元内の制御調整可能なビーム拡大をもたらす。これは、1 次元的に効果を有する構造素子 5 8 がこのとき Y 次元内の成分も有するからである。光学素子 4 4 の回転により発生したビームプロファイルを、図 7 にビームプロファイル 9 0 b で表す。光ビームのビーム拡大の結果として、Y 次元内のビームプロファイル 9 0 b は、中央の強度プラトー部及び高いエッジ急峻度を有して実質的にトップハット形に形成される。結果として、光学素子 8 6 の透過領域 8 8 b を大きくした場合でも、基板平面 1 4 において、Y 次元内の光ビームの位置の変動は、基板平面 1 4 内の光ビームの品質及びその時間的安定性に関して不利に現れない。

30

【 0 0 9 0 】

光ビームの拡大により生じる基板平面 1 4 内のエネルギー及びエネルギー密度の低下は、光源におけるエネルギーの増加により補償することができる。

40

【 0 0 9 1 】

図 6 は、光学システム 1 0 のさらに別の態様を示す。

【 0 0 9 2 】

すでに述べたように、第 3 光学構成体 7 4 は、Y 次元内の光ビームの基板平面 1 4 への集束に関して、反射素子から構成される。

【 0 0 9 3 】

ここで図 6 は、第 3 光学構成体の例示的な実施形態を示し、この場合、図 5 に示すミラー 8 2 及び 8 4 はいずれも曲面ミラーとして具現され、ミラー 8 2 は凸面ミラーとして具

50

現され、ミラー 8 4 は凹面ミラーとして具現される。ミラー 8 2 及び 8 4 は、相互に直接連続する。

【 0 0 9 4 】

特に、ミラー 8 2 及び 8 4 は、シリンダー軸が X 次元の方向に（図 6 の図平面に対して垂直に）延びるシリンダリカルミラーとして具現される。第 3 光学構成体 7 4 における少なくとも 1 つの凸面ミラー及び少なくとも 1 つの凹面ミラーの使用には、作動距離 A すなわち基板平面 1 4 と最終光学素子 8 4 との間の距離を、少なくとも結像のために屈折素子も使用する結像系の場合よりも大きくなるよう選択することができるという利点がある。ミラー 8 2 及び 8 4 に対する光ビームの入射角を変えること、ミラー半径を変えること、及び / 又はミラー距離を変えることにより、作動距離 A 及び光学構成体 7 4 の結像縮尺を広い限界内で設定することが可能であり、結像時のコマ収差及び球面収差も、このような構成体では屈折構成体の場合よりも容易に補償することができる。

【 図 1 】

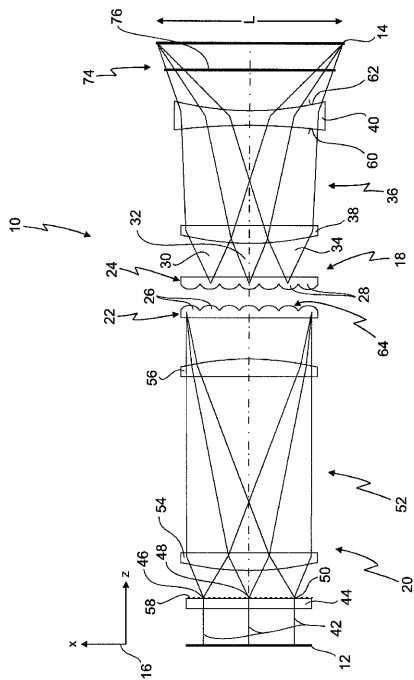


Fig. 1

【 図 2 】

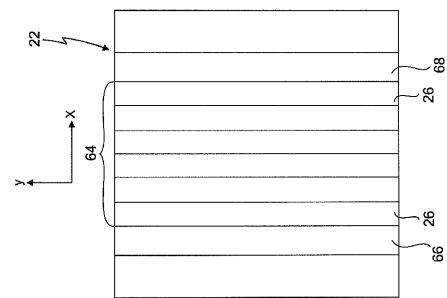


Fig. 2

【 図 3 】

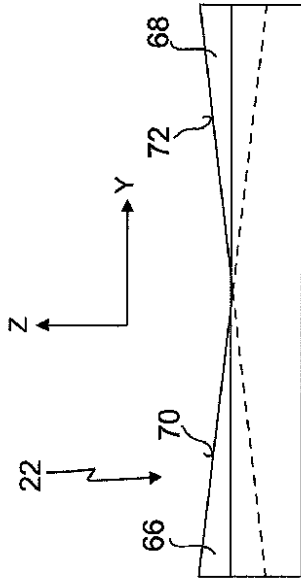


Fig. 3

【 図 4 】

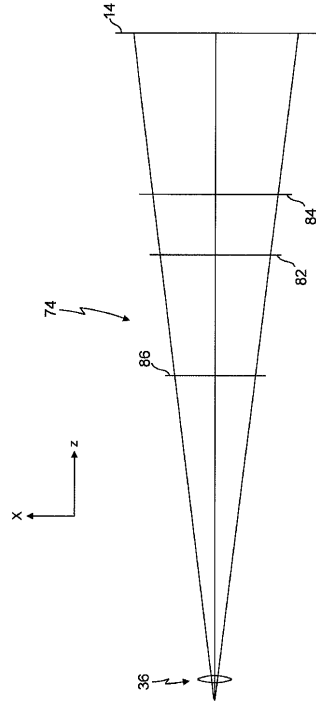


Fig. 4

【 図 5 】

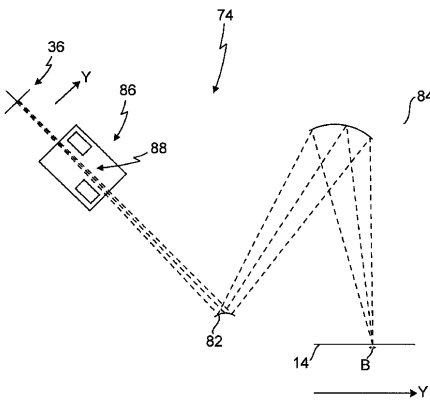


Fig. 5

【 図 6 】

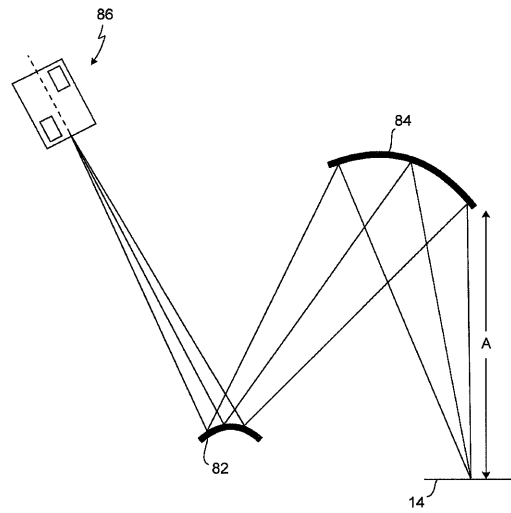


Fig. 6

【 図 7 】

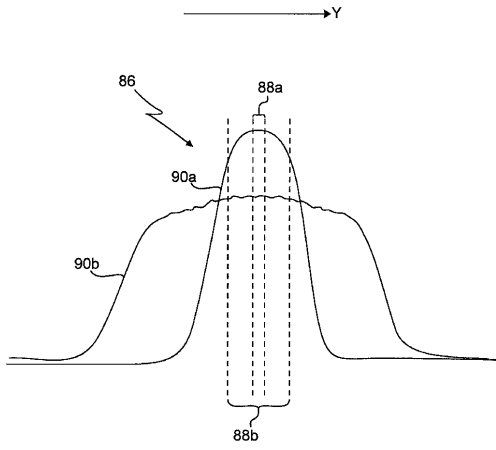


Fig. 7

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/060504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	G02B27/09	B23K26/06 B23K26/073
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)		
B23K G02B		
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 practical, search terms used)		
EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/066706 A2 (ZEISS CARL LASER OPTICS GMBH [DE]; MUENZ HOLGER [DE]; HERKOMMER ALOIS) 29 June 2006 (2006-06-29) cited in the application figures 11, 12, 30a page 7, last paragraph - page 8 Preferred embodiment 1; page 20 - page 22	1-3, 7-9, 11, 19, 20, 23
Y	US 2009/032511 A1 (ADAMS BRUCE E [US] ET AL) 5 February 2009 (2009-02-05) figures 9, 10A, 10B paragraph [0003] paragraph [0066] - paragraph [0069] paragraph [0071]	1-3, 7-9, 11, 19, 20, 23
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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
7 September 2010		06/10/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Serbin, Jesper

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2010/060504

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/096008 A1 (AKINS ROBERT P [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) figure 3B paragraph [0029] -----	1-23
A	EP 1 292 134 A2 (EASTMAN KODAK CO [US]) 12 March 2003 (2003-03-12) figures 1, 5 paragraph [0043] -----	1-23
A	US 6 366 308 B1 (HAWRYLUK ANDREW M [US] ET AL) 2 April 2002 (2002-04-02) figure 1 column 4, line 5 - line 11 column 6, line 3 - line 11 column 6, line 29 - line 45 -----	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/060504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2006066706	A2	29-06-2006	DE 112005003207 T5	17-04-2008
			JP 2008524662 T	10-07-2008
			KR 20070090246 A	05-09-2007
US 2009032511	A1	05-02-2009	EP 2183766 A1	12-05-2010
			WO 2009023442 A1	19-02-2009
US 2007096008	A1	03-05-2007	EP 1952105 A2	06-08-2008
			JP 2009514227 T	02-04-2009
			KR 20080065673 A	14-07-2008
			WO 2007053338 A2	10-05-2007
EP 1292134	A2	12-03-2003	JP 4303926 B2	29-07-2009
			JP 2003098476 A	03-04-2003
			US 2003039036 A1	27-02-2003
US 6366308	B1	02-04-2002	EP 1256030 A1	13-11-2002
			JP 2003524892 T	19-08-2003
			WO 0161407 A1	23-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/060504

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G02B27/09	B23K26/06 B23K26/073
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B23K G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2006/066706 A2 (ZEISS CARL LASER OPTICS GMBH [DE]; MUENZ HOLGER [DE]; HERKOMMER ALOIS) 29. Juni 2006 (2006-06-29) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 11, 12, 30a Seite 7, letzter Absatz - Seite 8 Preferred embodiment 1; Seite 20 - Seite 22	1-3,7-9, 11,19, 20,23
Y	US 2009/032511 A1 (ADAMS BRUCE E [US] ET AL) 5. Februar 2009 (2009-02-05) Abbildungen 9, 10A, 10B Absatz [0003] Absatz [0066] - Absatz [0069] Absatz [0071]	1-3,7-9, 11,19, 20,23
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. September 2010		06/10/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Beauftragter Serbin, Jesper

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2010/060504

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/096008 A1 (AKINS ROBERT P [US] ET AL) 3. Mai 2007 (2007-05-03) Abbildung 3B Absatz [0029] -----	1-23
A	EP 1 292 134 A2 (EASTMAN KODAK CO [US]) 12. März 2003 (2003-03-12) Abbildungen 1, 5 Absatz [0043] -----	1-23
A	US 6 366 308 B1 (HAWRYLUK ANDREW M [US] ET AL) 2. April 2002 (2002-04-02) Abbildung 1 Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 11 Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 11 Spalte 6, Zeile 29 - Zeile 45 -----	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/060504

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006066706 A2	29-06-2006	DE 112005003207 T5	17-04-2008
		JP 2008524662 T	10-07-2008
		KR 20070090246 A	05-09-2007
US 2009032511 A1	05-02-2009	EP 2183766 A1	12-05-2010
		WO 2009023442 A1	19-02-2009
US 2007096008 A1	03-05-2007	EP 1952105 A2	06-08-2008
		JP 2009514227 T	02-04-2009
		KR 20080065673 A	14-07-2008
		WO 2007053338 A2	10-05-2007
EP 1292134 A2	12-03-2003	JP 4303926 B2	29-07-2009
		JP 2003098476 A	03-04-2003
		US 2003039036 A1	27-02-2003
US 6366308 B1	02-04-2002	EP 1256030 A1	13-11-2002
		JP 2003524892 T	19-08-2003
		WO 0161407 A1	23-08-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ミヒャエル レイ

ドイツ国 7 3 4 3 2 アーレン ホイレンベルクヴェーク 3 0

(72)発明者 マルクス ツェンツィンガー

ドイツ国 8 9 0 7 3 ウルム プロメナーデ 2 5

(72)発明者 ホルガー ミュンツ

ドイツ国 7 3 4 3 0 アーレン ヨハン - セバスティアン - バッハ - シュトラーセ 1 7

Fターム(参考) 5F152 CE05 EE02 EE03 EE06 FF01 FF28 FG03 FG23

【要約の続き】

記第1光学構成体(18)の光チャネル(26; 28)のほぼ全部が光で均一に照明されるようなものであることを特徴とする、光学システム。

【選択図】図1