

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-540651  
(P2022-540651A)

(43)公表日 令和4年9月16日(2022.9.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 J 65/04 (2006.01)	H 0 1 J 65/04	Z 2 G 0 8 4
H 0 1 J 61/16 (2006.01)	H 0 1 J 61/16	Z
H 0 5 H 1/24 (2006.01)	H 0 5 H 1/24	

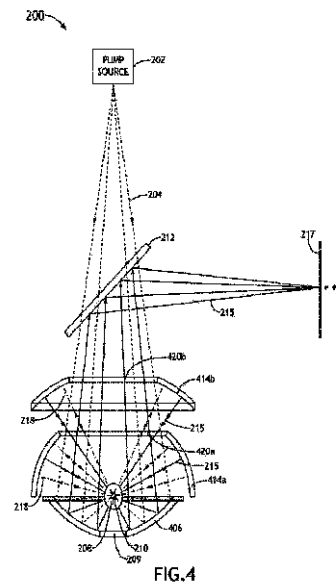
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-502069(P2022-502069)	(71)出願人	500049141 ケーエルエー コーポレーション アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピ タス ワン テクノロジー ドライブ
(86)(22)出願日	令和2年6月29日(2020.6.29)	(74)代理人	110001210 特許業務法人Y K I 国際特許事務所
(85)翻訳文提出日	令和4年3月9日(2022.3.9)	(72)発明者	チェン キピアオ アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモ ント ピア サン ディマス 6 8
(86)国際出願番号	PCT/US2020/040039	(72)発明者	ワン マーク シ アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモ ント グリッドレイ コート 4 7 6 6 7
(87)国際公開番号	WO2021/015928	F ターム(参考)	2G084 AA11 BB21 CC27 CC32
(87)国際公開日	令和3年1月28日(2021.1.28)		
(31)優先権主張番号	16/516,512		
(32)優先日	令和1年7月19日(2019.7.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,UG,ZM,ZW),EA( AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 マルチミラーレーザ維持プラズマ光源

(57)【要約】

マルチミラーレーザ維持プラズマ広帯域光源を開示する。当該光源は、ガスを収容するためのガス閉じ込め構造体を含み得る。前記光源は、ポンプ照明を発生するように構成されたポンプ光源と、前記ポンプ照明の一部を前記ガス内に向けさせ、それによりプラズマを維持するように構成された第1反射器要素とを含む。前記第1反射器は、前記プラズマから放出された広帯域光の一部を集光するように構成されている。また、前記光源は、前記第1反射器の反対側に配置された1以上の追加の反射器要素も含む。前記1以上の追加の反射器要素は、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記第1反射器要素により集光されなかった広帯域光を反射して前記プラズマに戻すように構成されている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

システムであって、  
 ガスを収容するためのガス閉じ込め構造体と、  
 ポンプ照明を発生するように構成されたポンプ光源と、  
 前記ポンプ照明の一部を前記ガス内に向けさせ、それによりプラズマを維持するように構成された第 1 反射器要素であって、前記プラズマから放出される広帯域光の少なくとも一部を集光するように構成された第 1 反射器要素と、  
 前記第 1 反射器の反対側に配置された 1 以上の追加の反射器要素と、を備え、前記第 1 反射器要素の反射面が、前記 1 以上の追加の反射器要素の反射面と向き合っており、前記 1 以上の追加の反射器要素が、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記第 1 反射器要素により集光されなかった広帯域光を反射して前記プラズマに戻すように構成されている、システム。

10

## 【請求項 2】

前記 1 以上の追加の反射器要素が、前記第 1 反射器要素により集光されなかった上部 2 の光の一部を反射するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記 1 以上の追加の反射器要素が、前記上部 2 の光の一部を前記第 1 反射器要素の第 1 焦点に集束させるように構成されていることを特徴とする、請求項 2 に記載のシステム。

20

## 【請求項 4】

前記上部 2 の光の一部が、さらに前記第 1 反射器要素の第 2 焦点に中継される、請求項 3 に記載のシステム。

## 【請求項 5】

前記第 1 反射器要素が反射楕円形セクションを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 6】

前記 1 以上の追加の反射器要素が 1 以上の反射球形セクションを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記 1 以上の追加の反射器要素が単一の反射球形セクションを含む、請求項 6 に記載のシステム。

30

## 【請求項 8】

前記 1 以上の追加の反射器要素が第 1 反射球形セクション及び第 2 球形セクションを含み、前記第 1 反射球形セクションの曲率半径が前記第 2 球形セクションの曲率半径よりも小さい、請求項 6 に記載のシステム。

## 【請求項 9】

前記第 1 反射器要素が、前記 1 以上の追加の反射器要素の曲率半径よりも小さい曲率半径を有する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記第 1 反射器要素が、前記 1 以上の追加の反射器要素の曲率半径よりも大きい曲率半径を有する、請求項 1 に記載のシステム。

40

## 【請求項 11】

前記第 1 反射器要素と前記 1 以上の追加の反射器要素とが、 $3 \sim 4$  の組み合わせられた集光立体角を有する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 12】

前記第 1 反射器要素と前記 1 以上の追加の反射器要素とが、 $3.4 \sim 3.6$  の組み合わせられた集光立体角を有する、請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記 1 以上の追加の反射器要素が前記第 1 反射器要素より上に配置されている、請求項 1 に記載のシステム。

50

## 【請求項 14】

前記 1 以上の追加の反射器要素が、前記ポンプ光源からのポンプ照明を前記プラズマに渡すように構成されたアパーチャを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 15】

前記ポンプ光源が 1 以上のレーザを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 16】

前記ポンプ光源が、赤外線レーザ、可視光線レーザ、又は紫外線レーザのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 15 に記載のシステム。

## 【請求項 17】

前記第 1 反射器要素及び前記 1 以上の追加要素が、前記プラズマからの広帯域 UV、V UV、DUV、又は EUV 光のうちの少なくとも 1 つを集光するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。 10

## 【請求項 18】

前記ガスが、アルゴン、クリプトン、又はキセノンのうち少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 19】

前記ガス閉じ込め構造体が、プラズマバルブ、プラズマセル、又はプラズマチャンバのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 20】

さらに、前記プラズマからの広帯域光出力を 1 以上の下流のアプリケーションに向けさせるように構成された 1 以上の追加の集光光学素子を備えた、請求項 1 に記載のシステム。 20

## 【請求項 21】

前記 1 以上の下流のアプリケーションが、検査又は計測のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 20 に記載のシステム。

## 【請求項 22】

システムであって、

ガスを収容するためのガス閉じ込め構造体と、

ポンプ照明を発生するように構成されたポンプ光源と、

前記ポンプ照明の一部を前記ガス内に向けさせ、それによりプラズマを維持するように構成された楕円ミラーであって、前記プラズマから放出された広帯域光の少なくとも一部を集光し、そして前記広帯域光の一部を 1 以上の下流のアプリケーションに向けさせるように構成された楕円ミラーと、 30

前記楕円ミラーより上に配置された 1 以上の球形ミラーと、を備え、前記楕円ミラーの反射面が、前記 1 以上の球形ミラーの反射面と向き合っており、前記 1 以上の球形ミラーが、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記楕円ミラーにより集光されなかった広帯域光を反射して前記プラズマに戻すように構成されている、システム。

## 【請求項 23】

方法であって、

ポンプ照明を発生するステップと、 40

前記ポンプ照明の一部を、ガス閉じ込め構造体内のガス内に向けさせ、それにより、第 1 反射器要素を介してプラズマを維持するステップと、

前記プラズマから放出された広帯域光の一部を、前記第 1 反射器要素を介して集光し、そして前記広帯域光の一部を 1 以上の下流のアプリケーションに向けさせるステップと、

吸収されなかったポンプ照明、及び、前記第 1 反射器要素により集光されなかった広帯域光を、1 以上の追加の反射器要素を介して反射させて前記プラズマに戻すステップと、を含む、方法。

## 【請求項 24】

前記 1 以上の下流のアプリケーションが検査又は計測のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 23 に記載の方法。 50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、概して、レーザ維持プラズマ(LSP)広帯域光源に関し、詳細には、複数の反射器要素を有するLSPランプハウスに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

微細化が進む半導体デバイスの検査に使用するための改良された光源が益々必要になっている。このような光源の1つに、レーザ維持プラズマ(LSP)広帯域光源がある。LSP広帯域光源は、高出力の広帯域光を生成できるLSPランプを含む。LSPランプは、楕円ミラーを用いてレーザ放射をガス容積内に集束し、それによりプラズマを点火及び/又は維持するように動作する。現在の楕円ミラーは、集光偏光角度が大きく(例えば120度)、且つ集光立体角が小さい(例えば3 未満)ことにより、集光効率が低い。また、集光偏光角度が大きい(例えば、偏光角度が120度)ことにより、集光アパーチャでの集束スポットサイズが理想よりも大きくなる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2016/0097513号

【特許文献2】米国特許出願公開第2017/0315369号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従って、上記のような従来の方法の欠点を改善するシステム及び方法を提供することが有利であろう。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本開示の1以上の実施形態によれば、システムが開示される。一実施形態において、前記システムは、ガスを収容するためのガス閉じ込め構造体を含む。別の実施形態において、前記システムは、ポンプ照明を発生するように構成されたポンプ光源を含む。別の実施形態において、前記システムは、前記ポンプ照明の一部を前記ガス内に向けさせ、それによりプラズマを維持するように構成された第1反射器要素を含む。別の実施形態において、前記第1反射器は、前記プラズマから放出された広帯域光の少なくとも一部を集光するように構成されている。別の実施形態において、前記システムは、前記第1反射器の反対側に配置された1以上の追加の反射器要素を含む。別の実施形態において、前記第1反射器要素の反射面は、前記1以上の追加の反射器要素の反射面と向き合っている。別の実施形態において、前記1以上の追加の反射器要素は、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記第1反射器要素により集光されなかった広帯域光を反射して前記プラズマに戻すように構成されている。

## 【0006】

本開示の1以上の実施形態によれば、システムが開示される。一実施形態において、前記システムは、ガスを収容するためのガス閉じ込め構造体を含む。別の実施形態において、前記システムは、ポンプ照明を発生するように構成されたポンプ光源を含む。別の実施形態において、前記システムは、前記ポンプ照明の一部を前記ガス内に向けさせ、それによりプラズマを維持するように構成された楕円ミラーを含む。別の実施形態において、前記楕円ミラーは、前記プラズマから放出された広帯域光の少なくとも一部を集光し、そして前記広帯域光の一部を1以上の下流のアプリケーションに向けさせるように構成されている。別の実施形態において、前記システムは、前記楕円ミラーより上に配置された1以上の球形ミラーを含む。別の実施形態において、前記楕円ミラーの反射面は、前記1以上の球形ミラーの反射面と向き合っている。別の実施形態において、前記1以上の球形ミラ

10

20

30

40

50

ーは、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記楕円ミラーにより集光されなかった広帯域光を反射して前記プラズマに戻すように構成されている。

【0007】

本開示の1以上の実施形態によれば、方法が開示される。一実施形態において、前記方法は、ポンプ照明を発生するステップを含む。別の実施形態において、前記方法は、前記ポンプ照明の一部を、ガス閉じ込め構造体内のガス内に向けさせ、それにより、第1反射器要素を介してプラズマを維持するステップを含む。別の実施形態において、前記方法は、前記プラズマから放出された広帯域光の一部を、前記第1反射器要素を介して集光し、そして前記広帯域光の一部を1以上の下流のアプリケーションに向けさせるステップを含む。別の実施形態において、前記方法は、吸収されなかったポンプ照明、及び、前記第1反射器要素により集光されなかった広帯域光を、1以上の追加の反射器要素を介して反射させて前記プラズマに戻すステップを含む。

10

【0008】

上述の概略的な説明及び以下の詳細な説明が、いずれも例示的で説明的なものに過ぎず、本発明を必ずしも、特許請求の範囲に記載されるように制限するものではないことが理解されよう。本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付図面は、本発明の実施形態を例示し、概略的な説明と共に、本発明の原理を説明する役割を果たす。

【0009】

本開示の多数の利点が、添付図面を参照することにより、当業者により良好に理解されよう。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の1以上の実施形態による、従来のLSP広帯域光源の概略図である。

【図2A】本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源の概略図である。

【図2B】本開示の1以上の実施形態による、プラズマを維持及び加熱するLSP広帯域光源の1以上のポンプ光源の概略図である。

【図2C】本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源における集光の概略図である。

【図2D】第1反射器要素と、ガス閉じ込め構造体を形成するように構成された1以上の追加の反射器要素の1つとを含むLSP広帯域光源の概略図である。

30

【図3A】本開示の1以上の実施形態による、図1に示したLSP広帯域光源と図2Aに示したLSP広帯域光源とを比較したグラフである。

【図3B】本開示の1以上の実施形態による、図1に示したLSP広帯域光源、及び、図2Aに示したLSP広帯域光源に対応する集束スポットの図である。

【図3C】本開示の1以上の実施形態による、図1に示したLSP広帯域光源の集光光効率、図2Aに示したLSP広帯域光源の集光光効率、及び図2Aに示したLSP広帯域光源の立体角導関数を、偏光放射角度の関数として表したグラフである。

【図4】本開示の1以上の実施形態による、積層構成の2つの追加の反射器要素を備えたLSP広帯域光源の概略図である

【図5】本開示の1以上の実施形態による、積層構成の3つの追加の反射器要素を備えたLSP広帯域光源の概略図である。

40

【図6】本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源の概略図である。

【図7】本開示の1以上の実施形態による、図2A～図6のいずれか（又はそれらの組合せ）に示したLSP広帯域光源を実装した光学特性評価システムの概略図である。

【図8】本開示の1以上の実施形態による、リフレクトメトリ及び/又はエリプソメトリ構成で配置された光学特性評価システムの簡略概略図である。

【図9】本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源（例えば、図2A～図8のいずれかに示したLSP広帯域光源又はそれらの任意の組合せ）を実装した光学特性評価システムの概略図である。

【図10】本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源の実装方法を示したフロ

50

一図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

ここで、添付図面に示した、開示された主題について詳細に説明する。

【0012】

図2A～図10の全体を参照し、本開示によるマルチ(複数)ミラーレーザ維持プラズマ広帯域光源を説明する。

【0013】

図1は、従来のLSP広帯域光源100を示す概略図である。広帯域光源100は、ポンプ照明104を発生するように構成されたポンプ光源102と、楕円形反射器要素106とを含み、楕円形反射器要素106は、ポンプ照明104の一部を、ガス閉じ込め構造体108に收容されているガスへと向け、それにより、プラズマ110を点火及び/又は維持するように構成されている。楕円形反射器要素106は、プラズマ110から放出された広帯域光115の一部(例えば、下部2の光)を集光するように構成されている。プラズマ110から放出された広帯域光115は、1以上の下流のアプリケーション(例えば、検査又は計測(メトロロジ))のために、1以上の追加の光学素子(例えば、コールドミラー112)を介して集光され得る。

10

【0014】

本明細書において、広帯域光源100の全集光角度が3(又はそれ未満)であることに留意されたい。広帯域光源100は、120度の楕円ミラー(すなわち、偏光角度が120度の楕円ミラー)を利用して、プラズマ110から放出される広帯域光115を集光する。しかし、このような光源100は光源エテンデュールが大きく、第1反射器要素は高倍率を必要とする。大きい光源エテンデュール及び高倍率の結果、集光アパーチャでの集束スポットサイズが大きくなり、集光効率が低くなる。広帯域光源100は、プラズマから放出される広帯域放射115を再利用できず、従ってプラズマが主要熱光源のみを介して加熱されることに留意されたい。

20

【0015】

光源100の欠点に基づいて、本開示の実施形態は、全集光立体角を3以上(例えば、3~4)に増大するように構成されたマルチミラーLSP広帯域光源の実現に向けられ、これにより、集光効率を向上させ、光源の集束スポットサイズを低減する。また、集光効率を高めることで、偏光角度が120度の光源100と同一のレーザ出力で、1.5倍の光量を得ることが可能である。

30

【0016】

図2Aは、本開示の1以上の実施形態によるLSP広帯域光源200の概略図である。一実施形態において、広帯域光源200は、ポンプ照明204の1以上のビームを発生するための1以上のポンプ光源202を含む。1以上のポンプ光源202は、プラズマを点火及び/又は維持するのに適した当分野で知られている任意のポンプ光源を含み得る。例えば、1以上のポンプ光源202は、1以上のレーザ(すなわち、ポンプレーザ)を含み得る。例えば、1以上のポンプ光源202は、赤外(IR)レーザ、可視レーザ、紫外(UV)レーザなどのうちの少なくとも1つを含み得る。

40

【0017】

別の実施形態において、広帯域光源200は第1反射器要素206を含む。第1反射器要素206は、ポンプ照明204の一部を、ガス閉じ込め構造体208内に收容されたガス内に第1反射器要素206の焦点で集束させて、プラズマ210を点火及び/又は維持するように構成されている。

【0018】

別の実施形態において、第1反射器要素206は、120度未満の集光偏光角度を有する。例えば、第1反射器要素206は、90度の、又はほぼ90度の集光偏光角度を有し得る。本明細書において、図2Aに示されている集光角度は、単に説明のために提供されており、本開示の範囲を限定するものと解釈されるべきではないことに留意されたい。

50

## 【0019】

別の実施形態において、広帯域光源200は、第1反射器要素206に対向して配置された1以上の追加の反射器要素214を含む。例えば、第1反射器要素206の反射面が、1以上の追加の反射器要素214の反射面と向き合い得る。1以上の追加の反射器要素214は、第1反射器要素206より上方に配置され得るが、これは必須ではない。本明細書において、1以上の追加の反射器要素214を上部反射器要素（複数可）と称し、第1反射器要素206を下部反射器要素と称し得るが、このような呼称が非限定的であることに留意されたい。

## 【0020】

1以上の追加の反射器要素214は1以上の開口部220を含み、開口部220は、ポンプ光源202からのポンプ照明204を、プラズマ210に渡し、且つ/又は第1反射器要素206の焦点から1以上のコンポーネント（構成要素）に渡すように構成されている。例えば、1以上の開口部220は、広帯域光215を1以上の追加の光学素子（例えば、光学特性評価システムなどの入口アパーチャ）に渡すように構成され得る。

## 【0021】

第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214は、プラズマ生成の分野で知られている任意の反射器要素を含み得る。一実施形態において、第1反射器要素206は、反射楕円形セクション（すなわち、楕円形反射器）を含み得、1以上の追加の反射器要素214は、1以上の球形セクション（すなわち、球形反射器）を含み得る。本明細書において、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214が、それぞれ楕円形反射器及び球形反射器に限定されないことに留意されたい。むしろ、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214は、プラズマ生成の分野で知られている任意の反射器形状を含み得る。例えば、第1反射器要素206及び/又は1以上の追加の反射器要素214は、1以上の楕円形反射器、1以上の球形反射器、及び/又は1以上の放物線状反射器を含み得る。

## 【0022】

一実施形態において、1以上の追加の反射器要素214は、単一の反射球形セクション214を含む。単一の反射球形セクションは、第1反射器要素206の焦点を中心とし得る。

## 【0023】

別の実施形態において、第1反射器要素206は、1以上の追加の反射器要素214よりも小さい曲率半径を有する。例えば、第1反射器要素206は、1以上の追加の反射器要素214の曲率半径R2よりも小さい曲率半径R1を有し得る。例えば、第1反射器要素206は、曲率半径R1 = 100 mmを有し得、一方、1以上の追加の反射器要素214は、曲率半径R2 = 160 mmを有し得る。本明細書において、1以上の追加の反射器要素214が、当分野で知られている任意の円錐定数kを有し得ることに留意されたい。例えば、1以上の追加の反射器要素214は、円錐定数k = 0を有し得る（すなわち、球面ミラー）。別の例として、1以上の追加の反射器要素214は、円錐定数k = -1を有し得る（すなわち、放物線状ミラー）。

## 【0024】

一実施形態において、第1反射器要素206と1以上の追加の反射器要素214とは、3 ~ 4 の組み合わせられた集光立体角を有するように構成される。例えば、第1反射器要素206と1以上の追加の反射器要素214とは、3.4 ~ 3.6 の組み合わせられた集光立体角を有し得る。例えば、第1反射器要素206と1以上の追加の反射器要素214とは、3.5 の組み合わせられた集光立体角を有する。本明細書において、プラズマ光源の放射立体角（例えば、4 付近）が、上部2 と下部2 とに分割されることに留意されたい。

## 【0025】

図2Bは、本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源200の1以上のポンプ光源202がプラズマ210を維持及び加熱する様子を示す概略図である。簡略化のた

10

20

30

40

50

めに、プラズマ 210 から放出される広帯域光 215 は図 2 B には示されていない。

【0026】

図 2 B に示されているように、1 以上のポンプ光源 202 が、第 1 反射器要素 206 の焦点の 1 つに配置され、ポンプ光源 202 からのポンプ照明 204 が、プラズマ 210 を維持するために第 1 反射器要素 206 の第 2 焦点に集束される。1 以上の追加の反射器要素 214 が、吸収されなかったポンプ照明 218 を反射して第 1 反射器要素 206 の焦点でプラズマ 210 に戻すように構成され得る。この実施形態において、再集束されたポンプ照明 218 は、プラズマ 210 により吸収される追加の機会を有することができ、それにより、プラズマ 210 をさらに加熱して、光源 200 の効率を増大し得る。

【0027】

図 2 C は、本開示の 1 以上の実施形態による、LSP 広帯域光源 200 における集光の概略図である。簡略化のために、最初のポンプ照明 204 及び再利用されるポンプ照明 218 は図 2 C には示されていない。第 1 反射器要素 206 は、下流のアプリケーションで使用するための下部 2 の光を集光するように構成され得る。例えば、第 1 反射器要素 206 は、下部 2 の光を第 1 反射器要素 206 の第 2 焦点に集束し得る。

【0028】

再び図 2 A を参照すると、動作中、プラズマ 210 は、ポンプ照明 204 , 218 の一部を吸収し、広帯域光 215 を放出する。この実施形態において、広帯域光 215 の約半分が、第 1 反射器要素 206 の焦点で再集束されてプラズマ 210 に戻され、プラズマ 210 に追加の加熱力を提供する。上部 2 の立体角に放出された光（すなわち、上部 2 の広帯域光 215 及び上部 2 の吸収されなかったポンプ照明 218）の少なくとも一部が、プラズマ 210 を加熱するための光子エネルギーの効率的な利用の促進を補助するように連続的に再利用されることに留意されたい。この実施形態において、1 以上の追加の反射器要素 214 は、第 1 反射器要素 206 により集光されなかった上部 2 の光を集光するように構成されている。例えば、上部 2 の立体角に放出された広帯域光 215 は、まず、第 1 反射器要素 206 と 1 以上の追加の反射器要素 214 の両方の焦点（例えば、プラズマ 210 が配置されている場所）に戻されて集光される。次いで、この例において、第 1 反射器要素 206 は、1 以上の追加の反射器 214 から再集束されて第 1 反射器要素 206 に戻された広帯域光 215 を、第 1 反射器要素 206 の第 2 焦点（例えば、集光アパーチャの位置）に中継し得る。本明細書において、この実施形態で、上部 2 及び下部 2 の光が同一の集光エテンデュール内に集光されることができ、その結果、集光立体角が（例えば、4 付近に）増大することに留意されたい。

【0029】

幾つかの実施形態において、ポンプ照明 204 は IR 光を含む。この実施形態において、プラズマ 210 に集束された IR 光は 2 の立体角を占める。例えば、IR 光のかなりの部分が、プラズマ 210 を通る最初の経路でプラズマ 210 に吸収され、残りの IR 光がプラズマ 210 を通って伝搬し、上部反射器要素（複数可）214 によりプラズマ 210 に再集束される。さらに、戻された IR 光のかなりの部分が再びプラズマ 210 に再吸収され、残る IR 光のごく一部が広帯域光源 200 から漏れる。この実施形態において、1 以上の追加の光学素子が、広帯域光 215 の関心スペクトルをプラズマ 210 からプラズマ集光面 217 に反射するように構成されたコールドミラー 212 を含むことができ、光スペクトルの別の部分（吸収されなかったポンプ照明を含む）がコールドミラー 212 を透過する。本明細書において、このプロセスが、全体的な IR 吸収効率を二重吸収により増大させることに留意されたい。

【0030】

ガス閉じ込め構造体 208 は、当分野で知られている任意のガス閉じ込め構造体を含むことができ、これは、プラズマ/ガスバルブ、プラズマ/ガスセル、プラズマ/ガスチャンバなどを含むがこれらに限定されない。さらに、ガス閉じ込め構造体 208 内に収容されるガスは、当分野で知られている任意のガスを含み得、これは、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe)、ネオン (Ne)、窒素 (N<sub>2</sub>) などのうちの少な

10

20

30

40

50



くとも1つを含むがこれらに限定されない。

#### 【0031】

一実施形態において、広帯域光源200は、ランプ（例えば、プラズマセル又はプラズマバルブ）の挿入を可能にするように構成されたオープンアクセスホール209を含む。例えば、光源200のガス閉じ込め構造体208がオープンアクセスホール209を含み得る。別の例として、第1反射器要素206がオープンアクセスホール209を含み得る。本明細書において、ガス閉じ込め構造体208がプラズマバルブ又はプラズマセルである場合、ガス閉じ込め構造体208の透明部分（例えば、ガラス）が任意の数の形状であり得ることに留意されたい。例えば、ガス閉じ込め構造体208は、円筒形状、球形状、カーゴイド形状などであり得る。

10

#### 【0032】

第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214は、プラズマベースの広帯域光源の技術分野で知られているプラズマ210からの任意の波長の広帯域光を集光するように構成される。例えば、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214は、紫外（UV）光、真空UV（VUV）光、深紫外（DUV）光、及び/又は極端紫外（EUV）光を集光するように構成され得る。

#### 【0033】

別の実施形態において、広帯域光源200は、プラズマ210からの広帯域光出力215を1以上の下流アプリケーション（図2A～図2Cに省略記号で示されている）に向けてるように構成された1以上の追加の光学素子をさらに含む。1以上の追加の光学素子は、当分野で知られている任意の光学素子を含み得、これは、1以上のミラー、1以上のレンズ、1以上のフィルタ、1以上のビームスプリッタなどを含むがこれらに限定されない。

20

#### 【0034】

本開示の実施形態の多くを、図2Aに示した実施形態のように、プラズマセル又はプラズマバルブを有するように示してきたが、このような構成が本開示の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。1以上の別の実施形態において、図2Dに示されているように、第1反射器要素206、及び、1以上の追加の反射器要素214のうちの1つが、それ自体でガス閉じ込め構造体208を形成するように構成されてもよい。例えば、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214は、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214の面により画成された容積内にガスを收容するように密閉され得る。この例において、プラズマセル又はプラズマバルブなどの内部のガス閉じ込め構造体は必要なく、第1反射器要素206及び1以上の追加の反射器要素214の面がガスチャンバとして機能する。この場合、開口部220は、ポンプ光204及びプラズマ広帯域光215の両方を通過させる窓230（例えば、ガラス窓）により密閉される。一実施形態において、第1反射器要素206は、開口部209を有さない構造であり得る。第1反射器要素206と追加の反射器要素214との間の開口部がシール232で密閉され得る。

30

#### 【0035】

図3Aは、広帯域光源100と広帯域光源200とを比較したグラフ300を示している。この例において、光源100の反射器要素106は、広帯域光源200の第1反射器要素206よりも大きい集光角度を有する。例えば、光源100の第1反射器要素106は120度の集光偏光角度を有し、広帯域光源200の第1反射器要素206は90度の集光偏光角度を有し得る。さらに、この例において、集光面217における下流の光学素子の集光数値開口（NA）は、光源100及び光源200の両方で同一である。

40

#### 【0036】

図3Bは、本開示の1以上の実施形態による、広帯域光源100及び広帯域光源200にそれぞれ対応する集束スポット310、320の図である。一実施形態において、光源100の反射器要素106が集束スポット310を生成し、広帯域光源200の第1反射器要素206が集束スポット320を生成する。この例において、広帯域光源100の集束スポット310は、広帯域光源200の集束スポット320（例えば、約1000µm

50

よりも大きい(例えば、約2000 $\mu\text{m}$ )。これは、光源100の集光偏光角度が(光源200よりも)大きい(例えば、120度)ことによる。本明細書において、広帯域光源200のスポット320のサイズがより小さいことにより、広帯域光源200がより高い集光効率(例えば、広帯域光源200でほぼ4、光源100でほぼ3)を示し得ることに留意されたい。

#### 【0037】

図3Cは、本開示の1以上の実施形態による、光源100の集光効率380と、広帯域光源200の集光効率370と、光源100及び光源200の両方の立体角導関数360とを偏光放射角度の関数として示したグラフ350である。

#### 【0038】

一実施形態において、グラフ350に示されている光源200の立体角導関数360は、偏光角度に対する立体角の導関数である。この実施形態において、立体角導関数360は、偏光角度 = 90度で最大になる。

#### 【0039】

別の実施形態において、グラフ350は、光源200の立体角あたりの集光効率370及び、光源100の立体角あたりの集光効率380を示す。この実施形態において、集光効率370、380は、それぞれ新設計及び旧設計に関する偏光放射角度の関数である。また、立体角あたりの集光効率は、ほぼ全ての偏光角度において、旧設計(集光効率380)に対して新設計(集光効率370)が高くなっている。新設計において、立体角あたりの集光効率370は、立体角導関数が最大である偏光角度 = 90度で最大となる。一方、旧設計では、立体角あたりの集光効率380の最大値は、立体角導関数が最大ではない偏光角度で最大になる。従って、新設計の全体的な集光効率は旧設計の方法よりも高くなる。

#### 【0040】

図4は、本開示の1以上の実施形態による、積層構成の2つの追加の反射器要素を有するLSP広帯域光源200の概略図である。一実施形態において、1以上の追加の反射器要素は、第1反射球形セクション414a及び第2球形セクション414bを含む。第1反射球形セクション414a及び第2球形セクション414bは、第1反射器要素406の焦点を共通の中心とし得る。このようなダブルミラー構造により、第2セクション414bが、第1セクションにより集光されなかった上部2の光を集光できるため、光源の集光立体角を増大させる。また、このようなダブルミラー構造において、より大きい反射球形セクションを製造可能にするために横方向の直径が低減される。

#### 【0041】

第1反射球形セクション414a及び第2球形セクション414bは、1以上の開口部420を含むことができ、開口部420は、ポンプ照明204が球形セクション414a、414bを通過できるように構成され、さらに、広帯域光215を下流の1以上のコンポーネントに渡すように構成されている。例えば、第2球形セクション414bは、ポンプ光源202からのポンプ照明204を、第1球形セクション414aの第1開口部420aを通してプラズマ210に渡すように構成された第2開口部420bを含み得る。また、第1開口部420aが、第1反射器要素406の焦点から集光された広帯域光215を、第2開口部420bを通して1以上のコンポーネントに渡すように構成され得る。さらに、第2球形セクション414bは、ポンプ照明218及び広帯域光215の追加の再利用を提供し得る。

#### 【0042】

一実施形態において、第2球形セクション414bの曲率半径は、第1球形セクション414aの曲率半径よりも大きい。また、第1球形セクション414a又は第2球形セクション414bの少なくとも一方が、第1反射器要素406の曲率半径よりも大きい曲率半径を有する。

#### 【0043】

図5は、本開示の1以上の実施形態による、積層構成の3つの追加の反射器要素514

10

20

30

40

50

を有する L S P 広帯域光源 5 0 0 の概略図である。一実施形態において、1 以上の反射器要素は、第 1 反射球形セクション 5 1 4 a、第 2 球形セクション 5 1 4 b、及び第 3 球形セクション 5 1 4 c を含む。第 1 反射球形セクション 5 1 4 a、第 2 球形セクション 5 1 4 b、及び第 3 球形セクション 5 1 4 c は、第 1 反射器要素 5 0 6 の焦点を共通の中心とし得る。

【 0 0 4 4 】

第 1 反射球形セクション 5 1 4 a、第 2 球形セクション 5 1 4 b、及び第 3 球形セクション 5 1 4 c は、1 以上の開口部 5 2 0 を含む得る。開口部 5 2 0 は、ポンプ照明 2 0 4 が球形セクション 5 1 4 a、5 1 4 b 及び 5 1 4 c を通過できるように構成され、さらに、広帯域光 2 1 5 を 1 以上の下流のコンポーネントに渡すように構成されている。例えば、第 3 球形セクション 5 1 4 c は第 3 開口部 5 2 0 c を含むことができ、第 2 球形セクション 5 1 4 b は第 2 開口部 5 2 0 b を含むことができ、第 1 球形セクション 5 1 4 a は第 1 球形開口部 5 2 0 a を含む得る。この点に関し、第 2 球形セクション 5 1 4 b は、第 1 反射器要素 5 0 6 により集光されなかった光に対する、ポンプ照明 2 1 8 及び広帯域光 2 1 5 の追加の再利用を提供し得る。また、第 3 球形セクション 5 1 4 c は、第 2 球形セクション 5 1 4 c により集光されなかったポンプ照明 2 1 8 の再利用を提供する。別の実施形態において、第 3 球形セクション 5 1 4 c の曲率半径は、第 2 球形セクション 5 1 4 b 及び第 1 球形セクション 5 1 4 a の曲率半径よりも大きい。

【 0 0 4 5 】

本明細書において、図 4 及び図 5 に示したような複数の追加の反射器要素の積層構成により、追加の反射器要素 4 1 4 a ~ 4 1 4 b 及び 5 1 4 a ~ 5 1 4 c のサイズを低減することに留意されたい。このサイズの低減が、本開示の 1 以上の実施形態の集光効率を向上させる。さらに、ミラーサイズのこの低減は、より高い集光効率のためのより大きい集光立体角を可能にするミラーの製造可能性を高める。

【 0 0 4 6 】

また、光源 2 0 0 の追加の反射器要素の最大個数が 3 つであるように示したが、これが本開示の範囲を限定するものと解釈されてはならないことに留意されたい。例えば、光源 2 0 0 は、任意の個数の追加の反射器要素を含むことができ、これは、1 つ、2 つ、3 つ、4 つ、5 つ、又は 6 つ（など）の個数の追加の反射器要素を含むがこれらに限定されない。

【 0 0 4 7 】

図 6 は、本開示の 1 以上の代替的及び / 又は追加の実施形態による、広帯域光源 2 0 0 の概略図である。

【 0 0 4 8 】

この実施形態において、第 1 反射器要素 6 0 6 は、1 以上の追加の反射器要素 6 1 4 の曲率半径よりも大きい曲率半径を有する。この実施形態において、1 以上の追加の反射器要素 6 1 4 は、ポンプ照明 2 0 4 及び集光経路 2 1 7 の影に配置される。さらに、この実施形態において、1 以上の追加の反射器要素 6 1 4 は、プラズマ広帯域放射 2 1 5 を再集束してプラズマ 2 1 0 に戻すようにするように構成されている。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、本開示の 1 以上の実施形態による、図 2 A ~ 図 6 のいずれか（又はそれらの組合せ）に示された L S P 広帯域光源 2 0 0 を実装した光学特性評価システム 7 0 0 の概略図である。

【 0 0 5 0 】

本明細書において、システム 7 0 0 が、当分野で知られている任意のイメージング、検査、計測、リソグラフィ、又はその他の特性評価 / 作製システムを構成し得ることに留意されたい。この点に関し、システム 7 0 0 は、検査、光学的計測、リソグラフィ、及び / 又はイメージングを試料 7 0 7 に実行するように構成され得る。試料 7 0 7 は、当分野で知られている任意のサンプルを含み得、これは、ウェハ、レチクル / フォトマスクなどを含むがこれらに限定されない。システム 7 0 0 が、本開示を通じて記載される L S P 広帯

10

20

30

40

50

域光源 200 の様々な実施形態のうちの 1 以上を組み込み得ることに留意されたい。

【0051】

一実施形態において、試料 707 は、試料 707 の移動を容易にするためにステージアセンブリ 712 上に配置される。ステージアセンブリ 712 は、当分野で知られている任意のステージアセンブリ 712 を含むことができ、これは、X-Y ステージ、R- ステージなどを含むがこれらに限定されない。別の実施形態において、ステージアセンブリ 712 は、検査又はイメージング中に試料 707 の高さを調整でき、それにより、試料 707 に焦点を合わせ続けることができる。

【0052】

別の実施形態において、照明アーム 703 が、広帯域光源 200 からの照明を試料 707 10 7 に向けるように構成されている。照明アーム 703 は、当分野で知られている任意の個数及び種類の光学部品を含み得る。一実施形態において、照明アーム 703 は、1 以上の光学素子 702、ビームスプリッタ 704、及び、対物レンズ 706 を含む。これに関連して、照明アーム 703 は、LSP 広帯域光源 200 からの照明を試料 707 の面上に集束させるように構成され得る。1 以上の光学素子 702 は、当分野で知られている任意の光学素子又は光学素子の組合せを含むことができ、これは、1 以上のミラー、1 以上のレンズ、1 以上のポライザ、1 以上のグレーティング、1 以上のフィルタ、1 以上のビームスプリッタなどを含むがこれらに限定されない。

【0053】

別の実施形態において、集光アーム 705 が、試料 707 から反射、散乱、回折、及び 20 /又は放出された光を集光するように構成されている。別の実施形態において、集光アーム 705 は、試料 707 から光を検出器アセンブリ 714 のセンサ 716 に向けさせ且つ /又は集束し得る。センサ 716 及び検出器アセンブリ 714 が、当分野で知られている任意のセンサ及び検出器アセンブリを含み得ることに留意されたい。例えば、センサ 716 は、電荷結合素子 (CCD) 検出器、相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) 検出器、時間遅延積分 (TDI) 検出器、光電子増倍管 (PMT)、アバランシェフォトダイオード (APD) などを含み得るが、これらに限定されない。さらに、センサ 716 は、ラインセンサ又は電子衝撃ラインセンサを含み得るが、これに限定されない。

【0054】

別の実施形態において、検出器アセンブリ 714 は、1 以上のプロセッサ 720 及びメモ 30 リ 722 を含むコントローラ 718 に通信接続される。例えば、1 以上のプロセッサ 720 は、メモリ 722 に通信接続されることができ、1 以上のプロセッサ 720 は、メモリ 722 に記憶されたプログラム命令のセットを実行するように構成される。一実施形態において、1 以上のプロセッサ 720 は、検出器アセンブリ 714 の出力を分析するように構成される。一実施形態において、プログラム命令のセットは、1 以上のプロセッサ 720 に、試料 707 の 1 以上の特性を分析させるように構成される。別の実施形態において、プログラム命令のセットは、試料 707 及び /又はセンサ 716 に焦点を合わせ続けるために、1 以上のプロセッサ 720 にシステム 700 の 1 以上の特性を変更させるように構成される。例えば、1 以上のプロセッサ 720 は、LSP 広帯域光源 200 からの照 40 明を試料 707 の面上に集束させるために対物レンズ 706 又は 1 以上の光学素子 702 を調整するように構成され得る。別の例として、1 以上のプロセッサ 720 は、試料 707 の面から照明を集光し、集光した照明をセンサ 716 に集束させるために、対物レンズ 706 及び /又は 1 以上の光学素子 702 を調整するように構成され得る。

【0055】

システム 700 が、当分野で知られている任意の光学的構成で構成されることができ、これらが、暗視野構成、明視野配向などを含むがこれらに限定されないことに留意されたい。

【0056】

図 8 は、本開示の 1 以上の実施形態による、リフレクトメトリ及び /又はエリプソメトリ構成で配置された光学特性評価システム 800 の簡略概略図を示す。図 2A ~ 図 7 に関 50

して説明した様々な実施形態及びコンポーネントが図 8 のシステムに拡張されると解釈できることに留意されたい。システム 800 は、当分野で知られている任意のタイプの計測システムを含み得る。

【0057】

一実施形態において、システム 800 は、LSP 広帯域光源 200 と、照明アーム 816 と、集光アーム 818 と、検出器アセンブリ 828 と、1 以上のプロセッサ 720 及びメモリ 722 を含むコントローラ 718 とを含む。

【0058】

この実施形態において、LSP 広帯域光源 200 からの広帯域照明が、照明アーム 816 を介して試料 707 に向けられる。別の実施形態において、システム 800 は、サンプルから発せられた照明を、集光アーム 818 を介して集光する。照明アーム経路 816 は、広帯域ビームを修正及び / 又は調整するのに適した 1 以上のビーム調整コンポーネント 820 を含み得る。例えば、1 以上のビーム調整コンポーネント 820 は、1 以上のポラライザ、1 以上のフィルタ、1 以上のビームスプリッタ、1 以上のディフューザ、1 以上のホモジナイザ、1 以上のアポダイザ、1 以上のビームシェイパ、又は 1 以上のレンズを含み得るが、これらに限定されない。

10

【0059】

別の実施形態において、照明アーム 816 は、第 1 集束要素 822 を利用して、サンプルステージ 812 上に配置された試料 207 にビームを集束及び / 又は向けさせ得る。別の実施形態において、集光アーム 818 は、試料 707 からの照明を集光するための第 2 集束要素 826 を含み得る。

20

【0060】

別の実施形態において、検出器アセンブリ 828 は、試料 707 から発せられた照明を、集光アーム 818 を介して捕捉するように構成される。例えば、検出器アセンブリ 828 は、試料 707 から（例えば、鏡面反射、拡散反射などを介して）反射又は散乱された照明を受光し得る。別の例として、検出器アセンブリ 828 は、試料 707 により発生された照明（例えば、ビームの吸収に関連するルミネセンスなど）を受光し得る。検出器アセンブリ 828 が、当分野で知られている任意のセンサ及び検出器アセンブリを含み得ることに留意されたい。例えば、センサは、CCD 検出器、CMOS 検出器、TDI 検出器、PMT、APD などを含み得るが、これらに限定されない。

30

【0061】

集光アーム 818 は、さらに、第 2 集束要素 826 により集光された照明を方向付け及び / 又は修正する任意の個数の集光ビーム調整要素 830 を含み得る。集光ビーム調整要素 830 は、1 以上のレンズ、1 以上のフィルタ、1 以上のポラライザ、又は 1 以上の位相プレートを含むがこれらに限定されない。

【0062】

システム 800 は、当分野で知られている任意のタイプの計測ツールとして構成され得、これは、1 以上の照明角度を有する分光エリプソメータ、ミューラ行列要素を（例えば、回転補償器を使用して）測定するための分光エリプソメータ、単波長エリプソメータ、角度分解エリプソメータ（例えば、ビームプロファイルエリプソメータ）、分光反射率計、単波長反射率計、角度分解反射率計（例えば、ビームプロファイル反射率計）、イメージングシステム、瞳孔イメージングシステム、スペクトルイメージングシステム、又は散乱計を含むがこれらに限定されない。

40

【0063】

本開示の様々な実施形態での実装に適した検査 / 計測ツールに関する記載が、2012 年 7 月 9 日に出願された “Wafer Inspection System” と題する米国特許出願第 13 / 554954 号；2009 年 7 月 16 日に公開された “Split Field Inspection System Using Small Catadioptric Objectives” と題する米国公開特許出願第 2009 / 0180176 号；2007 年 1 月 4 日に公開された “Beam Delivery System for Laser Dark-Field Illumination in a Catadioptric Optical System” と題する米

50

国公開特許出願第2007/0002465号；1999年12月7日に発行された“Ultra-broadband UV Microscope Imaging System with Wide Range Zoom Capability”と題する米国特許第5,999,310号；2009年4月28日に発行された“Surface Inspection System Using Laser Line Illumination with Two Dimensional Imaging”と題する米国特許第7,525,649号；2013年5月9日に公開された“Dynamically Adjustable Semiconductor Metrology System”と題する、Wangらによる米国公開特許出願第2013/0114085号；1997年3月4日に発行された“Focused Beam Spectroscopic Ellipsometry Method and System”と題するPiwonka-Corleらによる米国特許第5,608,526号；2001年10月2日に発行された“Apparatus for Analyzing Multi-Layer Thin Film Stacks on Semiconductors”と題するRosencwaigらによる米国特許第6,297,880号に提示されており、これらの各々の全てを援用して本明細書に組み込む。

10

**【0064】**

本開示の1以上のプロセッサ720は、当分野で知られている任意の1以上の処理要素を含み得る。この意味で、1以上のプロセッサ720は、ソフトウェアアルゴリズム及び/又は命令を実行するように構成された任意のマイクロプロセッサ型デバイスを含み得る。本開示全体を通じて説明されるステップが、単一のコンピュータシステム、又は代替的に複数のコンピュータシステムにより実行され得ることが理解されよう。全体として、用語「プロセッサ」は、非一時的メモリ媒体722からのプログラム命令を実行する1以上の処理及び/又は論理要素を有する任意のデバイスを包含するように広く定義され得る。さらに、開示される様々なシステムの異なるサブシステムは、本開示全体を通じて記載されるステップの少なくとも一部を実行するのに適したプロセッサ及び/又は論理要素を含み得る。

20

**【0065】**

メモリ媒体722は、関連する1以上のプロセッサ720により実行可能なプログラム命令を記憶するのに適した、当分野で知られている任意の記憶媒体を含み得る。例えば、メモリ媒体722は、非一時的メモリ媒体を含み得る。例えば、メモリ媒体722は、リードオンリーメモリ、ランダムアクセスメモリ、磁気又は光学メモリデバイス（例えば、ディスク）、磁気テープ、ソリッドステートドライブなどを含み得るが、これらに限定されない。別の実施形態において、メモリ722は、本明細書に記載される様々なステップの1以上の結果及び/又は出力を記憶するように構成される。さらに、メモリ722が、1以上のプロセッサ720と共通のコントローラハウジングに収容され得ることに留意されたい。代替的な実施形態において、メモリ722は、1以上のプロセッサ720の物理的位置から離れて配置され得る。例えば、1以上のプロセッサ720は、ネットワーク（例えば、インターネット、イントラネットなど）を介してアクセス可能なリモートメモリ（例えば、サーバ）にアクセスし得る。これに関し、コントローラ718の1以上のプロセッサ720は、本開示全体を通じて説明される様々なプロセスステップのいずれをも実行し得る。本明細書において、システム700の1以上のコンポーネントが、システム700の様々なその他のコンポーネントに、当分野で知られている任意の方法で通信接続され得ることに留意されたい。例えば、照明システム700、検出器アセンブリ714、コントローラ718、及び1以上のプロセッサ720は、有線（例えば、銅線、光ファイバケーブルなど）又は無線接続（例えば、RF接続、IR結合、データネットワーク通信（例えば、WiFi、WiMax、Bluetoothなど））を介して、互いに、及び、その他のコンポーネントに通信接続され得る。

30

40

**【0066】**

幾つかの実施形態において、本明細書に記載するLSP広帯域光源200及びシステム700,800は、本明細書において、プロセスツールに物理的に接続されないツールと解釈される「スタンドアロンツール」として構成され得る。別の実施形態において、このような検査又は計測システムは、プロセスツール（図示せず）に、有線及び/又は無線部分を含み得る伝送媒体により接続され得る。プロセスツールは、当分野で知られている

50

任意のプロセスツールを含み得、これらは、例えば、リソグラフィツール、エッチツール、蒸着ツール、研磨ツール、めっきツール、クリーニングツール、又はイオン注入ツールである。本明細書に記載するシステムにより実行される検査又は測定の結果は、プロセス又はプロセスツールのパラメータを、フィードバック制御技術、フィードフォワード制御技術、及び/又はインサイチュ制御技術を用いて変更するために使用され得る。プロセス又はプロセスツールのパラメータは手動で又は自動的に変更され得る。

**【0067】**

図9は、本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源200（例えば、図2A～図8のいずれかに示したLSP広帯域光源又はそれらの任意の組合せ）を実装した光学特性評価システム900の概略図である。一実施形態において、システム900は広帯域光源200から広帯域光215を受け取るための集光アパーチャ934に接続された照明器アーム950を含む。照明アーム950が、当分野で知られている任意の検査、計測、又はその他のイメージングシステムのための照明器として機能を果たすことができ、本明細書において例示目的で提供されているに過ぎないことに留意されたい。

10

**【0068】**

別の実施形態において、システム900は、NAレンズ922、補償プレート924、及び、シリンダレンズ926を照明経路（すなわち、ポンプ照明204の経路）に沿って含む。さらに、システム900は、窓930及びカラーフィルタ（CF）932を、集光経路217（すなわち、広帯域光215の経路）に沿って含む。

**【0069】**

一実施形態において、照明器アーム950は、広帯域光215を整形及び/又は調整するための1以上のコンポーネントを含む。例えば、1以上のコンポーネントは、1以上のレンズ952、956、1以上のミラー、1以上のフィルタ、又は1以上のビーム整形要素954（例えば、ホモジナイザ、ビームシェイパなど）を、選択された照明状態（例えば、照明フィールドサイズ、ビーム形状、角度、スペクトルコンテンツなど）を提供するために含み得る。

20

**【0070】**

図10は、本開示の1以上の実施形態による、LSP広帯域光源200～800を実装するための方法1000を示すフロー図である。本明細書において、方法1000のステップの全て又は一部が、広帯域光源200及び/又はシステム700、800、若しくは900により実行され得ることに留意されたい。しかし、追加又は代替のシステムレベルの実施形態も、方法1000のステップの全て又は一部を実行し得るため、方法1000が、広帯域光源200及び/又はシステム700、800、若しくは900に限定されないことがさらに認識されよう。

30

**【0071】**

ステップ1002において、ポンプ光源がポンプ照明を発生する。

**【0072】**

ステップ1004において、第1反射器要素が、ポンプ照明の一部をガス閉じ込め構造体内のガスに向けて、プラズマを維持するように構成されている。

**【0073】**

ステップ1006において、第1反射器要素は、プラズマから放出された広帯域光の一部を集光し、広帯域光の一部を1以上の下流アプリケーションに向ける。1以上の下流アプリケーションは、検査又は計測の少なくとも1つを含み得る。

40

**【0074】**

ステップ1008において、1以上の追加の反射器要素が、吸収されなかったポンプ照明、及び、第1反射器要素により集光されなかった広帯域光を反射してプラズマに戻すように構成される。

**【0075】**

動作中、ポンプ光源202はポンプ照明204を発生する。第1反射器要素206は、ポンプ照明204をガス閉じ込め構造体208内に向けさせ、それによりプラズマ210

50

を維持する。プラズマ 210 は広帯域光 215 を放出し、この広帯域光 215 は第 1 反射器要素 206 により集光され、第 1 反射器要素 206 は、広帯域光 215 を 1 以上の下流のアプリケーション（例えば、計測又は検査）に向けさせる。1 以上の追加の光学素子が、広帯域光 215 を 1 以上の下流のアプリケーションに向けさせることを補助し得る。1 以上の追加の反射器要素 214 は、吸収されなかったポンプ照明、及び、第 1 反射器要素 206 により集光されなかった広帯域光を反射してプラズマ 210 に戻し、それによりプラズマをさらに加熱する。プラズマ 210 は、ポンプ照明 204 の一部を吸収し、広帯域放射 215 を放出し、これもまた再集束されてプラズマ 210 に戻され、それによりプラズマを加熱する。

【0076】

当業者には、本明細書に記載した構成要素、デバイス、物体、及びそれらに付随する議論が概念の明確化のために例として使用され、様々な構成の改変が想定されることが理解されよう。従って、本明細書で用いられているように、記載された特定の例示及び付随する議論は、それらのより一般的なクラスを代表することが意図されている。概して、任意の特定の例示の使用は、そのクラスを代表することが意図されており、特定の構成要素、デバイス、及び物体が含まれていないことが限定を意味すると解釈されてはならない。

【0077】

本明細書における、実質的に任意の複数形及び／又は単数形の用語の使用に関し、当業者は、文脈及び／又は用途に応じて、複数形から単数形に及び／又は単数形から複数形に、適切に解釈し得る。様々な単数形／複数形の順列は、明確化のために、本明細書では明示されていない。

【0078】

本明細書に記載された主題が、その他の構成要素内に含まれた、又はそれらに接続された異なる構成要素を示す場合がある。このように示されたアーキテクチャが単に例示的なものであり、実際には、同一機能を達成する多くの別のアーキテクチャが実現可能であることが理解されよう。概念的には、同一機能を達成するための構成要素のどのような配置も、所望の機能が達成されるように有効に「関連付けられる」。従って、特定の機能を達成するために明細書中で組み合わせられた任意の 2 つの構成要素を、アーキテクチャ又は中間構成要素に関係無く、所望の機能が達成されるように互いに「関連付けられている」とみなし得る。同様に、このように関連付けられた任意の 2 つの構成要素を、所望の機能を達成するために互いに「接続されている」又は「連結されている」とみなすこともでき、また、このように関連付けられることができる任意の 2 つの構成要素を、所望の機能を達成するために互いに「連結可能である」とみなすこともできる。連結可能なものの特定の例は、物理的に噛み合い可能な及び／又は物理的に相互作用する構成要素、及び／又は、無線で相互作用可能な及び／若しくは無線で相互作用する構成要素、及び／又は、論理的に相互作用する及び／若しくは論理的に相互作用可能な構成要素を含むが、これらに限定されない。

【0079】

さらに、本発明が添付の特許請求の範囲により定義されることを理解されよう。一般に、本明細書、特に添付の特許請求の範囲（例えば、添付の請求項の本体）で使用される用語が、概して「オープンな」用語として意図されていることが当業者には理解されよう（例えば、用語「～を含む」（“including”）は「～を含むがこれに限定されない」（“including but limited to”）と解釈されるべきであり、用語「有する」（“having”）は「少なくとも有する」（“having at least”）と解釈されるべきであり、用語「含む」（“includes”）は「～を含むがこれに限定されない」（“includes but is not limited to”）と解釈されるべき、などである）。また、当業者は、特定の数の導入される請求項の記載が意図されている場合、そのような意図が請求項に明確に記載され、そのような記載がない場合にはそのような意図が存在しないことをさらに理解するであろう。例えば、理解の補助として、以下の添付の請求項は、請求項の記載を導入するための導入フレーズ「少なくとも 1 つの」（“at least one”）及び「1 以上の」（“one or more”）の使用を含み得る。L50

10

20

30

40

L50



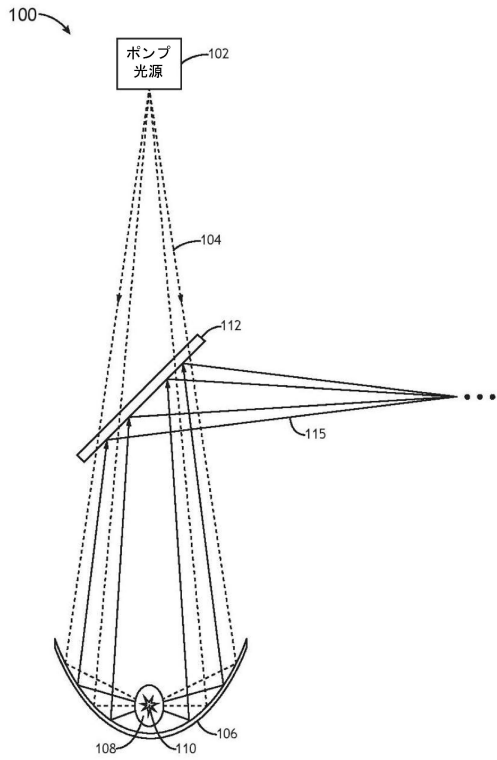
かし、このようなフレーズの使用は、不定冠詞(“ a ”)又は(“ an ”)による請求項の記載の導入が、同一の請求項が導入句「少なくとも1つの」(“ at least one ”)又は「1以上の」(“ one or more ”)及び“ a ”又は“ an ”のような不定冠詞を含んでいたとしても、そのように導入された請求項の記載を含むいかなる特定の請求項も、そのような記載を1つしか含まない実施形態に限定されることを意味すると解釈されるべきではない(例えば、(“ a ”)及び/又は(“ an ”)は「少なくとも1つの」(“ at least one ”)又は「1以上の」(“ one or more ”)を意味すると解釈されるべきである)。請求項の記載を導入するために用いられる定冠詞の使用に関しても同様のことが当てはまる。加えて、導入された請求項の記載に特定の数が明示的に記載されている場合であっても、当業者には、そのような記載が、少なくとも記載された数を意味するものと解釈されるべきであると理解されよう(例えば、他に修飾語を有さない「2つの記載」(“ two recitation ”)という単なる記載は、少なくとも2つの記載、又は2つ以上の記載を意味する)。さらに、「A、B、及びCなどのうちの少なくとも1つ」(“ at least one of A, B, and C and the like ”)に類似した慣用語が用いられる場合、一般に、そのような構成は、当業者がその慣用語を理解するであろう意味に意図される(例えば、「A、B及びCのうちの少なくとも1つを有するシステム」(“ a system having at least one of A, B, and C ”)は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとBの両方、AとCの両方、BとCの両方、及び/又はAとBとCの全てなどを有するシステムを含むがこれらに限定されない)。「A、B、又はCなどのうちの少なくとも1つ」(“ at least one of A, B, or C and the like ”)に類似した慣用語が用いられる場合、一般に、そのような構成は、当業者がその慣用語を理解するであろう意味に意図される(例えば、「A、B又はCのうちの少なくとも1つを有するシステム」(“ a system having at least one of A, B, or C ”)は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとBの両方、AとCの両方、BとCの両方、及び/又はAとBとCの全てなどを有するシステムを含むがこれらに限定されない)。また、当業者は、2つ以上の代替用語を表す実質的に全ての離接語及び/又はフレーズが、説明、特許請求の範囲又は図面においても、用語の1つ、用語のいずれか、又は両方の用語を含む可能性を考慮するように理解するであろう。例えば、フレーズ「A又はB」(“ A or B ”)は、「A」(“ A ”)若しくは「B」(“ B ”)又は「A及びB」(“ A and B ”)の可能性を含むように理解されるであろう。

#### 【0080】

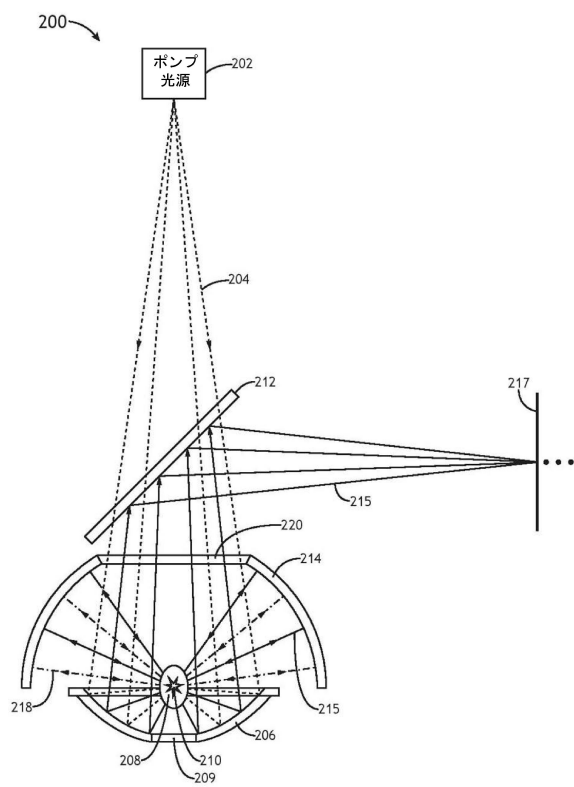
本開示及び本開示に付随する利点の多くが、上述の説明により理解されよう。また、構成要素の形態、構造、及び配置に様々な変更を、開示した主題から逸脱せずに、また、その重要な利点の全てを犠牲にせずに加え得ることが明らかであろう。記載した形態は単なる説明であり、以下に記載する特許請求の範囲は、これらの変更を許容及び包含することを意図する。

【図面】

【図 1】



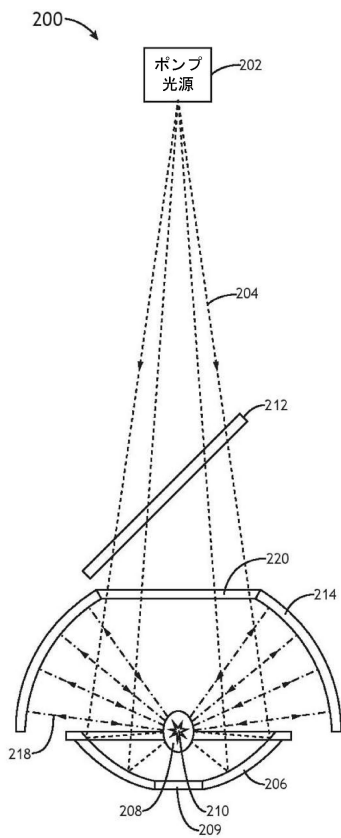
【図 2 A】



10

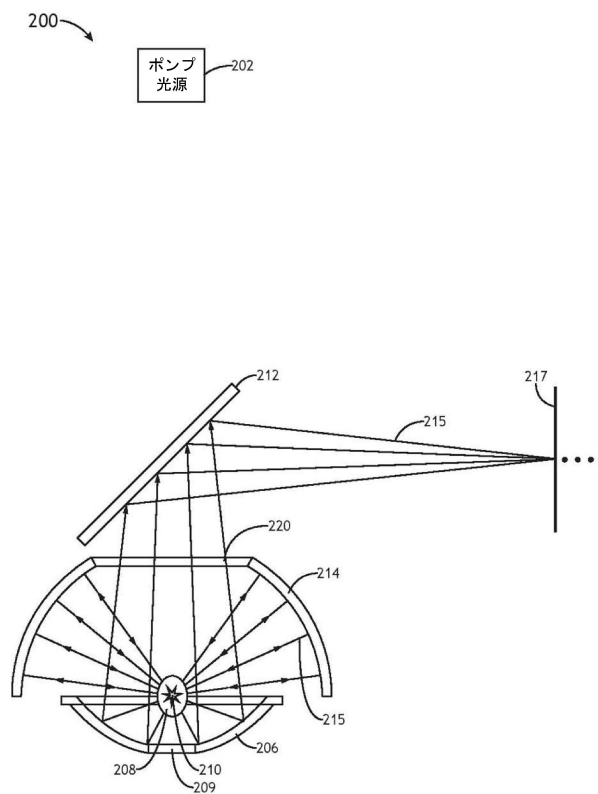
20

【図 2 B】



30

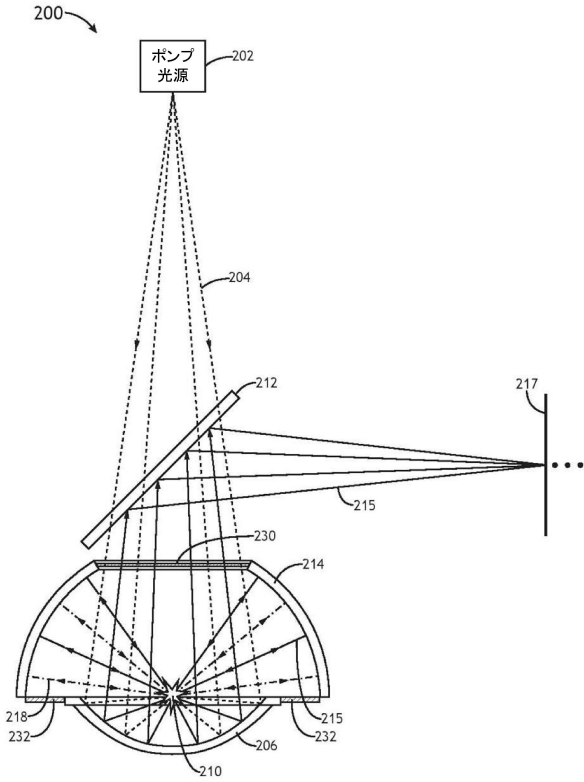
【図 2 C】



40

50

【 図 2 D 】



【 図 3 A 】

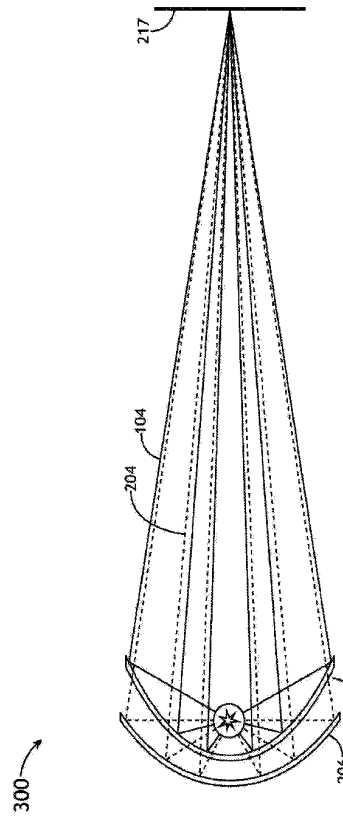


FIG.3A

10

20

【 図 3 B 】

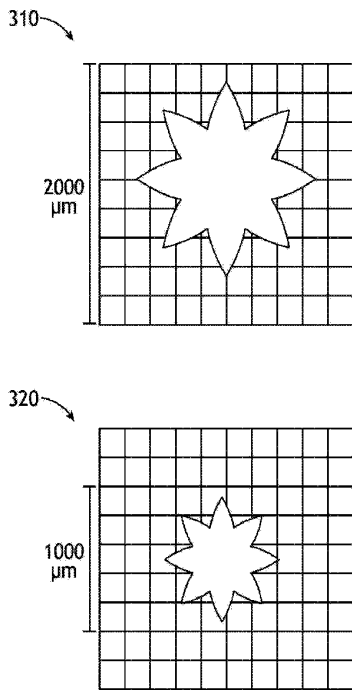
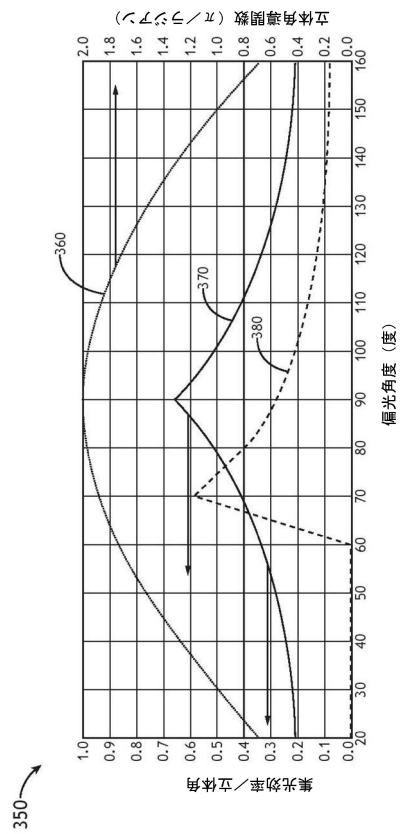


FIG.3B

【 図 3 C 】

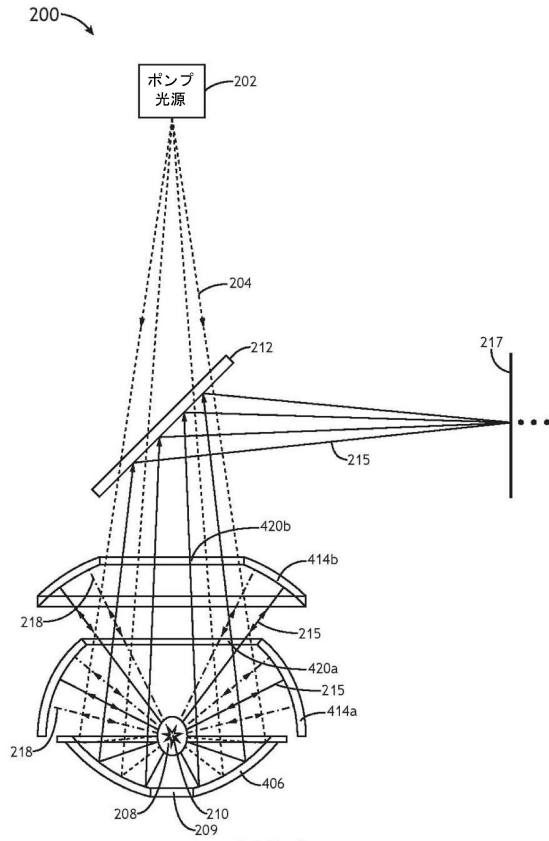


30

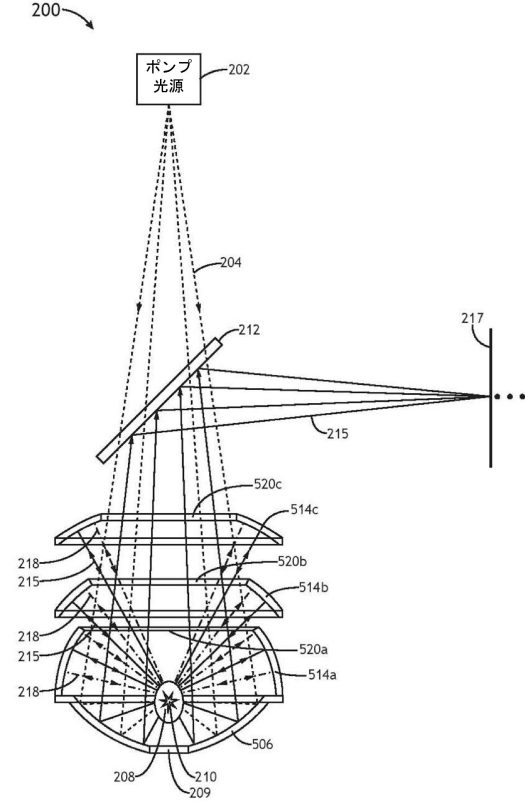
40

50

【 図 4 】



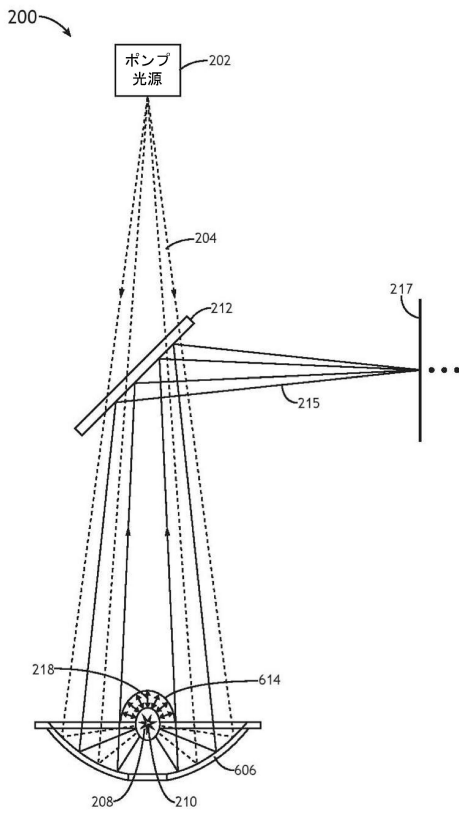
【 図 5 】



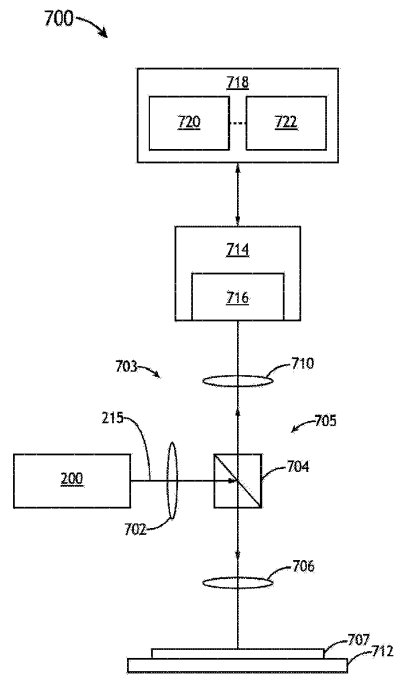
10

20

【 図 6 】



【 図 7 】



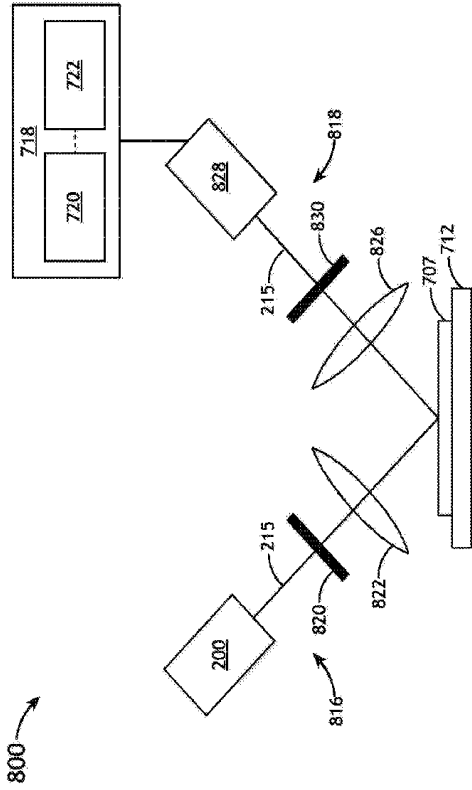
30

40

FIG. 7

50

【 図 8 】



【 図 9 】

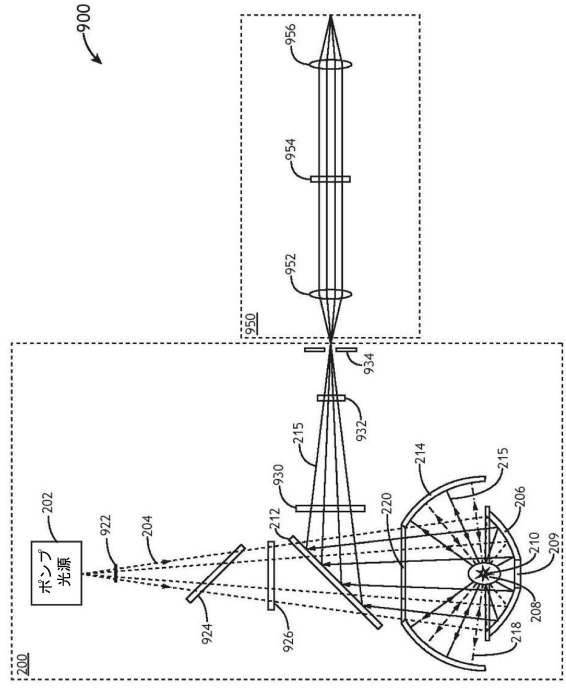
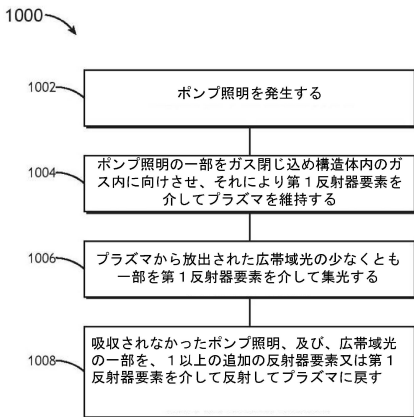


FIG. 8

【 図 10 】



10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
**PCT/US2020/040039**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>H01J 61/02(2006.01)i, H01J 61/30(2006.01)i, H01J 65/04(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01J 61/02; F21V 7/04; G02B 27/10; G02B 6/26; H01S 3/00; H01S 3/063; H01S 3/08; H05H 1/46; H01J 61/30; H01J 65/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: multi-mirror, laser, plasma, light, reflector, elliptical, spherical, angle		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2016-0097513 A1 (SUNG-YOON RYU et al.) 07 April 2016 See paragraphs 53-88, claims 1-13 and figures 1-7.	1-24
Y	US 2017-0315369 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 02 November 2017 See paragraphs 20-93, claims 1-18 and figures 1A-3.	1-24
A	WO 2015-148671 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 01 October 2015 See the entire document.	1-24
A	US 2006-0120429 A1 (KATSUHIKO MURAKAMI) 08 June 2006 See the entire document.	1-24
A	US 2017-0111986 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 20 April 2017 See the entire document.	1-24
<input 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 12 October 2020 (12.10.2020)		Date of mailing of the international search report <b>13 October 2020 (13.10.2020)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer PARK, Hye Lyun Telephone No. +82-42-481-3463

10

20

30

40

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2020/040039**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2016-0097513 A1	07/04/2016	KR 10-2016-0039917 A US 9831626 B2	12/04/2016 28/11/2017	10
US 2017-0315369 A1	02/11/2017	JP 2016-534510 A JP 2019-079826 A JP 6476185 B2 JP 6724182 B2 TW 201515519 A TW 201834508 A TW I650043 B TW I683601 B US 10520741 B2 US 2015-0049778 A1 US 9709811 B2 WO 2015-023886 A1	04/11/2016 23/05/2019 27/02/2019 15/07/2020 16/04/2015 16/09/2018 01/02/2019 21/01/2020 31/12/2019 19/02/2015 18/07/2017 19/02/2015	20
WO 2015-148671 A1	01/10/2015	KR 10-2016-0137607 A US 2015-0333471 A1 US 9941655 B2	30/11/2016 19/11/2015 10/04/2018	
US 2006-0120429 A1	08/06/2006	AT 448565 T AT 545150 T EP 1650786 A1 EP 1650786 B1 EP 1975983 A2 EP 1975983 A3 EP 1975983 B1 JP 2005-032972 A JP 4120502 B2 KR 10-1139051 B1 KR 10-2006-0058678 A US 7385212 B2 WO 2005-006414 A1	15/11/2009 15/02/2012 26/04/2006 11/11/2009 01/10/2008 08/10/2008 08/02/2012 03/02/2005 16/07/2008 30/04/2012 30/05/2006 10/06/2008 20/01/2005	30
US 2017-0111986 A1	20/04/2017	KR 10-2017-0045949 A US 9839110 B2	28/04/2017 05/12/2017	
				40

---

フロントページの続き

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,N  
E,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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,K  
G,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,N  
I,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,  
TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1 . B L U E T O O T H