

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 31 日(31.12.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/208754 A1

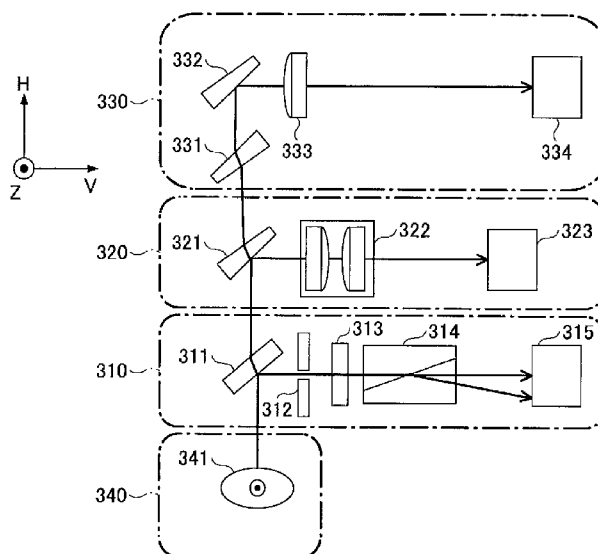
- (51) 国際特許分類:
H01S 3/00 (2006.01) H01S 3/134 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067270
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 27 日(27.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-134707 2013 年 6 月 27 日(27.06.2013) JP
PCT/JP2014/051295 2014 年 1 月 22 日(22.01.2014) JP
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社(GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 守屋 正人(MORIYA Masato); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 若林 理(WAKABAYASHI Osamu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 渡部 義信(WATABE Yoshinobu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 エビス国際特許事務所 (EBISU INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1410032 東京都品川区大崎 1 丁目 1 1 番 2 号 ゲートシティ大崎イーストタワー 2 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT BEAM MEASUREMENT DEVICE, LASER DEVICE AND LIGHT BEAM SEPARATION DEVICE

(54) 発明の名称: 光ビーム計測装置、レーザ装置及び光ビーム分離装置

[図7B]



(57) Abstract: A light beam measurement device is provided with: a polarimeter which includes a first measurement unit beam splitter which is placed upon an optical path of laser light, and which measures the polarization state of partially reflected laser light in the first measurement unit beam splitter; a beam profile meter which includes a second measurement unit beam splitter which is placed upon the optical path of the laser light, and which measures the beam profile of the partially reflected laser light in the second measurement unit beam splitter; and a laser beam travel direction stability meter which measures stability of the laser beam travel direction for the laser light. The first measurement unit beam splitter and the second measurement unit beam splitter may be formed of material including CaF_2 .

(57) 要約: 光ビーム計測装置は、レーザ光の光路上に設置された第1の計測部ビームスプリッタを含み、前記第1の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、前記レーザ光の光路上に設置された第2の計測部ビームスプリッタを含み、前記第2の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、レーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の安定性計測器と、を備え、前記第1の計測部ビームスプリッタ及び前記第2の計測部ビームスプリッタは、 CaF_2 を含む材料により形成されていてもよい。

WO 2014/208754 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

光ビーム計測装置、レーザ装置及び光ビーム分離装置

技術分野

[0001] 本開示は、光ビーム計測装置、レーザ装置及び光ビーム分離装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、半導体露光装置（以下、「露光装置」という）においては解像力の向上が要請されている。このため露光用光源から放出される光の短波長化が進められている。露光用光源には、従来の水銀ランプに代わってガスレーザ装置が用いられている。現在、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外線を放出するKrFエキシマレーザ装置ならびに、波長193nmの紫外線を放出するArFエキシマレーザ装置が用いられている。

[0003] 次世代の露光技術としては、露光装置側の露光用レンズとウェハ間を液体で満たして、屈折率を変えることによって、露光用光源の見かけの波長を短波長化する液浸露光が研究されている。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として液浸露光が行われた場合は、ウェハには水中における波長134nmに相当する紫外光が照射される。この技術をArF液浸露光（又はArF液浸リソグラフィー）という。

[0004] KrF、ArFエキシマレーザ装置の自然発振幅は、約350～400pmと広いため、これらの投影レンズが使用されると色収差が発生して解像力が低下する。そこで色収差が無視できる程度となるまでガスレーザ装置から放出されるレーザビームのスペクトル線幅（スペクトル幅）を狭帯域化する必要がある。このためガスレーザ装置のレーザ共振器内には狭帯域化素子（エタロンやグレーティング等）を有する狭帯域化モジュール（Line Narrow Module）が設けられ、スペクトル幅の狭帯域化が実現されている。このよ

うにスペクトル幅が狭帯域化されるレーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2010-50299号公報
特許文献2：特開1999-201869号公報
特許文献3：特許第2724993号公報
特許文献4：特許第3864287号公報
特許文献5：国際公開第2009/125745号パンフレット

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：Jinphil.Choi et. al., “Enhancing Lithography Process Control Through Advanced, On-board Beam Parameter Metrology for Wafer Level Monitoring of Light Source Parameters”, Proc. of SPIE Vol.8326, 836260(2012).

概要

- [0007] 光ビーム計測装置は、レーザ光の光路上に設置された第1の計測部ビームスプリッタを含み、前記第1の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、前記レーザ光の光路上に設置された第2の計測部ビームスプリッタを含み、前記第2の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、レーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の安定性計測器と、を備え、前記第1の計測部ビームスプリッタ及び前記第2の計測部ビームスプリッタは、 CaF_2 を含む材料により形成されていてもよい。
- [0008] また、光ビーム計測装置はレーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、レーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、レーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の

安定性計測器と、 CaF_2 を含む材料により形成され、前記レーザ光の光路上に設置された複数の計測部ビームスプリッタと、を備え、前記偏光計測器、前記ビームプロファイル計測器及び前記レーザビーム進行方向の安定性計測器の各々は、複数の前記計測部ビームスプリッタにより各々分岐されたレーザ光を計測してもよい。

[0009] また、光ビーム分離装置はウエッジ基板により形成され、レーザ光の光路上に設置された第1の分離基板と、ウエッジ基板により形成され、前記レーザ光の光路上に設置された第2の分離基板と、を備え、前記第1の分離基板は、一方の面より入射したレーザ光が前記一方の面において一部反射されることにより、前記レーザ光の一部が分離されるように構成され、前記第2の分離基板は、前記第1の分離基板の一方の面に入射したレーザ光のうち、前記第1の分離基板を透過したレーザ光が前記第1の分離基板の他方の面より出射して、前記第2の分離基板の一方の面に入射し、前記第2の分離基板の他方の面より出射するように構成され、前記第1の分離基板の一方の面と前記第2の分離基板の他方の面とは略平行であり、前記第1の分離基板の他方の面と前記第2の分離基板の一方の面とは略平行であり、前記レーザ光の光路における前記第1の分離基板の厚さと前記第2の分離基板の厚さは略等しくともよい。

図面の簡単な説明

[0010] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図1は、本開示の一態様における例示的なレーザ装置の概略構成図である。

[図2]図2は、本開示の一態様における例示的なレーザ装置における光ビーム分離部の構成図である。

[図3]図3は、本開示の一態様における例示的なレーザ装置における光ビーム分離部の説明図である。

[図4]図4は、入射角と反射率との相関図である。

[図5A]図5 Aは、 CaF_2 結晶により形成されている光ビーム分離部の説明図である。

[図5B]図5 Bは、 CaF_2 結晶により形成されている光ビーム分離部の説明図である。

[図6A]図6 Aは、 CaF_2 結晶により形成されている光ビーム分離部の説明図である。

[図6B]図6 Bは、 CaF_2 結晶により形成されている光ビーム分離部の説明図である。

[図7A]図7 Aは、第1の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

[図7B]図7 Bは、第1の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

[図8]図8は、偏光計測の説明図である。

[図9]図9は、ビームプロファイル計測の説明図である。

[図10]図10は、レーザビーム進行方向の安定性計測の説明図である。

[図11]図11は、第2の実施の形態における光ビーム計測装置の説明図である。

[図12A]図12 Aは、第2の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

[図12B]図12 Bは、第2の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

[図13]図13は、第1の実施の形態における光ビーム計測装置による計測方法のフローチャートである。

[図14]図14は、ビームプロファイルパラメータを算出するサブルーチンのフローチャートである。

[図15]図15は、レーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出するサブルーチンのフローチャートである。

[図16]図16は、偏光パラメータを算出するサブルーチンのフローチャート

である。

[図17]図 1 7 は、第 2 の実施の形態における光ビーム計測装置による計測方法のフローチャートである。

[図18]図 1 8 は、偏光度を算出するサブルーチンのフローチャートである。

[図19]図 1 9 は、偏光度を算出するサブルーチンの説明図である。

[図20]図 2 0 は、第 3 の実施の形態におけるレーザ装置の説明図である。

[図21]図 2 1 は、制御部の説明図である。

[図22]図 2 2 は、光ビーム分離部の構成を例示する図である。

[図23]図 2 3 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する分解斜視図である。

[図24]図 2 4 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する三面図である。

[図25]図 2 5 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する部分図である。

[図26A]図 2 6 A は、第 4 の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

[図26B]図 2 6 B は、第 4 の実施の形態における光ビーム計測装置の構造図である。

実施形態

[0011] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示の一例を示し、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。尚、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0012] 目次

1. 用語の説明

2. レーザ装置

2. 1 課題

- 2. 2 構成
- 2. 3 動作
- 2. 4 作用
- 3. 光ビーム分離部（光ビーム分離装置）
 - 3. 1 構成
 - 3. 2 動作
 - 3. 3 作用
 - 3. 4 CaF_2 結晶の結晶方位
- 4. 第 1 の実施の形態（光ビーム計測装置）
 - 4. 1 構成
 - 4. 2 動作
 - 4. 3 作用
 - 4. 4 偏光計測
 - 4. 5 ビームプロファイル計測
 - 4. 6 レーザビーム進行方向の安定性計測
- 5. 第 2 の実施の形態（光ビーム計測装置）
- 6. 光ビーム計測装置における計測方法
 - 6. 1 第 1 の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法
 - 6. 2 第 2 の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法
- 7. 第 3 の実施の形態（レーザ装置）
- 8. 制御部
- 9. 光ビーム分離部の具体的な構成
- 10. 第 4 の実施の形態（光ビーム計測装置）

[0013] 1. 用語の説明

本開示において使用される用語を、以下のように定義する。「光路」とは、レーザ光が通過する経路である。「光路長」とは、実際に光が通過する距

離と、光が通過した媒質の屈折率の積である。「増幅波長領域」とは、増幅領域をレーザ光が通過したときに増幅可能な波長帯域である。

[0014] 「上流」とは、レーザ光の光路に沿って光源に近い側をいう。また、「下流」とは、レーザ光の光路に沿って露光面に近い側をいう。光路は、レーザ光の進行方向に沿ってレーザ光のビーム断面の略中心を通る軸であってもよい。

[0015] 本開示では、レーザ光の進行方向がZ方向と定義される。また、このZ方向と垂直な一方向がX方向と定義され、X方向およびZ方向と垂直な方向がY方向と定義される。レーザ光の進行方向がZ方向であるが、説明において、X方向とY方向は言及するレーザ光の位置によって変化する可能性がある。例えば、レーザ光の進行方向（Z方向）がX-Z平面内で変化した場合、進行方向変化後のX方向は進行方向の変化に応じて向きを変えるが、Y方向は変化しない。一方、レーザ光の進行方向（Z方向）がY-Z平面内で変化した場合、進行方向変化後のY方向は進行方向の変化に応じて向きを変えるが、X方向は変化しない。尚、本願においては、X方向をH方向と、Y方向をV方向と記載する場合がある。

[0016] 反射型の光学素子に関し、光学素子に入射するレーザ光の光軸と該光学素子によって反射したレーザ光の光軸との双方を含む面を入射面とすると、「S偏光」とは、入射面に対して垂直な方向の偏光状態であるとする。一方、「P偏光」とは、光路に直交し、且つ入射面に対して平行な方向の偏光状態であるとする。

[0017] 2. レーザ装置

2. 1 課題

ところで、KrF、ArF等のエキシマレーザ装置においては、出射されるパルスレーザ光のビームプロファイル、レーザビーム進行方向の安定性、偏光度等を計測するための光ビーム計測装置が設けられている場合がある。このような、光ビーム計測装置は、エキシマレーザ装置の内部に設置されるため、小型であることが好ましい。また、長時間、強いパルスレーザ光が照

射されても耐えうる耐久性が高いものであることが好ましい。また、エキシマレーザ装置内に、光ビーム計測装置を設置しても、出射されるレーザ光の光軸が変化しないものであることが好ましい。

[0018] 2. 2 構成

図1に、本開示の一態様であるエキシマレーザ装置を示す。尚、本願においては、「エキシマレーザ装置」を単に「レーザ装置」と記載する場合がある。本開示のレーザ装置は、ダブルチャンバ方式のレーザ装置であってもよい。具体的には、本開示のレーザ装置は、MO (Master Oscillator) 100、PO (Power Oscillator) 200、光ビーム計測装置300、第1の高反射ミラー411、第2の高反射ミラー412、レーザ制御部420、エネルギー制御部421、波長制御部422、データ収集処理システム430等を含んでいてもよい。

[0019] MO100は、レーザ発振器システムであってもよい。MO100は、MOレーザチャンバ110、MO充電器112、MO-PPM (パルスパワーモジュール: Pulse Power Module) 113、レーザ共振器、MOエネルギー計測器117等を含んでいてもよい。

[0020] MOレーザチャンバ110は、一对の電極111a及び111b、パルスレーザ光を透過する2つのウィンド110a及び110bを含んでいてもよい。また、MOレーザチャンバ110内には、不図示のレーザガス供給部等より供給されたレーザゲイン媒体となるレーザガスが入れられていてもよい。尚、本願においては、一对の電極111a及び111bのうちの一方を第1の電極111a、他方を第2の電極111bと記載する場合がある。

[0021] レーザ共振器は、狭帯域化モジュール (LNM: Line Narrowing Module) 114、出力結合ミラー (OC: Output Coupler) 115を含んでいてもよい。MOレーザチャンバ110は、レーザ共振器の光路上に配置されてもよい。

[0022] 狭帯域化モジュール114は、プリズム114a、プリズム114b、グレーティング114c及びプリズム114bを回転させる回転ステージ11

4 dを含んでいてもよい。プリズム 1 1 4 a 及びプリズム 1 1 4 b はビームの幅を拡大してもよい。狭帯域化モジュール 1 1 4 では、グレーティング 1 1 4 c はリトロ配置されており、レーザ装置が目標波長で発振してもよい。回転ステージ 1 1 4 d は波長調節部 1 2 0 に接続されており、回転ステージ 1 1 4 d によりプリズム 1 1 4 b を回転させることにより波長を調節してもよい。

[0023] 出力結合ミラー 1 1 5 は、パルスレーザ光の一部を反射し、他の一部を透過させる部分反射ミラーであってもよい。

[0024] MOエネルギー計測器 1 1 7 は、パルスレーザ光のエネルギーを計測するものであってもよい。出力結合ミラー 1 1 5 を透過したパルスレーザ光は、パルスレーザ光の光路上に配置されているビームスプリッタ 1 1 8 において一部反射されることにより分岐され、分岐されたパルスレーザ光が、MOエネルギー計測器 1 1 7 に入射するものであってもよい。MOエネルギー計測器 1 1 7 に入射したパルスレーザ光は、MOエネルギー計測器 1 1 7 においてパルスエネルギーが計測され、計測されたパルスエネルギーの値は、エネルギー制御部 4 2 1 に送信されてもよい。

[0025] MO-PPM 1 1 3 は、不図示のコンデンサを含むものであってもよく、一对の電極 1 1 1 a 及び 1 1 1 b に接続されていてもよい。また、MO-PPM 1 1 3 は、スイッチ 1 1 3 a を含んでいてもよく、エネルギー制御部 4 2 1 からスイッチ 1 1 3 a にトリガ信号が入力されることにより、一对の電極 1 1 1 a 及び 1 1 1 b 間において放電を発生させてもよい。MO充電器 1 1 2 は、MO-PPM 1 1 3 に設けられている不図示のコンデンサ等に接続されていてもよい。

[0026] MOレーザチャンバ 1 1 0 内に入れられているレーザガスは、Ar または Kr 等の希ガス、F₂ 等のハロゲンガス、Ne、He またはこれらの混合ガスであるバッファガスを含んでいてもよい。

[0027] PO200 は、POレーザチャンバ 2 1 0、PO充電器 2 1 2、PO-PPM 2 1 3、部分反射ミラー 2 1 5、出力結合ミラー 2 1 6、POレーザ光

計測部 220 等を含むものであってもよい。

- [0028] POレーザチャンバ 210 は、一対の電極 211 a 及び 211 b、パルスレーザ光を透過する 2つのウインド 210 a 及び 210 b を含んでいてもよい。また、POレーザチャンバ 210 内には、不図示のレーザガス供給部等より供給されたレーザゲイン媒体となるレーザガスが入れられていてもよい。尚、本願においては、一対の電極 211 a 及び 211 b のうち的一方を第 1 の電極 211 a、他方を第 2 の電極 211 b と記載する場合がある。
- [0029] POレーザチャンバ 210 は、部分反射ミラー 215 と出力結合ミラー 216 との間におけるパルスレーザ光の光路上に配置されてもよい。
- [0030] 部分反射ミラー 215 は、パルスレーザ光の一部を反射し、他の一部を透過させる部分反射ミラーであってもよい。出力結合ミラー 216 は、パルスレーザ光の一部を反射し、他の一部を透過させる部分反射ミラーであってもよい。
- [0031] POレーザ光計測部 220 は、POエネルギー計測器 221、スペクトル計測器 222、ビームスプリッタ 223 及び 224 等を含んでいてもよい。ビームスプリッタ 224 は、出力結合ミラー 216 を透過したパルスレーザ光の光路上に配置されており、出力結合ミラー 216 を透過したパルスレーザ光の一部をPOエネルギー計測器 221 及びスペクトル計測器 222 が設けられている側に反射し分岐してもよい。ビームスプリッタ 224 により反射されて分岐されたパルスレーザ光は、更にビームスプリッタ 223 により、ビームスプリッタ 223 を透過するパルスレーザ光と反射するパルスレーザ光とに分岐してもよい。ビームスプリッタ 223 を透過したパルスレーザ光は、スペクトル計測器 222 に入射してもよい。ビームスプリッタ 223 により反射されたパルスレーザ光は、POエネルギー計測器 221 に入射してもよい。スペクトル計測器 222 において計測されたパルスレーザ光のスペクトルの情報は、波長制御部 422 に送信されてもよい。POエネルギー計測器 221 において計測されたパルスエネルギーの値は、エネルギー制御部 421 に送信されてもよい。

[0032] PO-PPM213は、不図示のコンデンサを含み、一对の電極211a及び211bに接続されていてもよい。また、PO-PPM213は、スイッチ213aを含んでいてもよく、エネルギー制御部421からスイッチ213aにトリガ信号が入力されることにより、一对の電極211a及び211b間において放電を発生させてもよい。PO充電器212は、PO-PPM213に設けられている不図示のコンデンサ等に接続されていてもよい。

[0033] POレーザチャンバ210内に入れられているレーザガスは、ArまたはKr等の希ガス、F₂等のハロゲンガス、Ne、Heまたはこれらの混合ガスであるバッファガスを含んでいてもよい。

[0034] 第1の高反射ミラー411及び第2の高反射ミラー412は、MO100より出射されたパルスレーザ光を反射し、PO200に入射させてもよい。

[0035] 光ビーム計測装置300は、偏光計測器310、ビームプロファイル計測器320、レーザビーム進行方向の安定性計測器330、光ビーム分離部340、制御部350、ビーム計測制御部360等を含んでいてもよい。光ビーム計測装置300は、PO200から出射されたパルスレーザ光の光路上に設置されてもよい。本願においては、光ビーム分離部を光ビーム分離装置と記載する場合がある。

[0036] 2.3 動作

レーザ制御部420は、露光装置500における露光装置制御部510から目標のパルスエネルギー E_t と目標波長 λ_t 、発光トリガ信号等を受信してもよい。レーザ制御部420は、受信した目標のパルスエネルギー E_t と発光トリガ信号等をエネルギー制御部421に送信してもよく、受信した目標の波長 λ_t を波長制御部422に送信してもよい。

[0037] エネルギー制御部421は、受信した目標パルスエネルギー E_t となるように、MO充電器112に充電電圧 V_{hvm} を設定し、PO充電器212に充電電圧 V_{hvp} を設定してもよい。

[0038] レーザ制御部420は、露光装置制御部510から発光トリガを受信すると、発光トリガ信号をそのままエネルギー制御部421に送信してもよい。さ

らにレーザ制御部420は、発光トリガ信号が入力された時刻と発光トリガ信号の間隔をデータ収集処理システム430に送信してもよい。

[0039] エネルギー制御部421は、受信した発光トリガ信号に同期して、MO-PPM113におけるスイッチ113aと、PO-PPM213におけるスイッチ213aにトリガ信号を送信してもよい。具体的には、MO100から出射されたパルスレーザ光が、POレーザチャンバ210の放電領域に入射する際に、一对の電極211a、211b間において放電が生じるように、スイッチ113a及びスイッチ213aにトリガ信号を送信してもよい。

[0040] MO100は、エネルギー制御部421からMO-PPM113におけるスイッチ113aにトリガ信号が入力されると、入力されたトリガ信号に同期して、MOレーザチャンバ110内における一对の電極111a、111bにおいて放電が生じてもよい。

[0041] この放電により、MOレーザチャンバ110内におけるレーザガスが励起されて、出力結合ミラー115と狭帯域化モジュール114との間でレーザ発振し、出力結合ミラー115からスペクトル線幅が狭いパルスレーザ光が出射されてもよい。このパルスレーザ光のパルスエネルギー E_{mo} は、MOエネルギー計測器117において検出され、検出されたパルスエネルギー E_{mo} の値は、エネルギー制御部421に送信されてもよい。

[0042] MO100より出射される狭帯域化されたレーザ（シード）光は、第1の高反射ミラー411及び第2の高反射ミラー412において反射されて、PO200における部分反射ミラー215に入射してもよい。

[0043] 部分反射ミラー215に入射したシード光は、部分反射ミラー215を透過し、POレーザチャンバ210に入射しPOレーザチャンバ210における放電領域を通過してもよい。このタイミングで、POレーザチャンバ210内における一对の電極210a及び210b間で放電し、レーザガスを励起してもよい。これにより、シード光は、部分反射ミラー215と出力結合ミラー216とにより形成されるレーザ共振器によって増幅されて発振してもよい。

- [0044] 出力結合ミラー 216 より出射されたパルスレーザ光は、POレーザ光計測部 220 に入射し、ビームスプリッタ 224 及びビームスプリッタ 223 において反射され、POエネルギー計測器 221 に入射してもよい。POエネルギー計測器 221 は、入射したパルスレーザ光のパルスエネルギー E_{po} を検出し、検出されたパルスエネルギー E_{po} の値をエネルギー制御部 421 に送信してもよい。また、POレーザ光計測部 220 に入射したパルスレーザ光は、ビームスプリッタ 224 において反射された後、ビームスプリッタ 223 を透過し、スペクトル計測器 222 に入射してもよい。スペクトル計測器 222 は、入射したパルスレーザ光のスペクトルを計測し、計測した光スペクトルの情報を波長制御部 422 に送信してもよい。
- [0045] ビームスプリッタ 223 及び 224 は、平行平面基板であって、パルスレーザ光が 45° で入射するように設置されていてもよい。ビームスプリッタ 223 及び 224 の材質は、 CaF_2 結晶により形成されていてもよく、パルスレーザ光を部分的に反射するための誘電体多層膜等が成膜されていなくともよい。
- [0046] MO100 における充電電圧 V_{hvm} の制御は、所定のパルスエネルギー E_{mot} (PO200 で増幅発振可能なパルスエネルギー) となるように、MOエネルギー計測器 117 において検出されたパルスエネルギー E_{mo} の値に基づいてフィードバック制御してもよい。
- [0047] PO200 の充電電圧 V_{hvp} の制御は、露光装置 500 の露光装置制御部 510 からの目標パルスエネルギー E_t となるように、POエネルギー計測器 221 において検出されたパルスエネルギー E_{po} の値に基づいて、フィードバック制御してもよい。
- [0048] ここで、エネルギー制御部 421 は、計測されたそれぞれのパルスエネルギー (E_{mo} 、 E_{po})、充電電圧 (V_{mo} 、 V_{po}) 等のエネルギーを制御するために関連するデータをレーザ制御部 420 に送信してもよい。これらのデータは、レーザ制御部 420 において受信された後、データ収集処理システム 430 に送信されてもよい。

[0049] 波長制御部422は、レーザ制御部420より送信された目標波長 λ_t を受信してもよい。波長制御部422は、レーザ制御部420より受信した目標波長 λ_t と、スペクトル計測器222により計測された波長 λ の差 $\delta\lambda$ に基づいて、波長調節部120を介して、フィードバック制御してもよい。

[0050] ここで、波長制御部422は、計測されたそれぞれの波長(λ)、スペクトル線幅($\Delta\lambda$)等の波長制御に関連するデータをレーザ制御部420に送信してもよい。これらのデータは、レーザ制御部420において受信された後、データ収集処理システム430に送信されてもよい。

[0051] また、ビーム計測制御部360は、バースト（発振トリガ）に同期して、PO200から出射されたパルスレーザ光を計測し、ビームプロファイル、ビームダイバージェンス、レーザビーム進行方向の安定性、偏光度等のビーム特性のデータをレーザ制御部420に送信してもよい。レーザ制御部420において受信されたこれらのデータは、更に、データ収集処理システム430に送信されてもよい。

[0052] レーザ制御部420に、発光トリガ入力される度に、上述した動作を行ってもよい。また、発光トリガ信号を受信する計測パラメータをデータ収集処理システム430に記憶させてもよい。

[0053] 発光トリガ信号の時間間隔に基づいて、ウェハ毎、スキャン毎に認識して、データを置換えて、データを処理して、FDCシステム440にデータを送信してもよい。

[0054] 2. 4 作用

光ビーム計測装置300は、PO200より出射されたパルスレーザ光のビームプロファイルと、ビームダイバージェンス、レーザビーム進行方向の安定性、偏光度等を計測してもよい。これにより、PO200から出射され、露光装置500に入射するパルスレーザ光のビーム特性のデータを収集してもよい。

[0055] 3. 光ビーム分離部（光ビーム分離装置）

3. 1 構成

図2及び図3に示されるように、光ビーム分離部340は、分離部ビームスプリッタ341、分離部キャンセルウインド342を含んでもよい。尚、本願においては、分離部ビームスプリッタ341を第1の分離基板、分離部キャンセルウインド342を第2の分離基板と記載する場合がある。

[0056] 分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342は同じ材料により形成されていてもよく、同じ形状のウエッジ基板であって、一方の面に対する他方の面の傾斜角、即ち、ウエッジ角度が 5.57° であってもよい。また、分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342の両面には、パルスレーザ光を部分的に反射するための誘電体多層膜等が成膜されていなくともよい。

[0057] 分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342は、パルスレーザ光の光路の近傍における厚さは略等しく、約 3.2 mm となるように形成されていてもよい。分離部ビームスプリッタ341の一方の面341a及び他方の面341b、分離部キャンセルウインド342の一方の面342a及び他方の面342bは、ZH面に対し、垂直となるように設置されていてもよい。

[0058] 分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342は、 CaF_2 結晶により形成されていてもよい。

[0059] 分離部ビームスプリッタ341の一方の面341aと分離部キャンセルウインド342の他方の面342bとは平行となるように設置されていてもよい。また、分離部ビームスプリッタ341の他方の面341bと分離部キャンセルウインド342の一方の面342aとは平行となるように設置されていてもよい。

[0060] 分離部ビームスプリッタ341は、一方の面341aにおけるパルスレーザ光の入射角が 45° となり、他方の面341bにおけるパルスレーザ光の出射角がブリュースタ角($=56.34^{\circ}$)となるようにホルダ343により固定されていてもよい。

[0061] 分離部キャンセルウインド342は、一方の面342aにおけるパルスレ

ーザ光の入射角がブリュースタ角（ $= 56.34^\circ$ ）となり、他方の面 342b におけるパルスレーザ光の出射角が 45° となるようにホルダ 344 により固定されていてもよい。

[0062] パルスレーザ光の光路近傍において、分離部ビームスプリッタ 341 の他方の面 341b と分離部キャンセルウインド 342 の一方の面 342a との間の距離は、約 18.43 mm となるように設置してもよい。

[0063] 分離部ビームスプリッタ 341 における一方の面 341a において反射されたパルスレーザ光は、偏光計測器 310、ビームプロファイル計測器 320 及びレーザビーム進行方向の安定性計測器 330 等に入射してもよい。

[0064] 3.2 動作

P Oレーザ光計測部 220 おけるビームスプリッタ 224 を透過したパルスレーザ光は、分離部ビームスプリッタ 341 の一方の面 341a に入射角 45° で入射し、一部反射されてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 の一方の面 341a に入射したパルスレーザ光は、フレネル反射によって、図 4 に示されるような P 偏光と S 偏光との比率で反射されてもよい。

[0065] このように、分離部ビームスプリッタ 341 の一方の面 341a において反射されたパルスレーザ光は、光ビーム計測装置 300 において、ビームプロファイル、ビームダイバージェンス、レーザビーム進行方向の安定性、偏光度等の計測のために用いてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 の他方の面 341b より出射されるパルスレーザ光は、ブリュースタ角（ $= 56.34^\circ$ ）で出射されるため、P 偏光の光の反射は抑制されてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 の他方の面 341b より出射されたパルスレーザ光は、分離部キャンセルウインド 342 の一方の面 342a に、入射角がブリュースタ角（ $= 56.34^\circ$ ）で入射し、他方の面 342b より 45° の出射角で出射してもよい。

[0066] 3.3 作用

光ビーム分離部 340 では、分離部ビームスプリッタ 341 によりずれたパルスレーザ光の光軸を分離部キャンセルウインド 342 により補正し、光

ビーム分離部340の有無により光軸のズレが生じることを抑制してもよい。分離部ビームスプリッタ341における他方の面341bと分離部キャンセルウインド342における一方の面342aは、ブリュースタ角(=56.34°)で、各々パルスレーザ光が出射及び入射するため、H方向の偏光成分の光の反射を抑制してもよい。

[0067] 分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342は部分反射させるための誘電体多層膜等が成膜されていない場合には、パルスレーザ光の反射がフレネル反射のみとなってもよい。これにより、部分反射させるための誘電体多層膜等が成膜されている場合と比べて、耐久性が高く、反射率の変化が抑制されてもよい。

[0068] 分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342におけるウエッジ加工は、例えば、複数枚をバッチ加工した後、所望の特性となるもの同士をペアリングしてもよい。分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342のウエッジ加工における加工誤差の調整等は、分離部キャンセルウインド342の位置等を調節することで行なってもよい。

[0069] 3.4 CaF₂結晶の結晶方位

CaF₂結晶により形成されている分離部ビームスプリッタ341の一方の面341aは、 $\langle 111 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されていてもよい。

CaF₂結晶により形成されている分離部キャンセルウインド342の他方の面34bは、 $\langle 111 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されていてもよい。

[0070] 図5A、図5B、図6A、及び図6Bに示されるように、分離部ビームスプリッタ341は、一方の面341aの法線 $\langle 111 \rangle$ 軸から見て、入射するパルスレーザ光の光路軸と $\langle 001 \rangle$ 軸とのなす角度 α が約60°となるように設置されていてもよい。即ち、入射するパルスレーザ光の光路が、 $\langle 111 \rangle$ 軸と $\langle 010 \rangle$ 軸とを含む面と略平行となるように設置されていてもよい。

[0071] 分離部キャンセルウインド342は、他方の面342bの法線 $\langle 111 \rangle$

軸から見て、出射するパルスレーザ光の光路軸と $\langle 001 \rangle$ 軸とのなす角度 α が約 60° となるように設置されていてもよい。即ち、パルスレーザ光の光路が、 $\langle 111 \rangle$ 軸と $\langle 010 \rangle$ 軸とを含む面と略平行となるように設置されていてもよい。

[0072] 尚、図5Aは、光ビーム分離部340において、HZ面に平行な面における平面図であり、図5Bは、光ビーム分離部340において、VZ面に平行な面における平面図である。また、図6Aは、分離部ビームスプリッタ341において、HZ面に平行な面における平面図であり、図6Bは、分離部ビームスプリッタ341における一方の面341aにおける平面図である。

[0073] 上記のように、分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342を設置することにより、パルスレーザ光を吸収して熱応力が発生しても出射されるパルスレーザ光の偏光の変化を抑制することができる。

[0074] 尚、POレーザ光計測部220におけるビームスプリッタ224を CaF_2 結晶により形成した場合には、ビームスプリッタ224の一方の面及び他方の面は、 $\langle 111 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されていてもよい。ビームスプリッタ224は、一方の面及び他方の面の法線 $\langle 111 \rangle$ 軸から見て、入射するパルスレーザ光の光路軸と $\langle 001 \rangle$ 軸とのなす角度 α が約 60° となるように設置されていてもよい。言い換えるならば、パルスレーザ光の光路が、 $\langle 111 \rangle$ 軸と $\langle 010 \rangle$ 軸とを含む面と平行となるように設置されていてもよい。

[0075] 4. 第1の実施の形態（光ビーム計測装置）

4. 1 構成

次に、図7A及び図7Bに基づき第1の実施の形態における光ビーム計測装置300について説明する。尚、図7Aは、光ビーム計測装置300において、HZ面に平行な面における平面図であり、図7Bは、光ビーム計測装置300において、HV面に平行な面における平面図である。図7A及び図7Bにおける座標軸は、露光装置に進行するパルスレーザ光の座標軸を示している。

- [0076] 偏光計測器 310 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311、アパーチャ 312、減光板 313、ローションプリズム 314、イメージセンサ 315 等を含んでもよい。
- [0077] ビームプロファイル計測器 320 は、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321、転写光学系 322、イメージセンサ 323 等を含んでもよい。
- [0078] レーザビーム進行方向の安定性計測器 330 は、計測部キャンセルウインド 331、第 3 の計測部ビームスプリッタ 332、集光光学系 333、イメージセンサ 334 等を含んでもよい。
- [0079] 分離部ビームスプリッタ 341 の反射光の光路上に、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 を配置し、分離部ビームスプリッタ 341 の入射面と第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の入射面とは互いに直交していてもよい。また、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 におけるパルスレーザ光の入射角が 45° となるように設置してもよい。
- [0080] 偏光計測器 310 においては、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の反射光の光路上に、アパーチャ 312、減光板 313、ローションプリズム 314、イメージセンサ 315 の順となるように設置されていてもよい。
- [0081] 第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の透過光の光路上に、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 を設置してもよい。ビームプロファイル計測器 320 においては、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 の反射光の光路上に、転写光学系 322、イメージセンサ 323 の順となるように設置されていてもよい。第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 はウエッジ基板であってもよい。
- [0082] 第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 の透過光の光路上には、ウエッジ基板により形成された計測部キャンセルウインド 331 を設置してもよい。また、計測部キャンセルウインド 331 の透過光の光路上には、第 3 の計測部ビームスプリッタ 332 を設置してもよい。レーザビーム進行方向の安定性計測器 330 においては、第 3 の計測部ビームスプリッタ 332 の反射光の光路上に、集光光学系 333、イメージセンサ 334 を設置してもよい。

[0083] 分離部ビームスプリッタ 3 4 1 の入射面と第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 の入射面とは互いに直交していてもよく、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 におけるパルスレーザ光の入射角が 45° となるように設置してもよい。

[0084] 分離部ビームスプリッタ 3 4 1 の入射面と第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 の入射面とは互いに直交していてもよく、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 におけるパルスレーザ光の入射角が 45° となるように設置してもよい。

[0085] 第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、計測部キャンセルウインド 3 3 1、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 は、 CaF_2 結晶により形成されていてもよい。また、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、計測部キャンセルウインド 3 3 1、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 には、パルスレーザ光を部分的に反射するための誘電体多層膜等が成膜されていなくともよい。

[0086] 4. 2 動作

偏光計測器 3 1 0 においては、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1 において反射されたパルスレーザ光は、反射光の中央部がアパーチャ 3 1 2 の開口部を通過し、減光板 3 1 3 において光量調節された後、ローションプリズム 3 1 4 に入射してもよい。ローションプリズム 3 1 4 に入射したパルスレーザ光は、ローションプリズム 3 1 4 において、V 方向の偏光成分と H 方向の偏光成分に分離されてもよい。ローションプリズム 3 1 4 において、V 方向の偏光成分と H 方向の偏光成分に分離されたパルスレーザ光は、イメージセンサ 3 1 5 により検出されてもよい。

[0087] ビームプロファイル計測器 3 2 0 においては、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 において反射されたパルスレーザ光は、転写光学系 3 2 2 を介し、イメージセンサ 3 2 3 に入射し、検出されてもよい。

[0088] レーザビーム進行方向の安定性計測器 3 3 0 においては、第 3 の計測部ビ

ームスプリッタ 332 において反射されたパルスレーザ光は、集光光学系 333 を介し、イメージセンサ 334 に入射し、検出されてもよい。

[0089] 4. 3 作用

分離部ビームスプリッタ 341 の入射面と第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の入射面とは直交しており、パルスレーザ光は同じ入射角 45° で入射していてもよい。よって、P 偏光と S 偏光の反射率の関係から、分離部ビームスプリッタ 341 に入射するパルスレーザ光の偏光度と第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の反射光の偏光度とは同等となり、偏光が維持されてもよい。

[0090] このようにして、偏光計測器 310 における偏光度の計測結果が、分離部ビームスプリッタ 341 に入射するパルスレーザ光の偏光度と一致するようにしてもよい。

[0091] 偏光計測器 310 は、上記の構造に限定されることなく、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 の反射光の光路上にローションプリズム 314 と、不図示の集光光学系と、イメージセンサ 315 を設置してもよい。イメージセンサ 315 は、CCD (Charge Coupled Device) 等の撮像素子であって、不図示の集光光学系の焦点位置に設置されていてもよい。

[0092] 4. 4 偏光計測

次に、図 8 に基づき、光ビーム計測装置 300 における偏光計測器 310 において測定される偏光計測について説明する。図 8 は、偏光計測器 310 におけるイメージセンサ 315 において検出される V 方向の偏光成分と H 方向の偏光成分に分離されたパルスレーザ光の様子を示すものである。図 8 に示すように、イメージセンサ 315 においては、V 方向の偏光成分のピーク強度 P_v と H 方向の偏光成分のピーク強度 P_h を検出することができる。これらに基づき、偏光度 P は、下記の (1) に示す式より算出することができる。

[0093]

$$P = (P_h - P_v) / (P_h + P_v) \cdots (1)$$

[0094] 尚、ピーク強度 P_v 及び P_h から算出する方法以外にも、V方向の偏光成分における光強度を積分した値及びH方向の偏光成分における光強度を積分した値を P_h 及び P_v に置き換えて、偏光度 P を算出してもよい。

[0095] 4. 5 ビームプロファイル計測

次に、図9に基づき、光ビーム計測装置300におけるビームプロファイル計測器320において測定されるビームプロファイル計測について説明する。図9は、ビームプロファイル計測器320におけるイメージセンサ323において検出されたパルスレーザ光のビームプロファイルを示す。パルスレーザ光のピーク強度に対し、V方向において光強度が $1/e^2$ となる双方の端の座標を V_1 、 V_2 とした場合、光ビームにおけるV方向の中心座標 B_{cv} は、下記の(2)に示す式より算出することができる。

[0096]

$$B_{cv} = (V_1 + V_2) / 2 \cdots \cdots (2)$$

[0097] また、パルスレーザ光のピーク強度に対し、H方向において光強度が $1/e^2$ となる双方の端の座標を H_1 、 H_2 とした場合、光ビームにおけるH方向の中心座標 B_{ch} は、下記の(3)に示す式より算出することができる。

[0098]

$$B_{ch} = (H_1 + H_2) / 2 \cdots \cdots (3)$$

[0099] 尚、ビームプロファイルの中心位置 (B_{ch} 、 B_{cv}) は、ビームプロファイル計測器320におけるイメージセンサ323において検出された画像データに基づいて、重心の位置を算出することにより得られるものであってもよい。また、H方向及びV方向におけるビーム幅 (B_{wh} 、 B_{wv}) は、ピーク値に対して光強度が一定の割合 (例えば、5%~10%) 以上となる領域の幅として算出してもよい。

[0100] 4. 6 レーザビーム進行方向の安定性計測

次に、図 10 に基づき、光ビーム計測装置 300 におけるレーザビーム進行方向の安定性計測器 330 において測定されるレーザビーム進行方向の安定性計測について説明する。図 10 は、レーザビーム進行方向の安定性計測器 330 におけるイメージセンサ 334 において検出されたパルスレーザ光のレーザビーム進行方向の安定性計測画像である。

[0101] H 方向及び V 方向におけるレーザビーム進行方向の安定性 (B_{ph} 、 B_{pv}) は、レーザビーム進行方向の安定性計測器 330 におけるイメージセンサ 334 において検出された画像データに基づいて、重心の位置を算出することにより求めてもよい。また、H 方向及び V 方向におけるビームダイバージェンス (B_{dh} 、 B_{dv}) は、ピーク値に対して光強度が一定の割合（例えば、 $1/e^2$ 、または、5%～10%）以上となる領域の幅として算出してもよい。

[0102] 5. 第 2 の実施の形態（光ビーム計測装置）

次に、図 11、図 12 A 及び図 12 B に基づき第 2 の実施の形態における光ビーム計測装置について説明する。尚、図 11 は第 2 の実施の形態における光ビーム計測装置の概要図であり、一部の構成要素が省略されている。また、図 12 A は、本実施の形態における光ビーム計測装置において、H Z 面に平行な面における平面図であり、図 12 B は、本実施の形態における光ビーム計測装置において、H V 面に平行な面における平面図である。また、図 11、図 12 A 及び図 12 B における座標軸は、露光装置に進行するパルスレーザ光の座標軸を示している。尚、本実施の形態における光ビーム計測装置は、図 1 等に記載されている第 1 の実施の形態における光ビーム計測装置 300 と置き換えて用いることができる。

[0103] 本実施の形態における光ビーム計測装置は、第 1 の偏光計測器 610、ビームプロファイル計測器 620、レーザビーム進行方向の安定性計測器 630、第 2 の偏光計測器 640、光ビーム分離部 340、制御部 350、ビーム計測制御部 360 等を含んでもよい。

[0104] 第 1 の偏光計測器 610 は、光ビーム分離部 340 における分離部ビーム

スプリッタ 3 4 1 の反射光の光路上に設置されていてもよい。第 1 の偏光計測器 6 1 0 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 1 のエネルギーセンサ 6 1 2 等を含んでいてもよい。第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1 において反射された光の全部は、第 1 のエネルギーセンサ 6 1 2 に入射してもよい。

[0105] ビームプロファイル計測器 6 2 0 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1 の透過光の光路上に設置されていてもよい。ビームプロファイル計測器 6 2 0 は、キャンセルウインド 6 2 4、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、転写光学系 3 2 2、イメージセンサ 3 2 3、蛍光板 6 2 5、転写光学系 6 2 6 等を含んでいてもよい。第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1 を透過したパルスレーザ光は、キャンセルウインド 6 2 4 を透過し、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 において反射されてもよい。第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 において反射された光は、転写光学系 3 2 2、蛍光板 6 2 5 及び転写光学系 6 2 6 を介し、イメージセンサ 3 2 3 に入射してもよい。

[0106] レーザビーム進行方向の安定性計測器 6 3 0 は、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 の透過光の光路上に設置されていてもよい。レーザビーム進行方向の安定性計測器 6 3 0 は、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2、集光光学系 3 3 3、イメージセンサ 3 3 4、減光板 6 3 5、蛍光板 6 3 6、転写光学系 6 3 7、キャンセルウインド 6 3 8 等を含んでいてもよい。第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1 を透過したパルスレーザ光は、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 において反射されてもよい。第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 において反射された光は、集光光学系 3 3 3、減光板 6 3 5、蛍光板 6 3 6、転写光学系 6 3 7 を介し、イメージセンサ 3 3 4 に入射してもよい。第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 を透過したパルスレーザ光は、キャンセルウインド 6 3 8 に入射してもよい。

[0107] 第 2 の偏光計測器 6 4 0 は、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 の透過光の光路上に設置されていてもよい。第 2 の偏光計測器 6 4 0 は、ミラー 6 4 1、第 2 のエネルギーセンサ 6 4 2、偏光子 6 4 3 等を含んでいてもよい。

偏光子 643 は、H 方向の偏光成分を反射し、V 方向の偏光成分を高透過するものであってもよい。

[0108] 分離部ビームスプリッタ 341 と偏光子 643 とは、パルスレーザ光の入射面が略一致するように設置してもよい。偏光子 643 は、パルスレーザ光の入射角 θ がブリュースタ角となるように設置してもよい。ミラー 641 は、合成石英基板等であって、パルスレーザ光を高反射する高反射膜が成膜されている。ミラー 641 において反射されたパルスレーザ光の全部は、第 2 のエネルギーセンサ 642 に入射してもよい。

[0109] 第 1 のエネルギーセンサ 612 及び第 2 のエネルギーセンサ 642 は、パルスレーザ光を拡散するスリガラスとフォトダイオード等を含んでもよい。スリガラスで拡散した光はフォトダイオードにより検出されてもよい。また、第 1 のエネルギーセンサ 612 及び第 2 のエネルギーセンサ 642 は、焦電素子を含むエネルギーセンサであってもよい。

[0110] 第 1 の偏光計測器 610 においては、第 1 のエネルギーセンサ 612 により、パルスレーザ光の H 方向の偏光成分と V 方向の偏光成分を合わせた全体のパルスエネルギーの強度を計測してもよい。

[0111] 第 2 の偏光計測器 640 においては、第 2 のエネルギーセンサ 642 により、パルスレーザ光の H 方向の偏光成分のパルスエネルギーの強度に比例した値を計測してもよい。

[0112] 第 1 のエネルギーセンサ 612 において検出されたパルスエネルギーの強度と、第 2 のエネルギーセンサ 642 において検出されたパルスエネルギーの強度は、ビーム計測制御部 360 に送信されてもよい。

[0113] 6. 光ビーム計測装置における計測方法

6. 1 第 1 の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法

次に、図 13 に基づき第 1 の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法について説明する。

[0114] 最初に、ステップ 102 (S102) において、バースト番号 S を 0 に設

定してもよい。バースト番号Sとは、パルスレーザ光を照射する際に、時間軸において連続するパルスレーザ光のかたまりの順番を意味するものであり、1より始まる番号である。ここでは、バースト開始前として初期値0に設定してもよい。

[0115] 次に、ステップS104において、シャッタ信号がオフからオンに変化したか否かを判断してもよい。シャッタ信号がオフからオンに変化した場合には、ステップ106に移行してもよい。シャッタ信号がオフからオンに変化していない場合には、ステップ104を繰り返してもよい。

[0116] 次に、ステップ106（S106）において、バースト開始時刻を読み込んでもよい。

[0117] 次に、ステップ108（S108）において、シャッタ信号がオンからオフに変化したか否かを判断してもよい。シャッタ信号がオンからオフに変化した場合には、ステップ110に移行してもよい。シャッタ信号がオンからオフに変化していない場合には、ステップ108を繰り返してもよい。

[0118] 次に、ステップ110（S110）において、偏光計測器310におけるイメージセンサ315、ビームプロファイル計測器320におけるイメージセンサ323、レーザビーム進行方向の安定性計測器330におけるイメージセンサ334より画像データを取得してもよい。

[0119] 次に、ステップ112（S112）において、イメージセンサ315、イメージセンサ323、イメージセンサ334において取得された画像データをビーム計測制御部360等における不図示の記憶部に記憶してもよい。この際、ステップ106により読み込まれたバースト開始時刻等も併せて記憶してもよい。

[0120] 次に、ステップ114（S114）において、現在のバースト番号Sに1を加えることにより新たなバースト番号Sを設定してもよい。

[0121] 次に、ステップ116（S116）において、ビームプロファイルパラメータを算出してもよい。具体的には、後述するビームプロファイルパラメータを算出するサブルーチンを行ってもよい。

- [0122] 次に、ステップ118 (S118) において、レーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出してもよい。具体的には、後述するレーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出するサブルーチンを行ってもよい。
- [0123] 次に、ステップ120 (S120) において、偏光パラメータを算出してもよい。具体的には、後述する偏光パラメータを算出するサブルーチンを行ってもよい。
- [0124] 次に、ステップ122 (S122) において、各種データ、即ち、バースト開始時刻、バースト番号S、算出されたビームプロファイルパラメータ、レーザビーム進行方向の安定性パラメータ、偏光パラメータ等をレーザ制御部420に送信してもよい。
- [0125] 次に、ステップ124 (S124) において、光ビームの計測を中止するか否かの判断をしてもよい。光ビームの計測を中止しない場合には、ステップ104に移行してもよい。光ビームの計測を中止する場合には、終了してもよい。
- [0126] 以上により、第1の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測を行うことができる。
- [0127] 次に、図14に基づき、図13のステップ116におけるビームプロファイルパラメータを算出するサブルーチンについて説明する。
- [0128] 最初に、ステップ212 (S212) において、ビーム計測制御部360等における不図示の記憶部に記憶されているビームプロファイル計測器320のイメージセンサ323において検出された画像データを不図示の演算部に読み込んでもよい。
- [0129] 次に、ステップ214 (S214) において、ビーム計測制御部360等の不図示の演算部により、ビームプロファイルパラメータを算出してもよい。具体的には、ビームプロファイル計測器320におけるイメージセンサ323において検出された画像データより、H方向のビーム幅 B_{wh} 、V方向のビーム幅 B_{wv} 、H方向の中心の位置 B_{ch} 、V方向の中心の位置 B_{cv} を算出してもよい。この後、図13におけるメインルーチンに戻ってもよい。

。

[0130] 次に、図 15 に基づき、図 13 のステップ 118 におけるレーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出するサブルーチンについて説明する。

[0131] 最初に、ステップ 222 (S 222) において、ビーム計測制御部 360 等における不図示の記憶部に記憶されているレーザビーム進行方向の安定性計測器 330 におけるイメージセンサ 334 において検出された画像データを不図示の演算部に読み込んでもよい。

[0132] 次に、ステップ 224 (S 224) において、ビーム計測制御部 360 等の不図示の演算部により、レーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出するための光ビームの幅及び位置を算出してもよい。具体的には、レーザビーム進行方向の安定性計測器 330 におけるイメージセンサ 334 において検出された画像データより、H 方向の幅 W_h 、V 方向の幅 W_v 、H 方向の位置 P_{ph} 、V 方向の中心の位置 P_{pv} を算出してもよい。

[0133] 次に、ステップ 226 (S 226) において、ビーム計測制御部 360 等の不図示の演算部により、レーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出してもよい。具体的には、ステップ 224 において算出した幅 W_h 及び幅 W_v に基づき、H 方向のビームダイバージェンス $B_{dh} = f \cdot W_h$ 、V 方向のビームダイバージェンス $B_{dv} = f \cdot W_v$ を算出してもよい。また、位置 P_{ph} 及び位置 P_{pv} に基づき、H 方向のレーザビーム進行方向の安定性 $B_{ph} = f \cdot P_{ph}$ 、V 方向のレーザビーム進行方向の安定性 $B_{pv} = f \cdot P_{pv}$ を算出してもよい。尚、 f は焦点距離である。この後、図 13 に記載のメインルーチンに戻ってもよい。

[0134] 次に、図 16 に基づき、図 13 のステップ 120 における偏光パラメータを算出するサブルーチンについて説明する。

[0135] 最初に、ステップ 232 (S 232) において、ビーム計測制御部 360 等における不図示の記憶部に記憶されている偏光計測器 310 におけるイメージセンサ 315 において検出された画像データを不図示の演算部に読み込んでもよい。

[0136] 次に、ステップ234（S234）において、ビーム計測制御部360等の不図示の演算部により、偏光度を算出するためのS偏光成分のピーク強度 P_v 及びP偏光成分のピーク強度 P_h を算出してもよい。具体的には、偏光計測器310におけるイメージセンサ315において検出された画像データより、S偏光成分のピーク強度 P_v 及びP偏光成分のピーク強度 P_h を算出してもよい。

[0137] 次に、ステップ236（S236）において、ビーム計測制御部360等の不図示の演算部により、偏光度 P を算出してもよい。具体的には、ステップ234において算出したS偏光成分のピーク強度 P_v 及びP偏光成分のピーク強度 P_h より、上述した（1）に示す式より、偏光度 P を算出してもよい。この後、図13に記載のメインルーチンに戻ってもよい。

[0138] 6. 2 第2の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法

次に、図17に基づき第2の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法について説明する。

[0139] 最初に、ステップ302（S302）において、バースト番号 S を0に設定してもよい。バースト番号 S とは、パルスレーザ光を照射する際の時間軸におけるパルスレーザ光のかたまりを意味するものであり、1より始まる番号である。ここでは、バースト開始前として初期値0に設定してもよい。

[0140] 次に、ステップ304（S304）において、光強度積算値 $P_{b\text{sum}}$ 及び $P_{e\text{sum}}$ を0に設定してもよい。尚、光強度積算値 $P_{b\text{sum}}$ は、第1のエネルギーセンサ612において検出された光強度 P_b の積算値であり、光強度積算値 $P_{e\text{sum}}$ は、第2のエネルギーセンサ642において検出された光強度 P_e の積算値である。

[0141] 次に、ステップ306（S306）において、シャッタ信号がオフからオンに変化したか否かを判断してもよい。シャッタ信号がオフからオンに変化した場合には、ステップ308に移行してもよい。シャッタ信号がオフからオンに変化していない場合には、ステップ306を繰り返してもよい。

- [0142] 次に、ステップ308（S308）において、バースト開始時刻を読み込んでもよい。
- [0143] 次に、ステップ310（S310）において、発光トリガが入力されたか否かを判断してもよい。発光トリガが入力されたと判断された場合には、ステップ312に移行してもよい。発光トリガが入力されていないと判断された場合には、ステップ310を繰り返してもよい。
- [0144] 次に、ステップ312（S312）において、ビーム計測制御部360に、第1のエネルギーセンサ612において検出されたパルスエネルギーの強度 P_b と、第2のエネルギーセンサ642において検出されたパルスエネルギーの強度 P_e とを読み込んでもよい。
- [0145] 次に、ステップ314（S314）において、ビーム計測制御部360の不図示の演算部において、現在の光強度積算値 $P_{b\text{sum}}$ にステップ312において読み込んだパルスエネルギーの強度 P_b を加え、新たな光強度積算値 $P_{b\text{sum}}$ としてもよい。同様に、現在の光強度積算値 $P_{e\text{sum}}$ にステップ312において読み込んだパルスエネルギーの強度 P_e を加え、新たな光強度積算値 $P_{e\text{sum}}$ としてもよい。
- [0146] 次に、ステップ316（S316）において、シャッタ信号がオンからオフに変化したか否かを判断してもよい。シャッタ信号がオンからオフに変化した場合には、ステップ318に移行してもよい。シャッタ信号がオンからオフに変化していない場合には、ステップ310に移行してもよい。
- [0147] 次に、ステップ318（S318）において、ビームプロファイル計測器620におけるイメージセンサ323、レーザビーム進行方向の安定性計測器630におけるイメージセンサ334より画像データを取得してもよい。
- [0148] 次に、ステップ320（S320）において、光強度積算値 $P_{b\text{sum}}$ 及び $P_{e\text{sum}}$ 、イメージセンサ323、イメージセンサ334において取得された画像データをビーム計測制御部360等における不図示の記憶部に記憶してもよい。この際、ステップ308により読み込まれたバースト開始時刻等も併せて記憶してもよい。

- [0149] 次に、ステップ322 (S322) において、現在のバースト番号Sに1を加えることにより、新たなバースト番号Sを設定してもよい。
- [0150] 次に、ステップ324 (S324) において、ビームプロファイルパラメータを算出してもよい。具体的には、図14に示されるビームプロファイルパラメータを算出するサブルーチンを行ってもよい。
- [0151] 次に、ステップ326 (S326) において、レーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出してもよい。具体的には、図15に示されるレーザビーム進行方向の安定性パラメータを算出するサブルーチンを行ってもよい。
- [0152] 次に、ステップ328 (S328) において、偏光度Pを算出してもよい。具体的には、後述する偏光度Pを算出するサブルーチンを行ってもよい。
- [0153] 次に、ステップ330 (S330) において、各種データ、即ち、バースト開始時刻、バースト番号S、算出されたビームプロファイルパラメータ、レーザビーム進行方向の安定性パラメータ、偏光パラメータ等をレーザ制御部420に送信してもよい。
- [0154] 次に、ステップ332 (S332) において、光ビームの計測を中止するか否かを判断してもよい。光ビームの計測を中止しない場合には、ステップ304に移行してもよい。光ビームの計測を中止する場合には、終了してもよい。
- [0155] 以上により、第2の実施の形態における光ビーム計測装置による光ビームの計測方法を行うことができる。
- [0156] 次に、図18に基づき、図17のステップ328における偏光度を算出するサブルーチンについて説明する。
- [0157] 最初に、ステップ402 (S402) において、不図示の記憶部に記憶されている第1のエネルギーセンサ612における光強度積算値P_{bsum}及び第2のエネルギーセンサ642における光強度積算値P_{esum}を不図示の演算部に読み込んでもよい。不図示の記憶部及び不図示の演算部は、ビーム計測制御部360等に設けられていてもよい。
- [0158] 次に、ステップ404 (S404) において、ビーム計測制御部360等

の不図示の演算部により、偏光度 P を算出するための X の値を光強度積算値 P_{bsum} 及び光強度積算値 P_{esum} より算出してもよい。具体的には、 X の値は、 $X = P_{\text{bsum}} / P_{\text{esum}}$ より算出してもよい。

[0159] 次に、ステップ 406 (S406) において、ビーム計測制御部 360 等の不図示の演算部により、ステップ 404 において算出された X の値に基づき偏光度 P を算出してもよい。具体的には、 $P = (1 - 2K \cdot X)$ に基づき算出してもよい。尚、 K は係数であり、図 19 に示されるように、 X の値と偏光度 P との関係を測定することにより、予め算出しておいてもよい。この後、図 17 に記載のメインルーチンに戻ってもよい。

[0160] 7. 第 3 の実施の形態 (レーザ装置)

次に、図 20 に基づき第 3 の実施の形態におけるレーザ装置について説明する。本実施の形態は、第 2 の実施の形態において、第 1 の偏光計測器を光ビーム計測装置の外の光ビーム分離部 340 の前段に設けた構造のものである。尚、図 20 における座標軸は、露光装置に進行するパルスレーザ光の座標軸を示している。

[0161] 具体的には、本実施の形態においては、光ビーム計測装置には、ビームプロファイル計測器 620、レーザビーム進行方向の安定性計測器 630、第 2 の偏光計測器 640 等を含んでいてもよい。また、第 1 の偏光計測器 650 は、パルスレーザ光の光路上において、光ビーム計測装置における光ビーム分離部 340 の前段に設けてもよい。

[0162] 第 1 の偏光計測器 650 は、ビームスプリッタ 651、ミラー 652、第 1 のエネルギーセンサ 612 を含んでいてもよい。ビームスプリッタ 651 に入射したパルスレーザ光のうち、ビームスプリッタ 651 において反射されたパルスレーザ光は、ミラー 652 において反射され、第 1 のエネルギーセンサ 612 に入射してもよい。第 1 のエネルギーセンサ 612 では、入射したパルスエネルギーが計測され、計測されたパルスエネルギーの値は、エネルギー制御部 660 に送信され、更に、レーザ制御部 420 を介し、ビーム計測制御部 360 に送信されてもよい。また、ビームスプリッタ 651 を透過したパル

スレーザ光は、光ビーム分離部 340 における分離部ビームスプリッタ 341 において反射されてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 において反射されたパルスレーザ光により、ビームプロファイル計測器 620、レーザビーム進行方向の安定性計測器 630、第 2 の偏光計測器 640 において、パルスレーザ光の計測が行われてもよい。

[0163] 8. 制御部

次に、図 21 に基づき本開示のレーザ装置におけるレーザ制御部 420 等の各制御部について説明する。

[0164] レーザ制御部 420 等の各制御部は、コンピュータやプログラマブルコントローラ等汎用の制御機器によって構成されてもよい。例えば、以下のように構成されてもよい。

[0165] 制御部は、処理部 700、処理部 700 に接続されるストレージメモリ 705、ユーザインターフェイス 710、パラレル I/O コントローラ 720、シリアル I/O コントローラ 730、A/D、D/A コンバータ 740 を含んでいてもよい。処理部 700 は、CPU 701、CPU 701 に接続されたメモリ 702、タイマ 703、GPU 704 を含んでいてもよい。

[0166] 処理部 700 は、ストレージメモリ 705 に記憶されたプログラムを読み出してもよい。また、処理部 700 は、読み出したプログラムを実行したり、プログラムの実行に従ってストレージメモリ 705 からデータを読み出したり、ストレージメモリ 705 にデータを記憶させたりしてもよい。

[0167] パラレル I/O コントローラ 720 は、パラレル I/O ポートを介して通信可能な機器に接続されてもよい。パラレル I/O コントローラ 720 は、処理部 700 がプログラムを実行する過程で行うパラレル I/O ポートを介した、デジタル信号による通信を制御してもよい。

[0168] シリアル I/O コントローラ 730 は、シリアル I/O ポートを介して通信可能な機器に接続されてもよい。シリアル I/O コントローラ 730 は、処理部 700 がプログラムを実行する過程で行うシリアル I/O ポートを介した、デジタル信号による通信を制御してもよい。

- [0169] A/D、D/Aコンバータ740は、アナログポートを介して通信可能な機器に接続されてもよい。A/D、D/Aコンバータ740は、処理部700がプログラムを実行する過程で行うアナログポートを介した、アナログ信号による通信を制御してもよい。
- [0170] ユーザインターフェイス710は、オペレータが処理部700によるプログラムの実行過程を表示したり、オペレータによるプログラム実行の中止や割り込み処理を処理部700に行わせるよう構成されてもよい。
- [0171] 処理部700のCPU701はプログラムの演算処理を行ってもよい。メモリ702は、CPU701がプログラムを実行する過程で、プログラムの一時記憶や、演算過程でのデータの一時的記憶を行ってもよい。タイマ703は、時刻や経過時間を計測し、プログラムの実行に従ってCPU701に時刻や経過時間を出力してもよい。GPU704は、処理部700に画像データが入力された際、プログラムの実行に従って画像データを処理し、その結果をCPU701に出力してもよい。
- [0172] パラレルI/Oコントローラ720に接続されるパラレルI/Oポートを介して通信可能な機器は、各種装置や、他の制御部等であってもよい。
- [0173] シリアルI/Oコントローラ730に接続されるシリアルI/Oポートを介して通信可能な機器は、各種装置や、他の制御部等であってもよい。
- [0174] A/D、D/Aコンバータ740に接続される、アナログポートを介して通信可能な機器は、各種センサであってもよい。
- [0175] 9. 光ビーム分離部の具体的な構成

図22は、光ビーム分離部の構成を例示する図である。図22に例示される光ビーム分離部340は、分離部ビームスプリッタ341、分離部キャンセルウインド342、第一のホルダ801、第二のホルダ802、及びハウジング803を含んでもよい。分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342の各々は、コート無しのウエッジ基板であってもよい。分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342の各々は、例えば、 CaF_2 の結晶（線膨張係数：約 1.84×10^{-7} ）で作ら

れてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 及び分離部キャンセルウインド 342 は、同一の寸法を有してもよい。分離部ビームスプリッタ 341 は、第一のホルダ 801 内に保持されてもよい。分離部キャンセルウインド 342 は、第二のホルダ 802 内に保持されてもよい。第一のホルダ 801 及び第二のホルダ 802 は、ハウジング 803 内に設けられてもよい。

[0176] PO200 側からのレーザ光は、分離部ビームスプリッタ 341 に入射してもよい。分離部ビームスプリッタ 341 に入射して分離部ビームスプリッタ 341 によって反射されるレーザ光は、計測器へ入射してもよい。計測器は、偏光計測器 310、ビームプロファイル計測器 320、又はレーザビーム進行方向の安定性計測器 330 のような計測器であってもよい。分離部ビームスプリッタ 341 に入射して分離部ビームスプリッタ 341 を透過するレーザ光は、分離部ビームスプリッタ 341 によって屈折されて分離部キャンセルウインド 342 に入射してもよい。分離部キャンセルウインド 342 に入射するレーザ光は、分離部キャンセルウインド 342 によって反対側に屈折されて分離部キャンセルウインド 342 を透過してもよい。分離部キャンセルウインド 342 を透過したレーザ光は、露光装置 500 側に向かって出力されてもよい。分離部ビームスプリッタ 341 及び分離部キャンセルウインド 342 は、露光装置 500 側に向かって出力されるレーザ光の軸が、分離部ビームスプリッタ 341 に入射するレーザ光の軸と一致するように、設けられてもよい。

[0177] 図 23 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する分解斜視図である。図 24 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する三面図である。図 25 は、光ビーム分離部に使用されるホルダを例示する部分図である。

[0178] 図 23、図 24、及び図 25 に例示されるように、第一のホルダ 801 及び第二のホルダ 802 は、それぞれ、分離部ビームスプリッタ 341 及び分離部キャンセルウインド 342 を保持してもよい。

[0179] 第一のホルダ 801 又は第二のホルダ 802 は、スーパーインバー (super invar) で作られてもよい。スーパーインバーは、超不変鉄、

超不変鋼、又はスーパーアンバーと呼ばれてもよい。スーパーインバーは、鉄、ニッケル、及びコバルトで構成された合金であってもよい。例えば、スーパーインバーは、63.5%の鉄、31.5%のニッケル、及び5%のコバルトで構成された三元合金であってもよい。スーパーインバーの線膨張係数は、約 4×10^{-7} であってもよい。第一のホルダ801又は第二のホルダ802が、スーパーインバーで作られる場合には、第一のホルダ801又は第二のホルダ802の熱変形が低減され得る。それによって、分離部ビームスプリッタ341に入射するレーザ光の軸に対する露光装置500側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。

[0180] 分離部ビームスプリッタ341を保持するための第一のホルダ801には、フランジ804、分離部ビームスプリッタ341、スペーサ805、円環板ばね807、及び押さえリング809が設けられてもよい。分離部キャンセルウインド342を保持するための第二のホルダ802には、フランジ804、分離部キャンセルウインド342、スペーサ805、円環板ばね807、及び押さえリング809が設けられてもよい。

[0181] フランジ804は、第一のホルダ801又は第二のホルダ802に装着されると共に固定されてもよい。フランジ804は、スーパーインバーで作られてもよい。フランジ804が、スーパーインバーで作られる場合には、フランジ804の熱変形が改善され得る。それによって、分離部ビームスプリッタ341に入射するレーザ光の軸に対する露光装置500側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。分離部ビームスプリッタ341又は分離部キャンセルウインド342は、フランジ804に装着されてもよい。

[0182] スペーサ805は、フランジ804に対して分離部ビームスプリッタ341又は分離部キャンセルウインド342を押圧するように設けられてもよい。スペーサ805は、三個の突起部806を有してもよい。スペーサ805は、三個の突起部806によって分離部ビームスプリッタ341又は分離部キャンセルウインド342を押圧するように、構成されてもよい。スペーサ

８０５は、スーパーインバーで作られてもよい。スペーサ８０５が、スーパーインバーで作られる場合には、スペーサ８０５の熱変形が改善され得る。それによって、分離部ビームスプリッタ３４１に入射するレーザ光の軸に対する露光装置５００側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。

[0183] 円環板ばね８０７は、フランジ８０４及び分離部ビームスプリッタ３４１又は分離部キャンセルウインド３４２に対してスペーサ８０５を押圧するように設けられてもよい。円環板ばね８０７は、三個のくさび部分８０８を有してもよい。円環板ばね８０７は、三個のくさび部分８０８によってスペーサ８０５、分離部ビームスプリッタ３４１又は分離部キャンセルウインド３４２を押圧するように、構成されてもよい。円環板ばね８０７は、円環板ばね８０７の三個のくさび部分８０８の位置が、スペーサ８０５の三個の突起部８０６の位置と対応するように、配置されてもよい。円環板ばね８０７は、ステンレス鋼（ＳＵＳ：Steel Use Stainless）で作られてもよい。ＳＵＳとしては、例えば、ＳＵＳ３０４（線膨張係数： 1.73×10^{-5} ）であってもよい。円環板ばね８０７を使用する場合には、振動による分離部ビームスプリッタ３４１又は分離部キャンセルウインド３４２の位置ずれが低減され得る。それによって、分離部ビームスプリッタ３４１に入射するレーザ光の軸に対する露光装置５００側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。

[0184] 押さえリング８０９は、フランジ８０４、分離部ビームスプリッタ３４１又は分離部キャンセルウインド３４２、及びスペーサ８０５に対して円環板ばね８０７を押圧するように設けられてもよい。押さえリング８０９は、ステンレス鋼（ＳＵＳ：Steel Use Stainless）で作られてもよい。ＳＵＳとしては、例えば、ＳＵＳ３０４（線膨張係数： 1.73×10^{-5} ）であってもよい。

[0185] ボルト８１０は、スーパーインバーで作られてもよい。ボルト８１０が、スーパーインバーで作られる場合には、ボルト８１０の熱変形が改善され得

る。それによって、分離部ビームスプリッタ 341 に入射するレーザ光の軸に対する露光装置 500 側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。

[0186] フランジ 804 にはボルト 810 を受容する孔が設けられてもよい。円環板ばね 807 及び押さえリング 809 にはボルト 810 を挿入するための孔が設けられてもよい。押さえリング 809 及び円環板ばね 807 を通じてボルト 810 をフランジ 804 に挿入してもよい。それによって、フランジ 804 及び押さえリング 809 の間に分離部ビームスプリッタ 341 又は分離部キャンセルウインド 342、スペーサ 805、及び円環板ばね 807 を固定してもよい。

[0187] フランジ 804 には、一個又は複数のリング 811 が設けられてもよい。一個又は複数のリング 811 は、ゴムで作られてもよい。フランジ 804 に一個又は複数のリング 811 が設けられる場合には、フランジ 804 の内部における分離部ビームスプリッタ 341 又は分離部キャンセルウインド 342 の回転が低減され得る。それによって、分離部ビームスプリッタ 341 に入射するレーザ光の軸に対する露光装置 500 側に向かって出力されるレーザ光の軸のずれが低減され得る。

[0188] 10. 第4の実施の形態（光ビーム計測装置）

次に、図 26A 及び図 26B に基づき第4の実施の形態における光ビーム計測装置について説明する。尚、図 26A は、本実施の形態における光ビーム計測装置において、HZ 面に平行な面における平面図であり、図 26B は、本実施の形態における光ビーム計測装置において、HV 面に平行な面における平面図である。また、図 26A 及び図 26B における座標軸は、露光装置に進行するパルスレーザ光の座標軸を示している。尚、本実施の形態における光ビーム計測装置は、図 1 等に記載されている第1の実施の形態における光ビーム計測装置 300、又は、図 11 等に記載されている第2の実施の形態における光ビーム計測装置 300 と置き換えて用いることができる。

[0189] 本実施の形態における光ビーム計測装置は、第2の実施の形態において、

ビームプロファイル計測器 620 に含まれるキャンセルウインド 624 の代りに第 1 のキャンセルウインド 627 を追加した構造のものである。更に、本実施の形態における光ビーム計測装置は、第 2 の実施の形態において、レーザビーム進行方向の安定性計測器 630 に第 2 のキャンセルウインド 639 を追加した構造のものである。

[0190] 第 1 のキャンセルウインド 627 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 を透過したパルスレーザ光の光路上に設置されてもよい。第 1 のキャンセルウインド 627 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 と第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 との間に設置されてもよい。

第 1 のキャンセルウインド 627 は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 を透過したパルスレーザ光の光路軸を、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 に入射するパルスレーザ光の光路軸と略平行となるように補正してもよい。

尚、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 に入射するパルスレーザ光は、光ビーム分離部 340 において分離されたパルスレーザ光であり得る。

[0191] 上記構成により、第 1 のキャンセルウインド 627 を透過して出射したパルスレーザ光は、第 1 の計測部ビームスプリッタ 311 に入射するパルスレーザ光の光路軸に略平行な光路軸を有して、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 に入射し得る。第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 に入射したパルスレーザ光は、その一部が 45° の反射角で反射されて転写光学系 322 に入射し、その他の一部が透過し得る。転写光学系 322 に入射したパルスレーザ光は、蛍光板 625 及び転写光学系 626 を介してイメージセンサ 323 に入射し、当該パルスレーザ光のビームプロファイルが計測され得る。

[0192] 第 2 のキャンセルウインド 639 は、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 を透過したパルスレーザ光の光路上に設置されてもよい。第 2 のキャンセルウインド 639 は、第 2 の計測部ビームスプリッタ 321 と第 3 の計測部ビームスプリッタ 332 との間に設置されてもよい。

第 2 のキャンセルウインド 639 は、第 2 の計測部ビームスプリッタ 32

1を透過したパルスレーザ光の光路軸を、第2の計測部ビームスプリッタ321に入射するパルスレーザ光の光路軸と略平行となるように補正してもよい。

[0193] 上記構成により、第2のキャンセルウインド639を透過して出射したパルスレーザ光は、第2の計測部ビームスプリッタ321に入射するパルスレーザ光の光路軸に略平行な光路軸を有して、第3の計測部ビームスプリッタ332に入射し得る。第3の計測部ビームスプリッタ332に入射したパルスレーザ光は、その一部が45°の反射角で反射されて集光光学系333に入射し、その他の一部が透過し得る。集光光学系333に入射したパルスレーザ光は、減光板635、蛍光板636、及び転写光学系637を介してイメージセンサ334に入射し、当該パルスレーザ光のレーザビーム進行方向の安定性が計測され得る。

それにより、レーザビーム進行方向の安定性計測器630では、計測データの歪みが抑制され得る。

[0194] このように、本実施の形態における光ビーム計測装置は、第1のキャンセルウインド627及び第2のキャンセルウインド639を設置することによって、ビームプロファイル計測器620及びレーザビーム進行方向の安定性計測器630における計測データの歪みを抑制し得る。

[0195] 本実施の形態において、第1の計測部ビームスプリッタ311、第2の計測部ビームスプリッタ321、第3の計測部ビームスプリッタ332、第1のキャンセルウインド627、第2のキャンセルウインド639、及びキャンセルウインド638は、以下に示すように、図5A～図6Bに示された分離部ビームスプリッタ341及び分離部キャンセルウインド342と同様の構成となるように形成されてもよい。

[0196] 例えば、第1の計測部ビームスプリッタ311、第2の計測部ビームスプリッタ321、第3の計測部ビームスプリッタ332、第1のキャンセルウインド627、第2のキャンセルウインド639、及びキャンセルウインド638のそれぞれは、ウエッジ基板により形成されてもよい。

この場合、第1の計測部ビームスプリッタ311及び第1のキャンセルウインド627は、ペアリングされて、互いに略同一の構造及び特性を有するウエッジ基板により形成されてもよい。第2の計測部ビームスプリッタ321及び第2のキャンセルウインド639は、ペアリングされて、互いに略同一の構造及び特性を有するウエッジ基板により形成されてもよい。第3の計測部ビームスプリッタ332及びキャンセルウインド638は、ペアリングされて、互いに略同一の構造及び特性を有するウエッジ基板により形成されてもよい。

そして、第1の計測部ビームスプリッタ311のパルスレーザ光が入射する側の面と、第1のキャンセルウインド627のパルスレーザ光が出射する側の面とは、略平行であってもよい。第1の計測部ビームスプリッタ311のパルスレーザ光が出射する側の面と、第1のキャンセルウインド627のパルスレーザ光が入射する側の面とは、略平行であってもよい。第2の計測部ビームスプリッタ321のパルスレーザ光が入射する側の面と、第2のキャンセルウインド639のパルスレーザ光が出射する側の面とは、略平行であってもよい。第2の計測部ビームスプリッタ321のパルスレーザ光が出射する側の面と、第2のキャンセルウインド639のパルスレーザ光が入射する側の面とは、略平行であってもよい。第3の計測部ビームスプリッタ332のパルスレーザ光が入射する側の面と、キャンセルウインド638のパルスレーザ光が出射する側の面とは、略平行であってもよい。第3の計測部ビームスプリッタ332のパルスレーザ光が出射する側の面と、キャンセルウインド638のパルスレーザ光が入射する側の面とは、略平行であってもよい。

[0197] また例えば、第1の計測部ビームスプリッタ311、第2の計測部ビームスプリッタ321、第3の計測部ビームスプリッタ332、第1のキャンセルウインド627、第2のキャンセルウインド639、及びキャンセルウインド638は、 CaF_2 結晶により形成されていてもよい。

この場合、第1の計測部ビームスプリッタ311、第2の計測部ビームス

プリッタ 3 2 1、及び第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 のそれぞれは、パルスレーザ光が入射する側の面が、 CaF_2 結晶の $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されてもよい。加えて、第 1 のキャンセルウインド 6 2 7、第 2 のキャンセルウインド 6 3 9、及びキャンセルウインド 6 3 8 のそれぞれは、パルスレーザ光が出射する側の面が、 CaF_2 結晶の $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されてもよい。

更にこの場合、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、及び第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 のそれぞれは、パルスレーザ光が入射する側の面の法線 $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸から見て、入射するパルスレーザ光の光路軸と $\langle 0\ 0\ 1 \rangle$ 軸とのなす角度が約 60° となるように設置されてもよい。言い換えるならば、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、及び第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2 のそれぞれは、入射するパルスレーザ光の光路が CaF_2 結晶の $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸及び $\langle 0\ 1\ 0 \rangle$ 軸を含む面と略平行となるように設置されてもよい。加えて、第 1 のキャンセルウインド 6 2 7、第 2 のキャンセルウインド 6 3 9、及びキャンセルウインド 6 3 8 のそれぞれは、パルスレーザ光が出射する側の面の法線 $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸から見て、出射するパルスレーザ光の光路軸と $\langle 0\ 0\ 1 \rangle$ 軸とのなす角度が約 60° となるように設置されてもよい。言い換えるならば、第 1 のキャンセルウインド 6 2 7、第 2 のキャンセルウインド 6 3 9、及びキャンセルウインド 6 3 8 のそれぞれは、出射するパルスレーザ光の光路が CaF_2 結晶の $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$ 軸及び $\langle 0\ 1\ 0 \rangle$ 軸を含む面と略平行となるように設置されてもよい。

[0198] 上記構成により、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッタ 3 2 1、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2、第 1 のキャンセルウインド 6 2 7、第 2 のキャンセルウインド 6 3 9、及びキャンセルウインド 6 3 8 は、パルスレーザ光を吸収して熱応力が発生しても出射されるパルスレーザ光の偏光の変化を抑制することができる。

[0199] 尚、第 1 の計測部ビームスプリッタ 3 1 1、第 2 の計測部ビームスプリッ

タ 3 2 1、第 3 の計測部ビームスプリッタ 3 3 2、第 1 のキャンセルウインド 6 2 7、第 2 のキャンセルウインド 6 3 9、及びキャンセルウインド 6 3 8 のそれぞれには、パルスレーザ光を部分的に反射するための誘電体多層膜等が成膜されていなくともよい。

[0200] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0201] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添付の特許請求の範囲に記載される不定冠詞「1つの」は、「少なくとも1つ」又は「1又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

[0202] 本出願は、2013年6月27日に提出された日本国特許出願第2013-134707号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その全体の内容は、ここに援用される。

[0203] 本出願は、2014年1月22日に提出された特許協力条約に基づく国際出願PCT/JP2014/051295号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その全体の内容は、ここに援用される。

符号の説明

[0204] 100 MO
110 MOレーザチャンバ
110a ウインド
110b ウインド
111a 電極（第1の電極）
111b 電極（第2の電極）
112 MO充電器

1 1 3	MO-PPM
1 1 3 a	スイッチ
1 1 4	狭帯域化モジュール
1 1 4 a	プリズム
1 1 4 b	プリズム
1 1 4 c	グレーティング
1 1 4 d	回転ステージ
1 1 5	出力結合ミラー
1 1 7	MOエネルギー計測器
1 2 0	波長調整部
2 0 0	PO
2 1 0	POレーザチャンバ
2 1 0 a	ウインド
2 1 0 b	ウインド
2 1 1 a	電極（第1の電極）
2 1 1 b	電極（第2の電極）
2 1 2	PO充電器
2 1 3	PO-PPM
2 1 3 a	スイッチ
2 1 5	分反射ミラー
2 1 6	出力結合ミラー
2 2 0	POレーザ光計測部
2 2 1	POエネルギー計測器
2 2 2	スペクトル計測器
2 2 3	ビームスプリッタ
2 2 4	ビームスプリッタ
3 0 0	光ビーム計測装置
3 1 0	偏光計測器

3 1 1	第 1 の計測部ビームスプリッタ
3 1 2	アパーチャ
3 1 3	減光板
3 1 4	ローションプリズム
3 1 5	イメージセンサ
3 2 0	ビームプロファイル計測器
3 2 1	第 2 の計測部ビームスプリッタ
3 2 2	転写光学系
3 2 3	イメージセンサ
3 3 0	レーザビーム進行方向の安定性計測器
3 3 1	計測部キャンセルウインド
3 3 2	第 3 の計測部ビームスプリッタ
3 3 3	集光光学系
3 3 4	イメージセンサ
3 4 0	光ビーム分離部
3 4 1	分離部ビームスプリッタ
3 4 2	分離部キャンセルウインド
3 5 0	制御部
3 6 0	ビーム計測制御部
4 2 0	レーザ制御部
4 2 1	エネルギー制御部
4 2 2	波長制御部
4 3 0	データ収集処理システム
4 4 0	F D C システム
5 0 0	露光装置
5 1 0	露光装置制御部
8 0 1	第一のホルダ
8 0 2	第二のホルダ

803	ハウジング
804	フランジ
805	スペーサ
806	突起部
807	円環板ばね
808	くさび部分
809	押さえリング
810	ボルト
811	Ｏリング

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光の光路上に設置された第1の計測部ビームスプリッタを含み、前記第1の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、
- 前記レーザ光の光路上に設置された第2の計測部ビームスプリッタを含み、前記第2の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、
- レーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の安定性計測器と、
- を備え、
- 前記第1の計測部ビームスプリッタ及び前記第2の計測部ビームスプリッタは、 CaF_2 を含む材料により形成されている光ビーム計測装置。
- [請求項2] 前記第1の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光が、前記第2の計測部ビームスプリッタに入射するように構成された請求項1に記載の光ビーム計測装置。
- [請求項3] 前記レーザビーム進行方向の安定性計測器は、前記レーザ光の光路上に設置された第3の計測部ビームスプリッタを含んでおり、前記第3の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するように構成され、
- 前記第3の計測部ビームスプリッタは、 CaF_2 を含む材料により形成されている請求項1に記載の光ビーム計測装置。
- [請求項4] 前記第1の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光が、前記第2の計測部ビームスプリッタに入射し、
- 前記第2の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光が、前記第3の計測部ビームスプリッタに入射するように構成された請求項3に記載の光ビーム計測装置。

- [請求項5] レーザ光の一部を反射して前記第1の計測部ビームスプリッタに入射させるように構成された、レーザ光を分離する光ビーム分離部を備え、
前記光ビーム分離部は、 CaF_2 を含む材料により形成されている請求項1に記載の光ビーム計測装置。
- [請求項6] 前記偏光計測器は第1の偏光計測器と第2の偏光計測器を含み、
前記第1の偏光計測器及び前記第2の偏光計測器のうちの一方または双方は、レーザ光の偏光成分を検出するように構成された請求項1に記載の光ビーム計測装置。
- [請求項7] 前記偏光計測器は、前記レーザ光の偏光成分を検出するように構成された請求項1に記載の光ビーム計測装置。
- [請求項8] レーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、
レーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、
レーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の安定性計測器と、
 CaF_2 を含む材料により形成され、前記レーザ光の光路上に設置された複数の計測部ビームスプリッタと、
を備え、
前記偏光計測器、前記ビームプロファイル計測器及び前記レーザビーム進行方向の安定性計測器の各々は、複数の前記計測部ビームスプリッタにより各々分岐されたレーザ光を計測する光ビーム計測装置。
- [請求項9] レーザ光を出射するレーザチャンバと、
出射されたレーザ光を計測する請求項1に記載の光ビーム計測装置と、
を含むレーザ装置。
- [請求項10] ウエッジ基板により形成され、レーザ光の光路上に設置された第1の分離基板と、

ウェッジ基板により形成され、前記レーザ光の光路上に設置された第2の分離基板と、

を備え、

前記第1の分離基板は、一方の面より入射したレーザ光が前記一方の面において一部反射されることにより、前記レーザ光の一部が分離されるように構成され、

前記第2の分離基板は、前記第1の分離基板の一方の面に入射したレーザ光のうち、前記第1の分離基板を透過したレーザ光が前記第1の分離基板の他方の面より出射して、前記第2の分離基板の一方の面に入射し、前記第2の分離基板の他方の面より出射するように構成され、

前記第1の分離基板の一方の面と前記第2の分離基板の他方の面とは略平行であり、

前記第1の分離基板の他方の面と前記第2の分離基板の一方の面とは略平行であり、

前記レーザ光の光路における前記第1の分離基板の厚さと前記第2の分離基板の厚さは略等しい光ビーム分離装置。

[請求項11] 前記第1の分離基板に入射するレーザ光の光軸と、前記第2の分離基板より出射されるレーザ光の光軸とは、略一致している請求項10に記載の光ビーム分離装置。

[請求項12] 前記第1の分離基板及び前記第2の分離基板は、 CaF_2 を含む材料により形成されている請求項10に記載の光ビーム分離装置。

[請求項13] 請求項10に記載の光ビーム分離装置と、

前記第1の分離基板の一方の面において一部反射されたレーザ光の偏光状態を計測する偏光計測器と、

前記第1の分離基板の一方の面において一部反射されたレーザ光のビームプロファイルを計測するビームプロファイル計測器と、

前記第1の分離基板の一方の面において一部反射されたレーザ光の

レーザビーム進行方向の安定性を計測するレーザビーム進行方向の安定性計測器と、

を含む光ビーム計測装置。

[請求項14]

レーザ光を出射するレーザチャンバと、

出射されたレーザ光を計測する請求項13に記載の光ビーム計測装置と、

を含むレーザ装置。

[請求項15]

前記第1の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光の光路上に設置され、当該第1の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光の光路軸を、前記第1の計測部ビームスプリッタに入射するレーザ光の光路軸と略平行となるように補正する第1のキャンセルウインドと、

前記第2の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光の光路上に設置され、当該第2の計測部ビームスプリッタを透過したレーザ光の光路軸を、前記第2の計測部ビームスプリッタに入射するレーザ光の光路軸と略平行となるように補正する第2のキャンセルウインドと、

を含む請求項7に記載の光ビーム計測装置。

[請求項16]

前記レーザビーム進行方向の安定性計測器は、前記レーザ光の光路上に配置された第3の計測部ビームスプリッタを含んでおり、前記第3の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測するように構成され、

前記第3の計測部ビームスプリッタは、 CaF_2 を含む材料により形成されており、

前記第1のキャンセルウインドは、前記第1の計測部ビームスプリッタと前記第2の計測部ビームスプリッタとの間に設置され、

前記第2のキャンセルウインドは、前記第2の計測部ビームスプリッタと前記第3の計測部ビームスプリッタとの間に設置されている

請求項15に記載の光ビーム計測装置。

[請求項17]

前記ビームプロファイル計測器は、前記第1のキャンセルウインド

を透過して、前記第2の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のビームプロファイルを計測し、

前記レーザビーム進行方向の安定性計測器は、前記第2のキャンセルウインドを透過して、前記第3の計測部ビームスプリッタにおいて一部反射されたレーザ光のレーザビーム進行方向の安定性を計測する請求項16に記載の光ビーム計測装置。

[請求項18] 前記第1の分離基板は、当該第1の分離基板の一方の面より入射するレーザ光の入射角が 45° となり、当該第1の分離基板の他方の面より出射するレーザ光の出射角がブリュースタ角となるように設置され、

前記第2の分離基板は、当該第2の分離基板の一方の面より入射するレーザ光の入射角がブリュースタ角となり、当該第2の分離基板の他方の面より出射するレーザ光の出射角が 45° となるように設置されている

請求項11に記載の光ビーム分離装置。

[請求項19] 前記第1の分離基板及び前記第2の分離基板は、 CaF_2 結晶を含む材料により形成されていると共に、

前記第1の分離基板の一方の面は、 CaF_2 結晶の $\langle 111 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨され、

前記第2の分離基板の他方の面は、 CaF_2 結晶の $\langle 111 \rangle$ 軸が略垂直となるように研磨されている

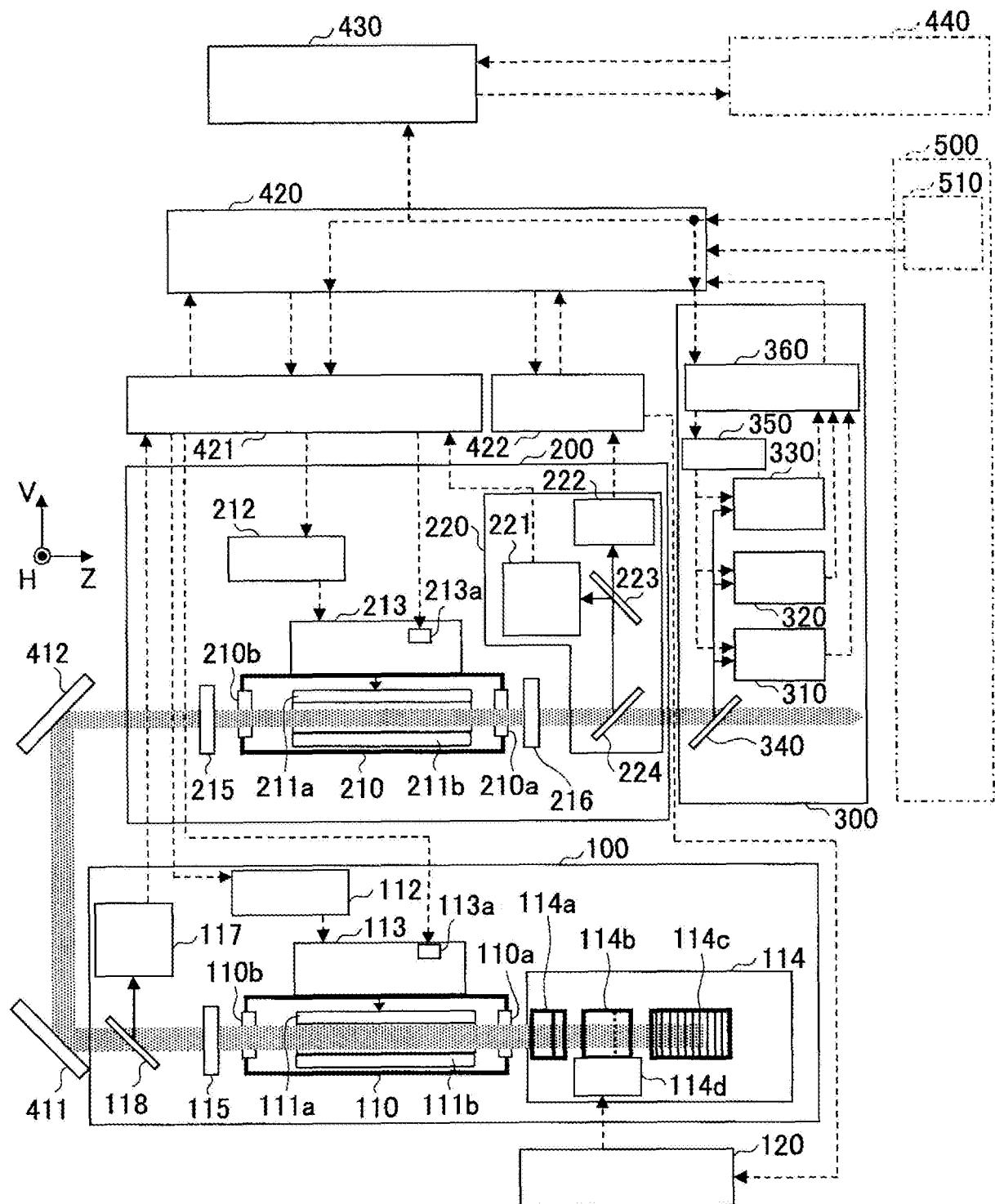
請求項18に記載の光ビーム分離装置。

[請求項20] 前記第1の分離基板は、当該第1の分離基板の一方の面より入射するレーザ光の光路が CaF_2 結晶の $\langle 111 \rangle$ 軸及び $\langle 010 \rangle$ 軸を含む面と略平行となるように設置され、

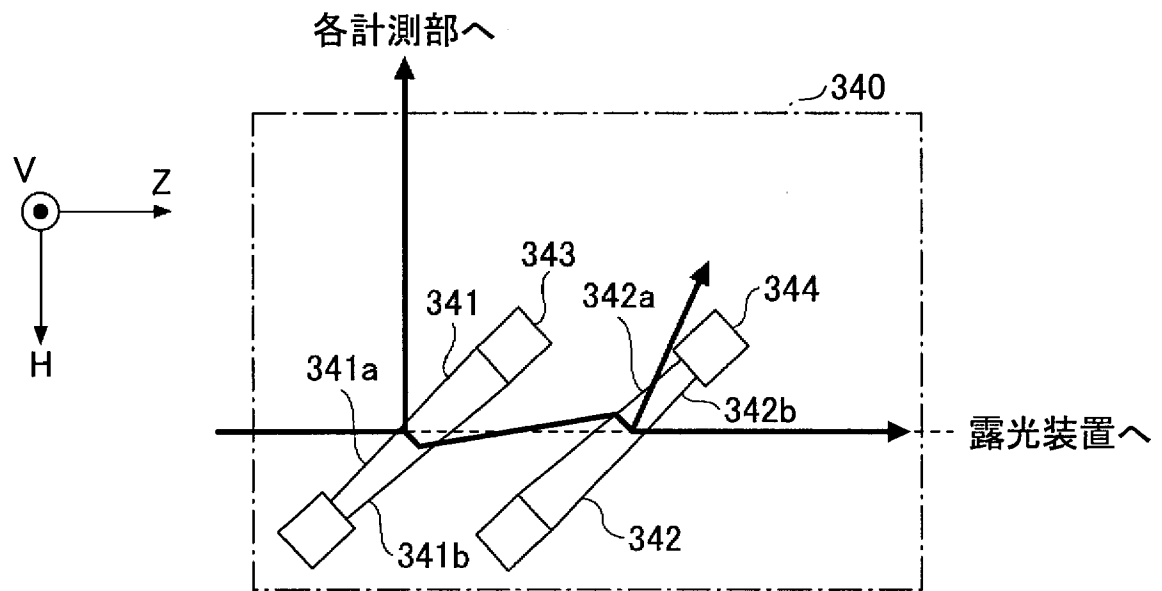
前記第2の分離基板は、当該第2の分離基板の他方の面より出射するレーザ光の光路が CaF_2 結晶の $\langle 111 \rangle$ 軸及び $\langle 010 \rangle$ 軸を含む面と略平行となるように設置されている

請求項 1 9 に記載の光ビーム分離装置。

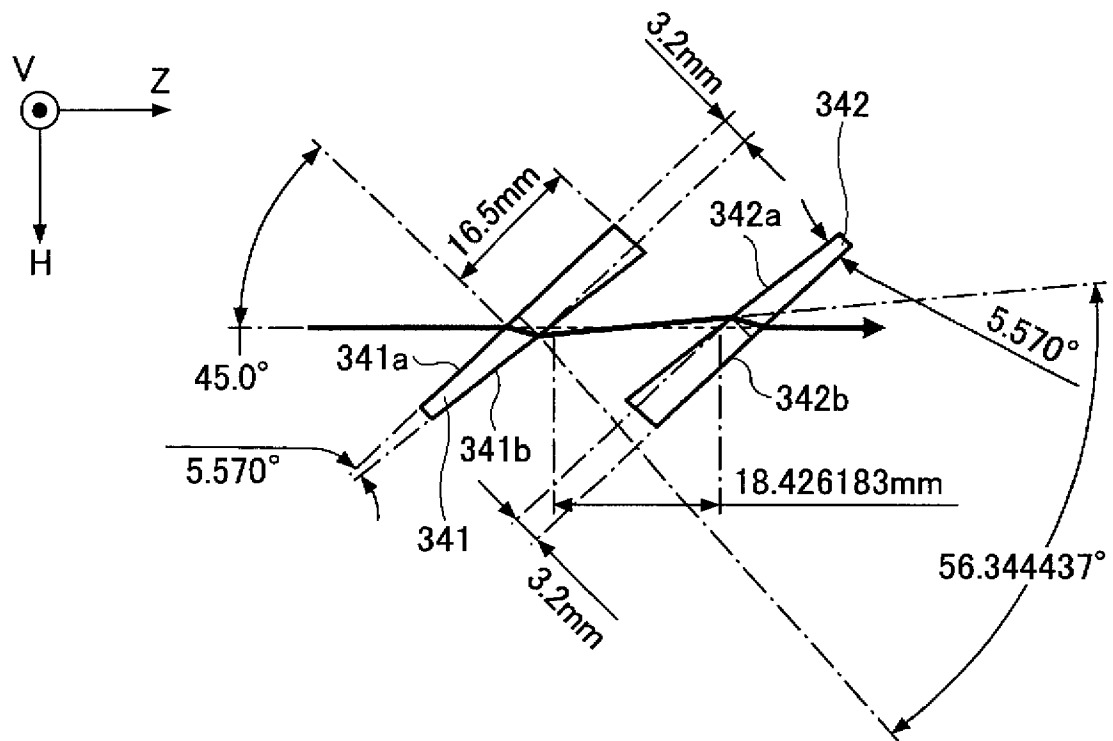
[図1]



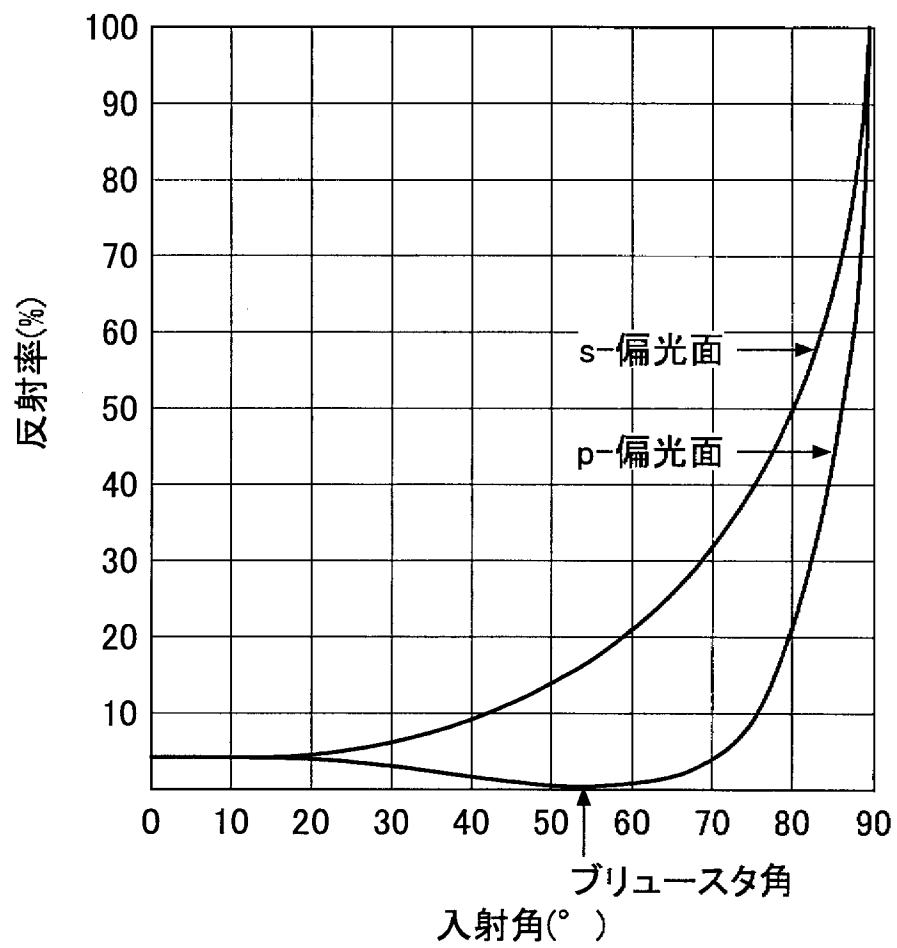
[図2]



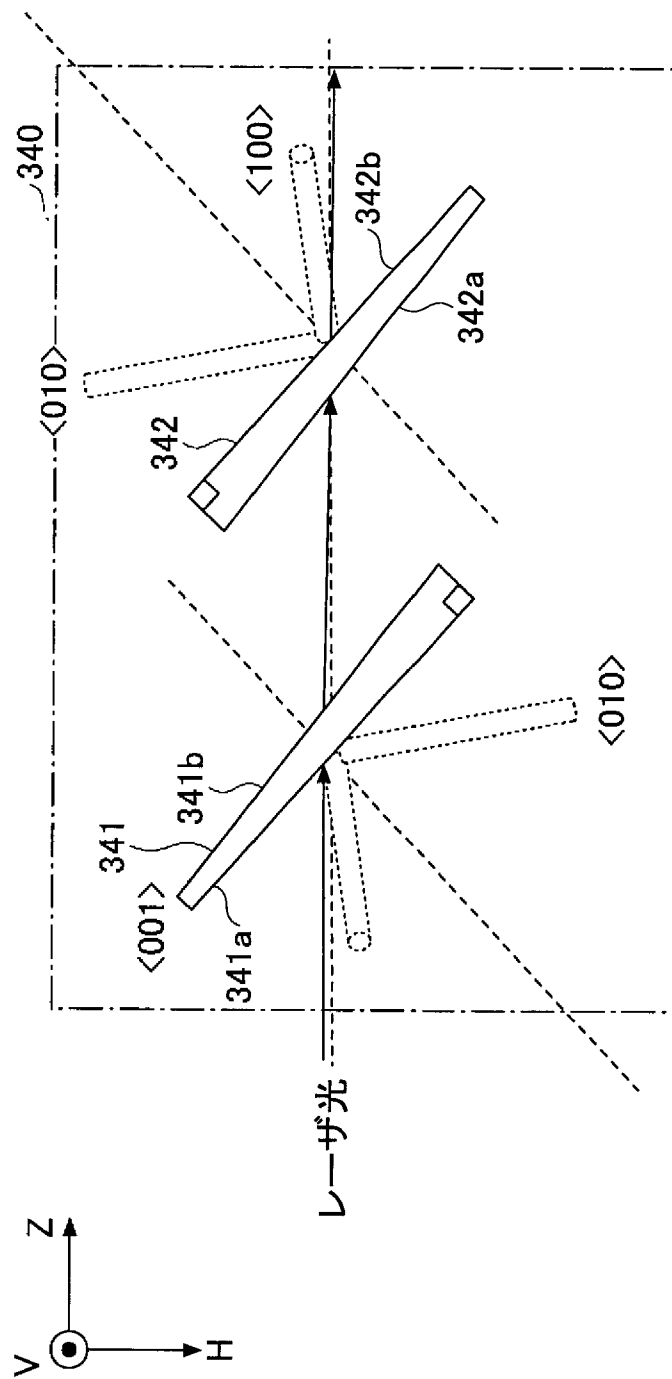
[図3]



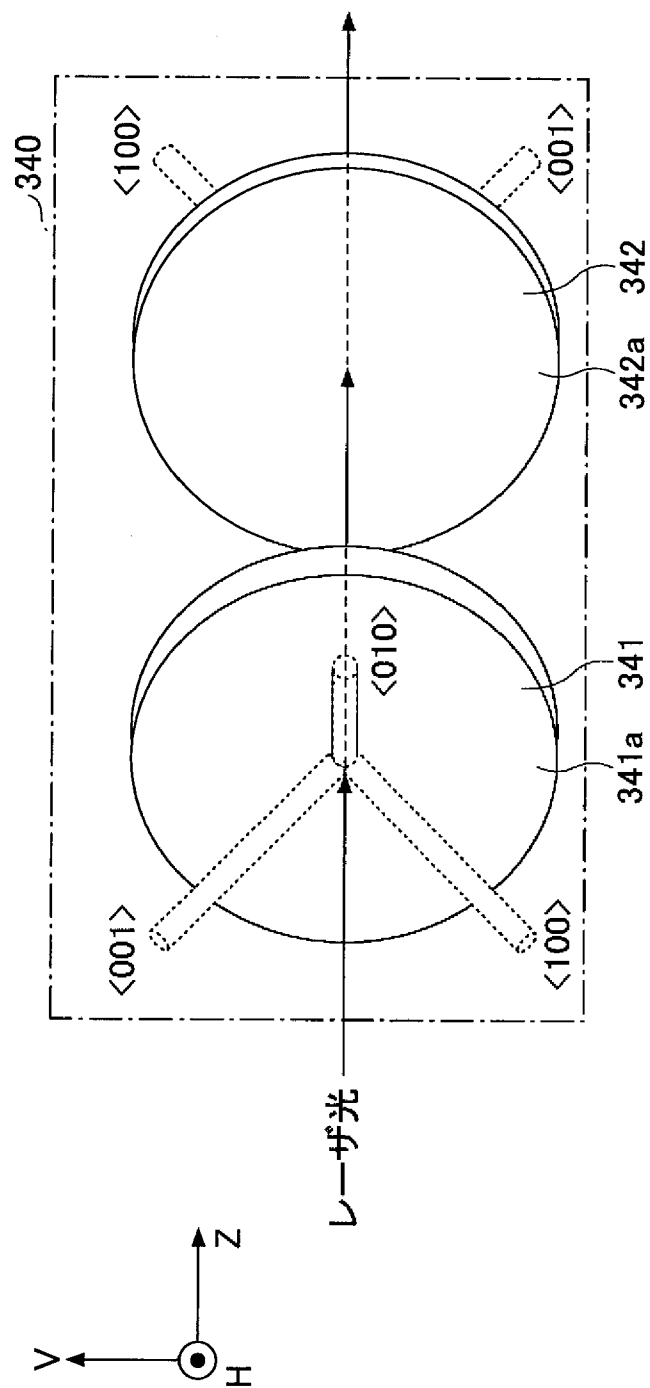
[図4]



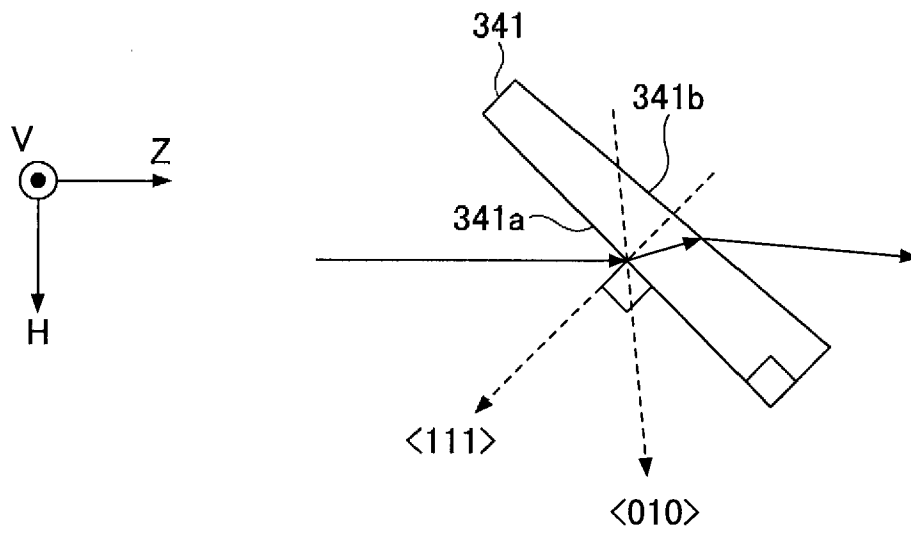
[図5A]



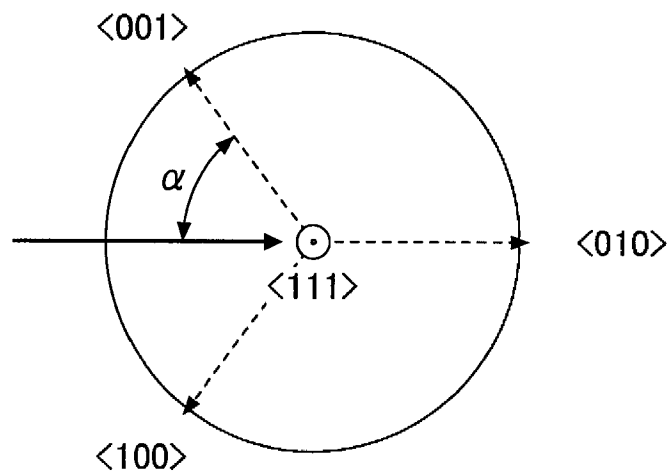
[図5B]



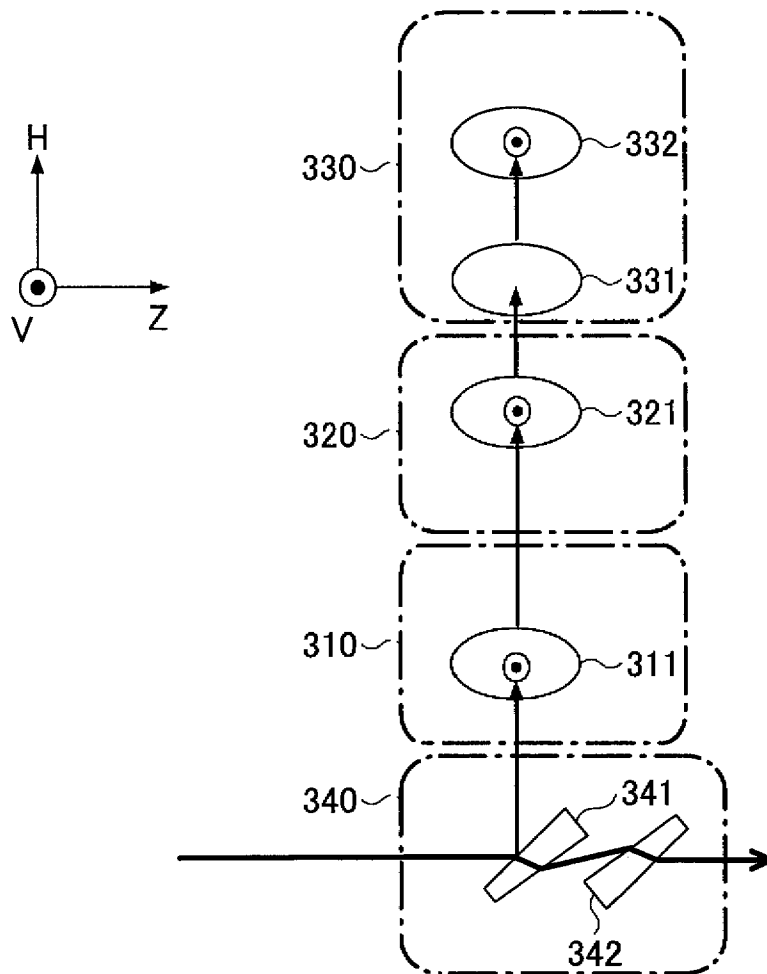
[図6A]



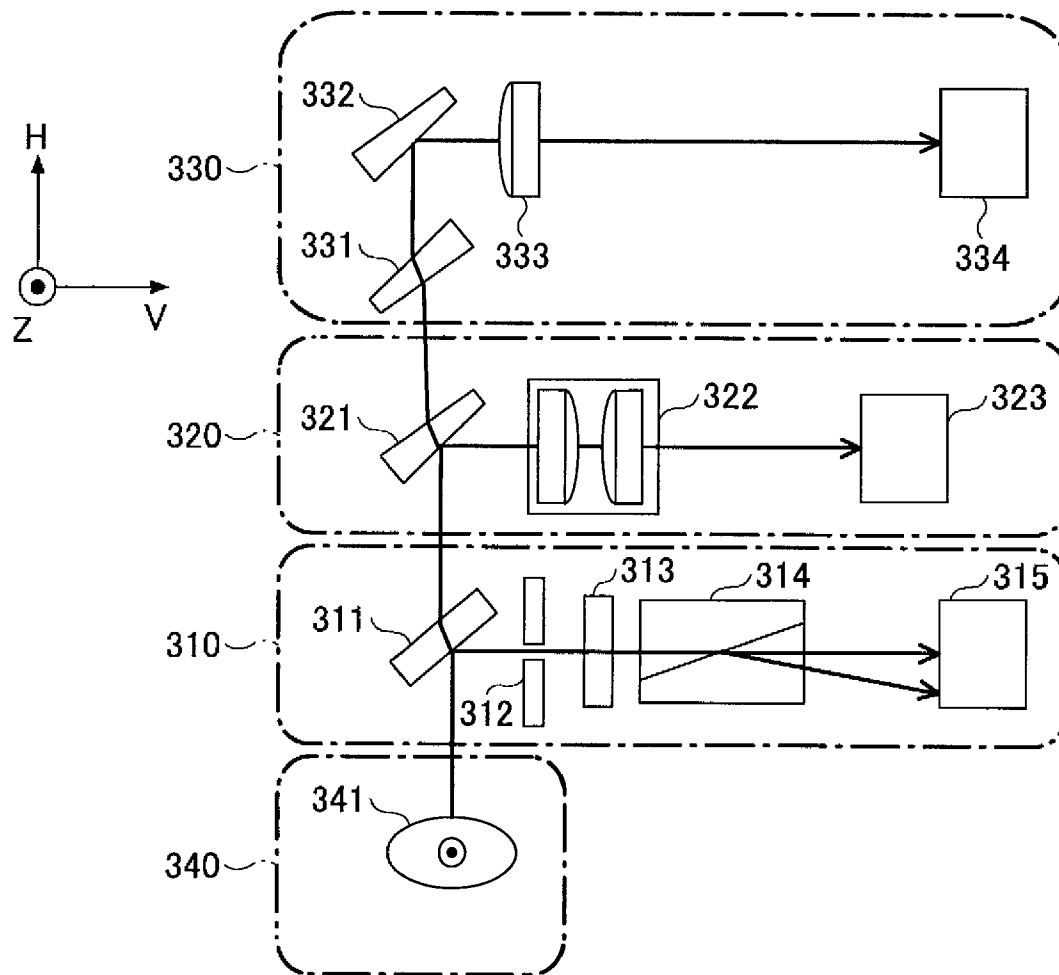
[図6B]



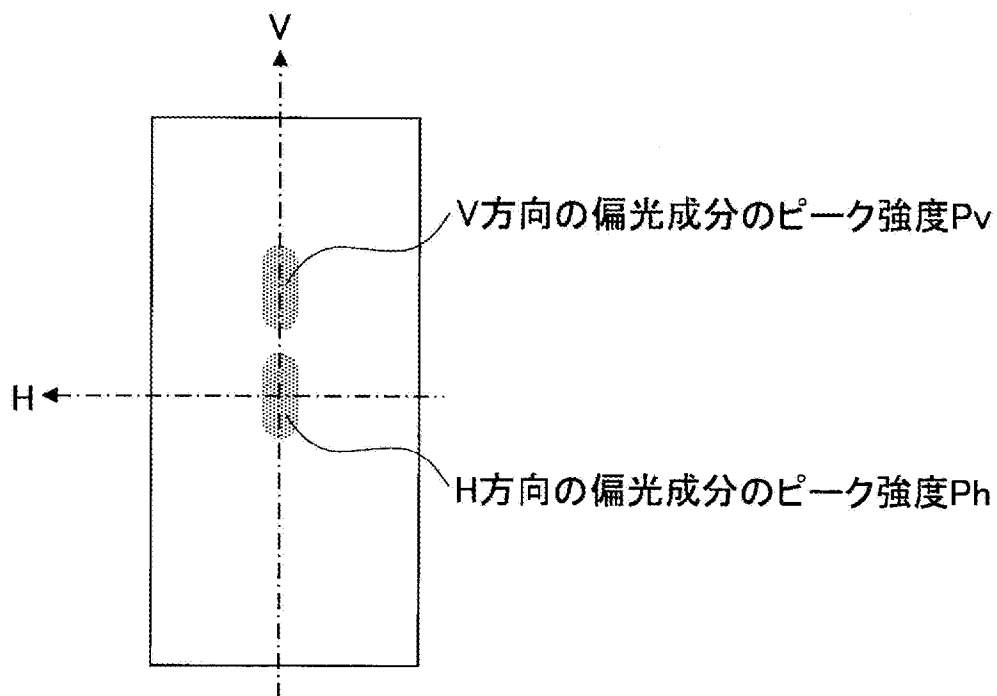
[図7A]



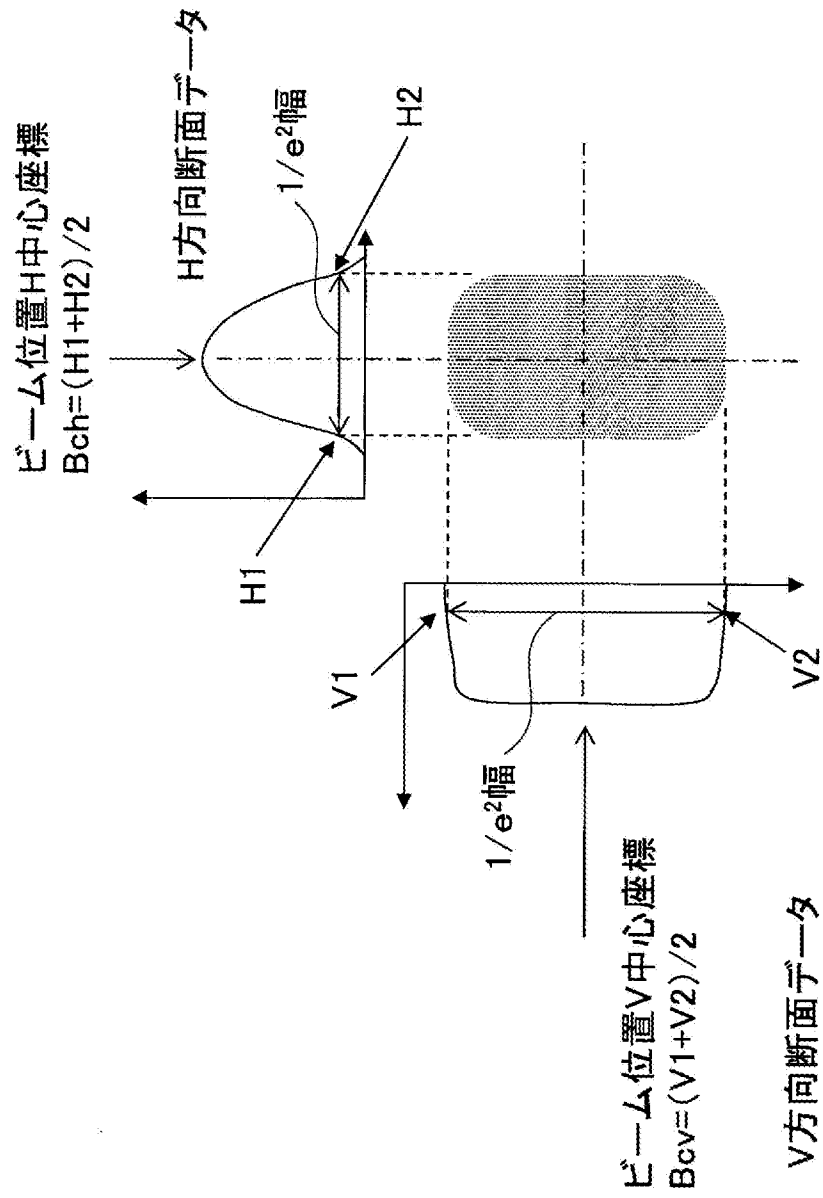
[図7B]



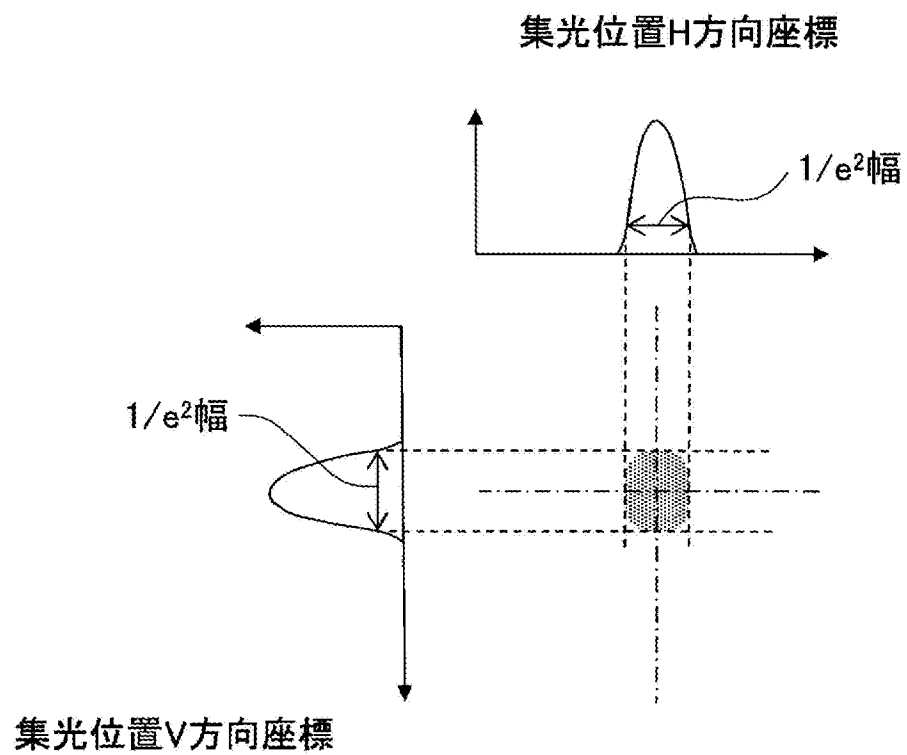
[図8]



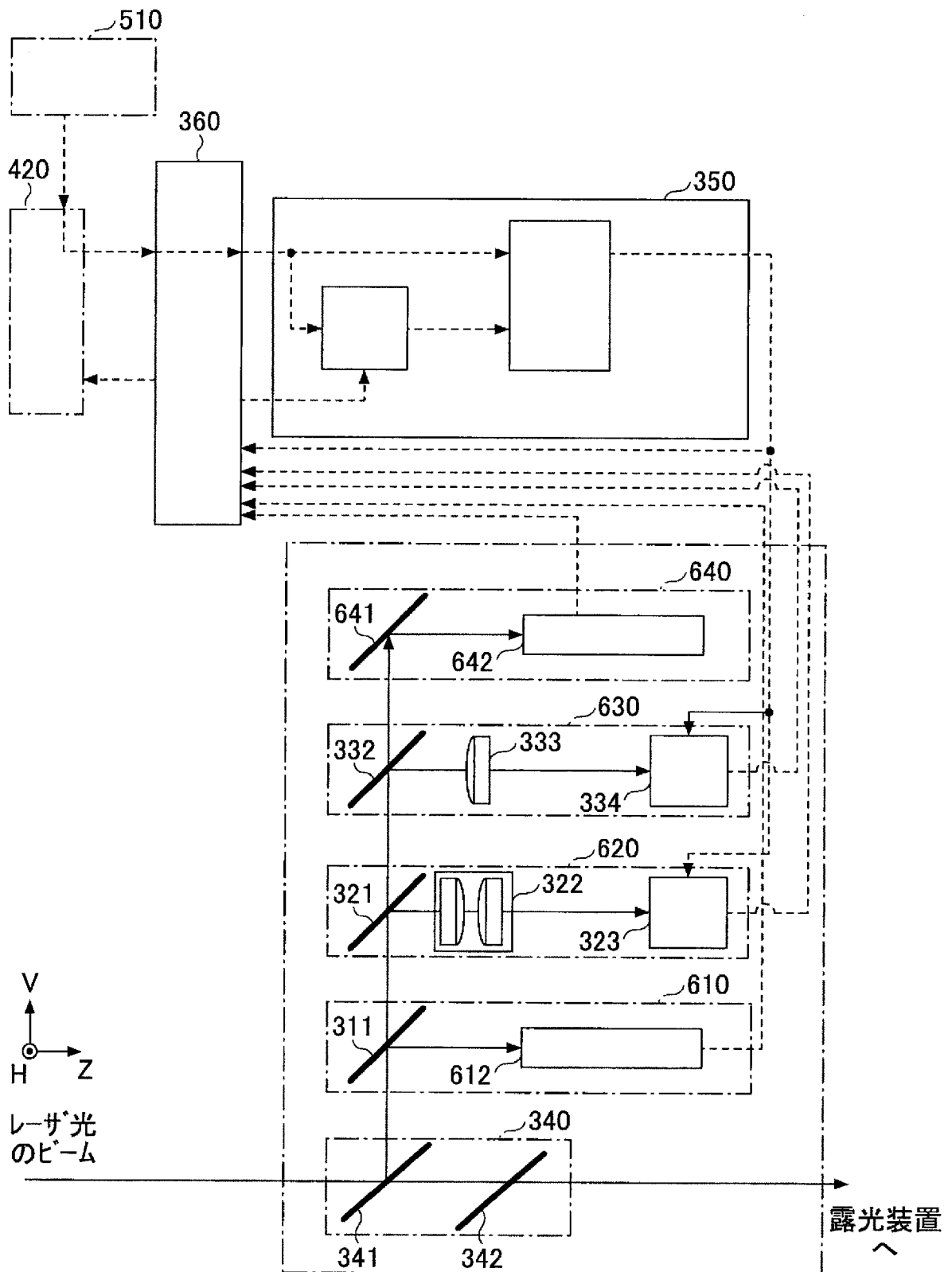
[図9]



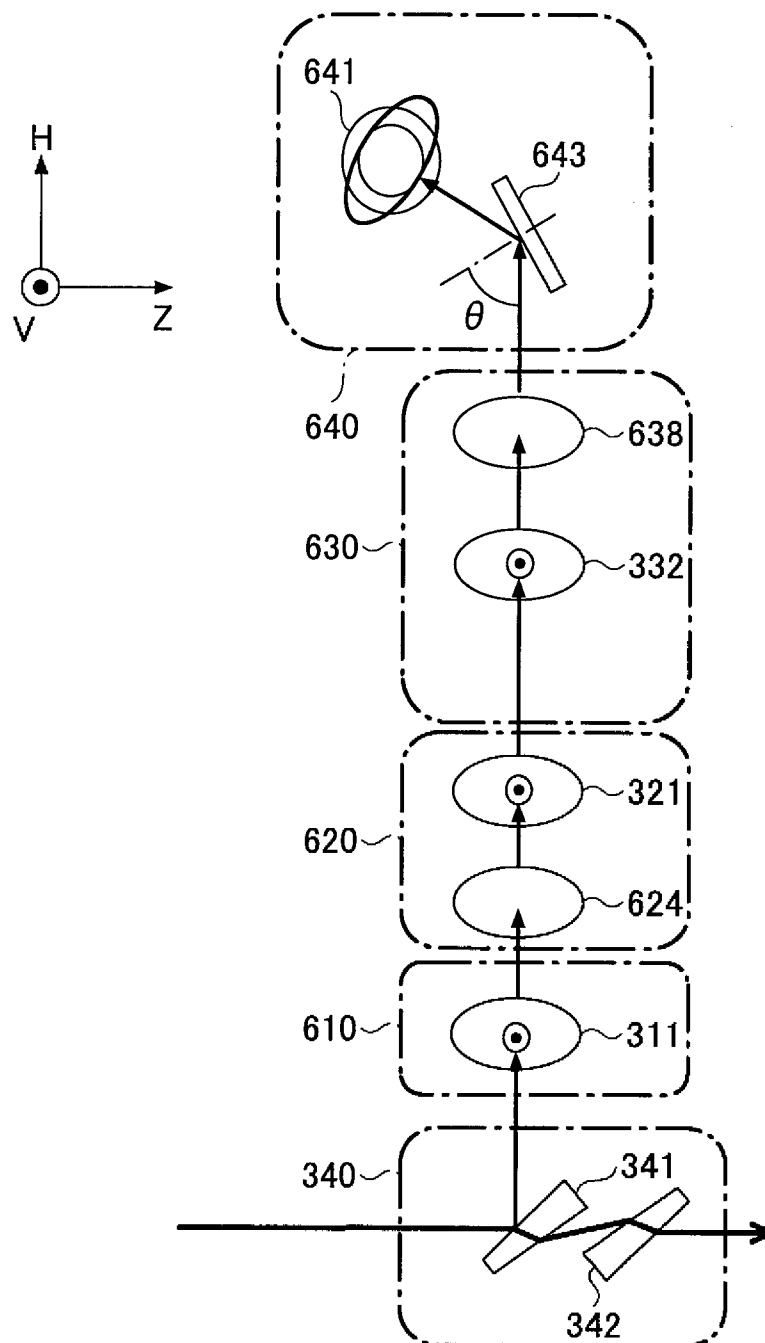
[図10]



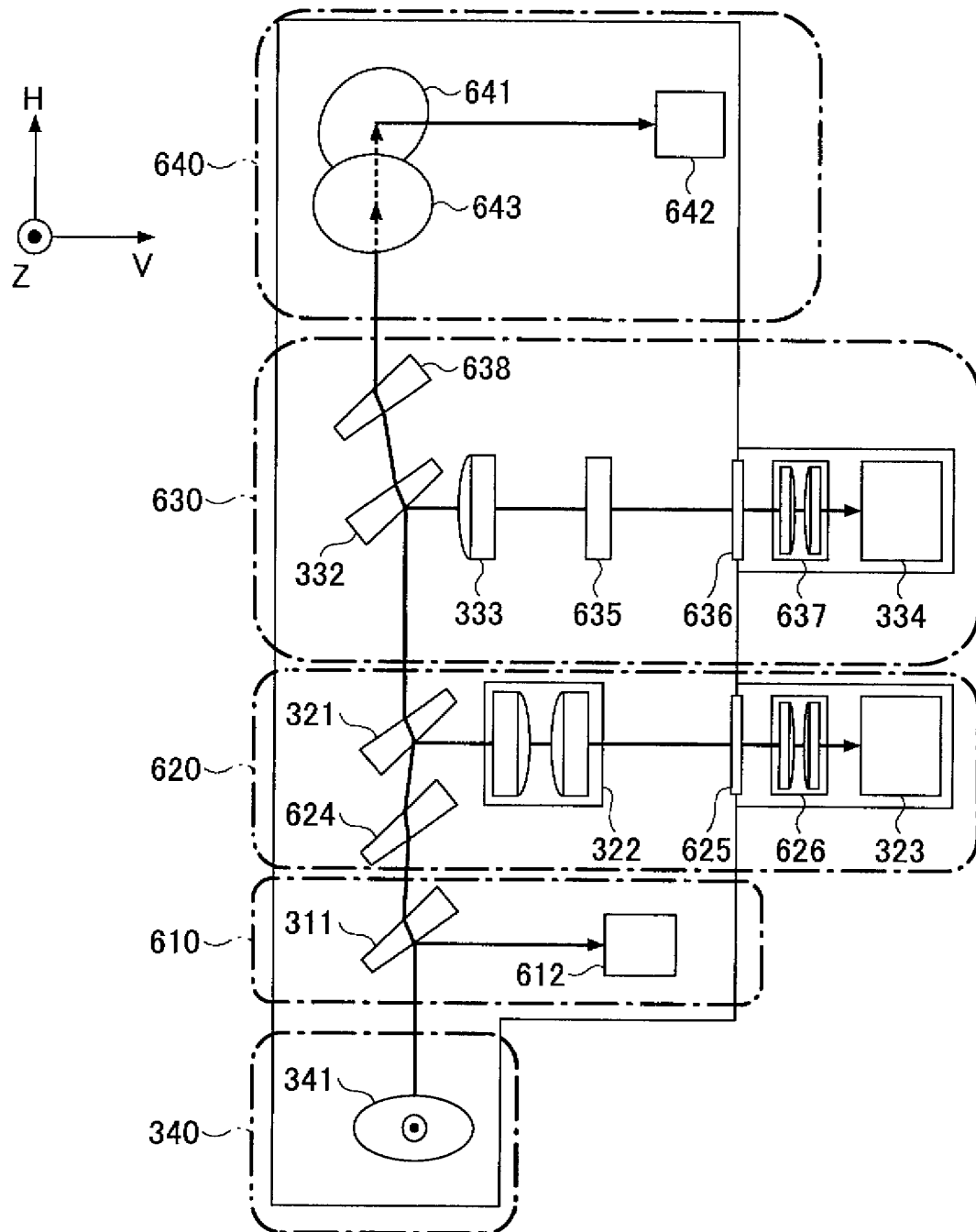
[図11]



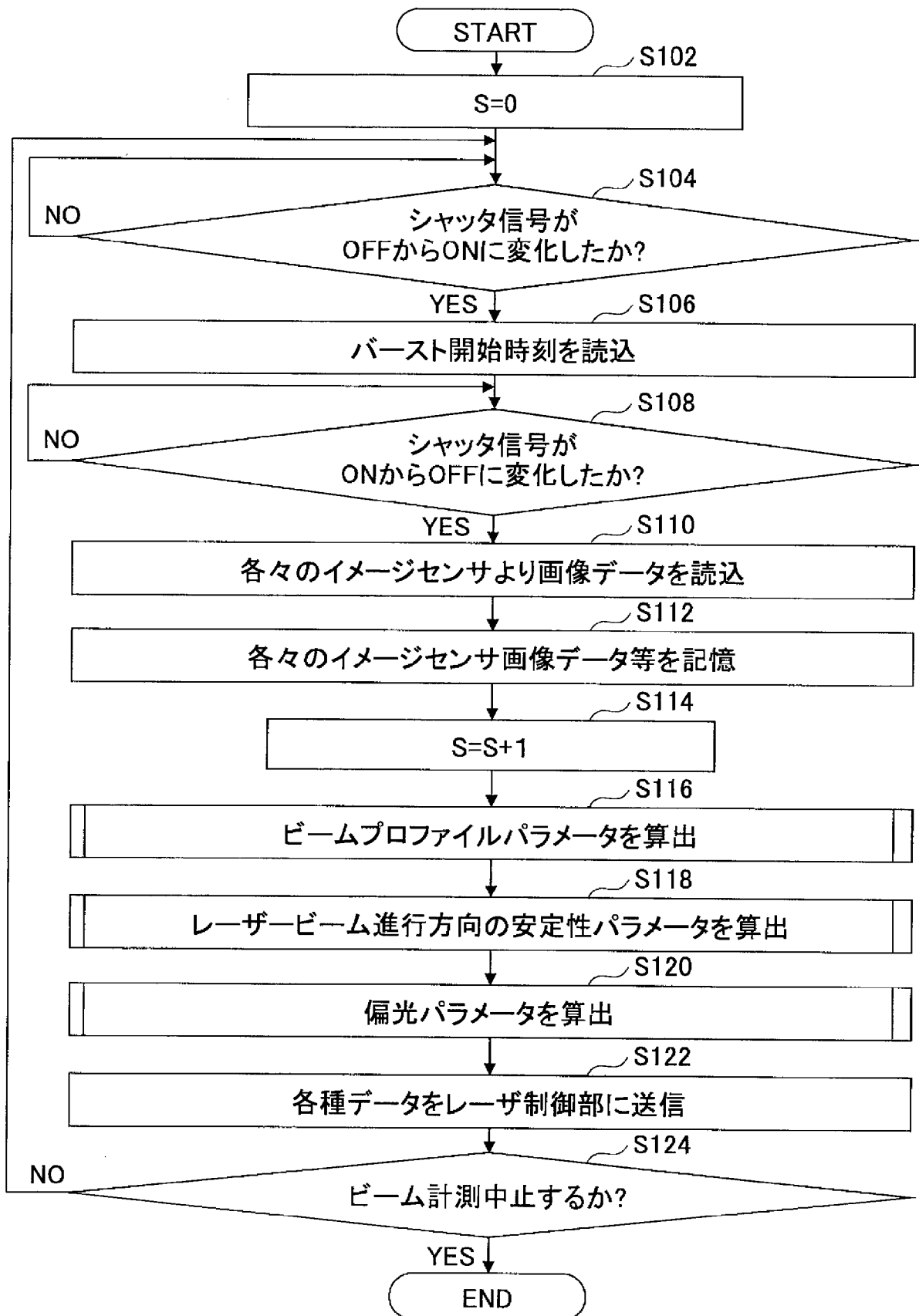
[図12A]



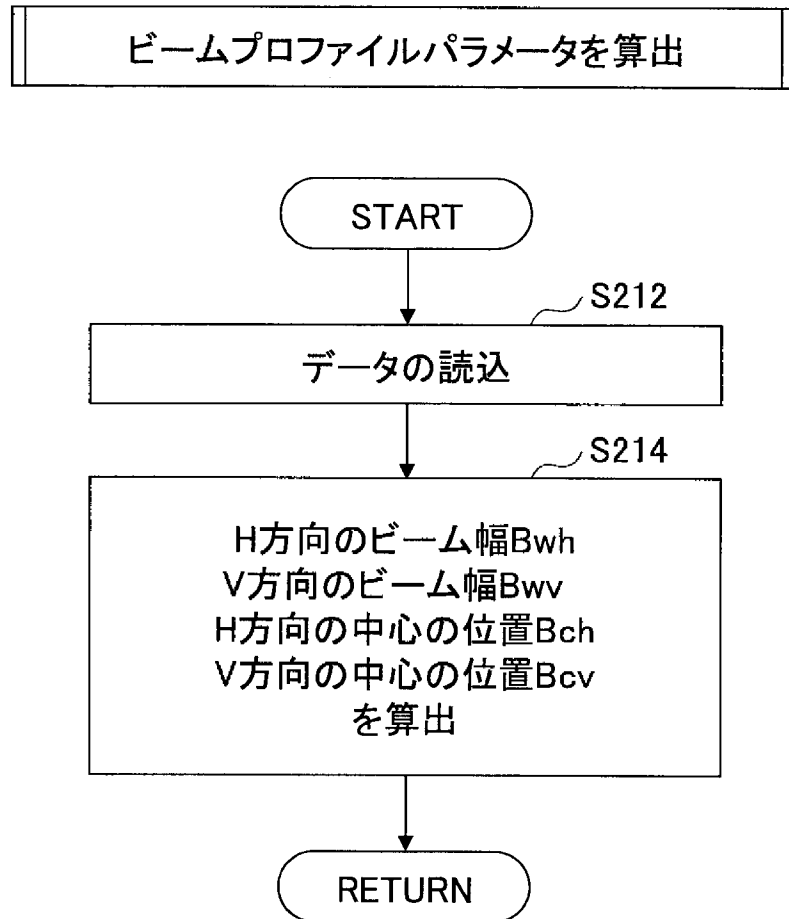
[図12B]



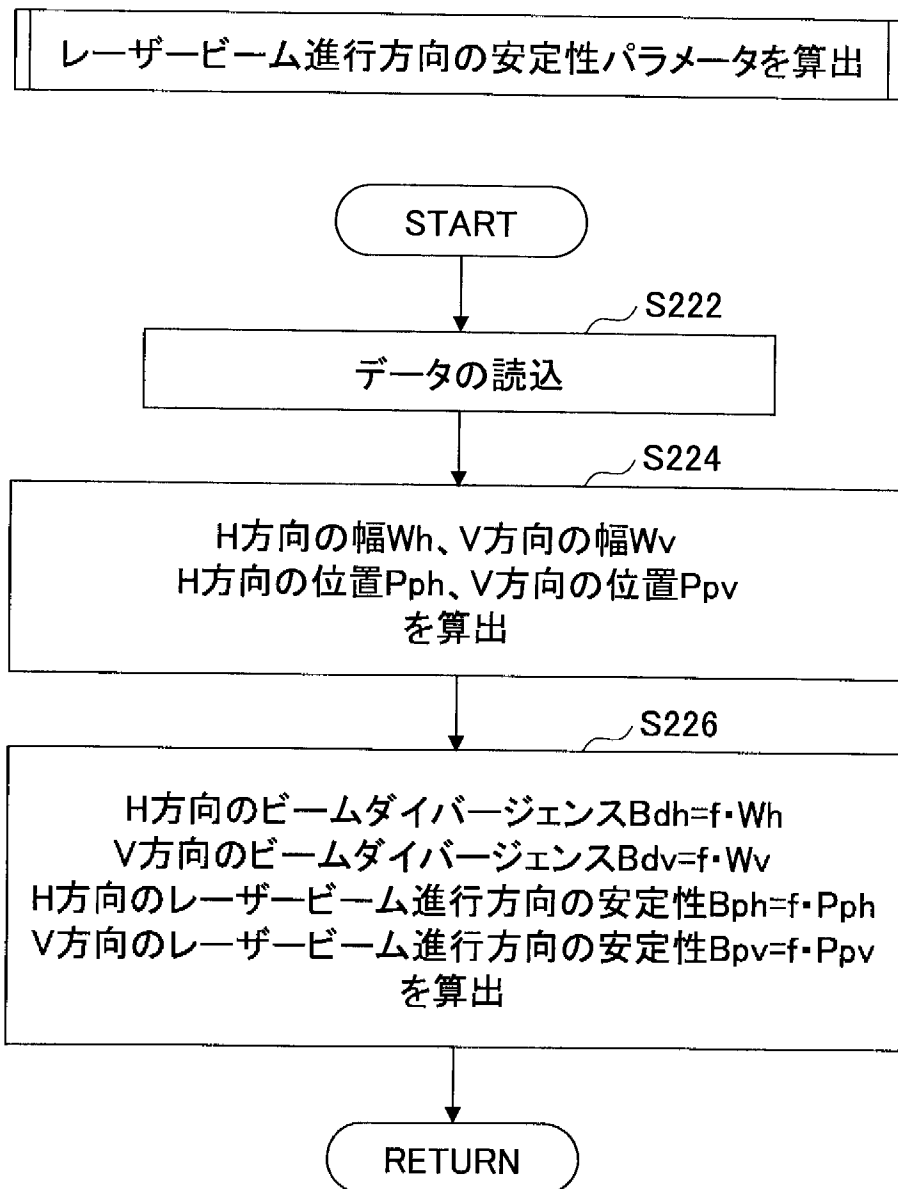
[図13]



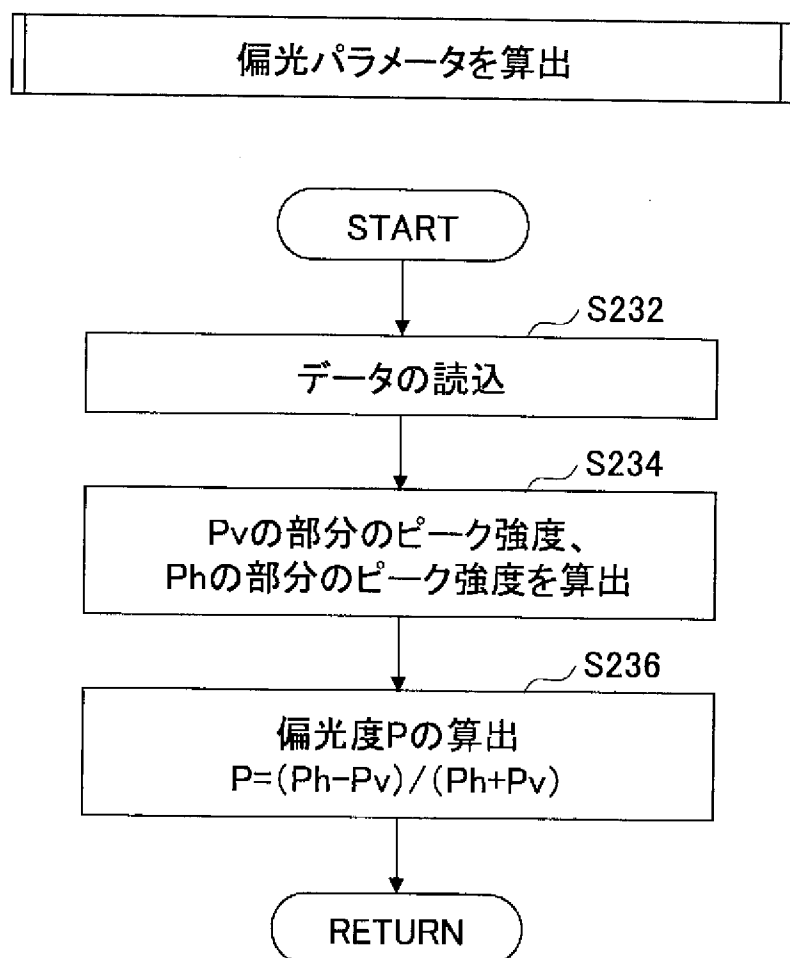
[図14]



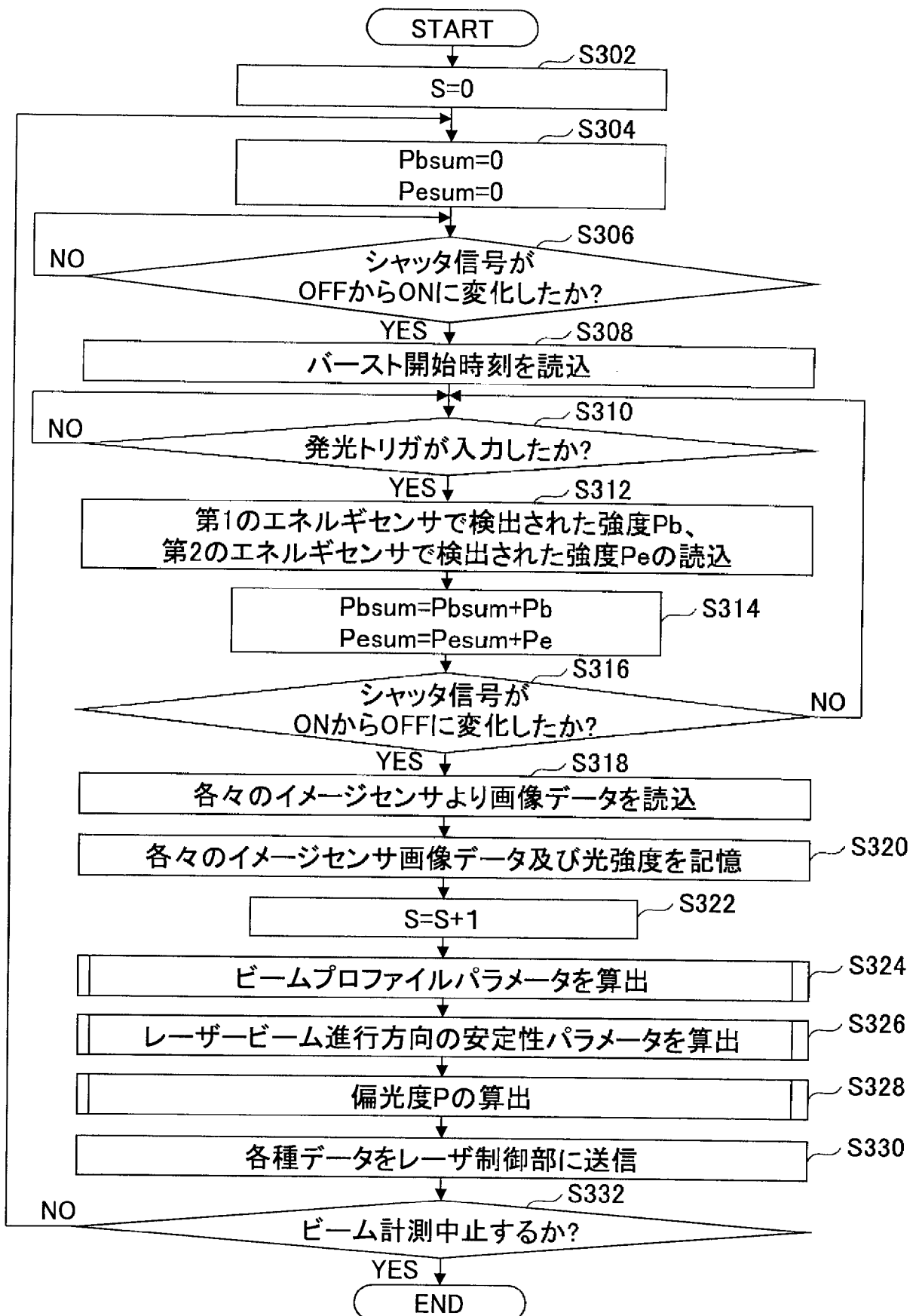
[図15]



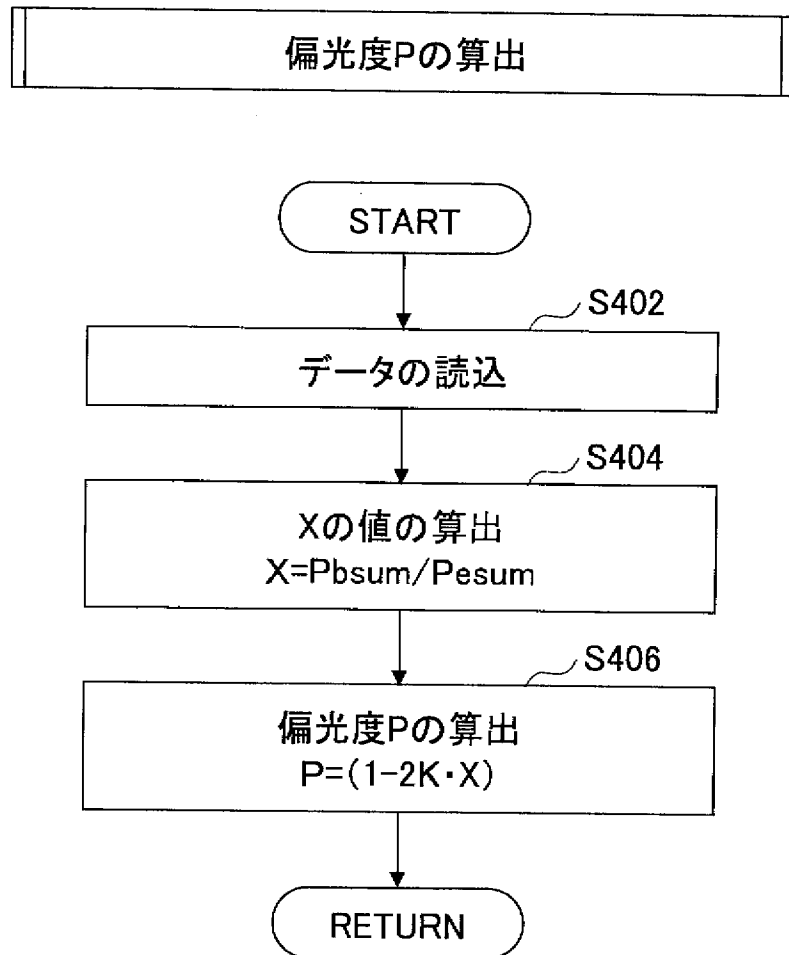
[図16]



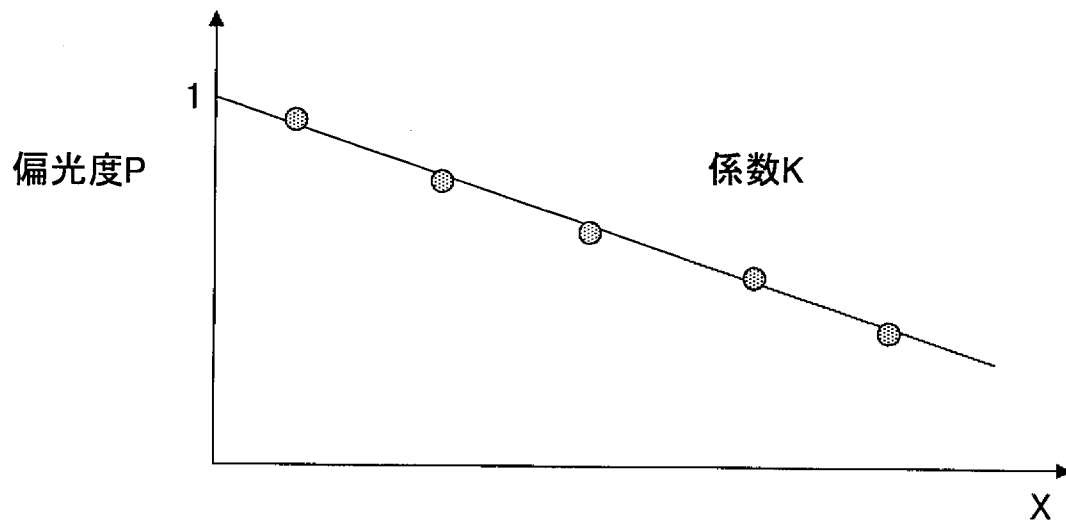
[図17]



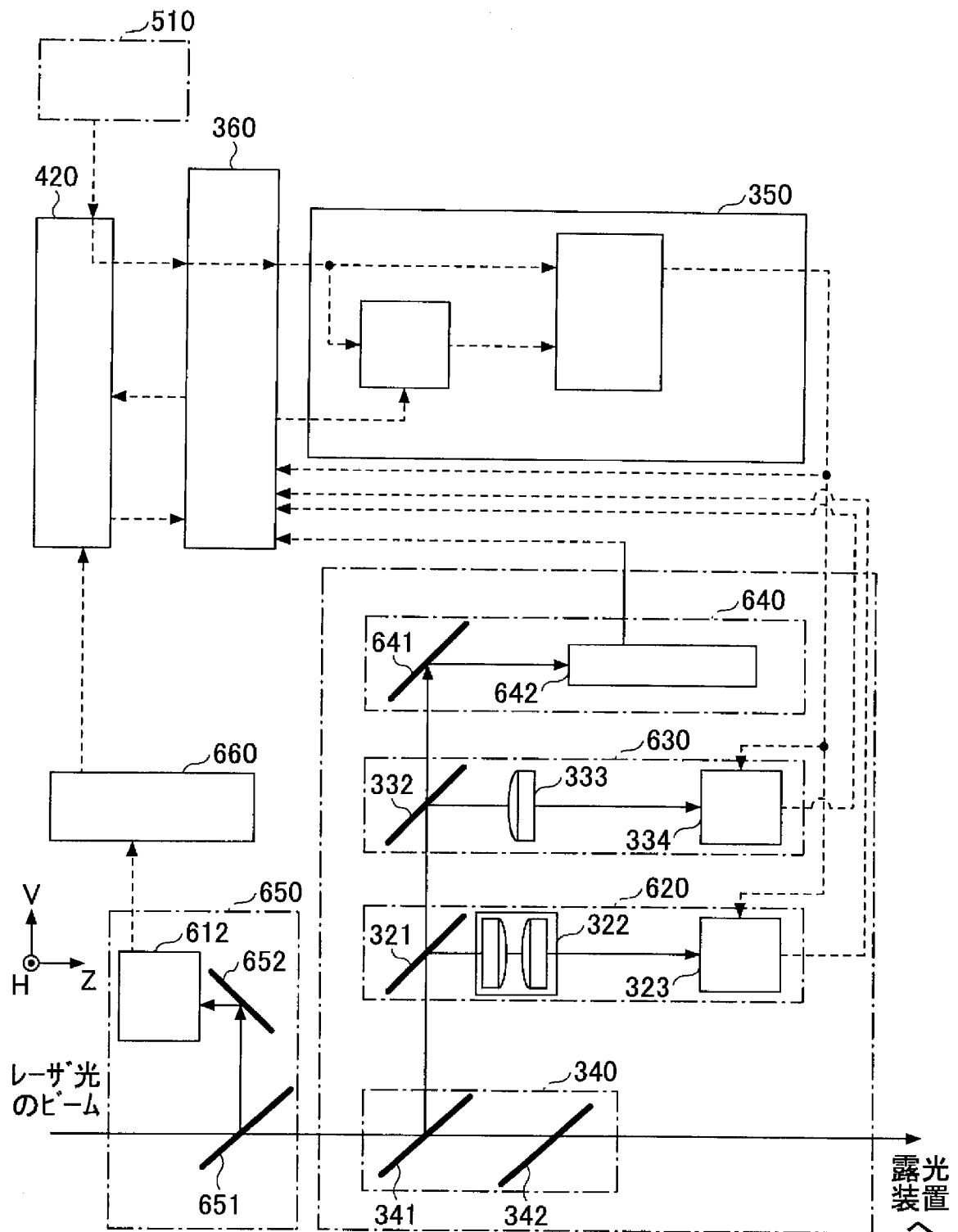
[図18]



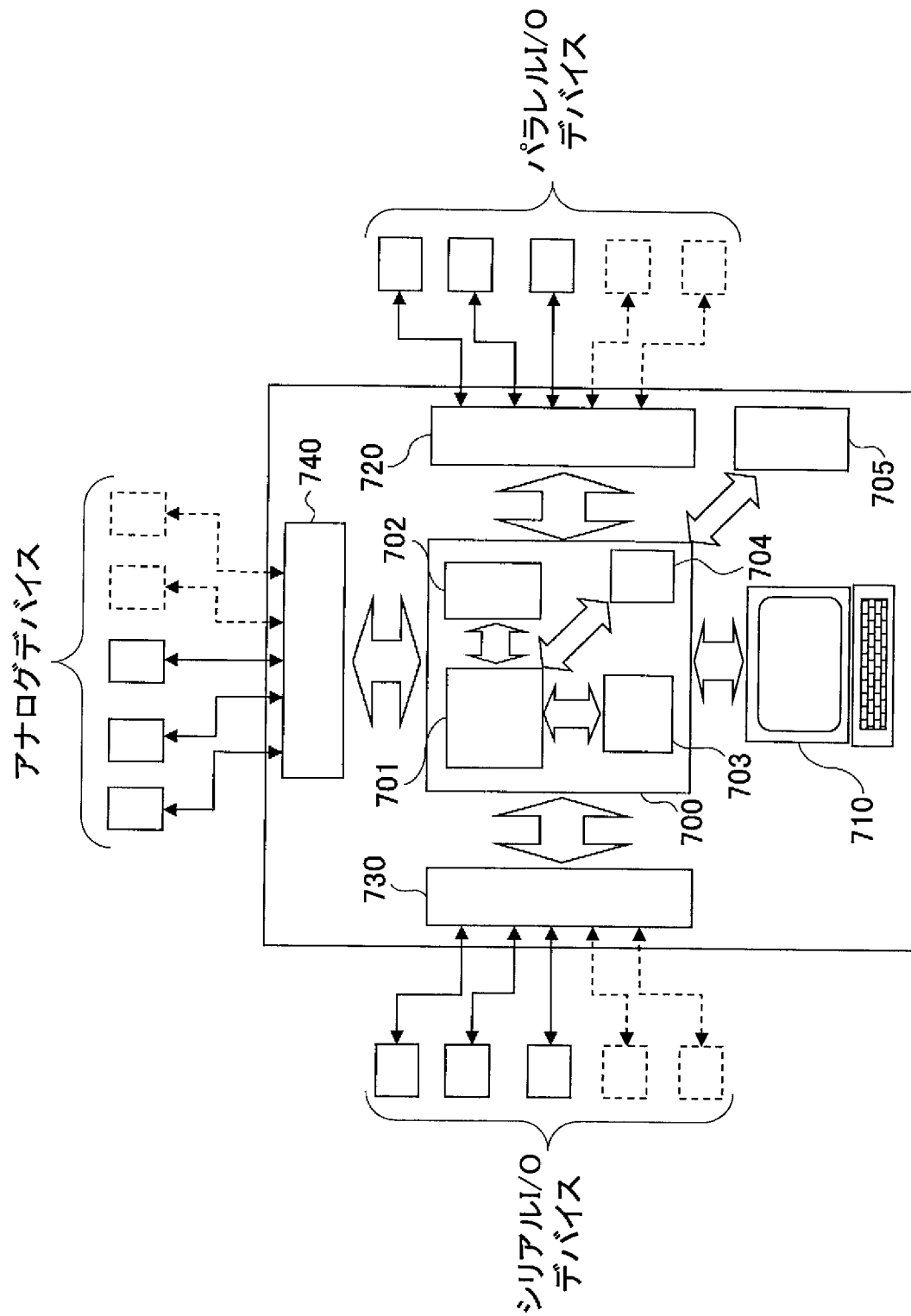
[図19]



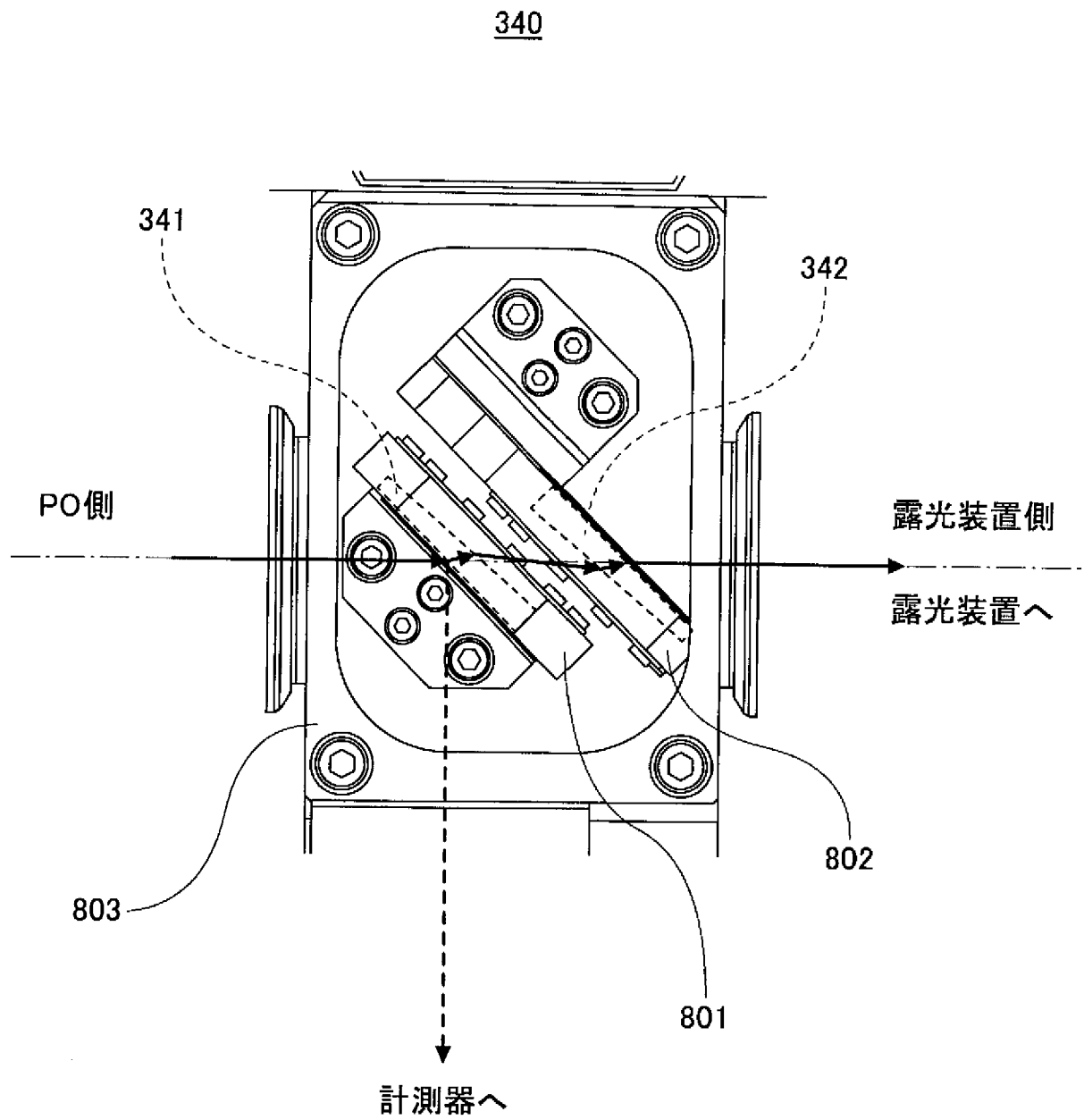
[図20]



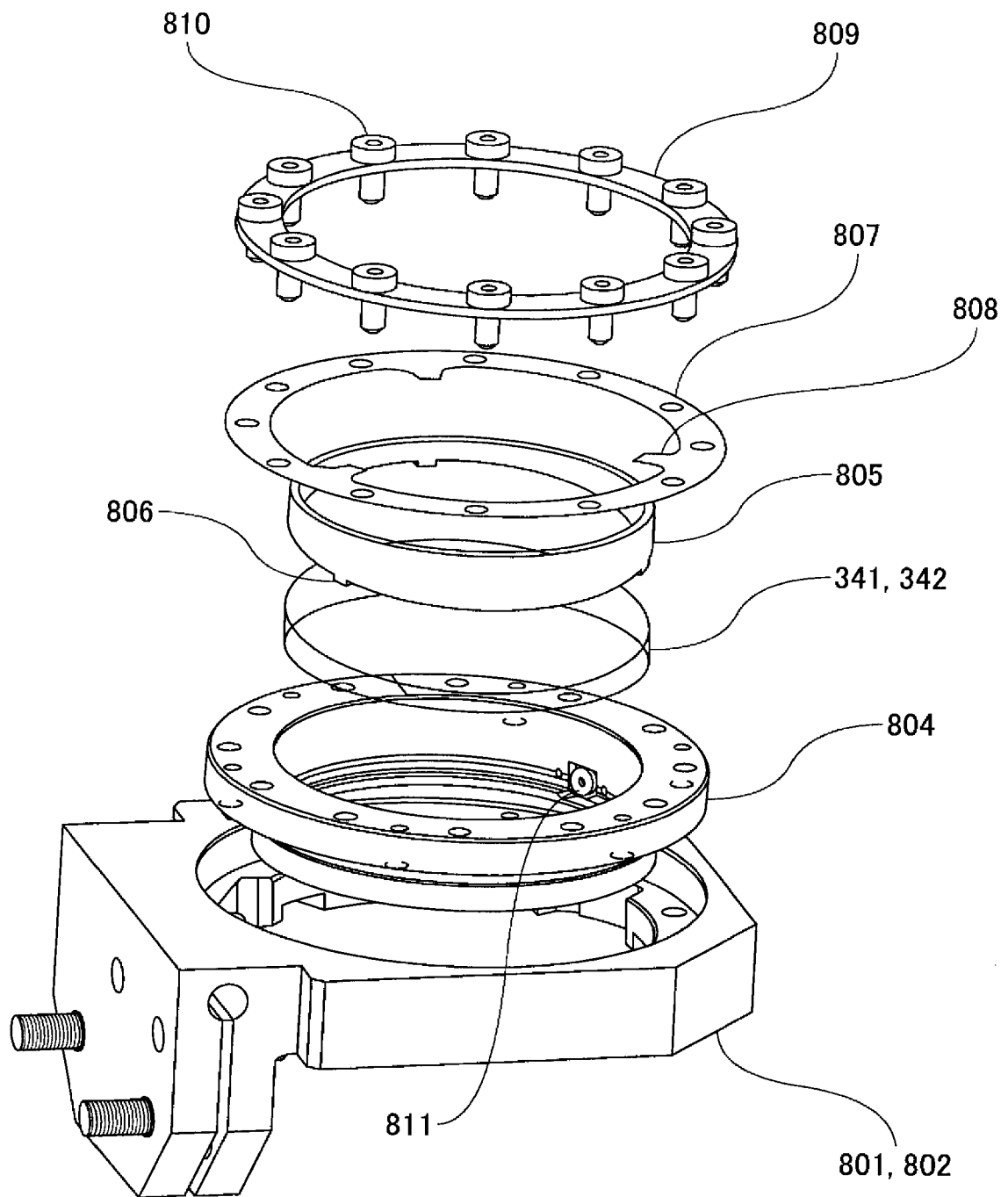
[図21]



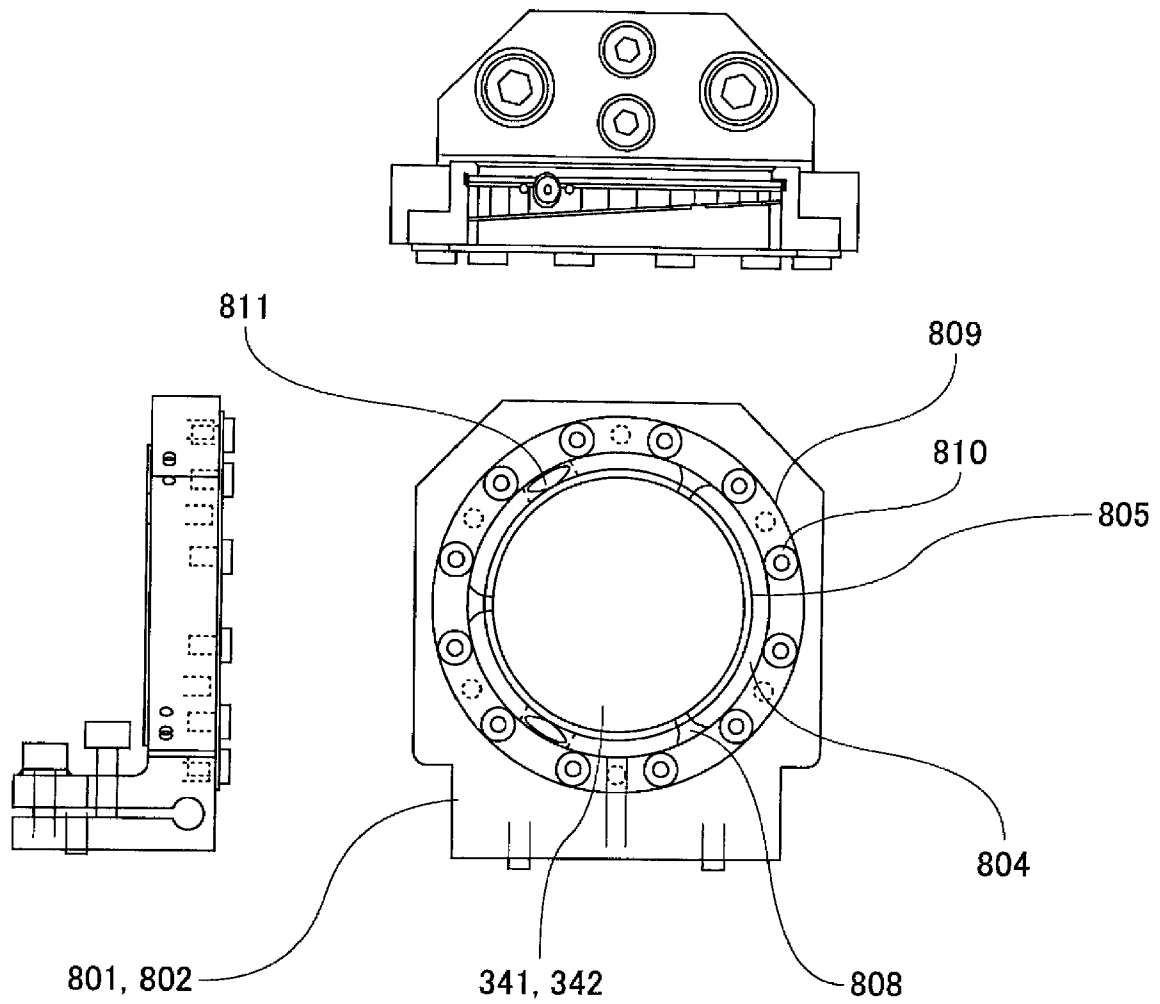
[図22]



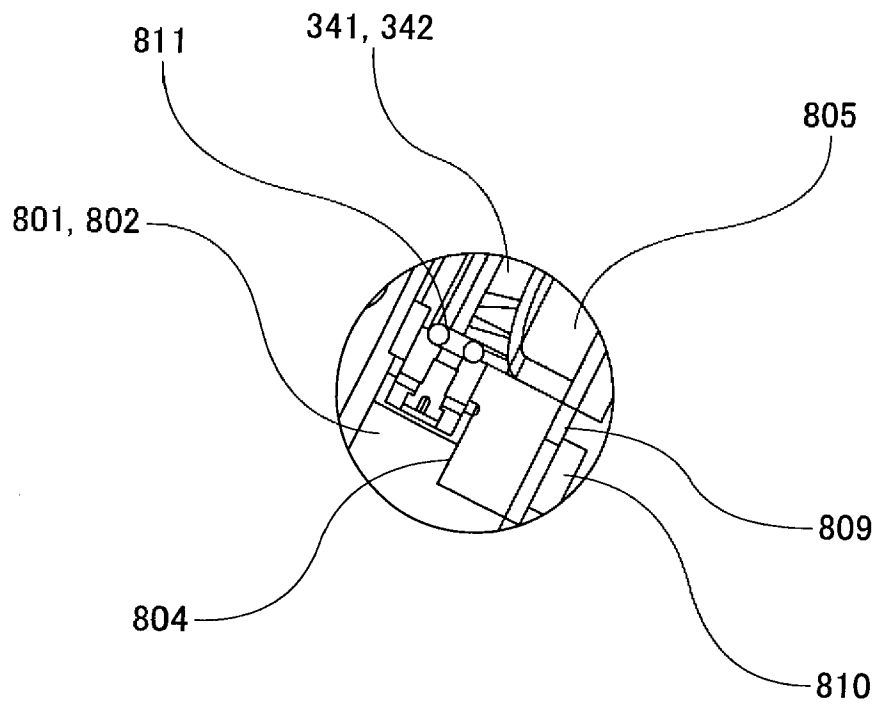
[図23]



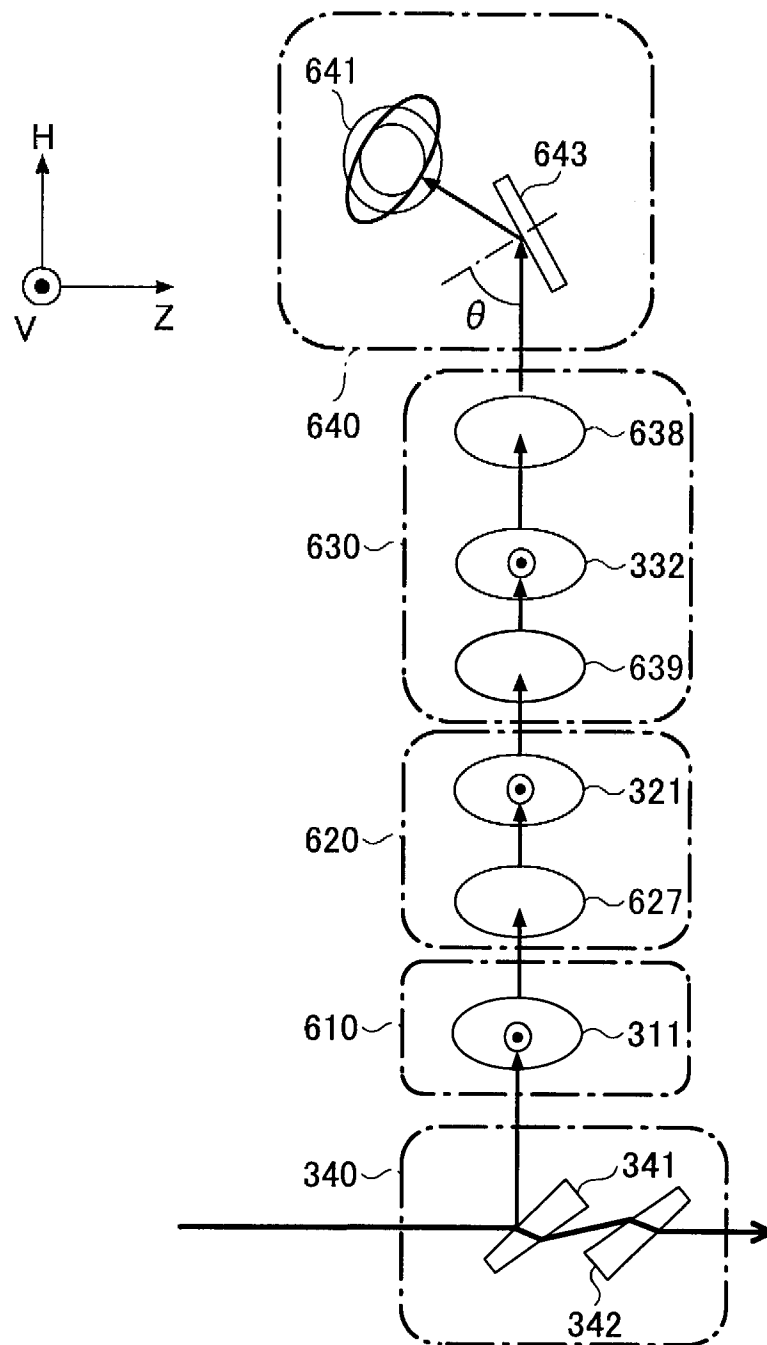
[図24]



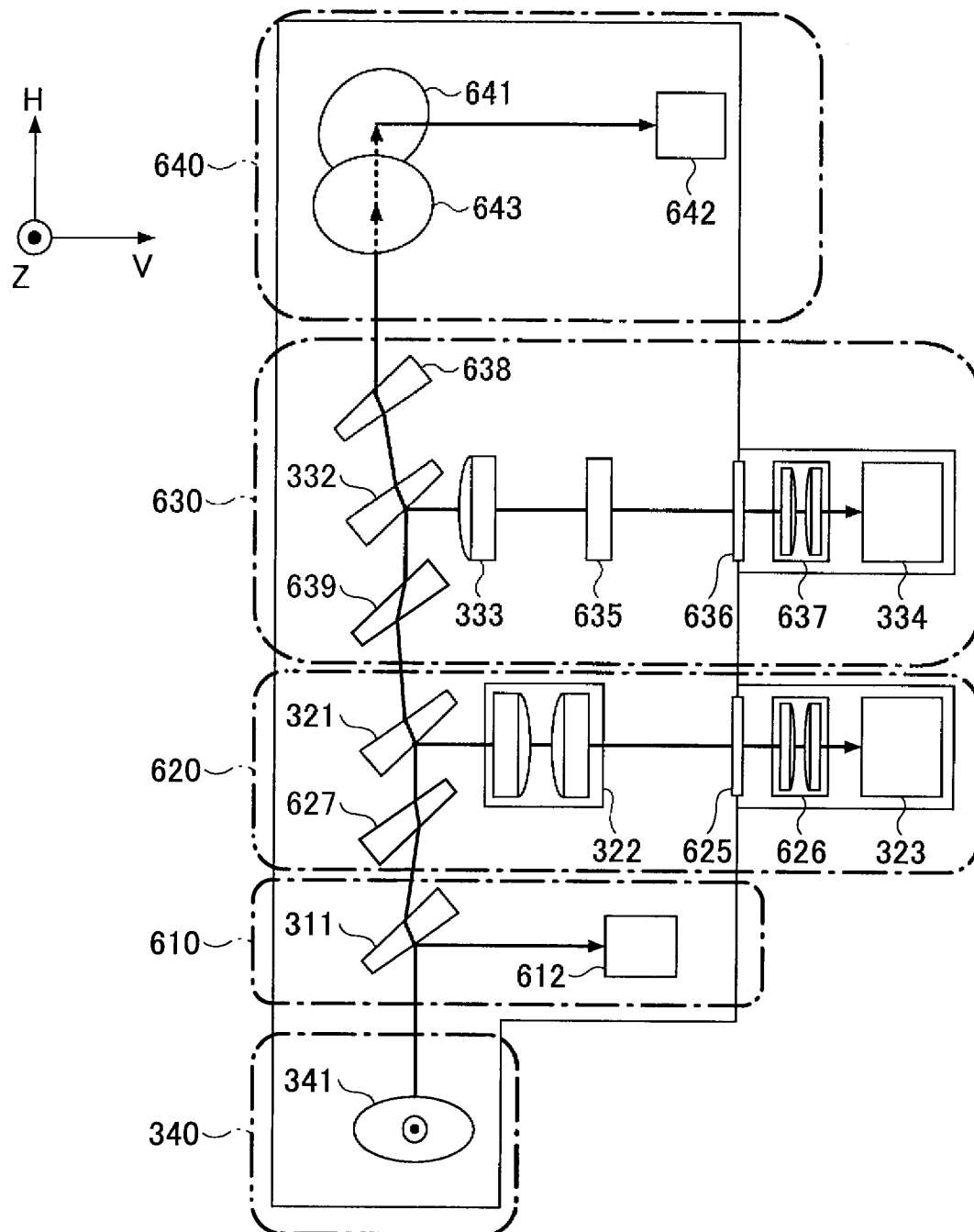
[図25]



[図26A]



[図26B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/00(2006.01)i, H01S3/134(2006.01)i

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)

H01S3/00-3/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-214189 A (Komatsu Ltd.), 23 August 2007 (23.08.2007), abstract; paragraphs [0051] to [0058]; all drawings (Family: none)	1-20
Y	JP 11-201869 A (Komatsu Ltd.), 30 July 1999 (30.07.1999), paragraphs [0061] to [0064]; fig. 9 (Family: none)	1-20
Y	JP 2002-48911 A (Ushio Research Institute of Technology, Inc.), 15 February 2002 (15.02.2002), abstract; all drawings (Family: none)	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 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
09 September, 2014 (09.09.14)

Date of mailing of the international search report
22 September, 2014 (22.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067270

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-55436 A (Sharp Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), paragraphs [0041] to [0045]; fig. 4 to 5 (Family: none)	10-20
Y	US 4081760 A (Anthony D. Berg), 28 March 1978 (28.03.1978), column 4, line 43 to column 5, line 7; fig. 2 & JP 53-13390 A & GB 1583183 A & DE 2723418 A & FR 2353974 A & CA 1075800 A	10-20
Y	WO 2009/125745 A1 (Gigaphoton Inc.), 15 October 2009 (15.10.2009), abstract; paragraphs [0049] to [0050]; all drawings & JP 2013-128155 A & JP 2013-128156 A & JP 5393658 B & US 2011/0158281 A1 & US 2013/0322483 A1	18-20
Y	JP 2009-81363 A (Gigaphoton Inc.), 16 April 2009 (16.04.2009), abstract; claims; paragraphs [0058] to [0061]; all drawings (Family: none)	18-20
A	JP 2006-179600 A (Komatsu Ltd.), 06 July 2006 (06.07.2006), abstract; all drawings (Family: none)	1-20
A	US 2002/0118721 A1 (Steven N. Bittenson), 29 August 2002 (29.08.2002), abstract; all drawings & JP 2002-280651 A & EP 1235314 A2 & KR 10-2002-0070128 A	1-20
A	WO 01/55684 A2 (LAMBDA PHISIK AG), 02 August 2001 (02.08.2001), abstract; all drawings & JP 2003-521683 A & US 2001/0028664 A1 & DE 10190427 T	1-20
A	WO 2005/033625 A1 (CYMER, INC.), 14 April 2005 (14.04.2005), abstract; all drawings & JP 2007-509316 A & JP 2007-525657 A & EP 1668312 A & EP 1668313 A & KR 10-2006-0092232 A & US 2005/0068538 A1 & US 2005/0046856 A1 & US 2005/0068542 A1	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067270

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1 to 9 and 15 to 17 relate to a material of a beam splitter of an optical beam measuring apparatus, whereas the inventions of claims 10 to 14 and 18 to 20 relate to the surface and thickness structures of a splitter substrate of an optical beam splitter assembly.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/00(2006.01)i, H01S3/134(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/00-3/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-214189 A（株式会社小松製作所）2007.08.23, 要約, 段落51-58, 全図（ファミリーなし）	1-20
Y	JP 11-201869 A（株式会社小松製作所）1999.07.30, 段落61-64, 図9（ファミリーなし）	1-20
Y	JP 2002-48911 A（株式会社ウシオ総合技術研究所）2002.02.15, 要約, 全図（ファミリーなし）	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

古田 敦浩

2 X

3 0 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-55436 A (シャープ株式会社) 2008.03.13, 段落 4 1 - 4 5, 図 4 - 5 (ファミリーなし)	10-20
Y	US 4081760 A (Anthony D. Berg) 1978.03.28, 第 4 欄第 4 3 行 - 第 5 欄第 7 行, 図 2 & JP 53-13390 A & GB 1583183 A & DE 2723418 A & FR 2353974 A & CA 1075800 A	10-20
Y	WO 2009/125745 A1 (ギガフォトン株式会社) 2009.10.15, 要約, 段落 4 9 - 5 0, 全図 & JP 2013-128155 A & JP 2013-128156 A & JP 5393658 B & US 2011/0158281 A1 & US 2013/0322483 A1	18-20
Y	JP 2009-81363 A (ギガフォトン株式会社) 2009.04.16, 要約, 特許請求の範囲, 段落 5 8 - 6 1, 全図 (ファミリーなし)	18-20
A	JP 2006-179600 A (株式会社小松製作所) 2006.07.06, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	US 2002/0118721 A1 (Steven N. Bittenson) 2002.08.29, 要約, 全図 & JP 2002-280651 A & EP 1235314 A2 & KR 10-2002-0070128 A	1-20
A	WO 01/55684 A2 (LAMBDA PHISIK AG) 2001.08.02, 要約, 全図 & JP 2003-521683 A & US 2001/0028664 A1 & DE 10190427 T	1-20
A	WO 2005/033625 A1 (CYMER, INC.) 2005.04.14, 要約, 全図 & JP 2007-509316 A & JP 2007-525657 A & EP 1668312 A & EP 1668313 A & KR 10-2006-0092232 A & US 2005/0068538 A1 & US 2005/0046856 A1 & US 2005/0068542 A1	1-20

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1－9, 15－17に係る発明が光ビーム計測装置におけるビームスプリッタの材料に関する発明であるのに対し、請求項10－14, 18－20に係る発明は光ビーム分離装置における分離基板の面及び厚さの構成に関する発明である。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。