

(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
2016 年 9 月 22 日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/147751 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 1/02 (2006.01) G01B 11/24 (2006.01)
B23K 26/00 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053798
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 9 日(09.02.2016)
- (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 2015-050985 2015 年 3 月 13 日(13.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 森宮 直之(MORIMIYA, Naoyuki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 吉田 直哉(YOSHIDA, Naoya); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 岡本 尚樹(OKAMOTO, Naoki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 蔵桃 庸男(SAITO, Tsuneo); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa

(JP). 鳥居 尚之(TORII, Naoyuki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 山本 次郎(YAMAMOTO, Jiro); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-8-3 エイチアールディー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 八田国際特許業務法人(HATTA & ASSOCIATES); 〒1020084 東京都千代田区二番町 1 1 番地 9 ダイアパレス二番町 Tokyo (JP).

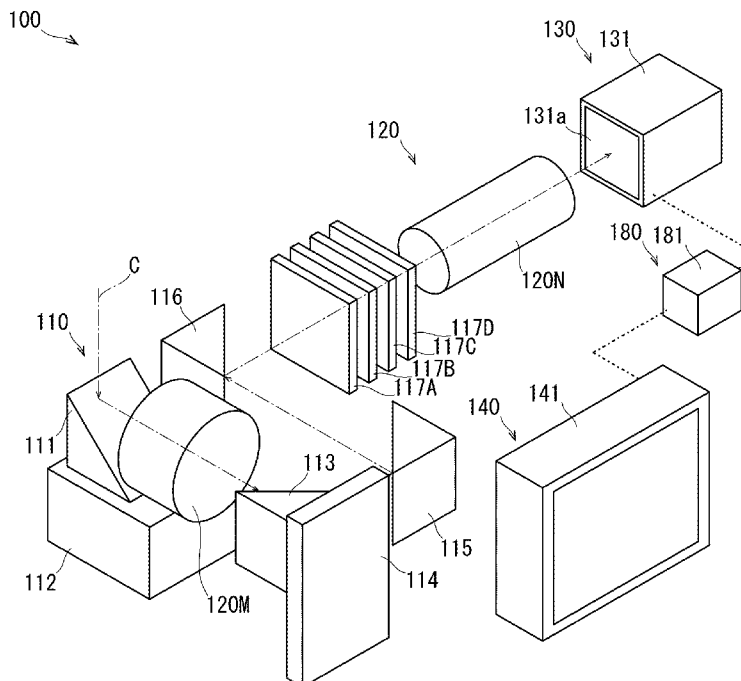
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, ST, 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,

[続葉有]

(54) Title: LASER BEAM INTENSITY DISTRIBUTION MEASUREMENT DEVICE AND LASER BEAM INTENSITY DISTRIBUTION MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: レーザビームの強度分布測定装置およびレーザビームの強度分布測定方法



(57) Abstract: [Problem] Provided is a laser beam intensity distribution measurement device with which the intensity distribution of a laser beam can be sufficiently measured even in the case of a laser beam in an oblique incidence state having an optical path that is deflected from the optical axis. [Solution] This laser beam L intensity distribution measurement device 100 is a device that measures the intensity distribution of a laser beam. A measurement part 130 is disposed so as to face the optical axis C of the laser beam and measures the intensity distribution of the laser beam which is shone on a detection region 131a. A first adjustment part (collimating part 120M) of an adjustment part collimates and propagates the laser beam. A second adjustment part (condenser part 120N) of the adjustment part is disposed downstream of the collimating part along the optical axis, and brings the laser beam close to the optical axis and propagates the laser beam. The adjustment part adjusts the angle formed between the laser beam and the optical axis to be relatively small so as to propagate, toward the detection region, the laser beam which is deflected from the optical axis and propagated.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/147751 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】光路が光軸から偏向され斜入射の状態のレーザービームであっても、そのレーザービームの強度分布を十分に計測可能なレーザービームの強度分布測定装置を提供する。【解決手段】レーザービームLの強度分布測定装置100は、レーザービームの強度分布を測定する装置である。計測部130は、レーザービームの光軸Cと対向して配設され、検出領域131aに照射されたレーザービームの強度分布を計測する。調整部の第1調整部(コリメート部120M)は、レーザービームをコリメーションして伝搬させる。調整部の第2調整部(コンデンサ部120N)は、コリメート部よりも光軸に沿った下流側に配設されレーザービームを光軸に近接させつつ伝搬させる。調整部は、光軸から偏向して伝搬するレーザービームを検出領域に向かって伝搬するように光軸との成す角を相対的に小さく調整する。

明 細 書

発明の名称：

レーザービームの強度分布測定装置およびレーザービームの強度分布測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、レーザービームの強度分布測定方法およびその測定方法を具現化したレーザービームの強度分布測定装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、レーザービームの強度分布を測定する装置がある（例えば、特許文献1 参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-128987号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献1のような構成では、光路が光軸から偏向した斜入射の状態によっては、レーザービームの強度分布を十分に計測することが困難である。

[0005] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、光路が光軸から偏向され斜入射の状態のレーザービームの強度分布を十分に計測することができるレーザービームの強度分布測定方法、およびその強度分布測定方法を具現化したレーザービームの強度分布測定方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成する本発明に係るレーザービームの強度分布測定装置は、レーザービームの強度分布を測定する装置である。強度分布測定装置は、計測部と調整部を有している。計測部は、レーザービームの光軸と対向して配設され、検出領域に照射されたレーザービームの強度分布を計測する。調整部は、第1調整部と第2調整部を備えている。第1調整部は、レーザービームをコリメ

ーションして伝搬させる。第2調整部は、第1調整部よりも光軸に沿った下流側に配設されレーザビームを光軸に近接させつつ伝搬させる。調整部は、光軸から偏向して伝搬するレーザビームを検出領域に向かって伝搬するように光軸との成す角を相対的に小さく調整する。

[0007] 上記目的を達成する本発明に係るレーザビームの強度分布測定方法は、レーザビームの強度分布を測定する方法である。レーザビームの強度分布測定方法は、光軸から偏向して伝搬するレーザビームをコリメーションしてから光軸に近接させつつ伝搬させることによって光軸との成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸と対向して設けられた検出領域に照射させて強度分布を計測する工程を有している。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係るレーザビームの強度分布測定装置の要部を示す斜視図である。

[図2]強度分布測定装置の調整部等の光学系を示す図である。

[図3]強度分布測定装置に加えてレーザ発振器を示すブロック図である。

[図4]強度分布測定装置の減衰部と計測部に加えてレーザ発振器を示すブロック図である。

[図5]強度分布測定装置を製造ラインに組み込んだ状態を示す側面図である。

[図6]強度分布測定装置の検出部によるレーザビームLのビームウエストの位置を検出する構成を模式的に示す図である。

[図7]強度分布測定装置によってレーザビームの強度分布（径）を自動で最適化する制御を示すフローチャートである。

[図8]強度分布測定装置によってレーザビームの強度分布（スポット径）を量産前や量産中に自動で最適化する制御を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付した図面を参照しながら、本発明に係る実施形態について説明する。図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。図面における部材の大きさや比率は、説明の都合上誇張され実

際の大きさや比率とは異なる場合がある。

[0010] なお、光路は、ガルバノミラーのような光学素子によって走査されつつ伝搬する各々のレーザビームの経路を称する。光軸は、光源と検出領域の中心を結ぶ軸であって、特にガルバノミラーのような光学素子による走査がされない状態におけるレーザビームの中心軸を称す。レーザビームの光路が光軸から偏向した状態は、レーザビームが中心軸から所定の角度だけずれて伝搬する状態を称する。

[0011] 本実施形態において、強度分布測定装置１００は、被加工部材（例えば微細な加工を要するワーク１０）の加工領域に走査されて加工を施すレーザビームＬの強度分布を製造ラインにおいて測定する装置である。強度分布測定装置１００は、強度分布測定方法を具現化したものに相当する。強度分布測定装置１００は、レーザビームＬの強度分布を実験室等において測定する装置として用いることもできる。

[0012] 先ず、強度分布測定装置１００の構成について、図１～図６を参照しながら説明する。

[0013] 図１は、実施形態に係るレーザビームＬの強度分布測定装置１００の要部を示す斜視図である。図２は、強度分布測定装置１００の調整部１２０等の光学系を示す図である。図３は、強度分布測定装置１００に加えてレーザ発振器２００を示すブロック図である。図４は、強度分布測定装置１００の減衰部１１０と計測部１３０に加えてレーザ発振器２００を示すブロック図である。図５は、強度分布測定装置１００を製造ラインに組み込んだ状態を示す側面図である。図６は、強度分布測定装置１００の検出部１７０によるレーザビームＬのビームウエストの位置を検出する構成を模式的に示す図である。

[0014] 強度分布測定装置１００は、減衰部１１０、調整部１２０、計測部１３０、表示部１４０、操作部１５０、筐体部１６０、検出部１７０、および制御部１８０を有している。

[0015] 減衰部１１０は、図１、図３、および図４に示すように、計測部１３０よ

りも光軸Cに沿った上流側に配設され、レーザビームLの強度を減衰させる。

[0016] 減衰部110は、光軸Cの上流側（レーザ発振器200の側）から下流側（計測部130の検出器131の側）に向かって、第1サンプリングプリズム111、水冷ダンパ112、第2サンプリングプリズム113、空冷ダンパ114、第1反射ミラー115、第2反射ミラー116、第1減光フィルタ117A、第2減光フィルタ117B、第3減光フィルタ117C、および第4減光フィルタ117Dの順で、各々の構成部材を配設している。第1サンプリングプリズム111は、コリメート部120Mよりも上流側であって、コリメート部120Mと隣り合うように配設している。第2サンプリングプリズム113～第4減光フィルタ117Dは、コリメート部120Mとコンデンサ部120Nの間の領域に配設している。

[0017] 第1サンプリングプリズム111は、レーザビームLの強度を減衰させるものである。第1サンプリングプリズム111には、レーザ発振器200から導出されたレーザビームLが入射される。第1サンプリングプリズム111は、レーザビームLの一部（例えば90%）を界面から外部に透過させつつ水冷ダンパ112に伝搬させ、レーザビームLの一部（例えば10%）を界面で反射させつつ第2サンプリングプリズム113に向かって伝搬させる。第1サンプリングプリズム111は、ワーク10に向かって伝搬するレーザビームLを、ワーク10の加工領域（溶接領域）に沿った方向に反射させる。第1サンプリングプリズム111は、プリズム形状のガラスから構成している。そのプリズム形状の斜面が、界面に相当する。

[0018] 水冷ダンパ112は、第1サンプリングプリズム111の界面から外部に透過したレーザビームLを、液体に照射させて減衰させるものである。水冷ダンパ112は、第1サンプリングプリズム111と隣接している。水冷ダンパ112は、例えば、金属からなり、内部に空洞を備えた箱状に形成されている。水冷ダンパ112は、内部に水を収納した状態において、レーザビームLの波長の光において透明な板状の窓材によって封止して構成している。

。水冷ダンパ112は、レーザビームLを窓材から導入しつつ内部に収納した水に照射させることによって、そのレーザビームLを水冷によって減衰させる。

[0019] 第2サンプリグプリズム113は、第1サンプリグプリズム111によって減衰されたレーザビームLの強度を、さらに減衰させるものである。第2サンプリグプリズム113は、ワーク10の加工領域（溶接領域）に沿った方向において、第1サンプリグプリズム111と対向して配置されている。第2サンプリグプリズム113には、第1サンプリグプリズム111の界面において反射したレーザビームL（第1サンプリグプリズム111によって約10%に減衰済み）が入射される。第2サンプリグプリズム113は、レーザビームLの一部（例えば90%）を界面から外部に透過させつつ空冷ダンパ114に伝搬させ、レーザビームLの一部（例えば10%）を界面で反射させつつ第1反射ミラー115に向かって伝搬させる。第2サンプリグプリズム113は、第1サンプリグプリズム111と同様に、プリズム形状のガラスから構成している。そのプリズム形状の斜面が、界面に相当する。

[0020] 空冷ダンパ114は、第2サンプリグプリズム113の界面から外部に透過したレーザビームLを、気体に照射させて減衰させるものである。空冷ダンパ114は、第2サンプリグプリズム113と隣接している。空冷ダンパ114は、例えば、金属からなり、内部に空洞を備えた箱状に形成されている。空冷ダンパ114は、特に、熱伝導性に優れた銅またはアルミや、一定の強度を有する銅合金またはアルミ合金から形成することができる。空冷ダンパ114は、第2サンプリグプリズム113との間の空洞によって、レーザビームLを多重反射させつつ、そのレーザビームLを減衰させる。

[0021] 第1反射ミラー115は、レーザビームLを反射させて、その光軸Cを変更するものである。第1反射ミラー115は、ワーク10の加工領域（溶接領域）に沿った方向において、第2サンプリグプリズム113と対向して配置されている。第1反射ミラー115は、第2サンプリグプリズム11

3から伝搬されたレーザビームLを、ワーク10の面に沿った方向に向かって反射させつつ、第2反射ミラー116に向かって伝搬させる。第1反射ミラー115は、レーザビームLの光軸Cを90°折り返している。第1反射ミラー115は、例えば、プリズム形状のガラスの一面に、アルミニウムのような金属を蒸着させて構成している。第1反射ミラー115において、金属を蒸着させた一面が、レーザビームLの反射面になる。第1反射ミラー115は、プリズム形状によって構成することによって、板状によって構成する場合と比較して、その形状（3つの角のうち1つの角が直角）を基準にして角度を調整し易い。

[0022] 第2反射ミラー116は、レーザビームLを反射させて、その光軸Cを変更するものである。第2反射ミラー116は、ワーク10の加工領域（溶接領域）に沿った方向において、第1減光フィルタ117Aと対向して配置されている。第2反射ミラー116は、第1反射ミラー115から伝搬されたレーザビームLを、ワーク10の面に沿った方向に向かって反射させつつ、第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dに向かって伝搬させる。第2反射ミラー116は、レーザビームLの光軸Cを90°折り返している。第2反射ミラー116は、第1反射ミラー115と同様の仕様からなる。

[0023] 第1減光フィルタ117A、第2減光フィルタ117B、第3減光フィルタ117C、および第4減光フィルタ117Dは、レーザビームLの強度を、検出器131の耐光特性に合わせて調整するものである。第1減光フィルタ117Aは、ワーク10の面内に沿った方向において、第2反射ミラー116と対向して配置されている。第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、第2反射ミラー116とコンデンサ部120Nの間に一定の間隔で配設している。第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、第1サンプリングプリズム111および第2サンプリングプリズム113によって大幅に減衰されたレーザビームLの強度を微調整する。

[0024] 第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、所謂反射型と

して構成する場合、一例として、レーザビームLの波長の光において透明な板状の窓材に、反射率が数十%～数%の反射膜（例えば、クロムからなる薄膜）を蒸着したものをを用いる。一方、第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、所謂吸収型として構成する場合、一例として、レーザビームLの波長の光を一定の割合で吸収する吸収材を含有させた窓材を用いる。第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、例えば、90%、50%、10%、1%のように、減光率が互いに異なるものをを用いる。第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dは、光軸Cと直交するように、光軸Cと対向（正対）している。減光フィルタは、実施形態のように複数用いてもよいし、1枚のみ用いてもよい。減光フィルタは、減光率の異なるものを複数組み合わせることで、レーザビームLを任意の強度に減光し易い。すなわち、第1サンプリングプリズム111および第2サンプリングプリズム113の構成を変更することなく、第1減光フィルタ117A～第4減光フィルタ117Dによって、レーザビームLの強度を微調整することができる。

[0025] 調整部120は、図1～図3に示すように、光軸Cから偏向して伝搬するレーザビームLを検出領域131aに向かって伝搬するように光軸Cとの成す角を相対的に小さく調整する。

[0026] 調整部120は、第1調整部（例えばコリメート部120M）と第2調整部（例えばコンデンサ部120N）を備えている。

[0027] コリメート部120Mは、レーザビームLを光軸Cに沿うような平行光の状態または平行光に近い状態で検出器131に向かって伝搬させる。コリメート部120Mによって、無限遠補正区間を実現する。コリメート部120Mは、レンズ121、122、123、および124からなる対物レンズによって構成している。このような対物レンズは、顕微鏡等に用いられているものを適用できる。コリメート部120Mは、例えば製造ラインの狭い空間に組み込み、ワーク10との干渉を防止するために、レーザビームLをワーク10の加工領域（溶接領域）に沿った方向に向かって伝播させる。対物レ

レンズは、その開口数が例えば $NA = 0.3$ 以上のものを選択することによって、ガルバノミラー211によって走査されるレーザビームLを十分に集光して、検出領域131aに伝播させることができる。

[0028] コンデンサ部120Nは、レーザビームLを光軸Cに近接させつつ集光光の状態において、検出器131に向かって伝搬させる。コンデンサ部120Nは、コリメート部120Mよりも光軸Cに沿った下流側に配設されている。コンデンサ部120Nは、レンズ125、126、127、および128からなる結像レンズによって構成している。このような結像レンズは、顕微鏡等に用いられているものを適用できる。コンデンサ部120Nは、結像レンズによって、レーザビームLの角度を矯正可能に構成している。また、レンズ125、126、127、および128からなる結像レンズの焦点距離を、例えば製造ラインにおいて溶接台221に載置されたワーク10までのレーザビームLの焦点距離と同等になるように構成することによって、計測部130によるレーザビームLの計測を、レーザ溶接時のレーザビームLのプロファイラを精度良く再現した状態で行うことができる。

[0029] 計測部130は、図1～図4に示すように、レーザビームLの光軸Cと対向して配設され、検出領域131aに照射されたレーザビームLの強度分布を計測する。

[0030] 計測部130は、検出器131を備えている。検出器131は、光軸Cに沿った最も下流側に配設されている。検出器131の検出領域131aは、CCDやCMOSからなり、光軸Cと直交するように光軸Cと対向（正対）している。検出器131には、カメラタイプを用いることができる。また、検出器131には、ナイフエッジ方式を用いたスキャナタイプ、スリット方式を用いたスキャナタイプ、またはピンホール方式を用いたスキャナタイプのものを用いることができる。検出器131に、例えば、スリット方式によるスキャナタイプを用いた場合、フォトディテクタの前方に設けたスリットが回転した状態で、レーザビームLを入射させる。検出器131において、スリットを通過したレーザビームLがディテクタに入射されると、起電力が

発生して、レーザビームLの強度を電流値の大小として検出する。検出器131は、レーザビームLの分布をスリットの位置に基づいて検出する。

[0031] ここで、検出器131の検出精度は、一般的にレーザビームLの入射角に依存する。検出器131は、レーザビームLが検出領域131aに垂直に入射した場合に、レーザビームLの強度分布を最も精度良く検出することができる。すなわち、光軸Cから偏向して伝搬するレーザビームLを調整部120によって光軸Cとの成す角を相対的に小さく調整しつつ、そのレーザビームLを検出領域131aに対して垂直に近い状態で入射させることによって、レーザビームLの強度分布を精度良く検出することができる。

[0032] 表示部140は、図1および図3に示すように、計測部130によって計測されたレーザビームLの強度分布を表示する。

[0033] 表示部140は、モニター141を備えている。モニター141は、計測部130の検出器131に接続されている。モニター141は、検出器131によって得られたレーザビームLの強度分布のデータを受信して表示する。例えば製造ラインの作業者は、モニター141によってレーザビームLの強度分布を目視しながら光学調整を行う。モニター141は、例えば、レーザビームLの強度を縦軸に表し、レーザビームLの分布を横軸（2軸）の面内に表す。モニター141は、レーザビームLの強度分布を立体的に表示させたり、上方から下方に向かって鳥瞰図のように表示させたり、側方から表示させたりする。

[0034] 操作部150は、図3および図5に示すように、計測部130によるレーザビームLの強度分布の計測結果に基づき、レーザ発振器200の変更部210を調整し、レーザビームLの径を小さくする。

[0035] 操作部150は、制御回路151を備えている。制御回路151は、レーザ発振器200の変更部210の直進ステージ213と電氣的に接続されている。ここで、変更部210は、レーザ発振器200側に設けられ、レーザビームLを反射させるガルバノミラー211の光軸Cに沿った位置を上流側または下流側に変更するものである。レーザ発振器200から導出されたレ

ーザビームLは、ガルバノミラー211によって反射した後、 $f\theta$ レンズ212を透過して、第1サンプリングプリズム111に伝搬する。 $f\theta$ レンズ212は、ガルバノミラー211によるレーザビームLの走査速度を一定にする。制御回路151は、計測部130からレーザビームLの強度分布の計測結果を受信し、受信した計測結果に基づいて直進ステージ213を制御して、レーザビームLの径が最も小さくなるようにガルバノミラー211の光軸Cに沿った位置を調整する。

[0036] 筐体部160は、図3および図5に示すように、強度分布測定装置100の各構成部材を支持し、レーザ発振器200と連結した内部に不活性ガスを充填する。

[0037] 筐体部160は、支持台161、駆動ステージ162、およびノズル163を備えている。支持台161は、減衰部110、調整部120、および計測部130等の各構成部材を固定した状態で支持している。駆動ステージ162は、支持台161を搭載し、その支持台161を移動させる。駆動ステージ162は、レーザ発振器200から導出されるレーザビームLによってワーク10の溶接が行われている間、ワーク10に干渉しないように、支持台161をレーザビームLの光路Kから退避させる。一方、駆動ステージ162は、レーザ発振器200によるワーク10の溶接が行われず、レーザビームLの強度分布が測定される場合に、支持台161をレーザビームLの光路Kに侵入させる。ノズル163は、レーザビームLの光路Kの雰囲気を変性ガス（アシストガス）によって置換しつつ酸素を除外することによって、その酸素に起因した光学部材の表面の焼け付きを防止する。ノズル163は、レーザ発振器200と、減衰部110の最初（光学系の最も上流側）の光学素子の間に配設している。ノズル163は、外部と隔離され密閉状態を満たすような形状にする必要はなく、少なくとも不活性ガスを流通させることによって、レーザ発振器200と強度分布測定装置100が隣接した領域に不活性ガスを充填する構成とすればよい。

[0038] 検出部170は、図6に示すように、レーザビームLのビームウエストの

位置を検出する。

[0039] 検出部170は、基準台171およびプローブ172を備えている。基準台171の上面の位置は、 $f\theta$ レンズ212の焦点位置と光軸Cに沿って一致するように予め微調整を行っている。すなわち、基準台171の上面の位置と、 $f\theta$ レンズ212の焦点位置は、光軸Cの法線方向に沿って隣り合っている。基準台171は、 $f\theta$ レンズ212と共に直進ステージ213によって移動される。すなわち、基準台171の上面の位置と、 $f\theta$ レンズ212の焦点位置は、光軸Cに対して常に一致している。プローブ172は、基準台171の上面に対して接近離間し、基準台171の上面に接触したときの位置を制御部180のコントローラに送信する。

[0040] プローブ172は、図6(A)に示すように通常は基準台171から離間している。プローブ172は、図6(B)に示すように基準台171に接近して接触すると離間しつつ、その位置をコントローラ181に送信する。このように、レーザ発振器200から導出されたレーザビームLのビームウエストの位置を検出する場合、 $f\theta$ レンズ212の焦点位置と相関が取れている基準台171を用いることができる。したがって、光学部材であって取り扱いに注意を要し、かつ、狭所にあって位置検出が困難である $f\theta$ レンズ212に対して、プローブ172を接触させる必要がない。さらに、 $f\theta$ レンズ212の表面に蒸着され剥離し易い反射防止膜に対して、プローブ172を接触させる必要がない。

[0041] 制御部180は、図1および図3に示すように、計測部130および表示部140の制御に加えて、操作部150を介してレーザ発振器200の変更部210を制御する。

[0042] 制御部180は、コントローラ181を備えている。コントローラ181は、ROM、CPU、およびRAMを含んでいる。ROM(Read Only Memory)は、強度分布測定装置100およびレーザ発振器200の変更部210の制御プログラムや、レーザビームLの基準となる理想的な強度分布のデータを格納している。制御プログラムは、ROMに複数格納

され、例えば、計測部 130 によるレーザビーム L の強度分布の計測結果に基づき、レーザビーム L の径が小さくなるように変更部 210 を調整するためのプログラムである。CPU (Central Processing Unit) は、制御プログラムを実行する。RAM (Random Access Memory) は、検出器 131 によって計測されたレーザビーム L の強度分布のデータ等を一時的に記憶する。

[0043] 次に、強度分布測定装置 100 の使用方法について、図 7 および図 8 を参照しながら説明する。

[0044] 図 7 は、強度分布測定装置 100 によってレーザビーム L の強度分布（径）を自動で最適化する制御を示すフローチャートである。図 8 は、強度分布測定装置 100 によってレーザビーム L の強度分布（径）を量産前や量産中に自動で最適化する制御を示すフローチャートである。

[0045] 強度分布測定装置 100 によって、レーザビーム L の径を自動で最適する方法について、図 7 を参照しながら説明する。

[0046] ステップ S111 において、レーザビーム L の径を測定するために、強度分布測定装置 100 の電源を ON にして、制御部 180 の制御に基づき、レーザビーム L の径の最適化を開始する。ステップ S111 からステップ S112 に進む。

[0047] ステップ S112 において、制御部 180 は、先ず、筐体部 160 の駆動ステージ 162 によって支持台 161 をレーザビーム L の光路 K に侵入させる。支持台 161 は、減衰部 110、調整部 120、および計測部 130 等の各構成部材を支持している。制御部 180 は、次に、レーザ発振器 200 にレーザビーム L を導出させると共に、計測部 130 の検出器 131 にレーザビーム L の径を検出させる。その後、ステップ S112 からステップ S113 に進む。

[0048] ステップ S113 において、制御部 180 は、検出器 131 によって検出されたレーザビーム L の径が、予め定めておいた基準値の径と同等かを、コントローラ 181 の CPU によって判定する。基準値のデータは、コントロ

ーラ 181 の ROM に格納している。その後、ステップ S 113 からステップ S 114（レーザビーム L の径が基準値と同等の場合）またはステップ S 131（レーザビーム L の径が基準値と同等ではない場合）に進む。

[0049] ステップ S 114 において、制御部 180 は、ステップ S 113 におけるレーザビーム L の径が基準値と同等である旨の判定に基づき、操作部 150 によって、ガルバノミラー 211 を光軸 C の上流側または下流側に向かって一定距離だけ移動させる。その後、ステップ S 114 からステップ S 115 に進む。

[0050] ステップ S 115 において、ステップ S 112 と同様に、制御部 180 は、レーザ発振器 200 にレーザビーム L を導出させると共に、計測部 130 の検出器 131 にレーザビーム L の径を測定させる。その後、ステップ S 115 からステップ S 116 に進む。

[0051] ステップ S 116 において、ステップ S 113 と同様に、制御部 180 は、検出器 131 によって検出されたレーザビーム L の径が、予め定めておいた基準値の径と同等かを、コントローラ 181 の CPU によって判定する。その後、ステップ S 116 からステップ S 117（レーザビーム L の径が基準値と同等の場合）またはステップ S 121（レーザビーム L の径が基準値と同等ではない場合）に進む。

[0052] ステップ S 117 において、制御部 180 は、操作部 150 によってガルバノミラー 211 を、光軸 C に沿って逆方向に一定距離の半分だけ戻すように移動させる。例えば製造ラインにおいて、移動後の位置を基準にして、ガルバノミラー 211 を走査（回転駆動）して、レーザ発振器 200 によるワーク 10 のレーザ溶接を行うことになる。その後、ステップ S 117 からステップ S 118 に進む。

[0053] ステップ S 121 において、ステップ S 116 から引き続き、制御部 180 は、操作部 150 によって、ガルバノミラー 211 を光軸 C の上流側または下流側に向かって、ステップ S 114 とは逆方向に一定距離の 2 倍だけ移動させる。すなわち、ガルバノミラー 211 を、ステップ S 113 における

位置を基準として、ステップS 1 1 4における方向とは正反対の方向に光軸Cに沿って一定距離だけ移動させる。その後、ステップS 1 2 1からステップS 1 1 3に進む。

[0054] ステップS 1 3 1において、ステップS 1 1 3から引き続き、制御部1 8 0は、操作部1 5 0によって、ガルバノミラー2 1 1を、光軸Cに沿って一定距離だけ移動させる。その後、ステップS 1 3 1からステップS 1 3 2に進む。

[0055] ステップS 1 3 2において、ステップS 1 1 2と同様に、制御部1 8 0は、レーザ発振器2 0 0にレーザビームLを導出させると共に、計測部1 3 0の検出器1 3 1にレーザビームLの径を測定させる。その後、ステップS 1 3 2からステップS 1 3 3に進む。

[0056] ステップS 1 3 3において、制御部1 8 0は、検出器1 3 1によって検出されたレーザビームLの径が、直近の計測値以下かを、コントローラ1 8 1のCPUによって判定する。その後、ステップS 1 3 3からステップS 1 1 3（レーザビームLの径が直近の計測値以下の場合）またはステップS 1 4 1（レーザビームLの径が直近の計測値よりも大きい場合）に進む。

[0057] ステップS 1 4 1において、ステップS 1 3 3から引き続き、制御部1 8 0は、操作部1 5 0によって、ガルバノミラー2 1 1を光軸Cの上流側または下流側に向かって、ステップS 1 3 1とは逆方向に一定距離の2倍だけ移動させる。その後、ステップS 1 4 1からステップS 1 3 2に進む。

[0058] ステップS 1 1 8において、ステップS 1 1 7から引き続き、強度分布測定装置1 0 0の電源をOFFにして、制御部1 8 0によるレーザビームLの径を自動で最適化する制御を終了する。

[0059] 強度分布測定装置1 0 0によって、レーザビームLの径を量産中に自動で最適化する方法について、図8を参照しながら説明する。

[0060] ステップS 2 0 1において、レーザビームLの径を測定するために、強度分布測定装置1 0 0の電源をONにして、制御部1 8 0によるレーザビームLの径を量産前や量産中に自動で最適化する制御を開始する。量産前とは、

例えば、始業前に製造ラインの点検を行う場合に相当する。量産中とは、例えば、ワーク１０の溶接加工において、基準に満たないものが連続して発生したような場合に相当する。

[0061] ステップＳ２０２において、強度分布測定装置１００の電源がＯＮされたとき、制御部１８０は、レーザ発振器２００によってワーク１０の溶接が行われていた場合、そのワーク１０の溶接が完了するまで待機する。すなわち、溶接のワンサイクルが完了するまで待機する。ローダによってワーク１０および治具を所定の位置に配設する。ワーク１０は、溶接台２２１に載置され、かつ、上方にスパッタ等の付着を防止するためのマスク２２２が配設された状態で、レーザ発振器２００によってレーザ溶接が行われる。ワーク１０を載置したテーブルがスライドした後、ガルバノミラー２１１によってレーザビームＬが走査されて、ワーク１０のレーザ溶接が行われる。レーザ溶接は、アノード側金属セパレータとカソード側金属セパレータを一体とするために、互いの外周縁やアクティブエリアと称される凹凸部分を溶接するものである。溶接を終えたワーク１０の搬送中に、次のワーク１０の溶接が行われる。制御部１８０は、上記のレーザ溶接のワンサイクルが完了すると、レーザ発振器２００の動作を停止させ、筐体部１６０の駆動ステージ１６２によって支持台１６１をレーザビームＬの光路Ｋに侵入させる。支持台１６１は、減衰部１１０、調整部１２０、および計測部１３０の各構成部材を支持している。

[0062] ステップＳ２０３において、制御部１８０は、検出器１３１によるレーザビームＬの計測結果に基づいて、ガルバノミラー２１１の光軸Ｃに沿った位置を調整する。制御部１８０による調整は、図７を参照しながら前述したＳ１１２～Ｓ１４１に相当する。

[0063] ステップＳ２０４において、筐体部１６０の駆動ステージ１６２によって支持台１６１をレーザビームＬの光路Ｋから離間させる。レーザ発振器２００によってワーク１０の溶接を再開する。

[0064] ステップＳ２０５において、強度分布測定装置１００の電源をＯＦＦにし

て、制御部 180 によるレーザビーム L の径を量産前や量産中に自動で最適化する制御を終了する。

[0065] 上述した実施形態に係るレーザビーム L の強度分布測定装置 100 によれば、以下の構成によって作用効果を奏する。

[0066] レーザビーム L の強度分布測定装置 100 は、レーザビーム L の強度分布を測定する装置である。強度分布測定装置 100 は、計測部 130 と調整部 120 を有している。計測部 130 は、レーザビーム L の光軸 C と対向して配設され、検出領域 131 a に照射されたレーザビーム L の強度分布を計測する。調整部 120 は、第 1 調整部（例えばコリメート部 120 M）と第 2 調整部（例えばコンデンサ部 120 N）を備えている。コリメート部 120 M は、レーザビーム L をコリメーションして伝搬させる。コンデンサ部 120 N は、コリメート部 120 M よりも光軸 C に沿った下流側に配設されレーザビーム L を光軸 C に近接させつつ伝搬させる。調整部 120 は、光軸 C から偏向して伝搬するレーザビーム L を検出領域 131 a に向かって伝搬するように光軸 C との成す角を相対的に小さく調整する。

[0067] レーザビーム L の強度分布測定方法は、レーザビーム L の強度分布を測定する方法である。レーザビーム L の強度分布測定方法は、光軸から偏向して伝搬するレーザビーム L をコリメーションしてから光軸に近接させつつ伝搬させることによって光軸 C との成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸 C と対向して設けられた検出領域 131 a に照射させて強度分布を計測する工程を有している。

[0068] このように構成したレーザビーム L の強度分布測定装置 100 およびレーザビーム L の強度分布測定方法によれば、光路 K が光軸 C から偏向され斜入射によってワーク 10 に照射されるようなレーザビーム L であっても、そのレーザビーム L を光軸 C に沿うような平行光の状態または平行光に近い状態で伝搬できる。このようなことから、レーザビーム L の強度分布測定装置 100 およびレーザビーム L の強度分布測定方法は、レーザ発振器 200 から検出領域 131 a までの距離を任意に設定しても、そのレーザビーム L の強

度分布を検出領域から外すことなく計測することができる。したがって、強度分布測定装置１００は、レーザビームＬの強度分布を十分に計測することができる。

[0069] さらに、このように構成したレーザビームＬの強度分布測定装置１００およびレーザビームＬの強度分布測定方法によれば、レーザビームＬの強度分布の計測精度が検出領域１３１aに対する入射角度に依存するような場合であっても、精度良く計測することができる。一般的に、検出器１３１を光軸Ｃに対向（正対）するように配設して、検出器１３１の検出領域１３１aに対するレーザビームＬの入射角度が光軸Ｃに平行となるような直入射に近い構成にすると、レーザビームＬの強度分布の計測精度が高くなる。

[0070] レーザビームＬの強度分布測定装置１００は、レーザビームＬの強度分布を測定する装置である。強度分布測定装置１００は、計測部１３０、調整部１２０、および減衰部１１０を有している。計測部１３０は、レーザビームＬの光軸Ｃと対向して配設され、検出領域１３１aに照射されたレーザビームＬの強度分布を計測する。調整部１２０は、光軸Ｃから偏向して伝搬するレーザビームＬを検出領域１３１aに向かって伝搬するように光軸Ｃとの成す角を相対的に小さく調整する。減衰部１１０は、計測部１３０よりも光軸Ｃに沿った上流側に配設され、レーザビームＬの強度を減衰させる

レーザビームＬの強度分布測定方法は、レーザビームＬの強度分布を測定する方法である。レーザビームＬの強度分布測定方法は、光軸から偏向して伝搬するレーザビームＬを減衰させ光軸Ｃとの成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸Ｃと対向して設けられた検出領域１３１aに照射させて強度分布を計測する工程を有している。

[0071] このように構成したレーザビームＬの強度分布測定装置１００およびレーザビームＬの強度分布測定方法によれば、光路Ｋが光軸Ｃから偏向され斜入射によってワーク１０に照射されるようなレーザビームＬであっても、そのレーザビームＬの実使用時の出力等における強度分布を精度良く計測でき、かつ、その強度分布を検出領域から外すことなく計測することができる。し

たがって、強度分布測定装置１００は、レーザビームＬの強度分布を十分に計測することができる。なお、レーザビームＬは、出力を定格値から下げると不安定になって、その強度分布が変化する。したがって、計測部１３０の構成に制約されることなく、実使用時の出力におけるレーザビームＬの強度分布を計測することが重要である。

[0072] さらに、このように構成したレーザビームＬの強度分布測定装置１００およびレーザビームＬの強度分布測定方法によれば、レーザビームＬの強度分布の計測精度が検出領域１３１ａに対する入射角度に依存するような場合であっても、精度良く計測することができる。一般的に、検出器１３１を光軸Ｃに対向（正対）するように配設して、検出器１３１の検出領域１３１ａに対するレーザビームＬの入射角度が光軸Ｃに平行となるような直入射に近い構成にすると、レーザビームＬの強度分布の計測精度が高くなる。

[0073] レーザビームＬの強度分布測定装置１００は、被加工部材（例えばワーク１０）の加工領域に走査されて加工を施すレーザビームＬの強度分布を製造ラインにおいて測定する装置である。強度分布測定装置１００は、計測部１３０と調整部１２０を有している。計測部１３０は、レーザビームＬの光軸Ｃと対向して配設され、検出領域１３１ａに照射されたレーザビームＬの強度分布を計測する。調整部１２０は、光軸Ｃから偏向して伝搬するレーザビームＬを検出領域１３１ａに向かって伝搬するように光軸Ｃとの成す角を相対的に小さく調整する。

[0074] レーザビームＬの強度分布測定方法は、被加工部材（例えばワーク１０）の加工領域に走査されて加工を施すレーザビームＬの強度分布を製造ラインにおいて測定する方法である。レーザビームＬの強度分布測定方法は、光軸Ｃから偏向して伝搬するレーザビームＬを光軸Ｃとの成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸Ｃと対向して設けられた検出領域１３１ａに照射させて強度分布を計測する工程を有している。

[0075] このように構成したレーザビームＬの強度分布測定装置１００およびレーザビームＬの強度分布測定方法によれば、光路Ｋが光軸Ｃから偏向され斜入

射によってワーク 10 に照射されるようなレーザビーム L であっても、そのレーザビーム L の強度分布を検出領域から外すことなく計測することができる。したがって、強度分布測定装置 100 は、製造ラインに組み込んだ状態において、レーザビーム L の強度分布を十分に計測することができる。

[0076] さらに、このように構成したレーザビーム L の強度分布測定装置 100 およびレーザビーム L の強度分布測定方法によれば、レーザビーム L の強度分布の計測精度が検出領域 131a に対する入射角度に依存するような場合であっても、精度良く計測することができる。一般的に、検出器 131 を光軸 C に対向（正対）するように配設して、検出器 131 の検出領域 131a に対するレーザビーム L の入射角度が光軸 C に平行となるような直入射に近い構成にすると、レーザビーム L の強度分布の計測精度が高くなる。

[0077] さらに、調整部 120 は、第 1 調整部（コリメート部 120M）と第 2 調整部（コンデンサ部 120N）を備えた構成とすることができる。第 1 調整部（コリメート部 120M）は、レーザビーム L をコリメーションして伝搬させる。第 2 調整部（コンデンサ部 120N）は、コリメート部 120M よりも光軸 C に沿った下流側に配設され、レーザビーム L を光軸 C に近接させつつ伝搬させる。

[0078] このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、コリメート部 120M によって、レーザビーム L を光軸 C に沿うような平行光の状態または平行光に近い状態で伝搬できることから、調整部 120 をレーザ発振器 200 から検出領域 131a までの距離に依存することなく構成することができる。すなわち、強度分布測定装置 100 は、レーザ発振器 200 から検出領域 131a までの距離を十分に短くする必要がなく、調整部 120 の光軸 C に沿った全長を、任意に設定することができる。さらに、コンデンサ部 120N によって、光軸 C から偏向して伝搬するレーザビーム L と光軸 C との成す角を相対的に小さくすることができる。

[0079] さらに、強度分布測定装置 100 は、減衰部 110 を設ける構成とすることができる。減衰部 110 は、計測部 130 よりも光軸 C に沿った上流側に

配設され、レーザビームLの強度を減衰させる。

[0080] このように構成した強度分布測定装置100によれば、減衰部110によって、計測部130がレーザビームLの出力に起因して損傷することなくレーザビームLの強度分布を十分に計測できることから、出力を下げる必要がなく実使用時の出力等におけるレーザビームLの強度分布を精度良く計測することができる。なお、レーザビームLは、出力を定格値から下げると不安定になって、その強度分布が変化する。したがって、計測部130の構成に制約されることなく、実使用時の出力におけるレーザビームLの強度分布を計測することが重要である。

[0081] さらに、減衰部110は、少なくともレーザビームLの波長の光において透明な光学部材を備える構成とすることができる。光学部材は、レーザビームLの一部を界面から外部に透過させつつ減衰させ、レーザビームLの一部を界面で反射させつつ検出領域131aに向かって伝搬させる。

[0082] このように構成した強度分布測定装置100によれば、簡便な仕様からなる光学部材によって、レーザビームLを十分に減衰させつつ、検出領域131aに向かって伝搬させることができる。したがって、レーザビームLの出力を下げる必要が無く、実使用時の出力におけるレーザビームLの強度分布を精度良く計測することができる。

[0083] さらに、減衰部110は、光学部材の界面から外部に透過したレーザビームLを液体および気体の少なくとも一方に照射させて減衰させる構成とすることができる。

[0084] このように構成した強度分布測定装置100によれば、検出領域131aに伝搬させないレーザビームLを液体および気体の少なくとも一方に照射させて減衰させる簡便な構成によって、そのレーザビームLを効果的かつ十分に減衰させることができる。

[0085] さらに、調整部120は、レーザビームLを反射させつつ検出領域131aに向かって伝搬させる構成とすることができる。

[0086] このように構成した強度分布測定装置100によれば、レーザビームLを

折り返すように反射させて構成することによって、レーザ発振器 200 から検出領域 131 a までの構成を一直線状に設ける必要がなく、製造ラインや実験室等のレイアウトに合わせて、十分に配置することができる。調整部 120 によるレーザビーム L の反射方向は、製造ラインや実験室等において、設備との干渉を避けるため、水平方向に加えて垂直方向に沿った方向であってもよい。

[0087] さらに、調整部 120 は、ワーク 10 に向かって伝搬するレーザビーム L を、ワーク 10 の加工領域（溶接領域）に沿った方向に反射させつつ検出領域 131 a に向かって伝播させる構成とすることができる。

[0088] このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、レーザビーム L をワーク 10 に沿った方向に反射させることによって、レーザビーム L の強度分布の調整をワーク 10 に干渉することなく実施することができる。すなわち、強度分布測定装置 100 は、製造ラインや実験室等の構成を大幅に変更することなく、製造ラインや実験室等の空きスペースを用いて、レーザビーム L の強度分布を測定することができる。

[0089] 特に、このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、例えば、ワーク 10 の加工（レーザ溶接）のように、比較的狭い空間に配置するが困難として断念していた領域についても、十分に配置して用いることができる。

[0090] さらに、強度分布測定装置 100 は、操作部 150 を設ける構成とすることができる。操作部 150 は、レーザ発振器 200 の側に設けられレーザビーム L の光路 K を変更する変更部 210 と電氣的に接続されている。操作部 150 は、計測部 130 によるレーザビーム L の強度分布の計測結果に基づき、レーザビーム L の径が小さくなるように変更部 210 を調整する。

[0091] このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、操作部 150 による変更部の調整によって、レーザ発振器 200 を操作する作業者の熟練度に依存することなく、レーザビーム L の調整を短時間かつ一定の精度において実施することができる。すなわち、強度分布測定装置 100 は、量産工程を長時間停止させることなくレーザビーム L の強度分布を調整することができる。

る。すなわち、操作部１５０は、レーザ発振器２００による被加工部材（ワーク１０）に対する加工精度を一定に維持させることができる。

[0092] 特に、このように構成した強度分布測定装置１００によれば、製造ラインや実験室等でワーク１０を加工（レーザ溶接）する状態において、レーザビームＬの強度分布をリアルタイムで計測して、その強度分布を調整することによって、その計測結果をワーク１０のレーザ溶接に速やかにフィードバックすることができる。

[0093] さらに、レーザ発振器２００の変更部２１０がレーザビームＬを反射させる反射部材（ガルバノミラー２１１）を備えた上で、操作部１５０は、ガルバノミラー２１１の光軸Ｃに沿った位置を調整する構成とすることができる。

[0094] このように構成した強度分布測定装置１００によれば、操作部１５０によるガルバノミラー２１１の光軸Ｃに沿った位置の調整によって、レーザビームＬの強度分布の調整を効率良くかつ確実に実施することができる。

[0095] さらに、強度分布測定装置１００は、筐体部１６０を設ける構成とすることができる。筐体部１６０は、レーザビームＬの光路Ｋの雰囲気の不活性ガスによって置換する。

[0096] このように構成した強度分布測定装置１００によれば、筐体部１６０の不活性ガス（アシストガス）によって、レーザビームＬに起因した構成部材の焼け付き等を十分に防止することができる。特に、強度分布測定装置１００は、走査を伴い広範囲にわたるレーザビームＬの光路において、不活性ガスを導入しつつ例えば酸素を除外することによって、その酸素に起因した光学部材の表面の焼け付きを効果的に防止することができる。したがって、強度分布測定装置１００は、レーザビームＬの強度分布を精度良く計測することができる。

[0097] さらに、強度分布測定装置１００は、表示部１４０を設ける構成とすることができる。表示部１４０は、計測部１３０によって計測されたレーザビームＬの強度分布を表示する。

- [0098] このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、表示部 140 によって、作業者がレーザビーム L の強度分布を目視しながら光学調整を行うことができることから、その調整を容易かつ一定の精度で行うことができる。
- [0099] さらに、強度分布測定装置 100 は、レーザビーム L のビームウエストの位置を、集光されたレーザビームを受光する光学素子（f θ レンズ 212）の焦点位置と光軸 C の法線方向に沿って隣り合う基準台 171 の位置に基づき検出する検出部 170 を設ける構成とすることができる。
- [0100] このように構成した強度分布測定装置 100 によれば、光学部材であって取り扱いに注意を要し、かつ、狭所にあつて位置検出が困難である f θ レンズ 212 に接触することなく、基準台 171 を介してレーザビーム L のビームウエストの位置を非常に精度良く検出することができる。
- [0101] そのほか、本発明は、特許請求の範囲に記載された構成に基づき様々な改変が可能であり、それらについても本発明の範疇である。
- [0102] 例えば、本実施形態では、強度分布測定装置 100 を、被加工部材の溶接に用いるレーザビーム L の強度分布を測定する構成として説明した。しかしながら、このような構成に限定されることはなく、強度分布測定装置 100 は、一例として、被加工部材の表面に製造番号等をマーキングするような印字用のレーザビーム L の強度分布を測定する構成してもよい。すなわち、強度分布測定装置 100 は、被加工部材に対して何らかの加工を施すレーザビーム L の強度分布を測定するものであれば、その用途に限定されない。
- [0103] また、本実施形態では、強度分布測定装置 100 の調整部 120 を、第 1 調整部（コリメート部 120M）によってレーザビーム L を光軸 C に沿って平行光の状態で伝搬させ、かつ、第 2 調整部（コンデンサ部 120N）によってレーザビーム L を光軸 C に近接させつつ伝搬させる構成として説明した。しかしながら、このような構成に限定されることはなく、強度分布測定装置 100 は、一例として、光軸 C と一定の角度を成して伝搬するレーザビーム L を、光軸 C に沿わせるような平行光にすることなく、光軸との成す角が小さくなるようにダイレクトに調整する構成としてもよい。

- [0104] また、本実施形態では、強度分布測定装置 100 の減衰部 110 を、断面が三角形状からなるプリズム等の光学部材を用いた構成として説明した。しかしながら、このような構成に限定されることはなく、減衰部 110 は、様々な構成によって、レーザビーム L の強度分布を減衰させることができる。
- [0105] 特に、減衰部 110 は、本実施形態において説明した所謂反射型として構成する場合、一例として、レーザビーム L の波長の光において透明な板状の窓材を光学部材に用いる構成とすることができる。すなわち、光学部材は、プリズムに限定されることなく、板状のバルクであってもよい。このような構成の場合、光学部材は、レーザビーム L の大部分を透過させつつ減衰させ、レーザビーム L の極一部を反射させつつ計測部 130 に向かって伝搬させる。このような構成（一例）の場合、光学部材を廉価にすることができる。
- [0106] 同様に、減衰部 110 は、他の例として、レーザビーム L の波長の光において透明な板状の窓材に、反射率が数%の反射膜（例えば、クロムからなる薄膜）を蒸着して用いる構成とすることができる。このような構成（他の例）の場合、光学部材の反射率を精度よく規定することができる。反射型の減衰部 110 は、レーザビーム L の波長の光において透明な光学材料の耐熱性等を考慮した上で、レーザビーム L の強度が比較的大きい場合に適用する。
- [0107] さらに、減衰部 110 は、所謂吸収型として構成する場合、一例として、レーザビーム L の波長の光を一定の割合で吸収する吸収材を含有させた窓材を光学部材に用いる構成とすることができる。このような構成の場合、光学部材は、レーザビーム L の大部分を吸収しつつ減衰させ、レーザビーム L の極一部を反射させつつ計測部 130 に向かって伝搬させる。透過型の減衰部 110 は、レーザビーム L の波長の光において透明な光学材料の耐熱性等を考慮した上で、レーザビーム L の強度が比較的小さい場合に適用する。
- [0108] また、本実施形態では、減衰部 110 において、計測部 130 に向かって伝搬させないレーザビーム L を減衰させるために、そのレーザビーム L を水冷および空冷する構成として説明した。しかしながら、このような構成に限定されることはなく、減衰部 110 は、一例として計測部 130 に向かって

伝搬させないレーザービームLを水冷のみによって減衰させてもよい。減衰部110は、他の例として計測部130に向かって伝搬させないレーザービームLを空冷および水冷の順で減衰させてもよい。

[0109] また、本実施形態では、調整部120に加えて減衰部110も、レーザービームLを折り曲げるように反射させつつ、そのレーザービームLを検出領域131aに向かって伝搬させている。このように構成していることから、強度分布測定装置100は、製造ラインや実験室等のレイアウトに合わせて、十分に配置することができる。

[0110] 本出願は、2015年3月13日に出願された日本特許出願番号2015-050985号に基づいており、その開示内容は、参照され、全体として、組み入れられている。

符号の説明

- [0111] 10 ワーク（被加工部材）、
100 強度分布測定装置、
110 減衰部、
111 第1サンプリングプリズム、
112 水冷ダンパ、
113 第2サンプリングプリズム、
114 空冷ダンパ、
115 第1反射ミラー、
116 第2反射ミラー、
117A 第1減光フィルタ、
117B 第2減光フィルタ、
117C 第3減光フィルタ、
117D 第4減光フィルタ、
120 調整部、
120M コリメート部（第1調整部）、
120N コンデンサ部（第2調整部）、

1 2 1, 1 2 2, 1 2 3, 1 2 4 レンズ（対物レンズ）、
1 2 5, 1 2 6, 1 2 7, 1 2 8 レンズ（結像レンズ）、
1 3 0 計測部、
1 3 1 検出器、
1 3 1 a 検出領域、
1 4 0 表示部、
1 4 1 モニター、
1 5 0 操作部、
1 5 1 制御回路、
1 6 0 筐体部、
1 6 1 支持台、
1 6 2 駆動ステージ、
1 6 3 ノズル、
1 7 0 検出部、
1 7 1 基準台、
1 7 2 プローブ、
1 8 0 制御部、
1 8 1 コントローラ、
2 0 0 レーザ発振器、
2 1 0 変更部、
2 1 1 ガルバノミラー（反射部材）、
2 1 2 $f \theta$ レンズ、
2 1 3 直進ステージ、
2 2 1 溶接台、
2 2 2 マスク、
C 光軸、
K 光路、
L レーザビーム。

請求の範囲

- [請求項1] レーザビームの強度分布を測定する装置であって、
前記レーザビームの光軸と対向して配設され、検出領域に照射された前記レーザビームの強度分布を計測する計測部と、
前記レーザビームをコリメーションして伝搬させる第1調整部と、
前記第1調整部よりも光軸に沿った下流側に配設され前記レーザビームを光軸に近接させつつ伝搬させる第2調整部と、を備え、光軸から偏向して伝搬する前記レーザビームを前記検出領域に向かって伝搬するように光軸との成す角を相対的に小さく調整する調整部と、を有するレーザビームの強度分布測定装置。
- [請求項2] レーザビームの強度分布を測定する装置であって、
前記レーザビームの光軸と対向して配設され、検出領域に照射された前記レーザビームの強度分布を計測する計測部と、
光軸から偏向して伝搬する前記レーザビームを前記検出領域に向かって伝搬するように光軸との成す角を相対的に小さく調整する調整部と、
前記計測部よりも光軸に沿った上流側に配設され、前記レーザビームの強度を減衰させる減衰部と、を有するレーザビームの強度分布測定装置。
- [請求項3] 被加工部材の加工領域に走査されて加工を施すレーザビームの強度分布を製造ラインにおいて測定する装置であって、
前記レーザビームの光軸と対向して配設され、検出領域に照射された前記レーザビームの強度分布を計測する計測部と、
光軸から偏向して伝搬する前記レーザビームを前記検出領域に向かって伝搬するように光軸との成す角を相対的に小さく調整する調整部と、を有するレーザビームの強度分布測定装置。
- [請求項4] 前記調整部は、前記レーザビームをコリメーションして伝搬させる第1調整部と、前記第1調整部よりも光軸に沿った下流側に配設され

前記レーザビームを光軸に近接させつつ伝搬させる第2調整部と、を備えた請求項2または3に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項5] 前記計測部よりも光軸に沿った上流側に配設され、前記レーザビームの強度を減衰させる減衰部を、さらに有する請求項1、3および4のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項6] 前記減衰部は、少なくとも前記レーザビームの波長の光において透明な光学部材を備え、

前記光学部材は、前記レーザビームの一部を界面から外部に透過させつつ減衰させ、かつ、前記レーザビームの一部を界面で反射させつつ前記検出領域に向かって伝搬させる請求項2、4および5のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項7] 前記減衰部は、前記光学部材の界面から外部に透過した前記レーザビームを液体および気体の少なくとも一方に照射させて減衰させる請求項6に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項8] 前記調整部は、前記レーザビームを反射させつつ前記検出領域に向かって伝搬させる請求項1～7のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項9] 前記調整部は、前記被加工部材に向かって伝搬する前記レーザビームを、前記被加工部材の前記加工領域に沿った方向に反射させつつ前記検出領域に向かって伝播させる請求項3～8のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項10] レーザ発振器の側に設けられ前記レーザビームの光路を変更する変更部と電氣的に接続され、前記計測部による前記レーザビームの強度分布の計測結果に基づき前記レーザビームの径が小さくなるように前記変更部を調整する操作部を、さらに有する請求項1～9のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項11] 前記変更部は、前記レーザビームを反射させる反射部材を備え、前記操作部は、前記反射部材の光軸に沿った位置を調整する請求項

10に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項12] 前記レーザビームの光路の雰囲気を不活性ガスによって置換する筐体部を、さらに有する請求項1～11のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項13] 前記計測部によって計測された前記レーザビームの強度分布を表示する表示部を、さらに有する請求項1～12のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

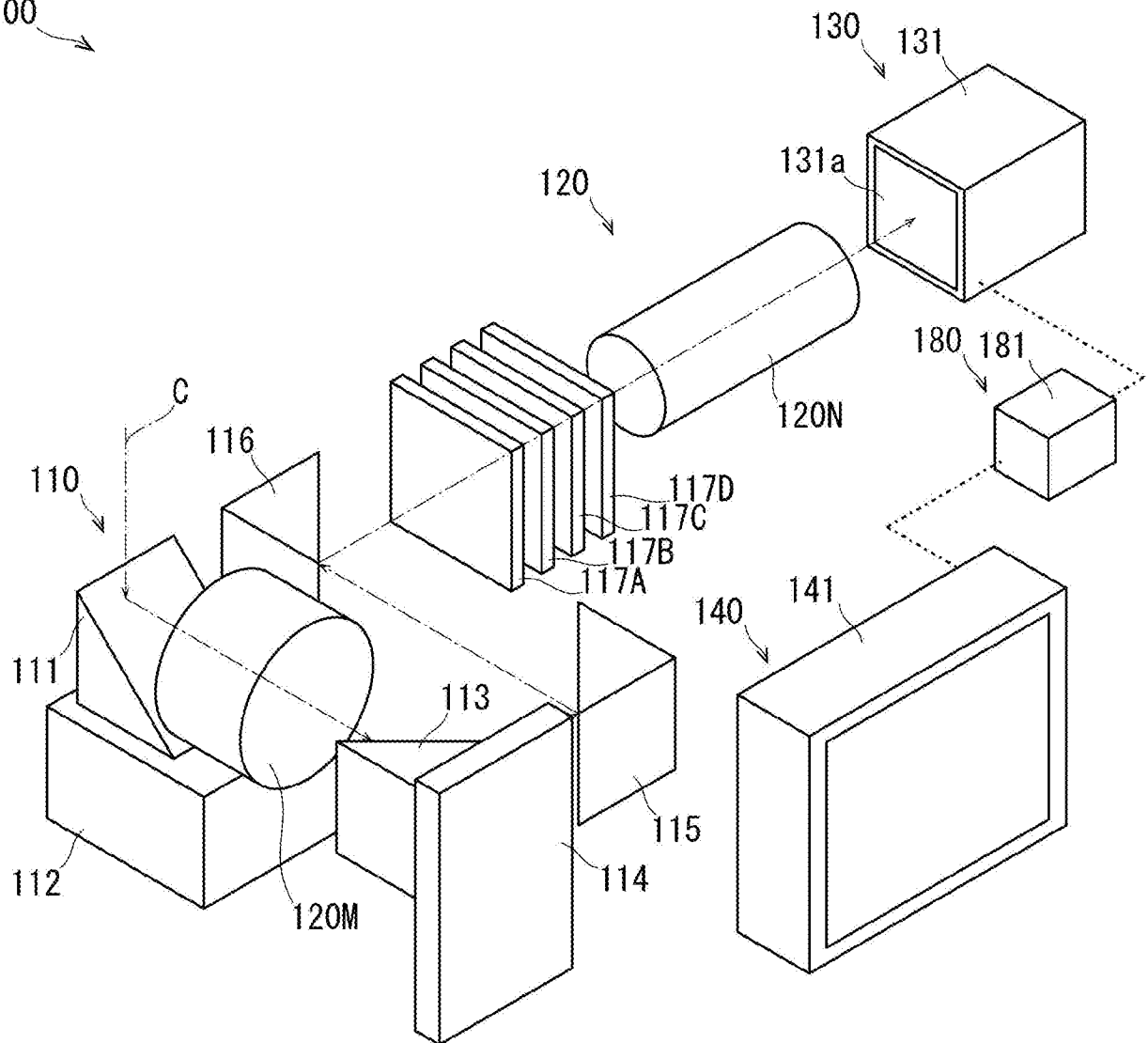
[請求項14] 前記レーザビームのビームウエストの位置を、集光された前記レーザビームを受光する光学素子の焦点位置と光軸の法線方向に沿って隣り合う基準台の位置に基づき検出する検出部を、さらに有する請求項1～13のいずれか1項に記載のレーザビームの強度分布測定装置。

[請求項15] レーザビームの強度分布を測定する方法であって、
光軸から偏向して伝搬する前記レーザビームをコリメーションしてから光軸に近接させつつ伝搬させることによって光軸との成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸と対向して設けられた検出領域に照射させて強度分布を計測する工程を有するレーザビームの強度分布測定方法。

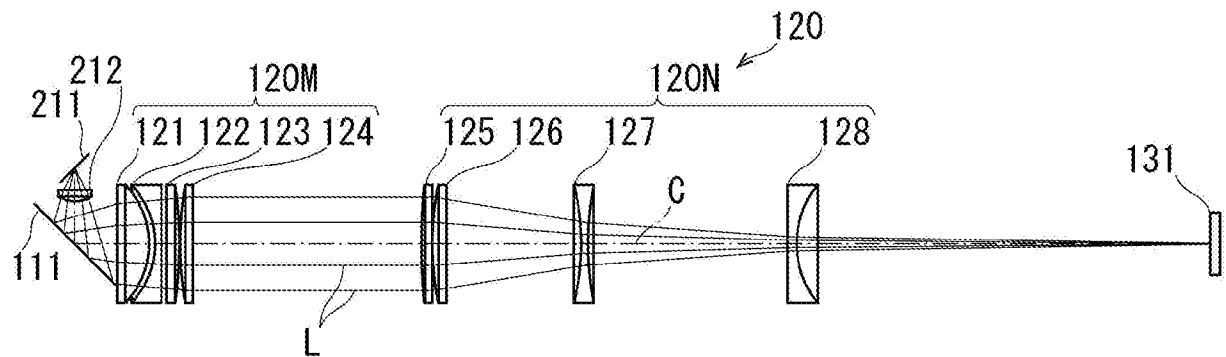
[請求項16] レーザビームの強度分布を測定する方法であって、
光軸から偏向して伝搬する前記レーザビームを減衰させ光軸との成す角を相対的に小さくするように調整しつつ光軸と対向して設けられた検出領域に照射させて強度分布を計測する工程を有するレーザビームの強度分布測定方法。

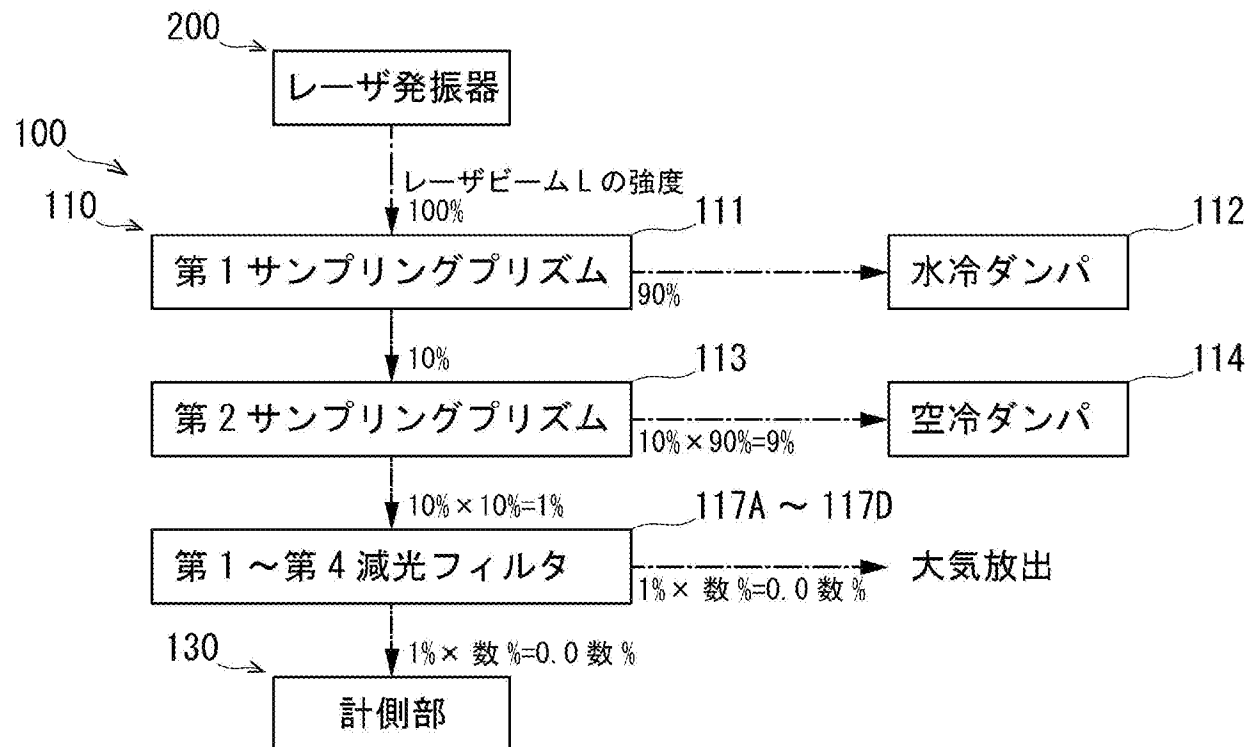
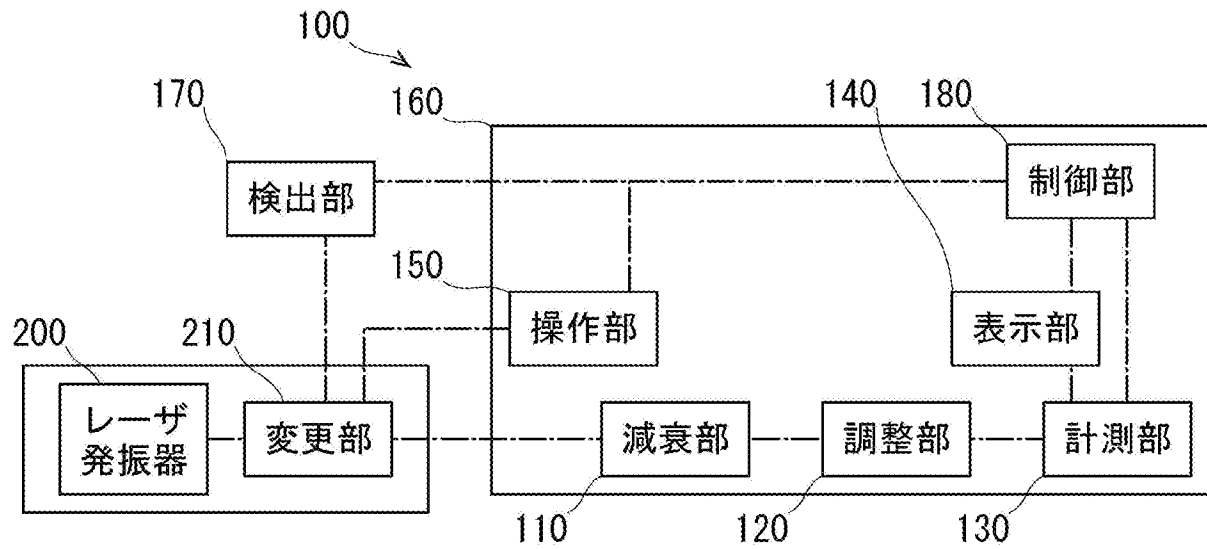
[図1]

100

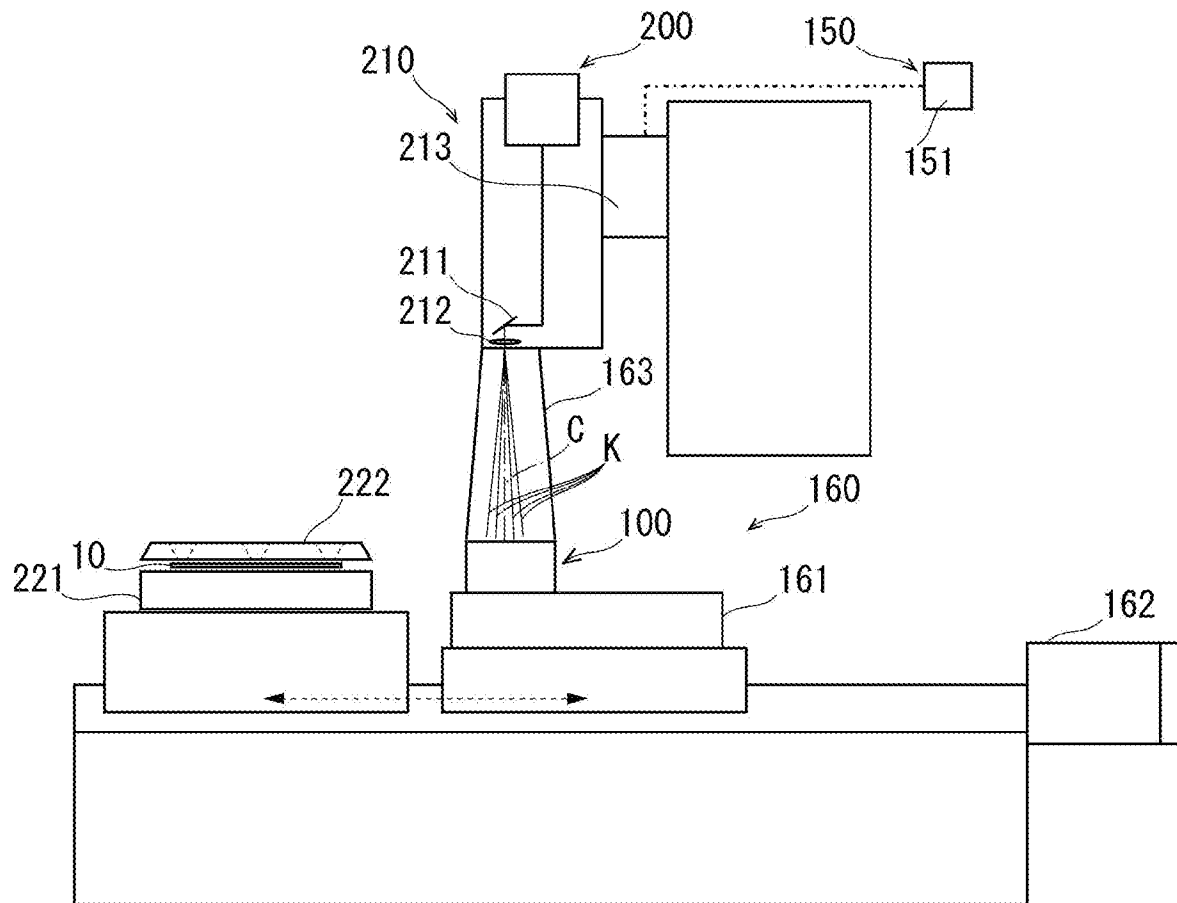


[図2]

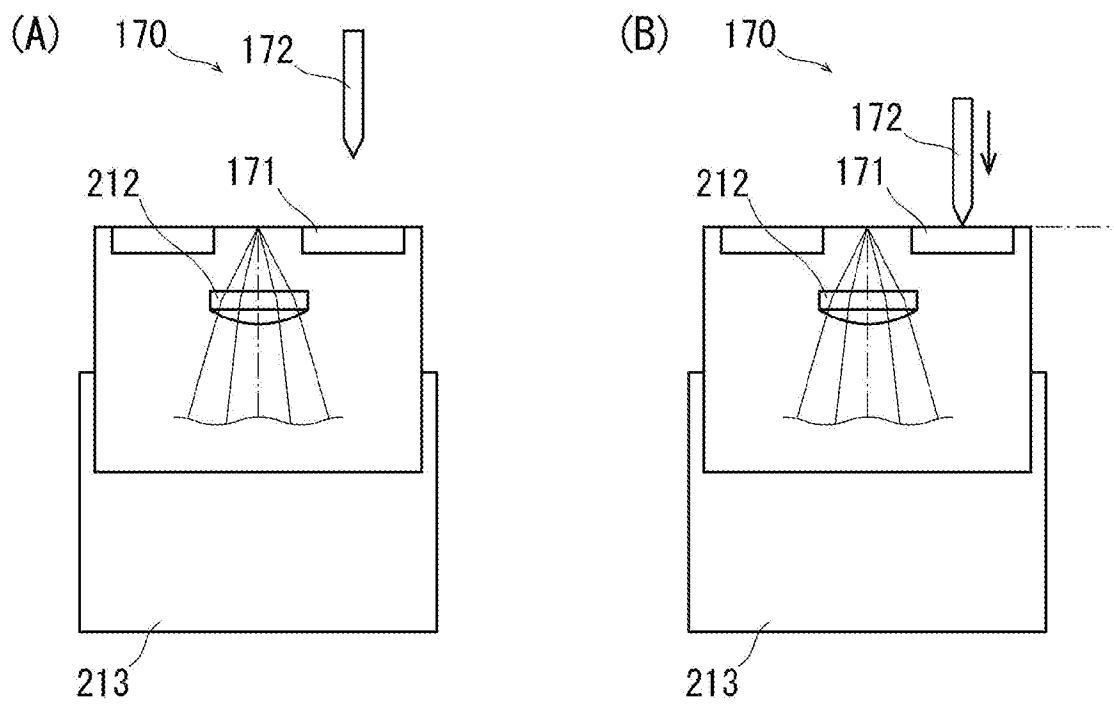




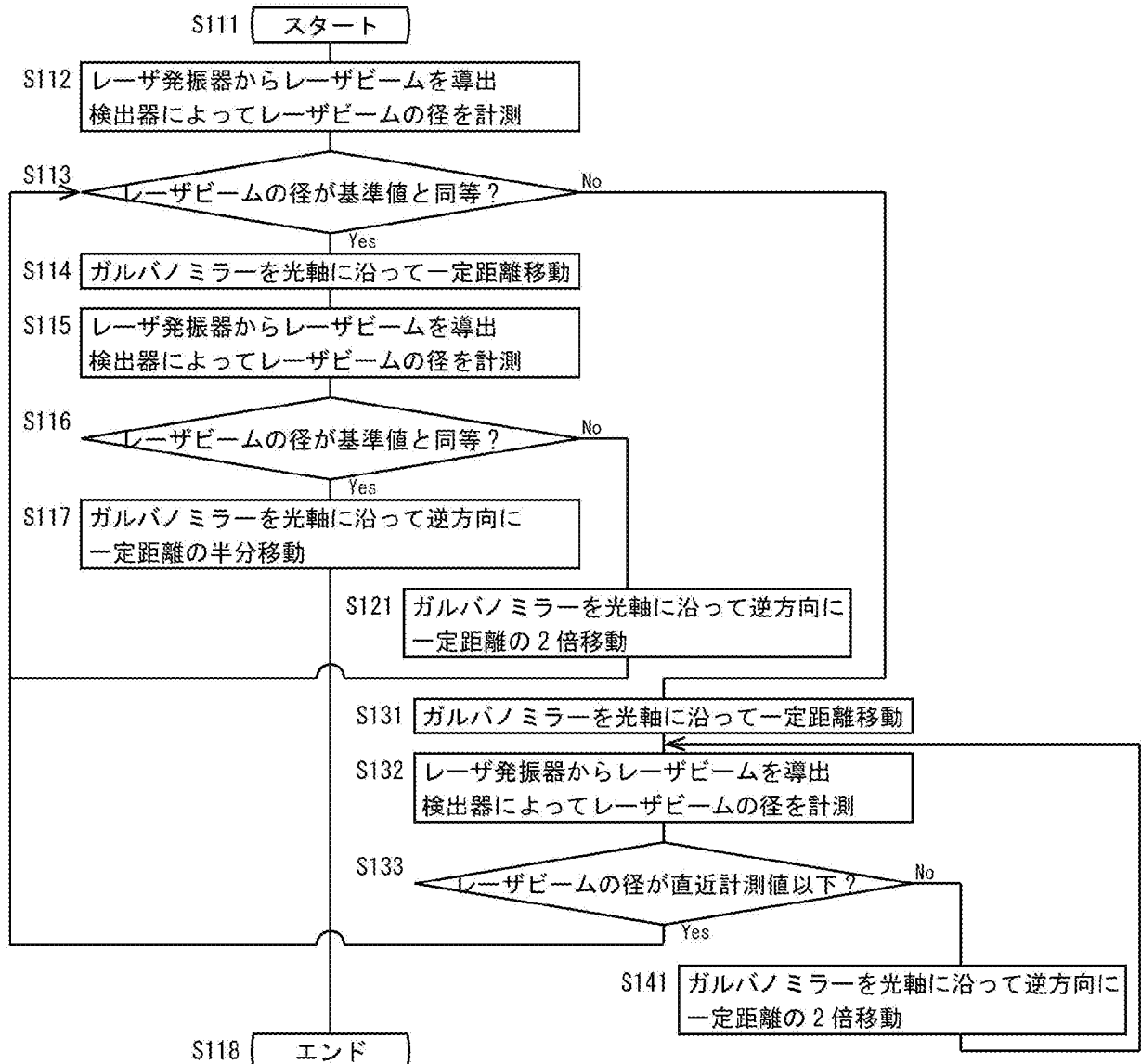
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J1/02(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, G01B11/24(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)

G01J1/00-1/60, B23K26/00-26/70, H01S3/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 9-318438 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 December 1997 (12.12.1997), paragraphs [0008] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	1, 15 2-14, 16
Y	JP 5-228670 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 September 1993 (07.09.1993), paragraphs [0014] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	2-14, 16
Y	JP 2008-126277 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraph [0026]; fig. 1 (Family: none)	6-7

☒ 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
13 May 2016 (13.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053798

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 2008-119714 A (Marubun Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), paragraphs [0040] to [0041], [0049]; fig. 1 (Family: none)	10-11, 14
A	JP 2002-48640 A (Ricoh Co., Ltd.), 15 February 2002 (15.02.2002), (Family: none)	1-16
A	JP 2003-181668 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 July 2003 (02.07.2003), & US 2003/0102291 A1	1-16
A	JP 11-33756 A (NEC Corp.), 09 February 1999 (09.02.1999), (Family: none)	1-16
A	JP 2-133186 A (Toshiba Corp.), 22 May 1990 (22.05.1990), (Family: none)	1-16
A	JP 7-232290 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 September 1995 (05.09.1995), (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01J1/02(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, G01B11/24(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（IPC））

Int.Cl. G01J1/00-1/60, B23K26/00-26/70, H01S3/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X	JP 9-318438 A（富士ゼロックス株式会社）	1, 15
Y	1997.12.12, 段落〔0008〕-〔0012〕, 図1（ファミリーなし）	2-14, 16
Y	JP 5-228670 A（松下電器産業株式会社）	2-14, 16
	1993.09.07, 段落〔0014〕-〔0023〕, 図1（ファミリーなし）	
Y	JP 2008-126277 A（住友重機械工業株式会社）	6-7
	2008.06.05, 段落〔0026〕, 図1（ファミリーなし）	

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

蔵田 真彦

2W

3602

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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 2008-119714 A (丸文株式会社) 2008.05.29, 段落 [0040] - [0041], [0049], 図 1 (ファミリーなし)	10-11, 14
A	JP 2002-48640 A (株式会社リコー) 2002.02.15 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2003-181668 A (松下電器産業株式会社) 2003.07.02 & US 2003/0102291 A1	1-16
A	JP 11-33756 A (日本電気株式会社) 1999.02.09 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2-133186 A (株式会社東芝) 1990.05.22 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 7-232290 A (松下電器産業株式会社) 1995.09.05 (ファミリーなし)	1-16