

(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
2020年7月30日(30.07.2020)



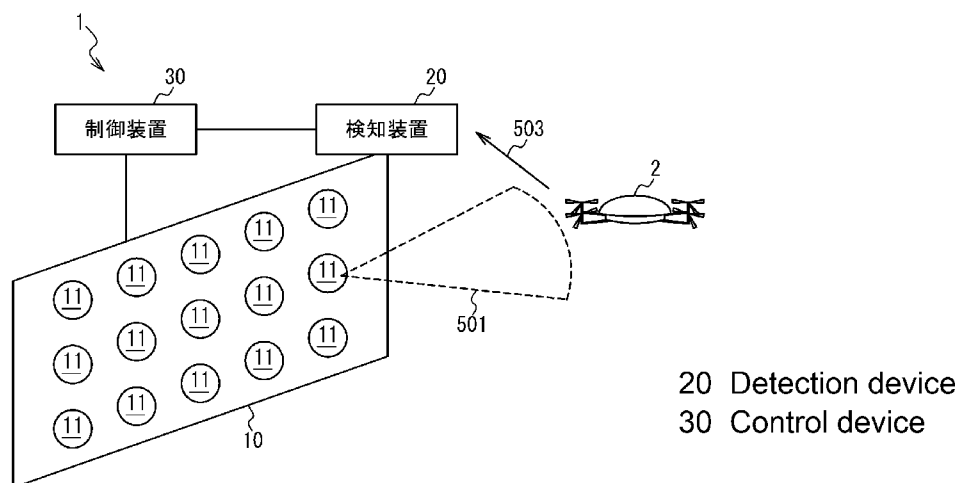
(10) 国際公開番号

WO 2020/152903 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/42 (2006.01) *G01S 17/66* (2006.01)
F41H 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034541
- (22) 国際出願日: 2019年9月3日(03.09.2019)
- (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 2019-011203 2019年1月25日(25.01.2019) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 落合 敦司(OCHIAI Atsushi); 〒1100005
東京都台東区上野一丁目1番10号 オリックス上野1丁目ビル 株式会社メイテック内 Tokyo (JP). 益川 一範 (MASUKAWA Kazunori); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 狩野 芳正 (KARINO Yoshimasa); 〒1400013 東京都品川区南大井六丁目20番8号 9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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: LASER IRRADIATION DEVICE AND STORAGE MEDIUM FOR STORING LASER IRRADIATION PROGRAM

(54) 発明の名称: レーザ照射装置及びレーザ照射プログラムを格納する記憶媒体



(57) Abstract: Provided is a laser irradiation device that efficiently performs processing such as target detection. The laser irradiation device 1 comprises: a laser array 10; a detection device 20; and a control device 30. The laser array 10 comprises a plurality of laser oscillators including: a first laser oscillator 11 that emits a first detection laser beam; and a second laser oscillator 11 that emits a second countermeasure laser beam. The detection device 20 acquires detection information on the basis of reflected light 503 obtained by reflecting the first detection laser beam on a target 2. The control device 30 estimates the position of a target on the basis of the detection information, and generates a second countermeasure signal that instructs to irradiate the estimated position of the target with the second countermeasure laser beam. The second laser oscillator 11 irradiates the estimated position of the target with the countermeasure laser beam.

KN, KP, KR, KW, 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, 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).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

on the basis of the second countermeasure signal.

(57) 要約：目標の探知などの処理を効率的に行うレーザ照射装置を提供する。レーザ照射装置 1 は、レーザアレイ 10 と、検知装置 20 と、制御装置 30 とを備える。レーザアレイ 10 は、第 1 探知レーザ光を照射する第 1 レーザ発振器 11 と、第 2 対処レーザを照射する第 2 レーザ発振器 11 とを含む複数のレーザ発振器を備える。検知装置 20 は、第 1 探知レーザ光が目標 2 に反射された反射光 503 に基づき、検知情報を取得する。制御装置 30 は、検知情報に基づき、目標の位置を推定し、推定した目標の位置に第 2 対処レーザ光を照射することを指示する第 2 対処信号を生成する。第 2 レーザ発振器 11 は、第 2 対処信号に基づき、推定した目標の位置に対処レーザ光を照射する。

明 細 書

発明の名称：

レーザ照射装置及びレーザ照射プログラムを格納する記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ照射装置及びレーザ照射プログラムを格納する記憶媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 高出力のレーザ光を目標に照射して、遠隔で目標を破壊する技術が研究されている。例えば、特許文献 1 には、高出力連続波レーザ光を照射して目標を破壊する技術が開示されている。特許文献 1 に記載の装置は、高出力連続波レーザ光をパルス変換器によってパルスレーザ光に変換し、変換したレーザ光を目標に照射する。光学センサがこのレーザ光の反射光を受光して目標を検知する。制御器がパルス変換器によるパルス変換処理を停止することで、連続波レーザ光が目標に照射され、目標を破壊する。

[0003] また、非機械式にレーザ光の照射方向を変更する技術が研究されている。例えば、特許文献 2 には、レーザの照射方向を波長により変更する技術が開示されている。特許文献 1 に記載の装置は、2つの分布ブラッグ反射鏡を備える導波路と、導波路内に光を入射させるための光入射口と、導波路内を導波する光を出射するための光出射口とを備える。

[0004] 特許文献 3 には、高出力のレーザの照射方向を非機械式に変更する技術が開示されている。特許文献 3 に記載の装置は、第 1 方向に長い第 1 垂直共振器面発光レーザ（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting LASER）と、第 1 垂直共振器面発光レーザに電流を注入する駆動回路とを備える。第 1 垂直共振器面発光レーザの第 1 方向の一端側に設けられた入射口に入射された入射光は、第 1 垂直共振器面発光レーザ内を垂直方向に反射されながら第 1 方向に進むとともに、第 1 垂直共振器面発光レーザの上面の出射口から出射光として照射される。この出射光が照射される方向が入射光の波長など

に基づき出射口の法線方向から第1方向に傾くことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-127818号公報

特許文献2：特開2013-16591号公報

特許文献3：特開2017-157609号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、以上の状況に鑑みなされたものであり、レーザ光を用いた目標の探知などの処理を効率的に行うレーザ照射装置を提供することを目的の1つとする。他の目的については、以下の記載及び実施の形態の説明から理解することができる。

[0007] 上記目的を達成するための一実施の形態によるレーザ照射装置は、レーザアレイと、検知装置と、制御装置とを備える。レーザアレイは、第1探知レーザ光を照射する第1レーザ発振器と、第2対処レーザ光を照射する第2レーザ発振器とを含む複数のレーザ発振器を備える。検知装置は、第1探知レーザ光が目標に反射された反射光に基づき、検知情報を取得する。制御装置は、検知情報に基づき、目標の位置を推定し、推定した目標の位置に第2対処レーザ光を照射することを指示する第2対処信号を生成する。第2レーザ発振器は、第2対処信号に基づき、推定した目標の位置に第2対処レーザ光を照射する。

[0008] 一実施の形態によるレーザ照射装置は、複数のレーザ発振器が並べられたレーザアレイを備える。複数のレーザ発振器は、複数のレーザ発振器のうちの一部のレーザ発振器を含む第1レーザ発振器群と、複数のレーザ発振器のうちの一部のレーザ発振器を含む第2レーザ発振器群とを備える。第1レーザ発振器群は、第1方向に第1レーザ光群を照射して、第1画像を第1方向に表示する。第2レーザ発振器群は、第1方向と異なる第2方向に第2レーザ光群を照射して、第2画像を第2方向に表示する。

[0009] 一実施の形態によるレーザ照射プログラムを格納する記憶媒体は、レーザ

アレイに並べられた第1レーザ発振器と第2レーザ発振器とを制御し、探知レーザ光を照射することを第1レーザ発振器に指示する探知信号を生成するステップと、探知レーザ光が目標に反射された反射光を受光することで取得される検知情報に基づき、対処レーザ光を目標に照射することを第2レーザ発振器に指示する対処信号を生成するステップとを含むプログラムを格納する非一時的記録媒体である。

[0010] 本発明によれば、目標の探知などの処理が効率的に行われ得る。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、一実施の形態におけるレーザ照射装置の概略図である。

[図2]図2は、一実施の形態におけるレーザ照射装置の動作に関するフローチャートである。

[図3]図3は、一実施の形態におけるレーザ照射装置の探知空間を説明するための図である。

[図4]図4は、一実施の形態における目標の位置を推定する処理を説明するための図である。

[図5]図5は、一実施の形態における複数の目標に対処する動作を説明するための図である。

[図6]図6は、一実施の形態における移動する目標に対処する動作を説明するための図である。

[図7]図7は、一実施の形態における移動する目標に対処する動作を説明するためのレーザアレイの拡大図である。

[図8]図8は、一実施の形態における移動する目標に対処する動作を説明するための図である。

[図9]図9は、一実施の形態におけるレーザアレイに画像を表示する動作を説明するための図である。

[図10]図10は、一実施の形態における見る方向により異なる画像を表示するレーザアレイの動作を説明するための図である。

[図11]図11は、一実施の形態における制御装置の概略図である。

[図12]図 1 2 は、一実施の形態におけるレーザ発振器の概略図である。

[図13]図 1 3 は、図 1 2 の A - A 断面図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 一実施の形態によるレーザ照射装置 1 は、出力レーザ光 5 0 1 を用いて、目標 2 を探知するとともに、目標 2 を破壊するように構成されている。レーザ照射装置 1 は、図 1 に示すように、レーザアレイ 1 0 と、検知装置 2 0 と、制御装置 3 0 とを備える。
- [0013] レーザアレイ 1 0 は、表面に出力レーザ光 5 0 1 を照射する複数のレーザ発振器 1 1 が並べられて形成されている。例えば、レーザ発振器 1 1 は規則的に、例えば格子状に並べられてもよい。レーザ発振器 1 1 は、不規則にならべられてもよい。レーザアレイ 1 0 には、レーザ発振器 1 1 が高密度に配置され、例えば、1 平方メートル当たり、4 0 0 以上のレーザ発振器 1 1 が配置されている。レーザ発振器 1 1 は、1 平方メートル当たり 1 万以上配置されていてもよい。
- [0014] レーザ発振器 1 1 は、出力レーザ光 5 0 1 を照射する方向を任意に変更することができる。例えば、レーザ発振器 1 1 は、出力レーザ光 5 0 1 を照射する方向を非機械的に、かつ、二次元的に変更する。レーザ発振器 1 1 が照射した出力レーザ光 5 0 1 の光路上に目標 2、例えばドローンが存在する場合、目標 2 は出力レーザ光 5 0 1 を反射光 5 0 3 として反射する。レーザ発振器 1 1 の詳細は後述する。
- [0015] 検知装置 2 0 は、目標 2 が反射した反射光 5 0 3 を受光して、目標 2 が撮像された画像などの検知情報を取得する。例えば、検知装置 2 0 は、可視光カメラ、赤外線カメラ、紫外線カメラなど光学センサを含み、出力レーザ光 5 0 1 に照らされた目標 2 を撮像する。検知装置 2 0 は、目標 2 が撮像された画像を検知情報として取得し、制御装置 3 0 に送信する。検知装置 2 0 は、反射光 5 0 3 を検知する任意の装置を選択してもよい。
- [0016] 制御装置 3 0 は、検知装置 2 0 が取得した画像などの検知情報に基づき、目標 2 の位置を推定する。制御装置 3 0 は、検知装置 2 0 が撮像した画像に

において目標 2 が写されている位置を抽出する。検知装置 20 が撮像した方向と、撮像した画像において目標 2 が写されている位置とに基づき、制御装置 30 は目標 2 の位置を推定する。制御装置 30 は、推定した目標 2 の位置に出力レーザ光 501 を照射するための要求を複数のレーザ発振器 11 に送信する。

[0017] 複数のレーザ発振器 11 は、推定された目標 2 の位置に出力レーザ光 501 を照射する。例えば、目標 2 の位置に照射することができるレーザ発振器 11 のすべてが目標 2 の位置に出力レーザ光 501 を照射してもよい。目標 2 の位置において、複数のレーザ発振器 11 から照射された出力レーザ光 501 が重なることで、出力レーザ光 501 のエネルギーが増加される。この結果、レーザ照射装置 1 は目標 2 を破壊することができる。このため、レーザ発振器 11 が照射する出力レーザ光 501 は、目標 2 の位置において出力レーザ光 501 のエネルギーが強めあうように干渉する位相を有してもよい。この場合、各々のレーザ発振器 11 が照射する出力レーザ光 501 の位相は、制御装置 30 から指示される。

[0018] このように、レーザ照射装置 1 は、目標 2 を探知するための探知レーザ光として出力レーザ光 501 を照射し、探知した目標 2 を攻撃するための対処レーザ光として、複数の出力レーザ光 501 を目標 2 に照射することができる。このため、目標 2 の探知と、目標 2 への攻撃とが効率的に行われ得る。なお、レーザアレイ 10 は、探知レーザ光のみを照射できるレーザ発振器 11 を備えてもよい。また、レーザアレイ 10 は、対処レーザ光のみを照射できるレーザ発振器 11 を備えてもよい。レーザアレイ 10 に含まれるすべてのレーザ発振器 11 は、探知レーザ光と対処レーザ光とを照射できるように構成されていてもよい。

[0019] レーザ照射装置 1 の動作をより詳細に説明する。レーザ照射装置 1 は、図 2 に示す処理を行う。ステップ S100 において、検知装置 20 は、画像の撮像など目標 2 を検知するための監視を開始し、検知情報を取得する。検知装置 20 が検知する方向、例えば画像を撮像する方向は、制御装置 30 から

の指示に基づき、決定されてもよい。検知装置 20 が検知する方向は、所望の方向に固定されていてもよい。

[0020] ステップ S 110 において、レーザ発振器 11 は、探知レーザ光として出力レーザ光 501 を照射する。制御装置 30 は、探知レーザ光を照射するレーザ発振器 11 を決定し、決定されたレーザ発振器 11 に探知レーザ光を照射することを示す探知信号を生成する。探知レーザ光を照射するレーザ発振器 11 としては、レーザ発振器 11 のうち、探知レーザ光が探知すべき探知空間 600 に照射できるものが選択的に決定されてもよい。例えば、図 3 に示すように、制御装置 30 は、複数のレーザ発振器 11 のうち第 1 レーザ発振器 11-1 と、第 2 レーザ発振器 11-2 とに探知信号を送信する。探知信号には、探知レーザ光を照射する方向が示されている。第 1 レーザ発振器 11-1 は、受信した探知信号に基づき、第 1 探知空間 600-1 に探知レーザ光を照射する。第 2 レーザ発振器 11-2 は、受信した探知信号に基づき、第 2 探知空間 600-2 に探知レーザ光を照射する。例えば、第 1 探知空間 600-1 と第 2 探知空間 600-2 とは異なる空間である。第 1 探知空間 600-1 と第 2 探知空間 600-2 とは重なっていても、重ならなくてもよい。レーザアレイ 10 に設けられたすべてのレーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射してもよく、一部のレーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射してもよい。1 のレーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射してもよい。

[0021] ステップ S 120 において、制御装置 30 は、検知装置 20 が取得する検知情報に、目標 2 の情報が含まれるかを判断する。例えば、制御装置 30 は、検知装置 20 が撮像した画像において、所定の閾値より明るい領域があるときに、目標 2 の情報が含まれていると判断する。検知情報に目標 2 の情報が含まれていると判断した場合、処理はステップ S 130 に移行する。検知情報に目標 2 の情報が含まれていないと判断した場合、処理はステップ S 110 に戻り、目標 2 を検知するまで処理を繰り返す。

[0022] ステップ S 130 において、制御装置 30 は、検知情報に基づき、目標 2 の位置を推定する。例えば、レーザ照射装置 1 が複数の検知装置 20 を備え

る場合、制御装置 30 は、各々の検知装置 20 が撮像した画像から目標 2 が写されている位置を抽出する。抽出された目標 2 の位置と、検知装置 20 が撮像している方向とに基づき、検知装置 20 から目標 2 に向かう目標方向 601 が推定される。制御装置 30 は、図 4 に示すように、各々の検知装置 20 から目標 2 に向かう目標方向 601 に延びる直線が交差する位置を目標 2 の位置として推定する。

[0023] 例えば、レーザ発振器 11 が探知レーザ光としてパルスレーザ光を照射する場合、制御装置 30 は、レーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射してから検知装置 20 が反射光 503 を受光するまでの時間に基づき、検知装置 20 から目標 2 までの距離を推定する。検知装置 20 から目標 2 に向かう目標方向 601 は、検知装置 20 が取得した検知情報に基づき推定される。検知装置 20 から目標 2 までの距離と、目標方向 601 とに基づき、制御装置 30 は目標 2 の位置を推定する。

[0024] ステップ S140 において、制御装置 30 は、レーザ発振器 11 を制御し、対処レーザ光として出力レーザ光 501 を目標 2 に照射する。制御装置 30 は、対処レーザ光を照射する複数のレーザ発振器 11 を決定し、ステップ S130 で推定した目標 2 の位置に対処レーザ光を照射するための対処信号を、決定した複数のレーザ発振器 11 に送信する。レーザ発振器 11 は、対処信号により対処レーザ光を照射する方向を指定され、指定された方向に対処レーザ光を照射する。レーザ発振器 11 が照射した対処レーザ光は、目標 2 で重なり、目標 2 を破壊する。

[0025] 対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 は、目標 2 の位置に基づき、決定される。レーザ発振器 11 のうち、目標 2 に対処レーザ光を照射できるレーザ発振器 11 が対処レーザ光を目標 2 に照射する。例えば、これらのレーザ発振器 11 のすべてが対処レーザ光を目標 2 に照射してもよい。また、これらのレーザ発振器 11 の一部、例えば照射角が 30 度以下となるレーザ発振器 11 が対処レーザ光を目標 2 に照射してもよい。照射角は、レーザ発振器 11 から、レーザ発振器 11 が出力レーザ光 501 を照射できる空間の中

心に向かう方向と、出力レーザ光 501 の照射方向との成す角を示す。なお、対処レーザ光を照射しないレーザ発振器 11 は、ステップ S110 の動作として探知レーザ光を照射してもよい。この探知レーザ光を照射する空間は、対処レーザ光を照射しているレーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射していた空間と重なってもよい。また、この探知レーザ光を照射する空間は、対処レーザ光を照射しているレーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射していた空間を含んでもよい。

[0026] レーザ発振器 11 は、目標 2 の移動に合わせて、対処レーザ光を照射する位置を変更する。検知装置 20 は、レーザ発振器 11 が対処レーザ光を照射している最中も、検知情報を取得する。目標 2 が対処レーザ光を反射光 503 として反射するため、検知情報に目標 2 の情報が含まれる。この検知情報に基づき、制御装置 30 は、ステップ S130 と同様に、目標 2 の位置を推定する。既に決定したレーザ発振器 11 に、目標 2 の位置を更新した対処信号が送信される。レーザ発振器 11 は、更新された目標 2 の位置に対処レーザ光を照射する。目標 2 の位置は、対処レーザ光を照射していないレーザ発振器 11 が目標 2 に探知レーザ光を照射することで、推定されてもよい。

[0027] ステップ S150 において、制御装置 30 は、目標 2 を破壊したかを判断する。制御装置 30 は、検知装置 20 が取得する検知情報に基づき、目標 2 の推定位置に目標 2 が存在するかを確認する。例えば、制御装置 30 は、ステップ S120 と同様に、検知情報に目標 2 の情報が含まれているかを判断する。検知情報に目標 2 の情報が含まれていない場合、制御装置 30 は目標 2 を破壊したと判断する。検知情報に目標 2 の情報が含まれている場合、ステップ S130 と同様に、目標 2 の位置を推定する。目標 2 の推定位置に、レーザ発振器 11 が対処レーザ光を照射している位置が含まれない場合、制御装置 30 は、目標 2 を破壊したと判断する。目標 2 の推定位置が、レーザ発振器 11 が対処レーザ光を照射している位置と同じ場合、制御装置 30 は、目標 2 を破壊していないと判断する。制御装置 30 が目標 2 を破壊していないと判断した場合、処理はステップ S140 に戻り、レーザ発振器 11 は

対処レーザ光を目標 2 に照射し続ける。制御装置 30 が目標 2 を破壊したと判断した場合、処理はステップ S 110 に戻り、レーザ発振器 11 は探知レーザ光を照射する。

[0028] このように、レーザ照射装置 1 は、レーザ発振器 11 から探知レーザ光と対処レーザ光とを照射することで、目標 2 の検知と破壊とを行う。探知レーザ光のエネルギーは、対処レーザ光のエネルギーよりも小さくてもよい。

[0029] (複数の目標への照射)

レーザ照射装置 1 は、図 5 に示すように、複数の目標 2 に対処レーザ光を照射してもよい。例えば、検知装置 20 が取得する検知情報に、第 1 目標 2-1 と、第 2 目標 2-2 との情報が含まれる。制御装置 30 は、検知情報に基づき、第 1 目標 2-1 の位置と第 2 目標 2-2 の位置とを推定する。制御装置 30 は、第 1 目標 2-1 の推定位置に基づき第 1 目標 2-1 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 と、第 2 目標 2-2 の推定位置に基づき第 2 目標 2-2 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 とを決定する。第 1 目標 2-1 に対処レーザ光を照射できる第 1 レーザ発振器 11-1 が第 2 目標 2-2 に対処レーザ光を照射できる第 2 レーザ発振器 11-2 と異なる場合、制御装置 30 は、目標 2 に対処レーザ光を照射するための対処信号をそれぞれのレーザ発振器 11 に送信する。レーザ発振器 11 は、対処信号に基づき、第 1 目標 2-1 または第 2 目標 2-2 に対処レーザ光を照射する。

[0030] 第 1 目標 2-1 と第 2 目標 2-2 との両方に対処レーザ光を照射できるレーザ発振器 11 がある場合、制御装置 30 は、このレーザ発振器 11 に割当て目標 2 を決定する。例えば、制御装置 30 は、照射角が最も小さくなる目標 2 を、レーザ発振器 11 に割当ててもよい。第 1 目標 2-1 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 の数が、第 2 目標 2-2 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 の数と等しくなるように、目標 2 がレーザ発振器 11 に割当てられてもよい。

[0031] 制御装置 30 は、検知装置 20 が取得した検知情報に基づき、目標 2 の位置、速度、加速度、進行方向などの目標情報を推定して、レーザ発振器 11

に割当てする目標 2 を決定してもよい。例えば、制御装置 30 は、レーザ照射装置 1 からの距離が最も短い目標 2 をレーザ発振器 11 に割当ててもよい。目標 2 の位置と速度とに基づき、レーザ照射装置 1 に最も早く到達する目標 2 がレーザ発振器 11 に割当てられてもよい。目標 2 の速度などを推定するには、まず、制御装置 30 が、異なる時刻に検知装置 20 が取得した検知情報に基づき、各々の時刻の目標 2 の位置を推定する。次に、検知装置 20 が検知情報を取得した時刻と、各々の時刻における目標 2 の位置とに基づき、制御装置 30 は目標 2 の速度などを推定する。レーザ照射装置 1 が施設などを防護する場合、制御装置 30 は、この防護対象からの距離が最も近い目標 2 をレーザ発振器 11 に割当ててもよい。防護対象に最も早く到達する目標 2 が、レーザ発振器 11 に割当てられてもよい。

[0032] 目標情報には、航空機、ドローン、飛しょう体、車両などの移動体の種類が含まれてもよい。制御装置 30 は、検知装置 20 が取得した検知情報に基づき、航空機、ドローン、飛しょう体、車両などの目標 2 の種類を推定して、レーザ発振器 11 に割当てする目標 2 を決定してもよい。この場合、制御装置 30 は、検知装置 20 が取得した検知情報に基づき、目標 2 の形状を推定する。制御装置 30 は、登録されている登録形状の中から、推定された形状に最も近い登録形状を検索する。検索された登録形状に対応する種類が、目標 2 の種類として推定される。推定された種類に対応した優先度が検索され、最も優先度が高い目標 2 がレーザ発振器 11 に割当てられる。この場合、制御装置 30 に、登録形状と、種類と、優先度とが対応付けられて登録されている。また、目標情報には、移動体の用途、機種などが含まれてもよい。この場合、移動体の用途、機種などに優先度が設定される。

[0033] 制御装置 30 は、検知装置 20 が取得した検知情報に基づき、目標 2 の脅威度を算出して、脅威度が最も高い目標 2 をレーザ発振器 11 に割当ててもよい。脅威度は、目標 2 の種類、大きさ、速度、進行方向などから算出される。

[0034] 制御装置 30 は、入力装置を備え、ユーザが選択した目標 2 をレーザ発振

器 1 1 に割当ててもよい。

[0035] (目標の移動に応じた照射)

目標 2 がレーザアレイ 1 0 の表面の面内方向に対して平行な方向成分を含む速度で移動する場合、図 6 に示すように、制御装置 3 0 は、目標 2 の移動に応じて、対処レーザ光を照射するレーザ発振器 1 1 を変更してもよい。理解を容易にするため、直交座標系を用いて説明する。レーザアレイ 1 0 の表面の面内方向を x 方向と y 方向とし、レーザアレイ 1 0 の表面の法線方向を z 方向として説明する。

[0036] 例えば、目標 2 が +x 方向に移動する場合、制御装置 3 0 は、目標 2 に対処レーザ光を照射している第 1 レーザ発振器 1 1 - 1 の +x 方向に配置されている第 2 レーザ発振器 1 1 - 2 に目標 2 を割当てる。制御装置 3 0 は、第 1 レーザ発振器 1 1 - 1 による対処レーザ光の照射を停止する。さらに目標 2 が +x 方向に移動する場合、制御装置 3 0 は、目標 2 に対処レーザ光を照射している第 2 レーザ発振器 1 1 - 2 の +x 方向に配置されている第 3 レーザ発振器 1 1 - 3 に目標 2 を割当てる。制御装置 3 0 は、第 2 レーザ発振器 1 1 - 2 による対処レーザ光の照射を停止する。

[0037] 具体的には、目標 2 が +x 方向に移動する場合、レーザ発振器 1 1 は次のように動作する。図 7 に示すように、レーザ発振器 1 1 のうち照射発振器 1 1 a が目標 2 に対処レーザ光を照射している。レーザ発振器 1 1 のうち、照射発振器 1 1 a に隣接する隣接領域 1 2 に配置された隣接発振器 1 1 b は、対処レーザ光を照射していない。

[0038] 目標 2 が +x 方向に移動すると、隣接発振器 1 1 b のうちの一部が目標 2 に対処レーザ光を照射する。目標 2 が +x 方向に移動するため、照射発振器 1 1 a の +x 方向に配置された第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 は、照射発振器 1 1 a が照射していた角度で、目標 2 に対処レーザ光を照射することができる。このため、制御装置 3 0 は、第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 が目標 2 に対処レーザ光を照射するように対処信号を生成する。第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 は、対処信号に基づき、目標 2 に対処レーザ光を照射する。

- [0039] 目標 2 が + x 方向に移動すると、照射発振器 1 1 a のうちの一部が対処レーザ光の照射を停止する。目標 2 が + x 方向に移動するため、目標 2 の移動方向と反対方向である - x 方向に配置された第 1 照射発振器 1 1 a - 1 は、照射発振器 1 1 a が照射していた角度で、目標 2 に対処レーザ光を照射することができない。このため、制御装置 3 0 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 に対処レーザ光の照射を停止するように対処信号を生成する。第 1 照射発振器 1 1 a - 1 は、対処信号に基づき、対処レーザ光の照射を停止する。
- [0040] 第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 が対処レーザの照射を停止する前に、対処レーザを照射してもよい。また、第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 が対処レーザの照射を停止した後に、対処レーザを照射してもよい。第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 が対処レーザの照射を停止すると同時に、対処レーザを照射してもよい。
- [0041] 制御装置 3 0 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 に送信する対処信号を生成する前に、第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 に送信する対処信号を生成してもよい。また、制御装置 3 0 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 に送信する対処信号を生成した後に、第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 に送信する対処信号を生成してもよい。制御装置 3 0 は、第 1 照射発振器 1 1 a - 1 に送信する対処信号を生成すると同時に、第 1 隣接発振器 1 1 b - 1 に送信する対処信号を生成してもよい。
- [0042] 隣接領域 1 2 に配置された隣接発振器 1 1 b は、探知レーザ光を照射しないように制御されてもよい。隣接発振器 1 1 b は、目標 2 に対処レーザ光を照射する可能性が高いレーザ発振器 1 1 と言える。探知レーザ光の照射方向は、探知空間 6 0 0 の全体に探知レーザ光が照射されるように制御される。隣接発振器 1 1 b が探知レーザ光を照射しないように制御されることで、探知空間 6 0 0 に探知レーザ光を照射している最中に、対処レーザ光の照射を開始することが抑制される。隣接領域 1 2 は、目標 2 の進行方向、速度、加速度などに応じて、形状を変形してもよい。

- [0043] 目標 2 が y 方向に移動する場合なども、x 方向に移動する場合と同様に、制御装置 30 はレーザ発振器 11 を制御することができる。
- [0044] 制御装置 30 は、図 8 に示すように、検知情報から目標 2 の推定経路 3 を推定して、推定経路 3 に基づき、目標 2 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 を決定してもよい。目標 2 に対処レーザを照射しているレーザ発振器 11 が、照射領域 13 に配置されている。この場合、最初に、制御装置 30 は目標 2 の推定経路 3 を推定する。例えば、検知装置 20 が取得した検知情報から、目標 2 の位置、速度、加速度、機種などの目標情報を推定する。目標 2 の推定した目標情報に基づき、目標 2 の推定経路 3 が推定される。
- [0045] 次に、制御装置 30 は、推定経路 3 に基づき、所望の時刻において、目標 2 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 を決定する。例えば、制御装置 30 は、目標 2 の推定経路 3 に基づき、所望の時刻における目標 2 の推定位置 4、例えば第 1 推定位置 4-1 と第 2 推定位置 4-2 とを推定する。第 1 推定位置 4-1 に基づき、目標 2 が第 1 推定位置 4-1 に達したときに対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11（例えば、第 1 推定照射領域 14-1 に配置されたレーザ発振器 11）が決定される。同様に、第 2 推定位置 4-2 に基づき、目標 2 が第 2 推定位置 4-2 に達したときに対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11（例えば、第 2 推定照射領域 14-2 に配置されたレーザ発振器 11）が決定される。
- [0046] 制御装置 30 は、レーザ発振器 11 が対処レーザ光を目標 2 に照射するスケジュールを決定し、スケジュールに基づき、レーザ発振器 11 を制御する。制御装置 30 は、目標 2 が推定位置 4 に到達する時刻と、推定照射領域 14 に配置されたレーザ発振器 11 とに基づき、各々のレーザ発振器 11 が対処レーザ光を照射するスケジュールを決定する。このスケジュールに従い、制御装置 30 は、レーザ発振器 11 を制御する対処信号を生成する。例えば、目標 2 が第 1 推定位置 4-1 に到達した時刻に、第 1 推定照射領域 14-1 に配置されたレーザ発振器 11 に対処信号を送信する。これにより、決定したスケジュールに従い、レーザ発振器 11 は目標 2 に対処レーザ光を照射

する。

[0047] このように、目標 2 の推定経路 3 を推定することで、制御装置 30 は、レーザ発振器 11 が対処レーザ光を目標 2 に照射するスケジュールを決定してもよい。このスケジュールは、検知装置 20 が検知情報を取得するときに、更新されてもよい。複数の目標 2 を検知した場合、図 5 に示すように、各々の目標 2 に対処レーザ光を照射するレーザ発振器 11 が決定されてもよい。

[0048] (レーザアレイの表示)

制御装置 30 は、図 9 に示すように、文字、絵などの画像がレーザアレイ 10 に表示されるように、探知レーザ光を照射するレーザ発振器 11 を選択してもよい。例えば、制御装置 30 は、レーザアレイ 10 において「A A A」の文字の形状に合わせた領域（例えば文字の占める領域、文字の縁が占める領域など）を決定する。制御装置 30 は、この領域に配置されたレーザ発振器 11 をレーザ発振器群として選択して、選択したレーザ発振器群に探知レーザ光を照射することを示す探知信号を送信する。レーザ発振器群に含まれるレーザ発振器 11 は、探知信号に基づき、出力レーザ光 501 を探知レーザ光として照射する。このため、各々のレーザ発振器 11 が照射した出力レーザ光 501 を含むレーザ光群が照射される。このレーザ光群が照射された方向からレーザアレイ 10 を見ると、「A A A」の文字が表示される。また、レーザ発振器 11 が探知レーザ光を照射するため、探知レーザ光は目標 2 に反射され、検知装置 20 に到達する。この結果、検知装置 20 は、目標 2 を検知することができる。このように、レーザアレイ 10 は、文字を表示しながら、目標 2 を探知することができる。

[0049] レーザアレイ 10 に画像を表示する方向に合わせて、探知レーザ光を照射する方向を任意に選択することができる。例えば、複数の方向に画像を表示する場合、対応するレーザ発振器 11 が探知レーザ光を複数の方向に照射する。例えば、所定の方向に探知レーザ光を照射する間隔を 1 / 25 秒にすることで、この方向からレーザアレイ 10 を見ると、レーザアレイ 10 上の画像が表示される。画像に応じて選択されたレーザ発振器 11 のうち、一部のレ

ーザ発振器 11 が第 1 方向に探知レーザ光を照射するときに、他のレーザ発振器 11 が第 1 方向と異なる方向に探知レーザ光を照射してもよい。

[0050] 制御装置 30 は、図 10 に示すように、レーザアレイ 10 を見る方向に応じて、レーザアレイ 10 に表示される画像を変更してもよい。

[0051] 例えば、制御装置 30 は、第 1 方向に「A A A」の文字列の形状に合わせて、レーザ光群を照射するようにレーザ発振器 11 を制御する。具体的には、制御装置 30 は、「A A A」の文字列の形状に合わせてレーザアレイ 10 上の領域を決定し、この領域に配置されたレーザ発振器 11 を第 1 レーザ発振器群として選択する。選択された第 1 レーザ発振器群は、制御装置 30 からの指示に従い、第 1 出力レーザ光 501-1 を探知レーザ光として第 1 方向に照射する。この結果、第 1 方向からレーザアレイ 10 を見ると、「A A A」の文字列が表示される。

[0052] 同様に、制御装置 30 は、第 1 方向と異なる第 2 方向に「B B B」の文字列の形状に合わせて、レーザ光群を照射するようにレーザ発振器 11 を制御する。具体的には、制御装置 30 は、「B B B」の文字列の形状に合わせてレーザアレイ 10 上の領域を決定し、この領域に配置されたレーザ発振器 11 を第 2 レーザ発振器群として選択する。選択された第 2 レーザ発振器群は、制御装置 30 からの指示に従い、第 2 出力レーザ光 501-2 を探知レーザ光として第 2 方向に照射する。この結果、第 2 方向からレーザアレイ 10 を見ると、「B B B」の文字列が表示される。

[0053] 第 1 レーザ発振器群と第 2 レーザ発振器群との両方に含まれるレーザ発振器 11 は、第 1 方向と第 2 方向とに探知レーザ光を照射する。これにより、1 つのレーザアレイ 10 で、複数の方向に異なる画像を表示することができる。

[0054] (ソフトウェア処理)

制御装置 30 は、ソフトウェア処理により、レーザ発振器 11 を制御してもよい。この場合、制御装置 30 は、図 11 に示すように、演算装置 31 と、記憶装置 32 とを備える。

[0055] 記憶装置 32 は、レーザ発振器 11 を制御するために用いられる様々なデータを格納する。例えば、レーザ照射ソフトウェア 33 が記憶装置 32 にインストールされており、記憶装置 32 は、レーザ照射ソフトウェア 33 を記憶する非一時的記憶媒体 (non-transitory tangible storage medium) として用いられる。レーザ照射ソフトウェア 33 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 40 に記録されたコンピュータプログラム製品 (computer program product) として提供されてもよく、または、サーバからダウンロード可能なコンピュータプログラム製品として提供されてもよい。

[0056] 演算装置 31 は、レーザ照射ソフトウェア 33 を実行して、レーザ発振器 11 を制御するための様々なデータ処理を行う。演算装置 31 は、レーザ発振器 11 を制御するための探知信号と対処信号とを生成するとともに、目標 2 の位置を推定する。例えば、レーザ発振器 11 は、探知信号に基づき、探知レーザ光を照射する。演算装置 31 は、検知装置 20 が検知した探知レーザ光の反射光 503 に基づき、目標 2 の位置を推定する。演算装置 31 は、推定した位置に基づき、対処信号を生成する。レーザ発振器 11 は、対処信号に基づき、目標 2 に対処レーザ光を照射する。

[0057] (レーザ発振器)

非機械式に出力レーザ光 501 の照射方向を変更することができるレーザ発振器 11 を説明する。レーザ発振器 11 は、例えば、図 12 に示すように、光学素子 100 と、レーザ素子 200 とを備える。

[0058] レーザ素子 200 は、光学素子 100 の周囲に設けられ、光学素子 100 の入力面 101 に複数の方向から種光 500 を照射するように構成されている。光学素子 100 は、入力面 101 に照射された種光 500 を出力面 102 から出力レーザ光 501 として照射するように構成されている。出力レーザ光 501 が照射される方向は、レーザ素子 200 が光学素子 100 に照射する種光 500 の波長と照射方向とにより決定される。種光 500 の波長と照射方向とは、制御装置 30 により制御されるように構成されている。

[0059] 種光 500 は、照射方向が異なる第 1 種光 500-1 (図示せず)、第 2

種光 500-2（図示せず）、・・・、第N種光 500-N（図示せず）の総称である。出力レーザ光 501は、種光 500の各々が光学素子 100に照射されたときに照射される第1出力レーザ光 501-1（図示せず）、第2出力レーザ光 501-2（図示せず）、・・・、第N出力レーザ光 501-Nの総称である。第1種光 500-1が光学素子 100に照射されると、光学素子 100は第1出力レーザ光 501-1を照射する。第2種光 500-2が光学素子 100に照射されると、光学素子 100は第2出力レーザ光 501-2を照射する。第N種光 500-Nが光学素子 100に照射されると、光学素子 100は第N出力レーザ光 501-Nを照射する。

[0060] 光学素子 100は、図 12、13に示すように、例えば、円柱形に形成され、一方の底面に、入力面 101と、出力面 102とを有している。入力面 101は、例えばこの底面の端部に設けられた平面であり、レーザ素子 200から種光 500が照射されるように構成されている。出力面 102は、この底面に設けられた平面であり、出力レーザ光 501を照射するように構成されている。出力面 102は、例えば、この底面の中央に円形に形成されてもよい。

[0061] 光学素子 100は、基板 110の一方の表面の上に第2反射鏡 120と、活性層 130と、第1反射鏡 140と、第1電極 150とが順番に積層されて形成されている。各層の境界は、例えば、光学素子 100の底面、例えば出力面 102に平行して設けられている。また、基板 110の他方の表面に隣接して第2電極 160が設けられている。

[0062] 第1反射鏡 140は、例えば、表面の端部に入力面 101を有する。レーザ素子 200から照射される種光 500は、入力面 101から第1反射鏡 140に入射する。このため、入力面 101は、第1反射鏡 140の表面の他の部分に比べて反射率が低くなるように構成されている。例えば、第1反射鏡 140は、入力面 101が設けられた位置における第1反射鏡 140の厚さが、他の位置における第1反射鏡 140の厚さよりも薄く形成されている。入力面 101は、例えば、出力面 102に平行な平面である。

- [0063] 入力面 101 から入射したレーザ光は、伝搬レーザ光 502 として、光学素子 100 の内部を進む。伝搬レーザ光 502 は、種光 500 の各々が照射されたときに光学素子 100 内を進む第 1 伝搬レーザ光 502-1、第 2 伝搬レーザ光 502-2、・・・、第 N 伝搬レーザ光 502-N の総称である。具体的には、第 1 種光 500-1 が光学素子 100 に照射されると、第 1 伝搬レーザ光 502-1 として光学素子 100 内を進む。第 2 種光 500-2 が光学素子 100 に照射されると、第 2 伝搬レーザ光 502-2 として光学素子 100 内を進む。第 N 種光 500-N が光学素子 100 に照射されると、第 N 伝搬レーザ光 502-N として光学素子 100 内を進む。
- [0064] 第 1 反射鏡 140 と、第 2 反射鏡 120 とは、互いに対向して設けられ、第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 との間に導波路 170 (planer waveguide) を形成する。具体的には、第 2 反射鏡 120 は、入力面 101 から入射した伝搬レーザ光 502 を反射する。第 2 反射鏡 120 によって反射された伝搬レーザ光 502 の一部が第 1 反射鏡 140 に反射される。第 1 反射鏡 140 によって反射された伝搬レーザ光 502 が第 2 反射鏡 120 によって反射される。このように、伝搬レーザ光 502 は、第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 とに順番に反射されて導波路 170 を進む。第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 とは、ブラッグ反射を行うように形成され、例えば分布ブラッグ反射器 (DBR : Distributed Bragg Reflector) を含む。
- [0065] 第 1 反射鏡 140 は、伝搬レーザ光 502 の一部を通し、他の一部を反射する。第 1 反射鏡 140 で反射された伝搬レーザ光 502 は、光学素子 100 の内部を進む。第 1 反射鏡 140 を透過した伝搬レーザ光 502 は、第 1 反射鏡 140 の表面に形成された出力面 102 から出力レーザ光 501 として照射される。
- [0066] 一方、第 2 反射鏡 120 は、伝搬レーザ光 502 のすべてを反射してもよい。このため、第 1 反射鏡 140 の反射率は、第 2 反射鏡 120 の反射率よりも低くなるように構成されてもよい。例えば、第 1 反射鏡 140 の厚さは、第 2 反射鏡 120 の厚さより薄くてもよい。

- [0067] 活性層 130 は、第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 との間に設けられ、活性層 130 を通過する伝搬レーザ光 502 を増幅する。伝搬レーザ光 502 が導波路 170 を進むと、伝搬レーザ光 502 の一部が出力レーザ光 501 として照射され、伝搬レーザ光 502 の他の一部が活性層 130 により増幅される。
- [0068] 活性層 130 は、第 1 電極 150 と第 2 電極 160 との間に流される電流により、励起される。例えば、活性層 130 は、発光状態になるまで励起されてもよい。第 1 電極 150 と第 2 電極 160 とは、活性層 130 を挟んで設けられている。
- [0069] 第 1 電極 150 と第 2 電極 160 とは、制御装置 30 に接続されている。制御装置 30 は、第 1 電極 150 と第 2 電極 160 との間に電流を流し、活性層 130 を励起する。制御装置 30 は、活性層 130 に流れる電流を制御することで、活性層 130 による伝搬レーザ光 502 の増幅を調整する。
- [0070] 第 1 電極 150 は、図 12 に示すように、種光 500 が照射される入力面 101 と、出力レーザ光 501 が照射される出力面 102 とに重ならないように形成されている。入力面 101 は、光学素子 100 において種光 500 が照射される方向の端部に設けられている。出力面 102 は、例えば、光学素子 100 の底面の中央に、円形状に形成されている。
- [0071] このように、光学素子 100 は、第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 との間に設けられた導波路 170 に沿って伝搬レーザ光 502 を伝搬するとともに、出力面 102 から出力レーザ光 501 を照射する。光学素子 100 は、例えば垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）を含む。例えば、光学素子 100 の出力面 102 の直径は 1 cm でもよい。
- [0072] レーザ素子 200 は、例えば、複数の種光源 240（第 1 種光源 240-1、第 2 種光源 240-2、・・・、第 N 種光源 240-N）を備える。
- [0073] 種光源 240 は、光学素子 100 に種光 500 を照射する。例えば、種光源 240 の各々は、種光 500 を照射する方向が異なり、第 1 種光 500-1、第 2 種光 500-2、・・・、第 N 種光 500-N を照射する。具体的

には、第1種光源240-1は第1種光500-1を光学素子100に照射する。第2種光源240-2は第2種光500-2を光学素子100に照射する。第N種光源240-Nは第N種光500-Nを光学素子100に照射する。種光源240の一部、例えば第1種光源240-1と第2種光源240-2とが同じ方向に種光500を照射してもよい。また、種光源240は、光スイッチを介して、種光500を出力する装置に接続され、この装置が出力した種光500を照射するように構成されてもよい。この場合、光スイッチは、種光500を照射する種光源240を選択する。種光源240の一例に、コリメータ、光ファイバを束ねたファイバアレイなどが含まれる。

[0074] 種光源240は、光学素子100を囲むように配置されている。種光源240は、例えば、出力面102の法線方向から見ると、光学素子100の半分を囲むように配置され、種光源240の各々は、等間隔に配置されている。

[0075] 理解を容易にするため、出力面102の中心を原点とする球面座標系を用いて説明する。原点からの距離を半径 r (radius) とし、出力面102の法線510からの角度を極角 θ (polar angle) とし、出力面102の面内方向において、原点から見たときの方向を方位 ϕ (azimuthal) とする。

[0076] 出力レーザ光501の照射方向の方位 ϕ を制御する方法を説明する。レーザ素子200は、例えば、第 i 種光源240- i と、第 k 種光源240- k とから種光500を光学素子100に照射する。第 i 種光源240- i と第 k 種光源240- k とが照射する種光500の照射方向の方位 ϕ は互いに平行でない。入力面101が平面であるため、第 i 種光500- i に対応した第 i 伝搬レーザ光502- i の進行方向の方位 ϕ と、第 k 種光500- k に対応した第 k 伝搬レーザ光502- k の進行方向の方位 ϕ とは互いに平行でない。出力面102が平面であるため、第 i 伝搬レーザ光502- i に対応した第 i 出力レーザ光501- i の照射方向の方位 ϕ と、第 k 伝搬レーザ光502- k に対応した第 k 出力レーザ光501- k の照射方向の方位 ϕ とは互いに平行でない。このように、第 i 種光源240- i から種光500を照

射したときの出力レーザ光 501 の照射方向の方位 ϕ と、第 k 種光源 240 - k から種光 500 を照射したときの出力レーザ光 501 の照射方向の方位 ϕ とは異なる。種光源 240 が種光 500 を照射する種光源 240 を変更することで、出力レーザ光 501 の照射方向の方位 ϕ を変更することができる。

[0077] このように、レーザ発振器 11 は、種光 500 を照射する種光源 240 を変更することで、出力レーザ光 501 の照射方向の方位 ϕ を制御することができる。導波路 170 において、進行方向の方位 ϕ が互いに平行にならない複数の種光 500 をレーザ素子 200 が照射することで、出力レーザ光 501 の照射方向の方位 ϕ を制御できるとも言える。複数の種光源 240 から照射されて光学素子 100 の内部を進む伝搬レーザ光 502 の複数の光路は、出力面の法線方向から見たときに、光学素子 100 内に形成された導波路 170 の内部で互いに交差してもよい。例えば、第 i 伝搬レーザ光 502 - i の光路と、第 k 伝搬レーザ光 502 - k の光路とは、出力面の法線方向から見たときに、導波路 170 の内部で交差してもよい。なお、複数の種光源 240 の中の 2 の種光源 240 が、平行な方向から光学素子 100 に種光 500 を照射してもよい。

[0078] 種光源 240 から照射する種光 500 の波長を変更することで、出力レーザ光 501 の照射方向の極角 θ を変更することができる。図 13 に示すように、種光 500 は、入力面 101 の法線方向に対して傾斜した方向から入力面 101 に照射され、伝搬レーザ光 502 として光学素子 100 の内部に導かれる。伝搬レーザ光 502 は、第 1 反射鏡 140 と第 2 反射鏡 120 とにより反射される。第 1 反射鏡 140 における伝搬レーザ光 502 の入射角 506 を θ_i とすると、ブラッグの法則に基づき、以下の式 (1) が成り立つ。

[数1]

$$\sin \theta_i = \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} \quad (1)$$

ここで、入射角506は、第1反射鏡140に対する伝搬レーザ光502の入射方向と、出力面102の法線510との成す角を示す。また、 λ は伝搬レーザ光502の波長を、 λ_c は導波路170のカットオフ波長を示す。

[0079] 第1反射鏡140は、入射角506で入射する伝搬レーザ光502の一部を出力レーザ光501として通過させる。出力レーザ光501は、第1反射鏡140に設けられた出力面102において屈折して照射される。出力レーザ光501の波長は伝搬レーザ光502の波長と等しいため、出力レーザ光501が照射される方向と、出力面102の法線510との成す角を示す出力角505を θ_o とすると、以下の式(2)が成り立つ。

[数2]

$$\sin \theta_o = \frac{n_{air}}{n_{wg}} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} \quad (2)$$

ここで、 n_{air} は大気中の屈折率を、 n_{wg} は導波路170の屈折率を示す。

[0080] 伝搬レーザ光502の波長と、出力レーザ光501の波長とは、種光500と等しいため、出力角505は種光500の波長に基づき変化する。出力角505は出力レーザ光501が照射される方向の極角 θ を示すため、種光500の波長に基づき、出力レーザ光501が照射される方向の極角 θ が変更される。この結果、レーザ発振器11は、種光500の波長を変更することで、出力レーザ光501の照射方向の極角 θ を制御することができる。

- [0081] このように、レーザ発振器 11 は、種光 500 を照射する種光源 240 と、種光源 240 が照射するレーザ光の波長とを制御することで、照射する出力レーザ光 501 の方向を非機械的に、かつ、二次元的に変更し得る。例えば、レーザ発振器 11 は、レーザ光を出力する位置を原点とし、レーザ光を照射している方向を頂点 (zenith) とする球面座標系において、レーザ光の照射する方向の極角と方位とを変更し得る。
- [0082] レーザ照射装置 1 が図 12、13 に示すレーザ発振器 11 を備える場合、制御装置 30 は、種光 500 の波長と、種光源 240 とを選択することで、出力レーザ光 501 の照射方向を制御することができる。出力レーザ光 501 の出力エネルギーは、制御装置 30 が第 1 電極 150 と第 2 電極 160 との間を流れる電流と、種光 500 の出力エネルギーとを制御することで、調整される。
- [0083] 各々のレーザ発振器 11 が出力レーザ光 501 を照射できる方向は、同じでなくてもよい。例えば、隣接するレーザ発振器 11 が出力レーザ光 501 を照射できる方向が異なってもよい。隣接するレーザ発振器 11 が出力レーザ光 501 を照射できる方向が異なることで、照射方向が補完され得る。この結果、レーザアレイ 10 が出力レーザ光 501 を照射できる方向が広くなり得る。
- [0084] 以上、実施の形態や実施例を参照して本発明を説明したが、本発明は上記の実施の形態および実施例に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、請求の範囲に記載された本発明の技術思想の範囲内において、当業者が適宜、様々な変形または変更を加えることが可能である。また、技術的に矛盾しない範囲で、上記の実施の形態や実施例を組み合わせても良い。例えば、以上において説明した処理は一例であり、各ステップの順番、処理内容は、機能を阻害しない範囲で変更してもよい。また、説明した構成は、機能を阻害しない範囲で、任意に変更してもよい。
- [0085] なお、この出願は、2019 年 1 月 25 日に出願された日本特許出願 2019-011203 号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てを引用

によりここに組み込む。

請求の範囲

- [請求項1] 第1 探知レーザ光を照射する第1 レーザ発振器と、第2 対処レーザ光を照射する第2 レーザ発振器とを含む複数のレーザ発振器を備えたレーザアレイと、
- 前記第1 探知レーザ光が目標に反射された反射光に基づき、検知情報を取得する検知装置と、
- 前記検知情報に基づき、前記目標の位置を推定し、推定した前記目標の位置に前記第2 対処レーザ光を照射することを指示する第2 対処信号を生成する制御装置と
- を備え、
- 前記第2 レーザ発振器は、前記第2 対処信号に基づき、推定した前記目標の位置に前記第2 対処レーザ光を照射する
- レーザ照射装置。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記第2 レーザ発振器が前記第2 対処レーザ光を照射しているときに、推定した前記目標の位置に第1 対処レーザ光を照射することを指示する第1 対処信号を生成し、
- 前記第1 レーザ発振器は、前記第1 対処信号に基づき、推定した前記目標の位置に前記第1 対処レーザ光を照射する
- 請求項1 に記載のレーザ照射装置。
- [請求項3] 前記複数のレーザ発振器は、さらに、前記第2 レーザ発振器が前記第2 対処レーザ光を照射しているときに、第3 探知レーザ光を照射できる第3 レーザ発振器を含む
- 請求項1 または2 に記載のレーザ照射装置。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記第3 探知レーザ光が照射される空間が、前記第1 探知レーザ光が照射される空間と重なるように前記第3 レーザ発振器を制御する
- 請求項3 に記載のレーザ照射装置。
- [請求項5] 前記複数のレーザ発振器は、第4 探知レーザ光を照射する第4 レー

ザ発振器を含み、

前記制御装置は、前記第4探知レーザ光が照射される空間が、前記第1探知レーザ光が照射される空間と重ならないように前記第4レーザ発振器を制御する

請求項1から4のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

[請求項6]

前記検知装置は、第1目標と第2目標とを含む複数の前記目標を検知して前記検知情報を取得し、

前記制御装置は、

前記検知情報に基づき、前記第1目標の位置と、前記第2目標の位置とを推定し、

推定した前記第1目標の位置に前記第2対処レーザ光を照射することを指示する前記第2対処信号と、推定した前記第2目標の位置に第5対処レーザ光を照射することを指示する第5対処信号とを生成し、

前記第2レーザ発振器は、前記第2対処信号に基づき、推定した前記第1目標の位置に前記第2対処レーザ光を照射し、

前記複数のレーザ発振器は、

前記第5対処信号に基づき、推定した前記第2目標の位置に前記第5対処レーザ光を照射する第5レーザ発振器

を含む

請求項1から5のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

[請求項7]

前記検知装置は、前記第2対処レーザ光が前記目標に照射されているときに、前記目標の位置を示す情報を含む前記検知情報を取得し、

前記制御装置は、

前記検知情報に基づき、前記目標の位置を推定し、

推定した前記目標の位置に応じて、第6対処レーザ光を照射することを指示する第6対処信号と、前記第2対処レーザ光の照射を停止することを指示する第7対処信号とを生成し、

前記複数のレーザ発振器は、

前記第 6 対処信号に基づき、前記目標の位置に前記第 6 対処レーザ光を照射する第 6 レーザ発振器

を含み、

前記第 2 レーザ発振器は、前記第 7 対処信号に基づき、前記目標の位置への前記第 2 対処レーザ光の照射を停止する

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ照射装置。

[請求項 8] 前記制御装置は、前記第 6 対処信号を生成した後に、前記第 7 対処信号を生成する

請求項 7 に記載のレーザ照射装置。

[請求項 9] 前記制御装置は、

前記検知情報に基づき、前記目標の経路を推定し、

推定した前記目標の経路に基づき、所望の時刻における前記目標の位置を推定し、

前記所望の時刻に、推定した前記目標の位置に前記第 6 対処レーザ光を照射することを指示する前記第 6 対処信号を生成する

請求項 7 または 8 に記載のレーザ照射装置。

[請求項 10] 前記複数のレーザ発振器は、第 1 レーザ発振器群を含み、
前記第 1 レーザ発振器群は、第 1 レーザ光群を第 1 方向に照射して、第 1 画像を前記第 1 方向に表示し、

前記第 1 レーザ発振器は、前記第 1 レーザ発振器群に含まれる

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のレーザ照射装置。

[請求項 11] 前記制御装置は、前記第 1 画像に応じて、前記複数のレーザ発振器から前記第 1 レーザ発振器群を選択する

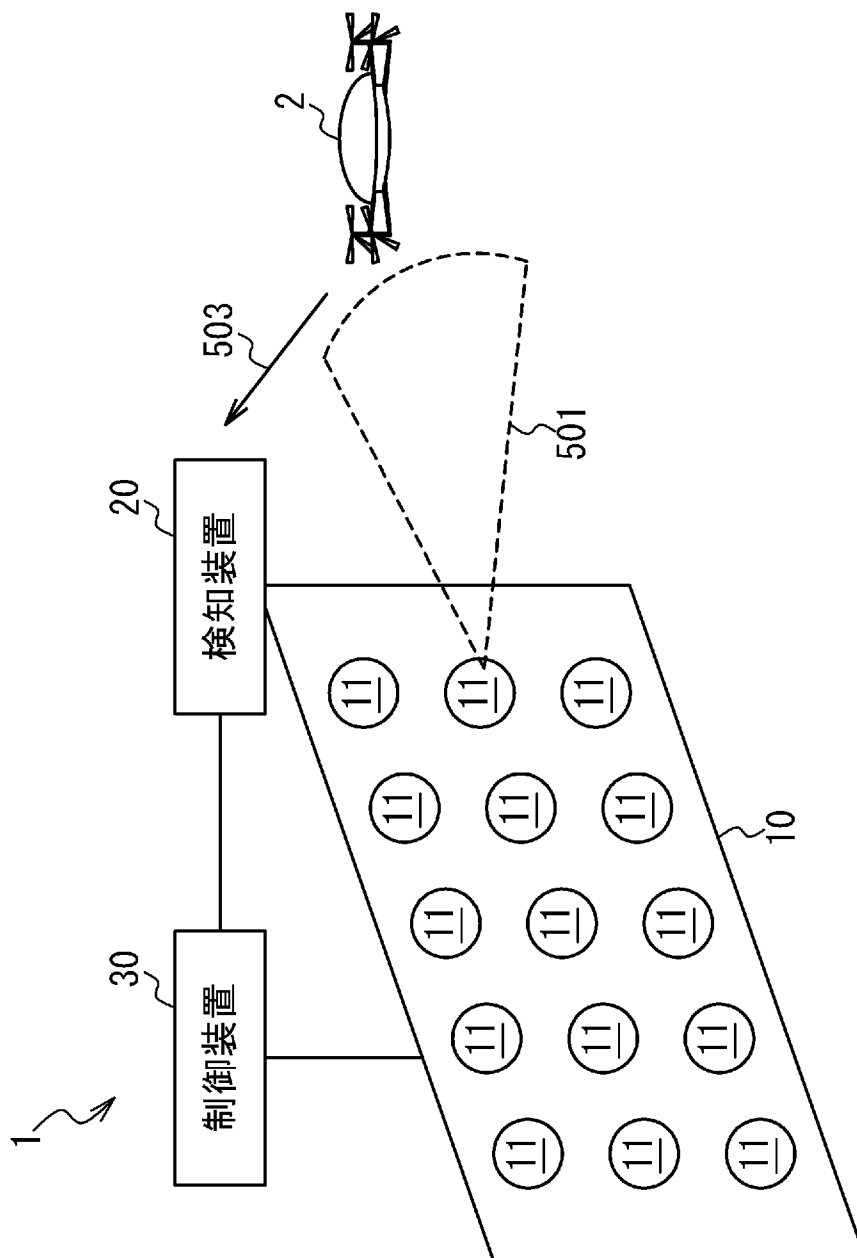
請求項 10 に記載のレーザ照射装置。

[請求項 12] 前記複数のレーザ発振器は、第 2 レーザ光群を第 2 方向に照射して、第 2 画像を前記第 2 方向に表示する第 2 レーザ発振器群を含む

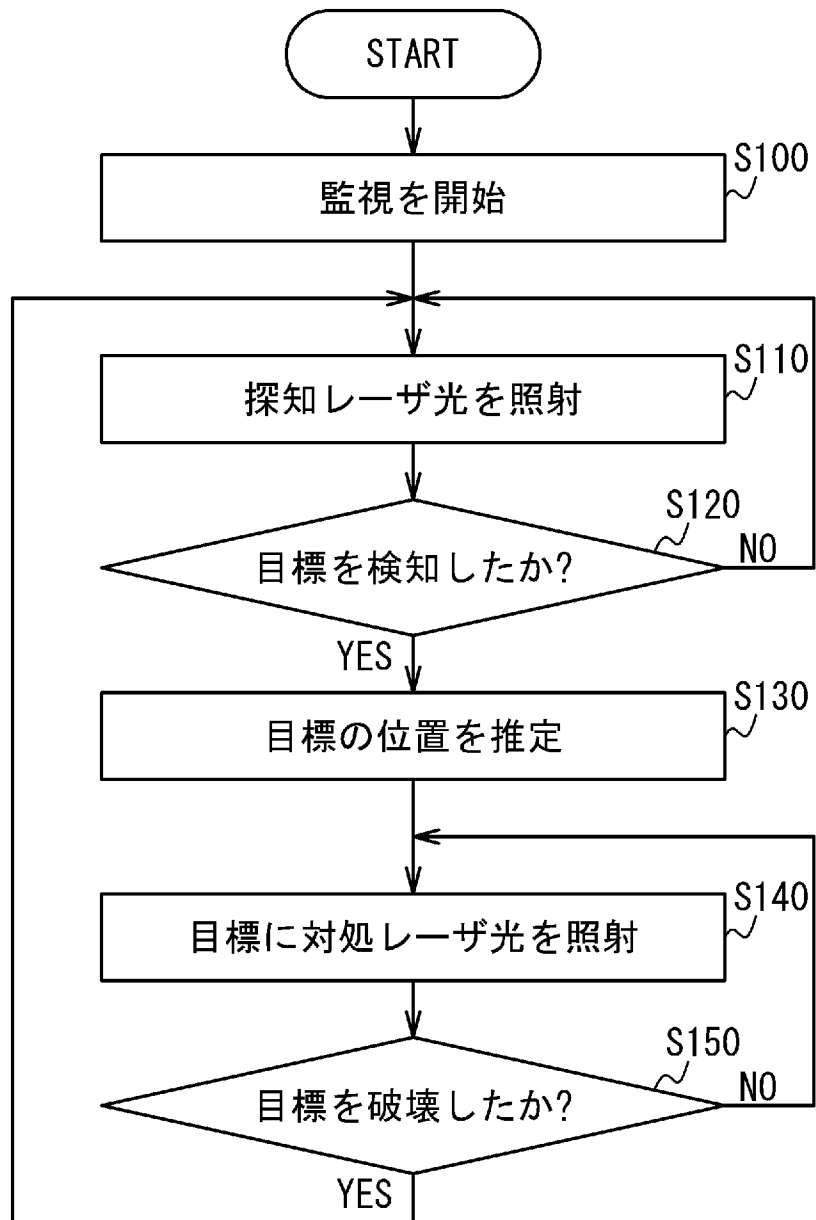
請求項 10 または 11 に記載のレーザ照射装置。

- [請求項13] 前記制御装置は、前記第2画像に応じて、前記複数のレーザ発振器から前記第2レーザ発振器群を選択する
請求項12に記載のレーザ照射装置。
- [請求項14] 前記第1レーザ発振器群の一部のレーザ発振器は、前記第2レーザ発振器群に含まれる
請求項12または13に記載のレーザ照射装置。
- [請求項15] 複数のレーザ発振器が並べられたレーザアレイを備え、
前記複数のレーザ発振器は、
前記複数のレーザ発振器のうちの一部のレーザ発振器を含む第1レーザ発振器群と、
前記複数のレーザ発振器のうちの一部のレーザ発振器を含む第2レーザ発振器群と
を備え、
前記第1レーザ発振器群は、第1方向に第1レーザ光群を照射して、第1画像を前記第1方向に表示し、
前記第2レーザ発振器群は、前記第1方向と異なる第2方向に第2レーザ光群を照射して、第2画像を前記第2方向に表示する
レーザ照射装置。
- [請求項16] レーザアレイに並べられた第1レーザ発振器と第2レーザ発振器とを制御するプログラムを格納する非一時的記憶媒体であって、
探知レーザ光を照射することを前記第1レーザ発振器に指示する探知信号を生成するステップと、
前記探知レーザ光が目標に反射された反射光を受光することで取得される検知情報に基づき、対処レーザ光を前記目標に照射することを前記第2レーザ発振器に指示する対処信号を生成するステップと
を含む
演算装置に実行させるためのレーザ照射プログラムを格納する記憶媒体。

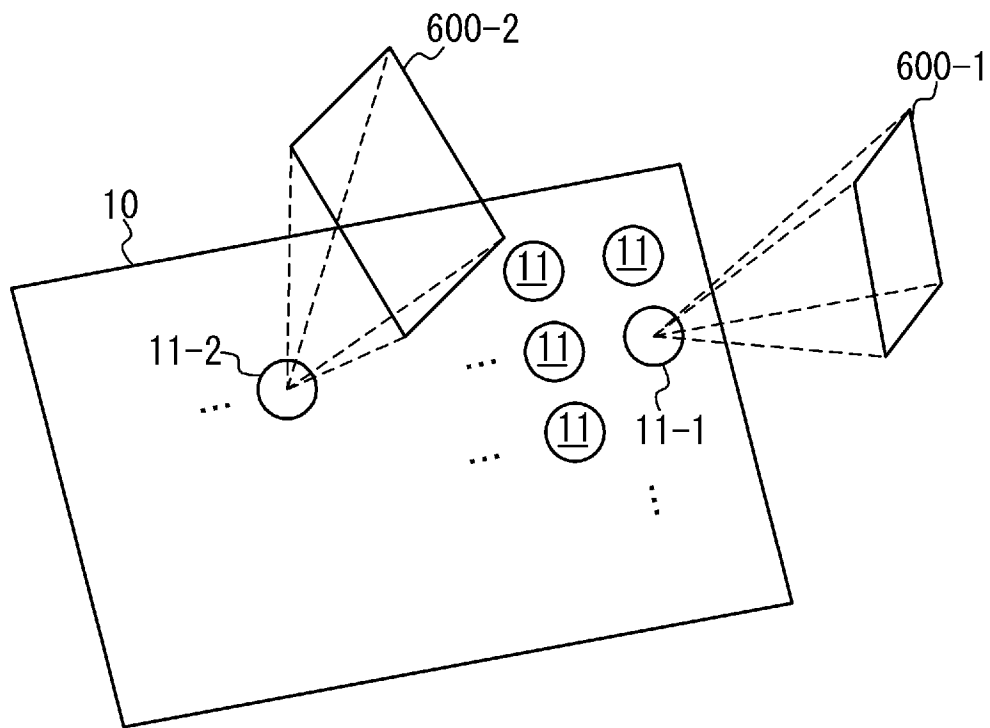
[図1]



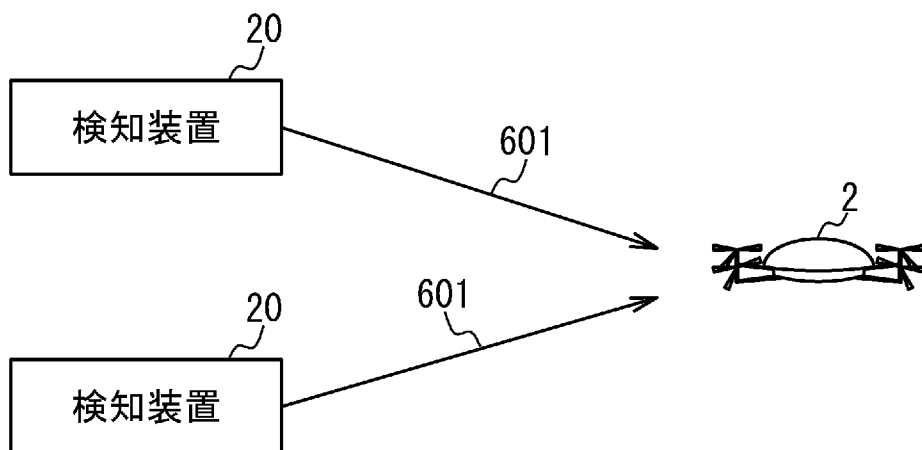
[図2]



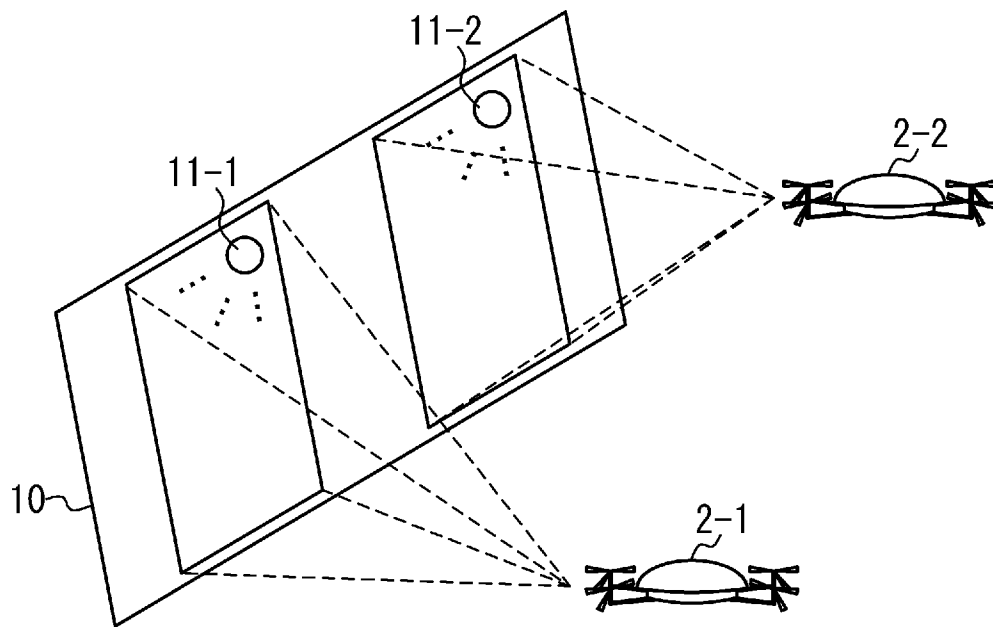
[図3]



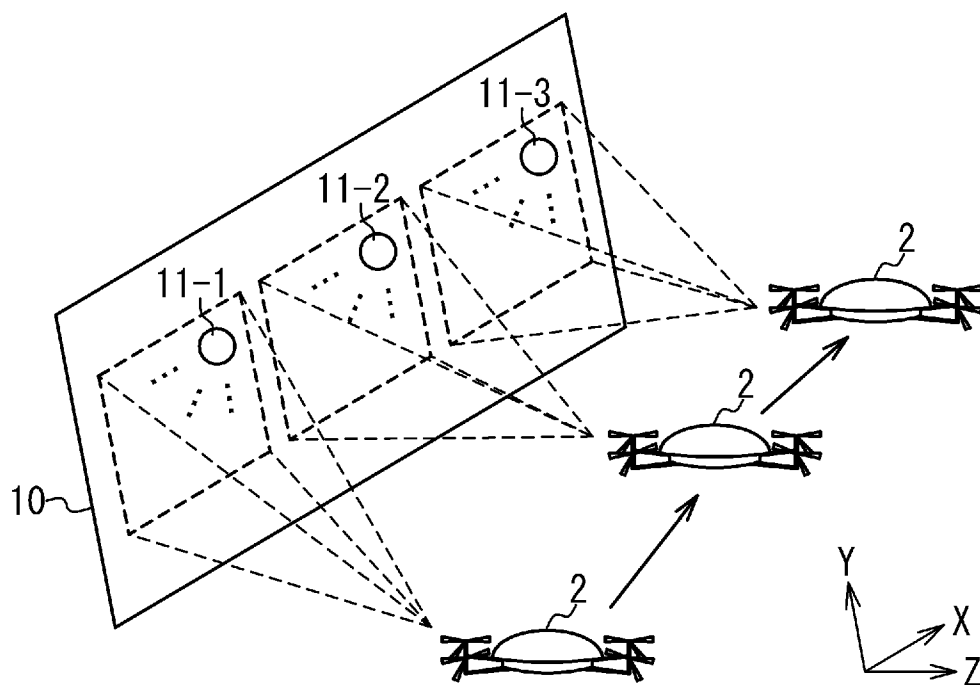
[図4]



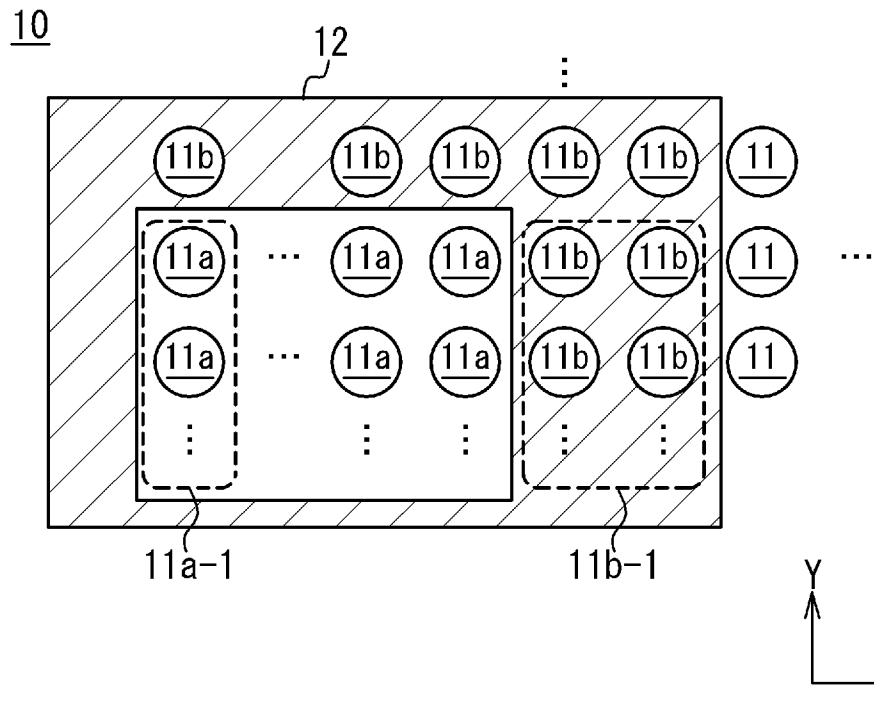
[図5]



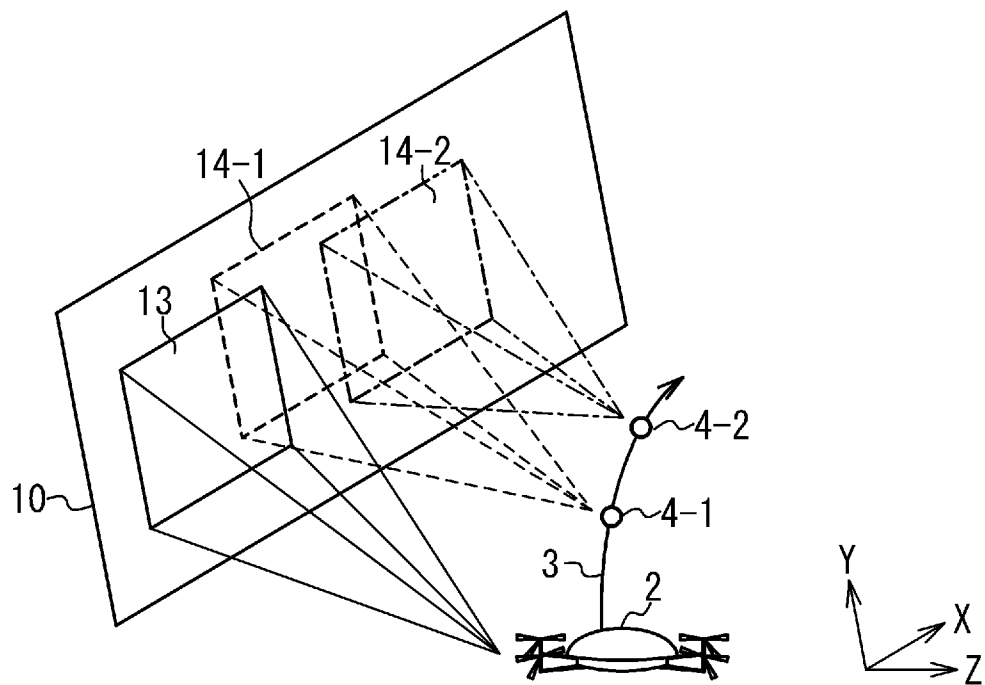
[図6]



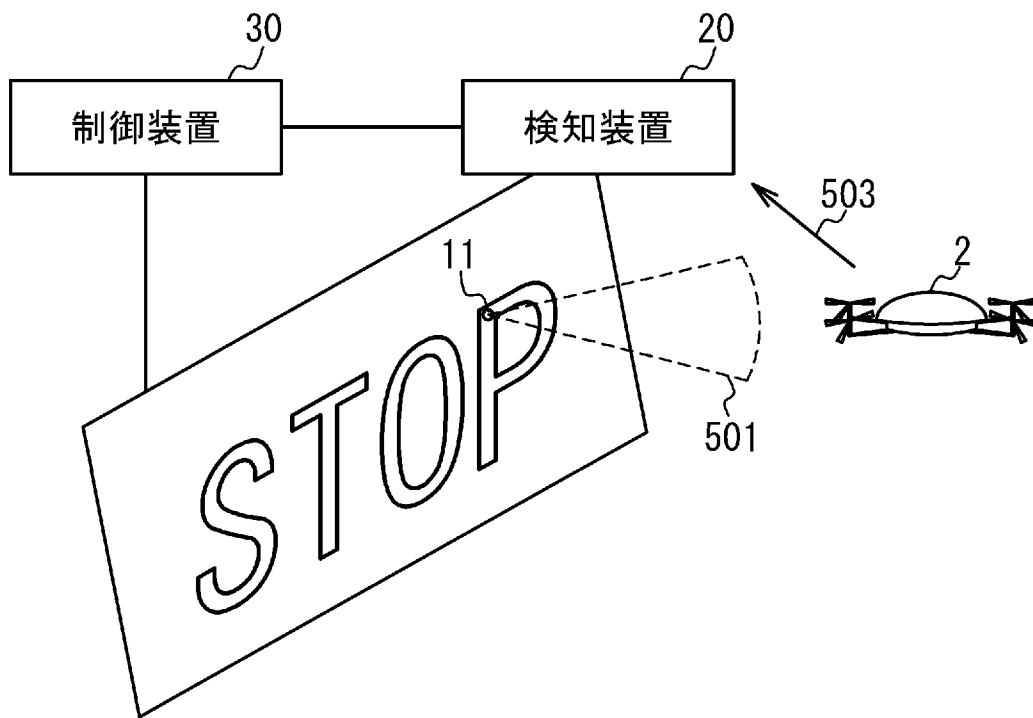
[図7]



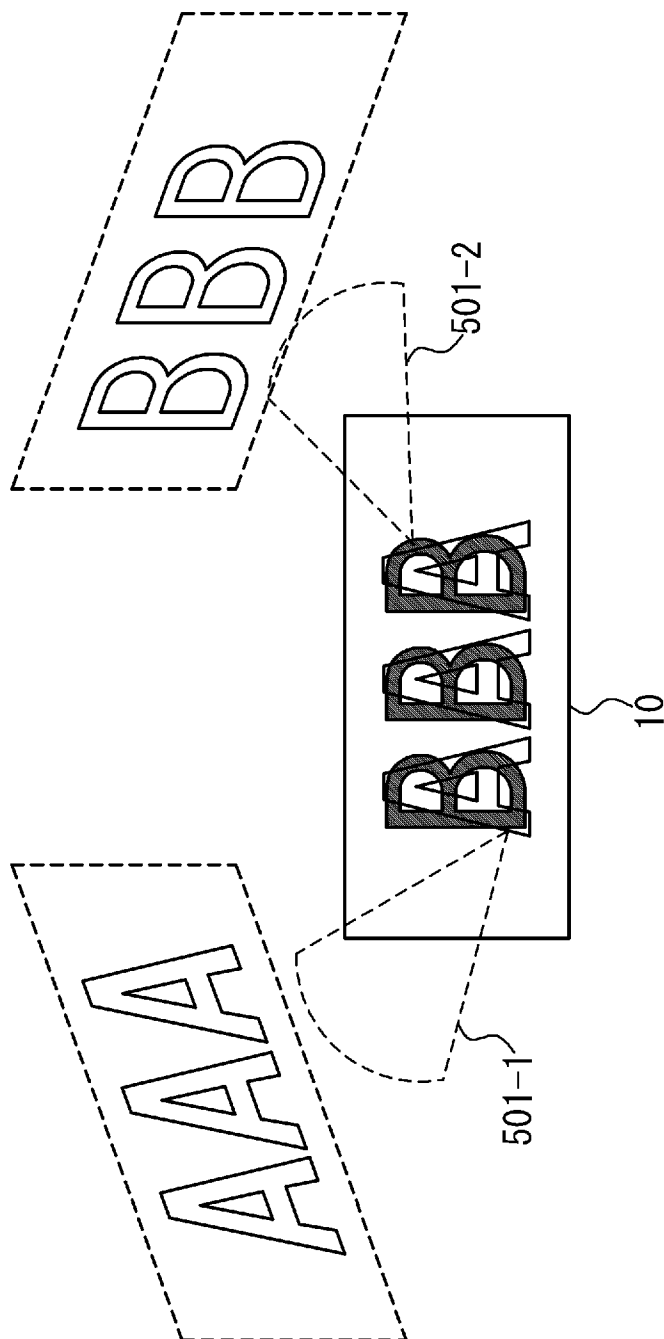
[図8]



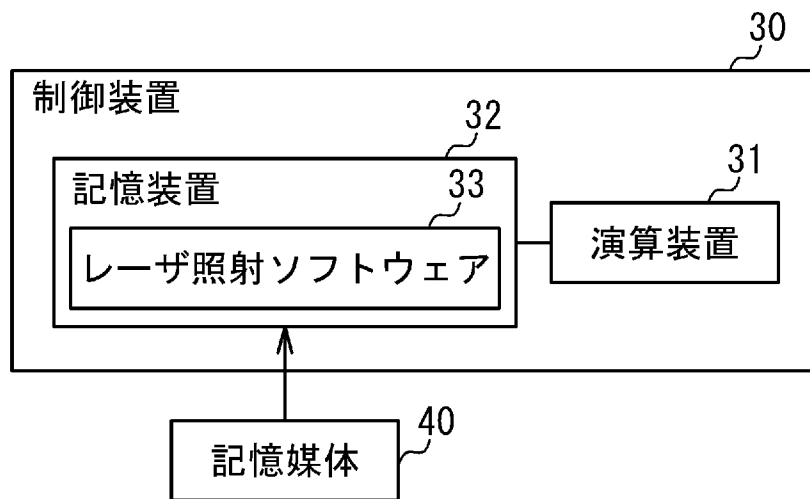
[図9]



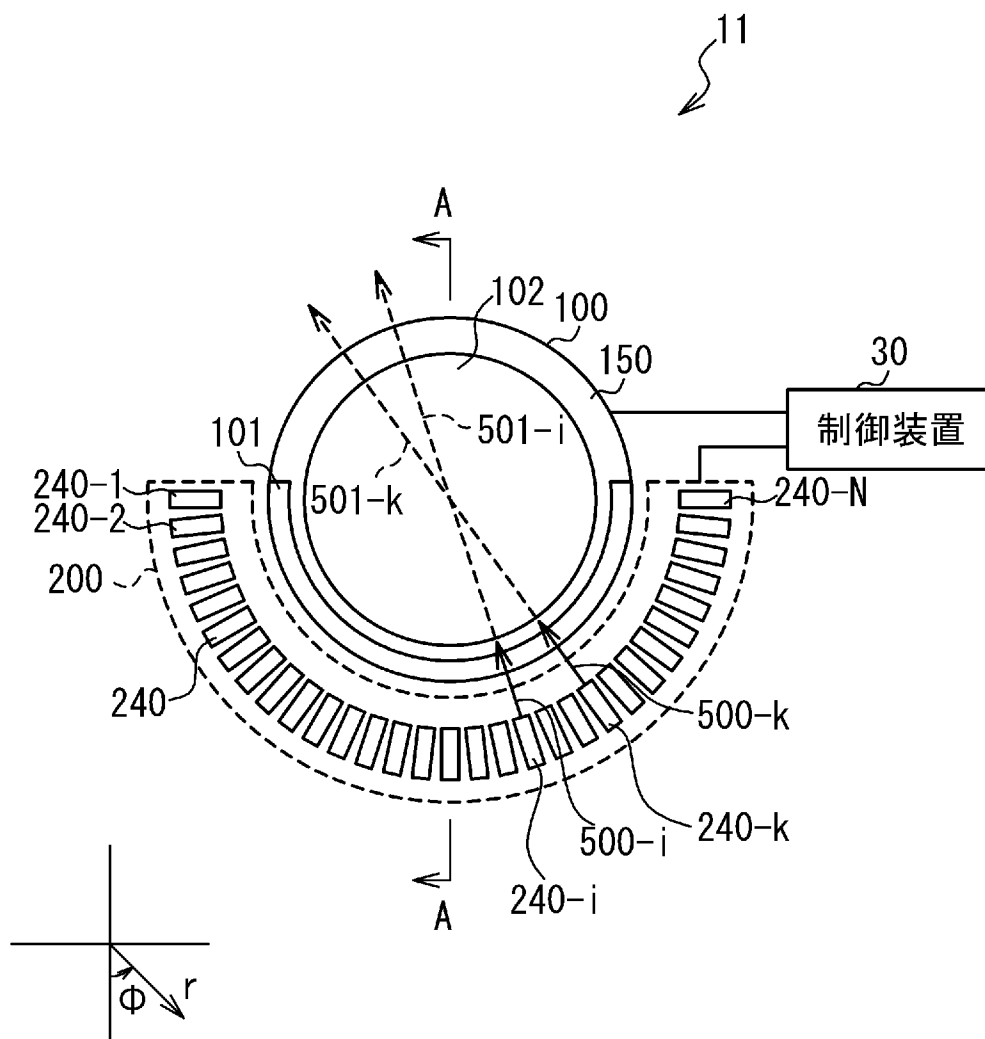
[図10]



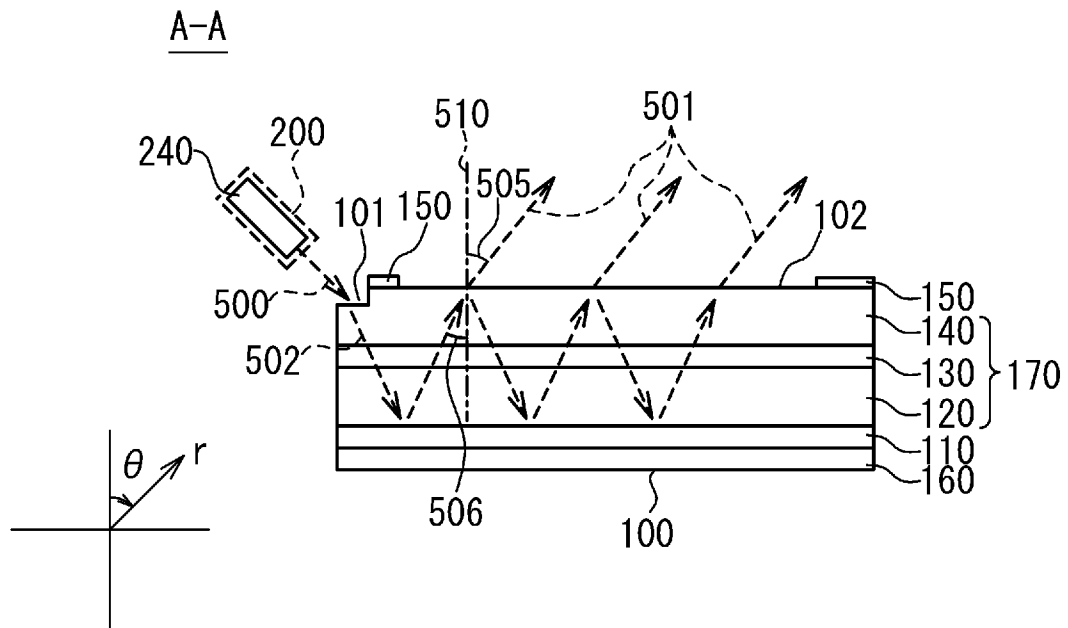
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S17/42 (2006.01) i, F41H13/00 (2006.01) i, G01S17/66 (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)

Int. Cl. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, F41H13/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
<u>Y</u> A	JP 2017-072557 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 13 April 2017, paragraphs [0025]-[0029], [0033], [0038], [0044]-[0048], [0054], fig. 1	<u>1-5, 10-14, 16</u> 6-9
<u>X</u> Y	JP 2014-098873 A (OLYMPUS CORP.) 29 May 2014, paragraphs [0015], [0018]-[0025]	<u>15</u> 1-5, 10-14, 16
A	CN 107514936 A (HEFEI SUNSHINE OPTOELECTRONICS SCIENCE & TECH CO., LTD.) 26 December 2017, paragraphs [0020], [0024], [0029], [0030], fig. 1, 4	1-14, 16



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
08.11.2019Date of mailing of the international search report
19.11.2019

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/034541

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-072557 A	2017.04.13	(Family: none)	
JP 2014-098873 A	2014.05.29	JP 6202806 B2	2017.09.27
		WO 2014/077032 A1	2014.05.22
CN 107514936 A	2017.12.26	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S17/42(2006.01)i, F41H13/00(2006.01)i, G01S17/66(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. G01S 7/48 - G01S 7/51, G01S 17/00 - G01S 17/95, F41H 13/00

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	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 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 9 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
<u>Y</u> A	JP 2017-072557 A (三菱重工業株式会社) 2017.04.13 * [0025]-[0029], [0033], [0038], [0044]-[0048], [0054], 図1 *	<u>1-5, 10-14, 16</u> 6-9
<u>X</u> Y	JP 2014-098873 A (オリンパス株式会社) 2014.05.29 * [0015], [0018]-[0025] *	<u>15</u> 1-5, 10-14, 16
A	CN 107514936 A (HEFEI SUNSHINE OPTOELECTRONICS SCIENCE & TECH CO LTD) 2017.12.26 * [0020], [0024], [0029]-[0030], 図1, 4 *	1-14, 16

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 8 . 1 1 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 9

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

高場 正光

2 S

2 9 1 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 9 / 0 3 4 5 4 1

JP 2017-072557 A	2017. 04. 13	(ファミリーなし)	
JP 2014-098873 A	2014. 05. 29	JP 6202806 B2	2017. 09. 27
		WO 2014/077032 A1	2014. 05. 22
CN 107514936 A	2017. 12. 26	(ファミリーなし)	