

(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
2013 年 10 月 24 日(24.10.2013)



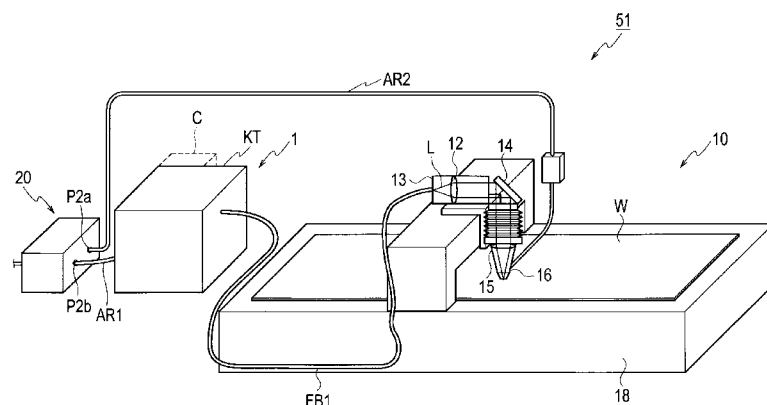
(10) 国際公開番号

WO 2013/157414 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/02 (2006.01) H01S 3/067 (2006.01)
B23K 26/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060477
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 5 日(05.04.2013)
- (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 2012-092609 2012 年 4 月 16 日(16.04.2012) JP
特願 2012-280816 2012 年 12 月 25 日(25.12.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 アマダ(AMADA COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 田中 啓嗣(TANAKA, Keishi); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP). 迫 宏(SAKO, Hiroshi); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP). 森野 浅実(MORINO, Asami); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田 2 0 0 番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FIBER LASER OSCILLATOR, FIBER LASER PROCESSING DEVICE, AND FIBER LASER OSCILLATOR DEHUMIDIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: ファイバレーザ発振器、ファイバレーザ加工装置、及びファイバレーザ発振器の除湿方法



(57) Abstract: A fiber laser processing device (51) comprises: an air purge unit unit (20) having a dew point minimizing unit (23) which makes pressurized air for purging which is supplied from without into low dew point dry air by gas permeation membrane modules (23a, 23b); a fiber laser oscillator (1) further comprising a plurality of fiber laser modules (2) which output laser beams, a combiner (3) which combines the laser beams which are outputted from each of the plurality of fiber laser modules (2) and emits same therewithout, and a distributor (5) which supplies by distribution the low dew point dry air to each of the plurality of fiber laser modules (2); and a laser processing apparatus (10) which carries out a laser process on a workpiece (W) with the laser beam which is emitted from the combiner (3).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/157414 A1



ファイバレーザ加工装置（５１）は、外部から供給されるパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュール（２３ a, ２３ b）により低露点のドライエアにする低露点化部（２３）を有するエアパージユニット（２０）と、レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュール（２）と、各複数のファイバレーザモジュール（２）のそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナ（３）と、低露点のドライエアを複数のファイバレーザモジュール（２）のそれぞれに分配供給するディストリビュータ（５）と、を有するファイバレーザ発振器（１）と、コンバイナ（３）から送出されたレーザ光によりワーク（W）に対してレーザ加工を施すレーザ加工機（１０）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

ファイバレーザ発振器、ファイバレーザ加工装置、及びファイバレーザ発振器の除湿方法

技術分野

[0001] 本発明は、ファイバレーザ発振器、ファイバレーザ加工装置、及びファイバレーザ発振器の除湿方法に係る。

背景技術

[0002] ファイバレーザ発振器は、筐体と、その筐体内に概ね密閉状態で収容された光エンジン、発振動作を制御する制御装置、及び冷却装置と、を有して構成されている。光エンジンは、レーザ光源としての半導体レーザを有する複数のファイバレーザモジュールと、各ファイバレーザモジュールで生成されたレーザ光を結合するコンバイナと、を備えている。コンバイナで結合されたレーザ光は、プロセスファイバを介して外部へ出力される。

[0003] 一般的に、半導体レーザのレーザ発振効率には温度依存性がある。そのため、レーザ光の発振に伴い発熱する光エンジンの温度を冷却により適温で維持し、常に高い発振効率を得られるようにしておく必要がある。冷却装置はその光エンジンの適温維持のために備えられている。この冷却は、通常、筐体内に配設された冷却水路（冷却パイプ）内に、例えば24℃の冷却水を流入循環させることで行う。

[0004] ところで、筐体内の空気に含まれる水蒸気量が、冷却水の温度（例えば24℃）における飽和水蒸気量を超えていると、冷却パイプの表面に結露が発生し、光エンジン内の電子部品等に不具合が生じる可能性が高くなる。そのため、冷却水の冷却パイプ内への注入は、筐体内の空気やファイバレーザモジュール内の空気の湿度を、除湿装置により十分に低くしてから行う必要がある。

[0005] 特許文献1には、このような除湿装置を筐体内に備えたファイバレーザ発

振器として、筐体内に複数のＬＤモジュールそれぞれに乾燥させた空気（低露点のドライエア）を供給するための除湿装置を備えたファイバレーザ発振器が提案されている。具体的には、除湿により得られた低露点のドライエアを、小型のポンプで毎分１Ｌ（１ｄｍ^３）程度供給する実施例が提案されている一方、従来からレーザ加工機等に設置されていたパージ用エアを供給する装置を使用する旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１２－０２４７７８号公報

発明の概要

[0007] 特許文献１に記載の装置において、低露点のドライエアの供給に小型のポンプを用いた場合には毎分１ｄｍ^３程度の空気が供給される。

[0008] しかしながら、その供給可能な低露点のドライエアの流量にはおのずと限界があり、筐体内の空気の温度及び湿度の関係によっては、例えば、電源投入等により除湿を開始してから除湿が充分になされてファイバレーザの出力が可能になるまで比較的長い時間を要する場合があった。

[0009] 一方で、市場からはファイバレーザ加工装置に対して大出力化が要望されており、その要望に応えるべく、ファイバレーザ発振器の大出力化が進められている。そして、この大出力化を余力を持って可能にするための冷却システムや除湿システムの高能力化も将来的に予想される。

[0010] このような状況において、外部からパージ用エアとして豊富に供給され得る圧縮空気の利用は有効であると考えられるが、その圧縮空気を除湿に利用する場合の具体的な構成等について特許文献１では提案されていない。

[0011] そこで、本発明が解決しようとする課題は、パージ用エアを用い、除湿により除湿開始から加工動作が可能となるまでの待ち時間が短く使い勝手が良いファイバレーザ発振器、ファイバレーザ加工装置及びファイバレーザ発振器の除湿方法を提供することにある。

[0012] 上記の課題を解決するために、レーザ光を出力する複数のファイバレーザ

モジュールと、前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、外部から供給されるパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより低露点のドライエアにする低露点化部と、前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するディストリビュータと、を備えたことを特徴とするファイバレーザ発振器が提供される。

[0013] また、外部から供給されるパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより低露点のドライエアにする低露点化部を有するエアパージユニットと、レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュールと、前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するディストリビュータと、を有するファイバレーザ発振器と、前記コンバイナから送出されたレーザ光によりワークに対してレーザ加工を施すレーザ加工機と、を備えたファイバレーザ加工装置が提供される。

[0014] さらに、レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュールと、前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、を備えたファイバレーザ発振器の除湿方法であって、外部から供給されたパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより除湿して低露点のドライエアとするドライエア生成ステップと、前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するドライエア供給ステップと、を含むことを特徴とするファイバレーザ発振器の除湿方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の一実施形態におけるファイバレーザ加工装置を説明するための全体図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態におけるファイバレーザ発振器を説明するための図である。

[図3]図3は、本発明の一実施形態におけるファイバレーザ加工装置のエアパージユニットを説明するための図である。

[図4]図4は、本発明の一実施形態におけるファイバレーザ発振器の除湿による露点推移を説明するためのグラフである。

[図5]図5は、本発明の一実施形態におけるファイバレーザ発振器の除湿動作による露点推移を説明するための別のグラフである。

[図6]図6は、本発明の一実施形態の変形例1におけるファイバレーザ発振器の除湿動作による露点推移を説明するためのグラフである。

[図7]図7は、本発明の一実施形態の変形例2におけるファイバレーザ発振器の除湿動作による露点推移を説明するためのグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の一実施形態であるファイバレーザ発振器1及びファイバレーザ加工装置51を図1～図6を用いて説明する。

[0017] まず、ファイバレーザ加工装置51について図1を参照して説明する。図1に示されるように、ファイバレーザ加工装置51は、ワークWに対してレーザ加工を行うファイバレーザ加工機10と、ファイバレーザ加工機10に対しレーザ光をプロセスファイバFB1を介して供給するファイバレーザ発振器1と、低露点のドライエアを、エア供給路AR1を介してファイバレーザ発振器1に供給すると共にエア供給路AR2を介してファイバレーザ加工機10に供給するエアパージユニット20と、を備えている。

[0018] ファイバレーザ加工機10は、プロセスファイバFB1の出口端面から拡がって出射したレーザ光Lをコリメータレンズ12で平行光にするコリメータユニット13と、コリメータレンズ12により平行光にされたレーザ光を反射するベンドミラー14と、ベンドミラー14で反射したレーザ光を集光レンズ15で高エネルギー密度のレーザ光に集光するレーザヘッド16と、集光したレーザ光により加工を施すワークWが設置される加工テーブル18とを備えている。また、レーザヘッド16は、エア供給路AR2から供給された低露点のドライエアを内部に導入可能なものとして光学系への塵埃の付

着を防止するようになっている。

[0019] 次に、ファイバレーザ発振器 1 について図 2 を主に参照して説明する。図 2 において、ファイバレーザ発振器 1 は、筐体 K T と、筐体 K T の内部に概ね密閉状態で收容された光エンジン E G と、このファイバレーザ発振器 1 の動作を制御する制御部 S G と、電源部 P W と、冷却部 R F と、を有している。制御部 S G 及び電源部 P W についても、それぞれ筐体 S G 1 及び筐体 P W 1 を有し、その内部は概ね密閉状態とされている。

[0020] 光エンジン E G は、複数（この例では四つ）のファイバレーザモジュール 2 と、各ファイバレーザモジュール 2 で生成されたレーザ光をそれぞれ伝送する複数のユニットファイバ F B 2 と、複数のユニットファイバ F B 2 を 1 つに融接して纏めるコンバイナ 3 と、を有している。コンバイナ 3 とプロセスファイバ F B 1 との間には、フィードファイバ F B 3 及びビームスイッチ 4 とが直列的に接続されて設けられており、コンバイナ 3 から一つに纏められて出力されたレーザ光は、フィードファイバ F B 3 及びビームスイッチ 4 を経てプロセスファイバ F B 1 内へ出力されるようになっている。

[0021] 冷却部 R F は、冷却水供給部 R F 1 と、その冷却水供給部 R F 1 から各ファイバレーザモジュール 2 及び電源部 P W の内部を巡るようにそれぞれに配管された水路系 R F 2 と、を有する。冷却水供給部 R F 1 は、水路系 R F 2 内に冷却水を流して各ファイバレーザモジュール 2 及び電源部 P W の冷却を行う。また、冷却水供給部 R F 1 は、冷却水を例えば 24℃ で維持管理する。

[0022] さらに、筐体 K T 内には、エアパージユニット 20 からエア供給路 A R 1 を介して供給された低露点のドライエアを所定の機器や部位へ分配するディストリビュータ 5 が設けられている。具体的には、ディストリビュータ 5 へ供給された低露点のドライエアは、複数のファイバレーザモジュール 2 それぞれに対し、エア供給路 A R 1 から分岐させた複数のエア支路 A R 1 a を介して供給される。

[0023] ファイバレーザモジュール 2 は、半導体レーザによる励起光源、駆動回路

、ヒートシンク、及び共振器等（いずれも図示せず）を有して筐体K T内に収容されている。一つのファイバレーザモジュール2の出力は約数百W（例えば350W）である。従って、図2に示された例では四つのファイバレーザモジュール2を備えているので、各ファイバレーザモジュール2の出力が350Wの場合、それらから出力されたレーザ光は、コンバイナ3で纏められた後、プロセスファイバFB1から1.4kWの出力で出射される。

[0024] 次に、エアパージユニット20について図3を主に参照して説明する。エアパージユニット20は、活性炭槽21とオイルミストフィルタ22と低露点化部23と分岐部24とを有している。また、エアパージユニット20は入力側として供給ポートP1を、また、出力側として二つの送出ポートP2a, P2bを有している。

[0025] 供給ポートP1には、圧縮空気Aが供給される。供給された圧縮空気Aは、活性炭槽21及びオイルミストフィルタ22を通過して、油分、粉塵、オイルミスト等が除去され、その後、低露点化部23を通過する。

[0026] 低露点化部23は、気体分離膜モジュールである窒素分離膜モジュール23aを有している。窒素分離膜モジュール23aは、窒素(N_2)やアルゴン(Ar)を、中空糸膜を透過する速度差を利用して他のガス成分から分離する機能を有する。形状としては、中空糸膜を束ねた筒状とされており、筒状の一端側が空気の入口とされ、他端側が中空糸膜の性質を利用して処理された空気の出口とされている。

[0027] 窒素分離膜モジュール23aの一端側から内部に、オイルミストフィルタ22を通過した圧縮空気A1を供給すると、窒素(N_2)やアルゴン(Ar)よりも中空糸膜を通過し易い酸素(O_2)、水蒸気(H_2O)、及び二酸化炭素(CO_2)などが筒状壁から外部へ抜け出し（矢印Aa参照）、酸素及び水蒸気濃度が低下した窒素リッチかつ低露点のドライエアA2となって他端側から排出される。

[0028] 低露点化部23から排出された窒素リッチかつ低露点のドライエアA2は、分岐部24により2系統に分岐され、それぞれ送出ポートP2a, P2b

に送出される。送出ポート P 2 a に供給されたドライエアは、エア供給路 A R 2 を介してファイバレーザ加工機 1 0 に向け送出される。送出ポート P 2 b に供給されたドライエアは、エア供給路 A R 1 を介してファイバレーザ発振器 1 のディストリビュータ 5 に向け送出される。

[0029] エアパージュニット 2 0 の供給ポート P 1 に供給される圧縮空気 A は、エア供給源 P 側のコンプレッサで圧縮されて生成され、エアパージュニット 2 0 に供給される前にプレフィルタ 3 0 を通過するようになっている。プレフィルタ 3 0 では、圧縮空気に混合した比較的大きな、油分、異物、オイルミスト、及び水滴などの異物が除去される。

[0030] 低露点化部 2 3 として、窒素分離膜モジュール 2 3 a を用いた市販の膜分離型窒素ガス発生装置を用いることができる。窒素分離膜モジュール 2 3 a には、例えばポリイミド系の中空糸膜が用いられる。一般的に、膜分離型窒素ガス発生装置は、例えば温度 4 0 °C、湿度 8 0 % R T の空気から大気圧露点で - 4 0 °C 以下（下限は例えば - 6 0 °C）の低露点のドライエアを生成することができる。

[0031] 上述のような膜分離型窒素ガス発生装置を用いた低露点化部 2 3 で生成された低露点のドライエアを、図 2 に示されるディストリビュータ 5 を介してファイバレーザモジュール 2 の内部に供給する除湿作業を行い、ファイバレーザモジュール 2 内の空気について、露点温度の時間推移が測定された。

[0032] ここで、ファイバレーザモジュール 2 の内部の空間容積は、約 2 5 d m³ であり、ファイバレーザモジュール 2 の周囲環境は、除湿作業前において気温 4 0 °C、湿度 8 0 % R H であった。また、冷却部 R F が供給する冷却水の温度は 2 4 °C ± 1 °C であった。また、低露点化部 2 3 としては、気温 4 0 °C、湿度 8 0 % R H の空気から大気圧露点で - 4 0 °C の低露点のドライエアを生成する能力のものを用いた。

[0033] これらの条件の下、この測定では、低露点のドライエアの供給量を、従来の 1 d m³ / m i n から、エアパージュニット 2 0 で充分供給可能な 1 0 d m³ / m i n まで、5 段階で測定した。その結果を図 4 のグラフに示す。

- [0034] 図4において、露点温度が冷却水の下限温度である23℃未満となれば、ファイバレーザモジュール2内の空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量を上回ることはなく、結露が生じない。
- [0035] そこで、圧縮空気A1から生成された低露点のドライエアの供給開始から露点温度が23℃未満となるまでの時間 t （以下、除湿時間 t とも称する）を、低露点のドライエアの毎分当たりの供給量が異なる推移K1～K5それぞれについて評価した。
- [0036] その結果、各推移における除湿時間 t として、
推移K1（1 dm³/min）：57分30秒（3450秒）、
推移K2（2 dm³/min）：17分40秒（1060秒）、
推移K3（3 dm³/min）：12分46秒（766秒）、
推移K4（5 dm³/min）：6分05秒（365秒）、
推移K5（10 dm³/min）：2分35秒（155秒）、
が得られた。この結果は図5のグラフにおいて黒丸のプロットで示されている。
- [0037] 推移K1における供給量は、ページ用の圧縮空気を利用していない小型ポンプを用いた従来のレベルである。この推移K1とページ用のエアとして供給された圧縮空気を利用した推移K5の場合と比較すると、圧縮空気を利用した場合、ファイバレーザ発振器1における除湿時間 t は、3450秒から155秒に短縮、すなわち約4.5%（約1/22）に短縮している。
- [0038] 除湿時間 t は、例えばユーザが電源を投入してからレーザ光が出力されるまでの時間であるので、ファイバレーザ発振器1は、動作が可能になるまでの待ち時間が大変短く使い勝手が極めて良いものとなっている。
- [0039] 上述した構成によれば、ファイバレーザ発振器1のメンテナンスのために、筐体KTの扉（図示せず）を開けた場合でも、低露点のドライエアはファイバレーザモジュール2及び電源部PWの内部に直接供給されるので、各内部の空気の露点温度が急激に上昇することはない。
- [0040] ファイバレーザ加工装置51は、従来、工場内に設備され加工機等に供給

されているパージ用の圧縮空気を、フィルタによる異物除去をした後に気体分離膜モジュールとして窒素分離膜モジュールを用いた例えば膜分離型窒素ガス発生装置に通して除湿する。そして、除湿して得られた低露点のドライエアを複数の供給路に分岐し、分岐した内の一供給路を介して低露点のドライエアをファイバレーザ発振器 1 に供給し、分岐した内の他の供給路を介してファイバレーザ加工機 10 に供給する。そして、ファイバレーザ発振器 1 に供給された低露点のドライエアをディストリビュータ 5 により複数のファイバレーザモジュールそれぞれに供給することで、ファイバレーザモジュール 2 内を除湿してその内部の空気の低露点化を行うようになっている。

[0041] この除湿方法によれば、ファイバレーザモジュール 2 の内部に大流量の低露点のドライエアを供給でき、除湿動作開始からレーザ光の出力が可能となるまでの待ち時間が短くファイバレーザ加工装置の使い勝手を極めて良好にすることができる。

[0042] 上述した除湿動作は制御部 S G によって制御される。例えば、低露点のドライエアの供給経路に、単位時間あたりの低露点のドライエアの供給量を、露点温度が上昇して結露を生じない範囲で省電力となるように調節するバルブを設け、そのバルブの開度を制御部 S G により調節するようにしてもよい。また、低露点のドライエアの供給経路にフロースイッチを設けて流量を監視し、流量が所定値を下回ったときにアラーム等で異常を告知するようにしてもよい。

[0043] 本発明の実施形態は、上述した構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において変形例としてもよいのは言うまでもない。

[0044] (変形例 1)

除湿動作については、上述したファイバレーザモジュール 2 及び電源部 P W に対する低露点のドライエアの供給による除湿動作と並行して、クーラ C による筐体 K T 内の空気の除湿動作を行ってもよい。この場合、クーラ C は、例えば、図 1 及び図 2 に破線で示されるように筐体 K T に併設する。これらの除湿動作は制御部 S G によって制御される。

[0045] 図6は、図4で示した低露点のドライエアの供給のみの除湿に加えて、クーラCによる筐体KT内空気の除湿を並行して同時に行った場合の、ファイバレーザモジュール2内の空気の露点温度の時間変化を示したグラフである。

[0046] この場合の推移KC1～5それぞれについての除湿時間tは、
推移KC1 ($1\text{ dm}^3/\text{min}$) : 15分10秒 (910秒)、
推移KC2 ($2\text{ dm}^3/\text{min}$) : 5分50秒 (350秒)、
推移KC3 ($3\text{ dm}^3/\text{min}$) : 5分55秒 (355秒)、
推移KC4 ($5\text{ dm}^3/\text{min}$) : 2分5秒 (125秒)、
推移KC5 ($10\text{ dm}^3/\text{min}$) : 1分45秒 (105秒)、
となっている。これらの結果は図5のグラフに白ヌキの角プロットで示されている。

[0047] さらに、推移KC3の試験では、筐体KTの内部であってファイバレーザモジュール2及び電源部PWの外側の空気の露点温度の推移を測定しており、図6において推移KC6として示している。推移KC6における除湿時間t (すなわち、筐体KT内の空気の除湿時間) tは、推移KC6 (筐体内) : 6分3秒 (183秒) である。

[0048] 図6から明らかなように、ファイバレーザモジュール2及び電源部PWの除湿動作において、並行して筐体KT内の空気も除湿することは、除湿時間tが約半分程度に短縮でき、ファイバレーザ発振器1の動作が可能になるまでの待ち時間が更に短く使い勝手がより良くなるので好ましい。

[0049] (変形例2)

ファイバレーザ装置51におけるエアパージユニット20の低露点化部23として、膜分離型窒素ガス発生装置ではなく、膜式エアドライヤを用いてもよい。膜式エアドライヤは、気体分離膜モジュールとして、透湿性を有する多孔質フッ素系等の中空糸膜を束ねて筒状とした透湿膜モジュール23b (図3参照) を用い、供給された圧縮空気を透湿膜モジュール23bにより除湿してドライエアを生成するものである。

[0050] 図3を参照して具体的に説明すると、透湿膜モジュール23bの一端側から内部にオイルミストフィルタ22を通過した圧縮空気A1を供給すると、膜の内外での水蒸気分圧差によって圧縮空気A1中の水蒸気(H₂O)が膜に浸透して筒状壁から外部へ抜け出し(矢印Ab参照)、水分のみが取り除かれたドライエアA2bとなって他端側から排出される。この排出されたドライエアA2bは、ファイバレーザ発振器1のディストリビュータ5に向け送出される。

[0051] 気体分離膜モジュールである透湿膜モジュール23bを備えた膜式エアドライヤを用いて除湿動作を行い、ファイバレーザモジュール2内の空気の露点温度の時間変化を測定した結果を図7に示す。この露点温度の時間変化は、図7において推移KC7として示されている。

[0052] ここで、ドライエアの供給量は5 dm³/minであり、この除湿動作ではクーラCによる筐体KT内の除湿を並行して同時に行っている。従って、除湿動作において、膜式エアドライヤを用いたこと以外の条件は同じであり、推移KC7は、図6に示された推移KC4と対比可能な推移データである。そこで、図7では理解容易のために推移KC4を併記してある。

[0053] 図7に示されるように、推移KC7において露点温度が23℃未満になるまでの除湿時間t7は、1分53秒(113秒)であった。これは、推移KC4における2分5秒(125秒)とほぼ同等と評価される結果であり、透湿膜モジュール23bを用いた膜式エアドライヤは十分な除湿性能があつて、窒素分離膜モジュール23aを用いた場合と同様の効果が発揮されることが確認された。

[0054] 膜式エアドライヤは、小型軽量であり取り付けが容易なので、エアパージユニット20等の機器への組み込みに好適である。また、電源が不要なので、取り扱いが容易である。この膜式エアドライヤを用いた除湿動作において、クーラCによる筐体KT内の除湿を並行して行わなくてもよいことは言うまでもない。

[0055] (他の変形例)

ファイバレーザ加工機 10へは、エアパージユニット 20の上流側で分岐された圧縮空気を供給してもよい。ただ、エアパージユニット 20を経た低露点のドライエアは、オイルミストや比較的粗い粉塵等が除去された清浄なエアであるので、上述したようなエアパージユニット 20の下流側で分岐されたエアを供給することは好ましい。また、エアパージユニット 20の上流側で分岐された圧縮空気を供給する場合であっても、光学部品の光学的機能を損なわないように、供給する圧縮空気からオイルミストや粉塵等は除去しておく必要がある。

[0056] なお、レーザ加工機は、ワークWを切断するもの以外に溶接するもの或いはその他のものでもよく、加工の種類は限定されない。

[0057] また、ファイバレーザ発振器 1の内部に、エアパージユニット 20を一体的に収容してもよい。この場合、下流側がファイバレーザ加工機 10に接続されたエア供給路 A R 2の上流側は、ファイバレーザ発振器 1に接続される。

産業上の利用可能性

[0058] 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、除湿により除湿開始から加工動作が可能となるまでの待ち時間が短く使い勝手が良いという効果が得られる。

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュールと、
前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、
外部から供給されるパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより低露点のドライエアにする低露点化部と、
前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するディストリビュータと、
を備えたことを特徴とするファイバレーザ発振器。
- [請求項2] 前記複数のファイバレーザモジュールを収容する筐体と、
前記筐体の内部の空間を除湿するクーラと、
をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載のファイバレーザ発振器。
- [請求項3] 前記ドライエアは、大気圧露点が -40°C 以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のファイバレーザ発振器。
- [請求項4] 外部から供給されるパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより低露点のドライエアにする低露点化部を有するエアパージユニットと、
レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュールと、前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するディストリビュータと、を有するファイバレーザ発振器と、
前記コンバイナから送出されたレーザ光によりワークに対してレーザ加工を施すレーザ加工機と、
を備えたファイバレーザ加工装置。
- [請求項5] 前記複数のファイバレーザモジュールを収容する筐体と、
前記筐体の内部の空間を除湿するクーラと、

をさらに備えていることを特徴とする請求項4記載のファイバレーザ加工装置。

[請求項6] 前記ドライエアは、大気圧露点が -40°C 以下であることを特徴とする請求項4又は請求項5記載のファイバレーザ加工装置。

[請求項7] レーザ光を出力する複数のファイバレーザモジュールと、前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれから出力されたレーザ光をコンバインして外部に送出するコンバイナと、を備えたファイバレーザ発振器の除湿方法であって、

外部から供給されたパージ用の圧縮空気を気体分離膜モジュールにより除湿して低露点のドライエアとするドライエア生成ステップと、

前記ドライエアを前記複数のファイバレーザモジュールのそれぞれに分配供給するドライエア供給ステップと、

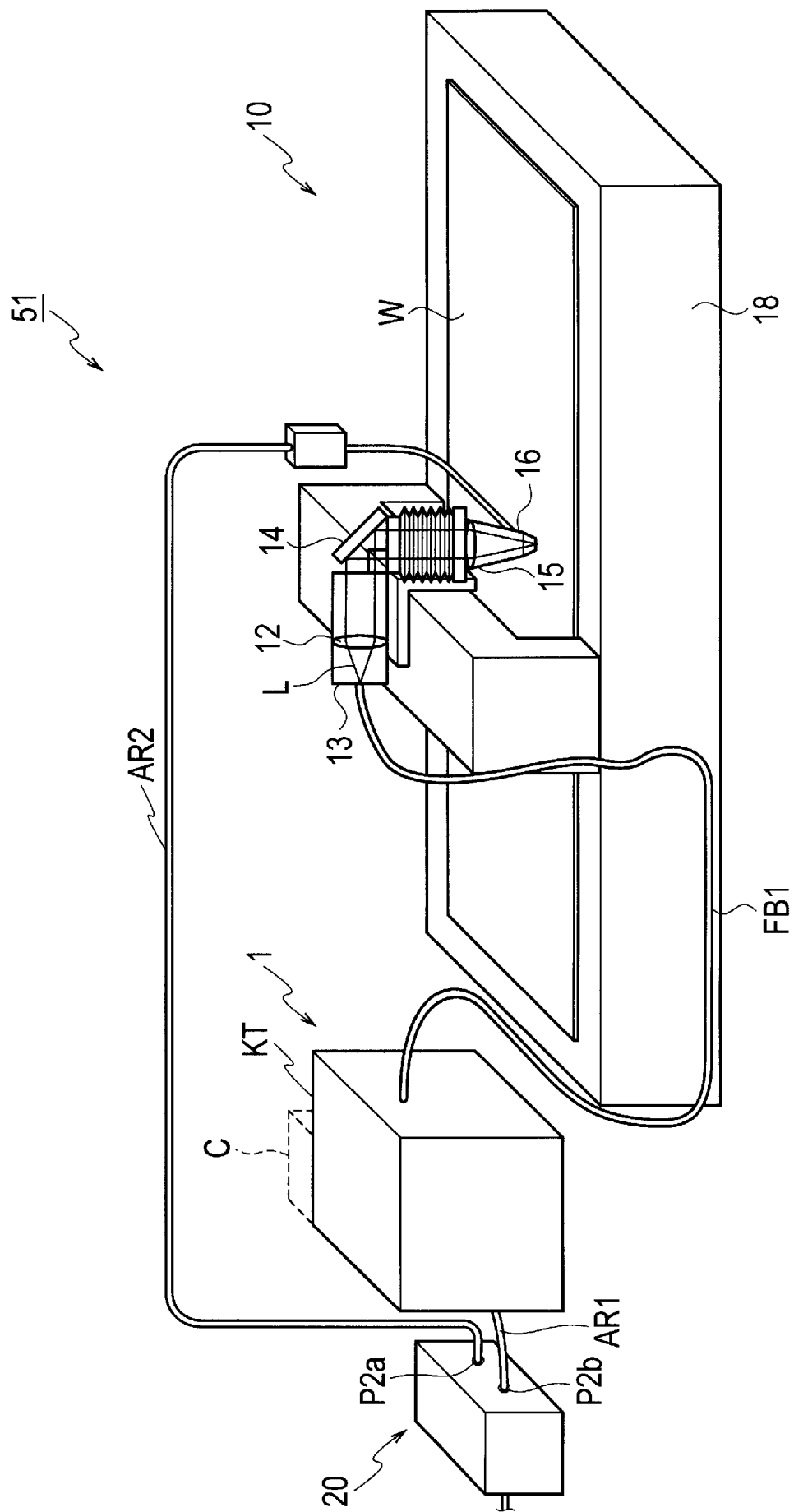
を含むことを特徴とするファイバレーザ発振器の除湿方法。

[請求項8] 前記ファイバレーザ発振器は、前記複数のファイバレーザモジュールを収容する筐体と、前記筐体の内部の空間を除湿するクーラと、をさらに備え、

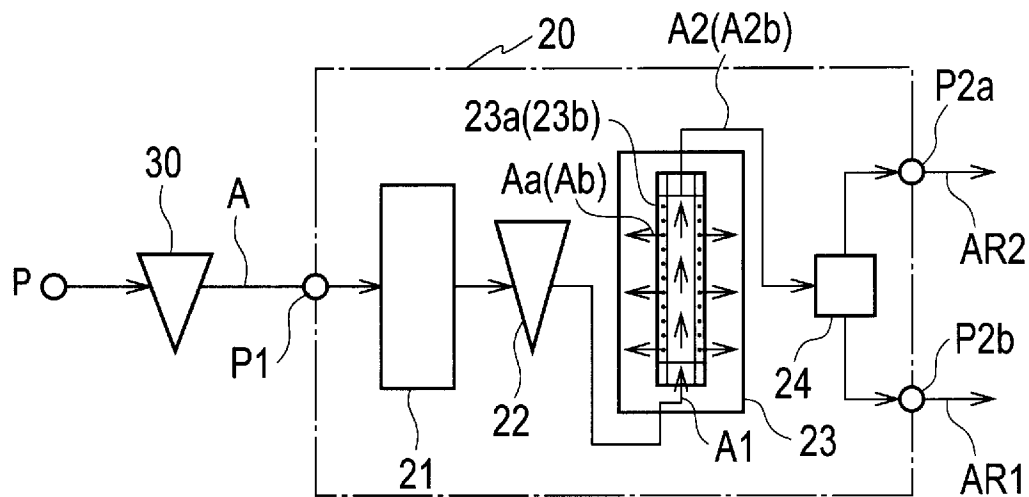
前記クーラにより前記筐体の内部の空間を除湿する除湿ステップを、前記ドライエア供給ステップと並行して実行することを特徴とする請求項7記載のファイバレーザ発振器の除湿方法。

[請求項9] 前記ドライエアは、大気圧露点が -40°C 以下であることを特徴とする請求項7又は請求項8記載のファイバレーザ発振器の除湿方法。

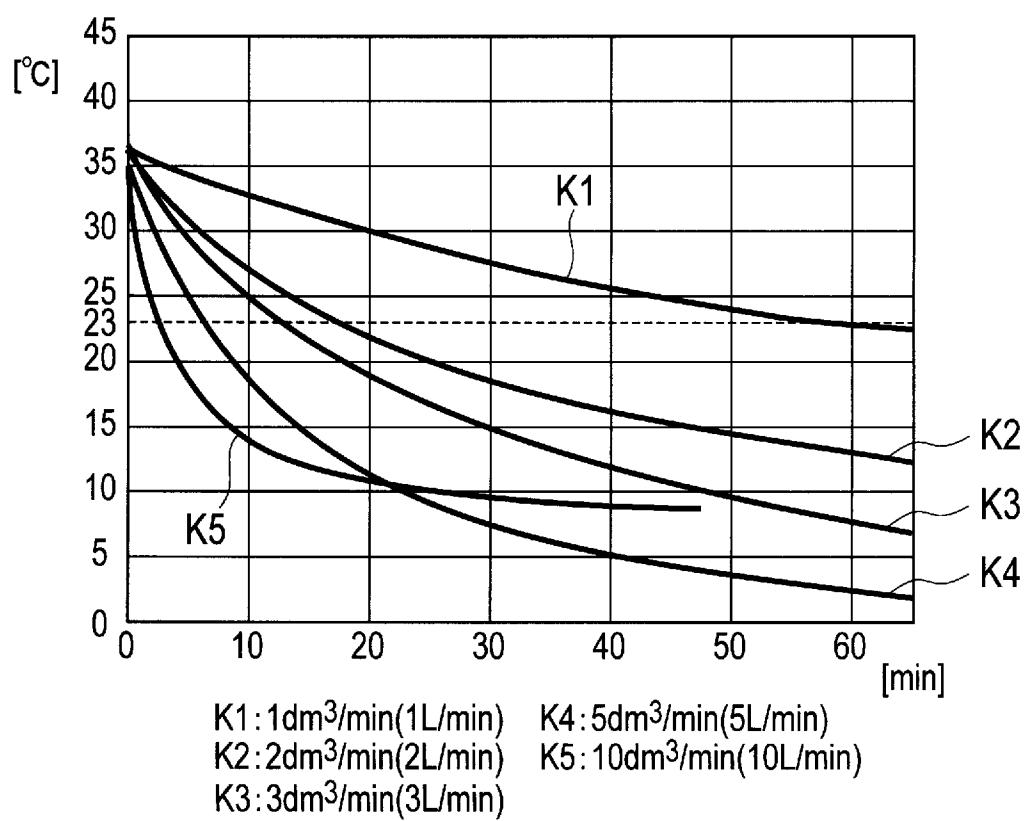
[図1]



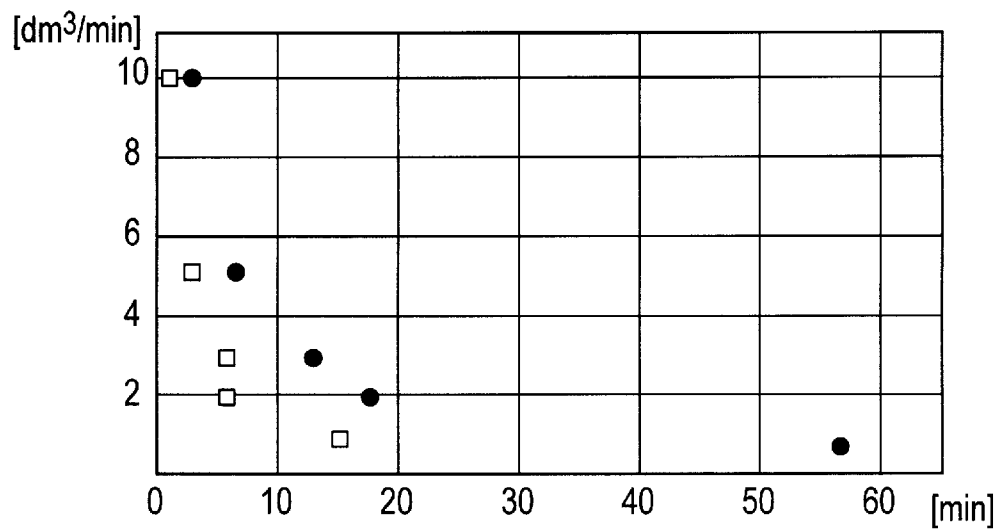
[図3]



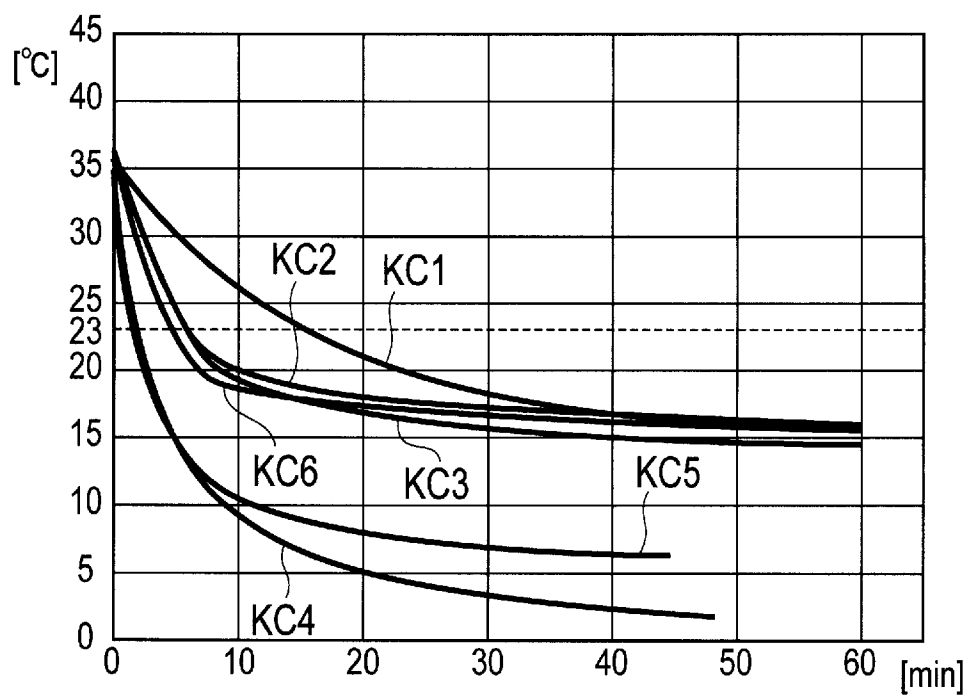
[図4]



[図5]

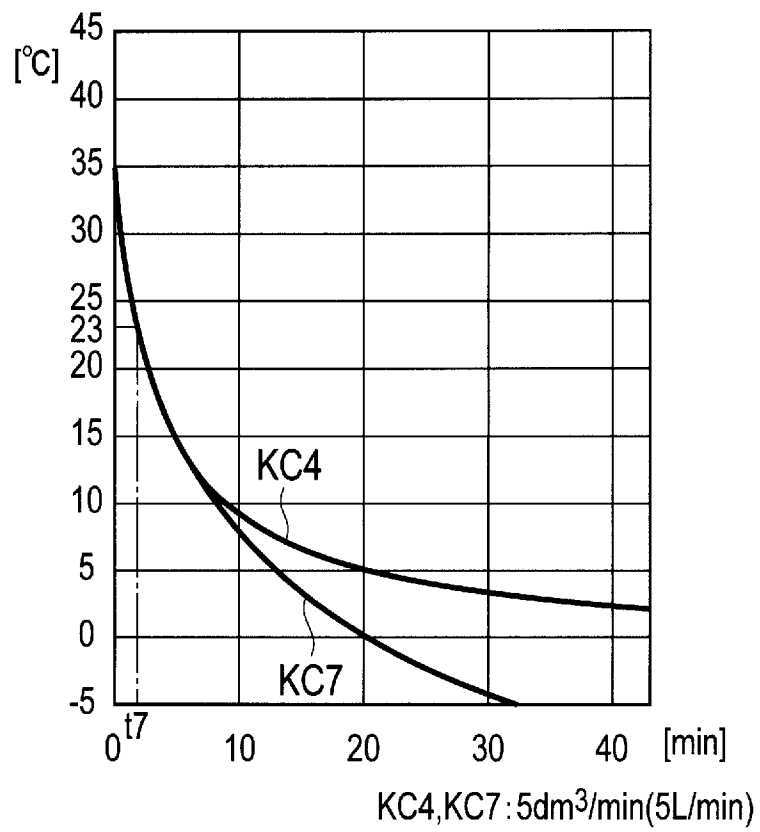


[図6]



KC1: 1dm³/min(1L/min) KC4: 5dm³/min(5L/min)
 KC2: 2dm³/min(2L/min) KC5: 10dm³/min(10L/min)
 KC3: 3dm³/min(3L/min) KC6: 筐体内(KC4にクーラCを併用)

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/02(2006.01) i, B23K26/08(2006.01) i, H01S3/067(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)

H01S3/000-3/30, B23K26/08

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 2012-24778 A (Amada Co., Ltd.), 09 February 2012 (09.02.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 2008-212690 A (Alcon Refractive Horizons, Inc.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; all drawings & US 2008/0219317 A1 & EP 1973206 A1 & KR 10-2008-0081865 A & CN 101530360 A & TW 200901587 A & CA 2623876 A1	1-9

☒ 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
10 June, 2013 (10.06.13)Date of mailing of the international search report
18 June, 2013 (18.06.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060477

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 7-328784 A (Amada Co., Ltd.), 19 December 1995 (19.12.1995), entire text; all drawings & US 5763855 A & EP 712346 A1 & WO 1995/033594 A1 & DE 712346 T1 & CN 1129416 A	1-9
Y	JP 2004-14886 A (Mega Opto Co., Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), entire text; all drawings (particularly, claims 1, 6 to 8; fig. 6, 7) (Family: none)	2, 5, 8
A	JP 6-106019 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 19 April 1994 (19.04.1994), abstract; claims; paragraphs [0007], [0014] (Family: none)	1, 3, 4, 6, 7, 9
A	JP 2004-188361 A (Director General of National Institute for Fusion Science), 08 July 2004 (08.07.2004), claims; paragraph [0007] (Family: none)	1, 3, 4, 6, 7, 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01S3/02(2006.01)i, B23K26/08(2006.01)i, H01S3/067(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. H01S3/000-3/30, B23K26/08

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2012-24778 A (株式会社アマダ) 2012.02.09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 9
Y	JP 2008-212690 A (アルコン リフラクティブホライズンズ, イン コーポレイティド) 2008.09.18, 全文、全図 & US 2008/0219317 A1 & EP 1973206 A1 & KR 10-2008-0081865 A & CN 101530360 A & TW 200901587 A & CA 2623876 A1	1 - 9

☒ 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

1 0 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 3

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)

杉山 輝和

2 X

9 6 0 8

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 7-328784 A (株式会社アマダ) 1995. 12. 19, 全文、全図 & US 5763855 A & EP 712346 A1 & WO 1995/033594 A1 & DE 712346 T1 & CN 1129416 A	1 - 9
Y	JP 2004-14886 A (株式会社メガオプト) 2004. 01. 15, 全文、全図 (特 に、請求項 1, 6-8, 図 6, 7 (ファミリーなし)	2, 5, 8
A	JP 6-106019 A (旭硝子株式会社) 1994. 04. 19, 要約欄、特許請求の 範囲、[0007], [0014] (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6, 7, 9
A	JP 2004-188361 A (核融合科学研究所長) 2004. 07. 08, 特許請求の 範囲、[0007] (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6, 7, 9