(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9月17日(17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/184582 A1

(51) 国際特許分類:
*B23K 26/00* (2014.01) *B23K 26/364* (2014.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/010383

(22) 国際出願日： 2020年3月10日(10.03.2020)

(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 2019-045503 2019年3月13日(13.03.2019) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

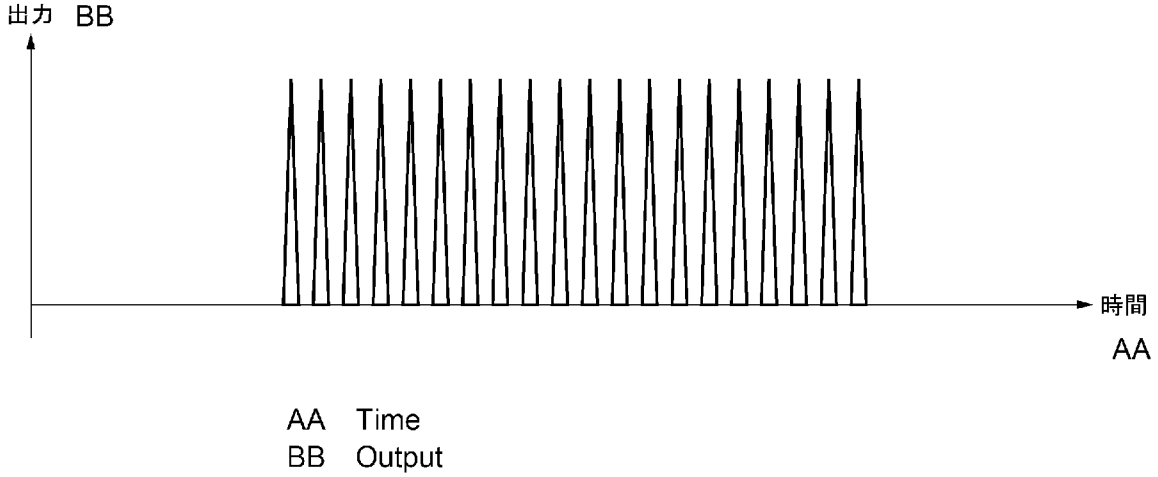
(72) 発明者: 石津 雄一(**ISHIZU, Yuichi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 大上 洋司(**OUE, Hiroshi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 福井 浩(**FUKUI, Hiroshi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(**INABA, Yoshiyuki** et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 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, 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,

(54) **Title:** BREAK INITIATION PART FORMING METHOD FOR METAL COMPONENT

(54) 発明の名称： 金属製部品の破断開始部形成方法




(57) **Abstract:** Provided is a method for forming a break initiation part of a metal component with a simple structure. A break initiation part forming method for a metal component according to an aspect of the present invention is for forming a break initiation part in the inner peripheral surface of a prescribed through-hole of the metal component, the method including a step for forming multiple recesses spaced apart by a prescribed distance by applying a laser beam at a fixed pulse along a path, on the through-hole inner peripheral surface, connecting one opening to the other opening of the through-hole and by moving the laser beam irradiation position along the path.

WO 2020/184582 A1

［続葉有］

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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))

(57) 要約: 簡易な構成で金属製部品の破断開始部を形成する方法を提供する。本発明の一側面に係る金属製部品の破断開始部形成方法は、所定の貫通孔を有する金属製部品の当該貫通孔内周面に破断開始部を形成する金属製部品の破断開始部形成方法であって、貫通孔の一方の開口部から他方の開口部までを結ぶ貫通孔内周面上の経路に沿って、レーザ光を一定のパルスで照射しながらレーザ光の照射位置を経路に沿って移動させることで、所定距離離間した多数の凹み部を形成するステップを含む。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 金属製部品の破断開始部形成方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、例えば自動車のコネクティングロッド（以下、単に「コンロッド」とする）などの金属製部品の破断開始部を形成する金属製部品の破断開始部形成方法に関する。

## 背景技術

[0002] 金属製部品を引張り破断して半割りされた部品を再び組み合せた一対の製品として使用する場合がある。このような部品の一例として自動車用部品として知られるコネクティングロッド（以下、単に「コンロッド」とする）があげられる。

[0003] 例えば特許文献１には、金属製部品の破断開始部に対応する部分に溝部をブローチ加工によって形成するステップと、溝部の底の部分に複数の凹み部を互いに所定間隔隔てて形成するステップとを有する金属製部品の破断開始部形成方法が開示されている。

[0004] 例えば特許文献２には、焦点を貫通孔内周面から一定量だけデフォーカスして貫通孔内周面に照射すると同時に、アシストガスをレーザ光照射位置に供給することで凹み部を形成し、レーザ光を一定のパルスで貫通孔内周面に照射しながらレーザ光を貫通孔内周面の一側開口部から他側開口部まで所定の速度で直線的に移動させる金属製部品の破断開始部形成方法が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第５３４０８２２号公報

特許文献2：特許第４２９７３４１号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献１に記載の方法では、レーザ加工の前にブローチ等の機械（刃物）加工が必要となる。また、特許文献２に記載の方法では、加工中に除去物を吹き飛ばすためのアシストガスが必要となる。

[0007] 本発明は、一側面では、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易な構成で金属製部品の破断開始部を形成する方法を提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

[0009] すなわち、本発明の一側面に係る金属製部品の破断開始部形成方法は、所定の貫通孔を有する金属製部品の当該貫通孔内周面に破断開始部を形成する金属製部品の破断開始部形成方法であって、貫通孔の一方の開口部から他方の開口部までを結ぶ貫通孔内周面上の経路に沿って、レーザ光を一定のパルスで照射しながらレーザ光の照射位置を経路に沿って移動させることで、所定距離離間した多数の凹み部を形成するステップを含む。

[0010] 上記構成では、個々のレーザパルスによって金属が液化し且つヒュームが生じても、レーザ光の出力が低い期間において、液化した金属は凝固しヒュームは拡散する。そのため、レーザパルスが、液化した金属やヒュームに遮られることなく、金属製部品に到達することができる。よって、十分な深さを有し且つ周辺に盛り上がり部が形成されない凹み部から成る破断開始部が形成される。

[0011] 上記一側面に係る金属製部品の破断開始部形成方法において、多数の凹み部を形成するステップは、経路の第１箇所にレーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより一の凹み部を形成した後、経路の第２箇所にレーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより他の凹み部を形成することを含んでもよい。当該構成によれば、加工幅を数値設定するだけで調節できるため多品種生産への対応が容易となる。

[0012] 上記一側面に係る金属製部品の破断開始部形成方法において、多数の凹み部を形成するステップは、レーザ光を一定のパルスで照射しながらレーザ光

の照射位置を経路に含まれる所定の範囲内で走査させることを含んでもよい。当該構成によれば、レーザパルスの焦点位置の調節の時間が短縮できる。

[0013] 上記一側面に係る金属製部品の破断開始部形成方法において、レーザ光は、金属に印字するためのレーザマーカによって供給されてもよい。当該構成によれば、レーザマーカという簡易なレーザ光供給源によって、金属製部品に破断開始部を形成することが可能となる。

## 発明の効果

[0014] 本発明によれば、簡易な構成で金属製部品の破断開始部を形成する方法を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]図１は、本実施の形態に係る破断開始部形成装置１の構成の一例を模式的に例示する。

[図2]図２は、コンロッド粗材の破断開始部をコンロッド粗材の貫通孔の一部を削除して示した斜視図の一例を模式的に例示する。

[図3]図３は、図２に示す破断位置におけるコンロッド粗材の断面図の一例を模式的に例示する。

[図4]図４は、本実施の形態に係る破断開始部形成方法におけるレーザパルスの波形図の一例を模式的に例示する。

[図5]図５は、本実施の形態に係るレーザパルスによって形成された凹み部５００の断面図の一例を模式的に例示する。

[図6]図６は、本実施の形態に係るレーザ光照射装置５０の機能構成の一例を模式的に例示する。

[図7]図７は、比較例のレーザ光の波形図の一例を模式的に例示する。

[図8]図８は、比較例のレーザ光によって形成された凹み部４００の断面図の一例を模式的に例示する，

[図9]図９は、所定条件下におけるレーザパルスの周波数と凹み部の加工深さとの関係を示したグラフの一例を模式的に例示する。

## 発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。ただし、以下で説明する本実施形態は、あらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。つまり、本発明の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。なお、本実施形態において登場するデータを自然言語により説明しているが、より具体的には、コンピュータが認識可能な疑似言語、コマンド、パラメータ、マシン語等で指定される。

[0017] §１ 適用例

まず、図１を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。図１は、本実施の形態に係る破断開始部形成装置１の構成の一例を模式的に例示する。破断開始部形成装置１は、一部に貫通孔を有し、引張り応力をかけて特定の破断部から２分割して半割り部をつくり、当該半割り部の破断面を再び当接させて使用するような金属製部品に、破断開始部を形成するための装置である。本実施の形態に係る破断開始部形成装置１は、例えば、レーザ光照射装置５０を有する。レーザ光照射装置５０は、本発明の「レーザ光を一定のパルスで照射」する機能を有する装置の一例である。また、レーザ光照射装置５０は、本発明の「金属に印字するためのレーザマーカ」の一例であってもよい。本実施の形態に係る金属製部品の破断開始部形成方法では、例えばレーザ光照射装置５０が発するパルス状のレーザ光を所定の破断開始部形成位置に照射することにより、金属製部品に破断開始部を形成することができる。

[0018] 図２は、コンロッドの原材料であるコンロッド粗材の破断開始部を、コンロッド粗材の貫通孔の一部を削除して示した斜視図の一例を模式的に例示する。ここで、コンロッドは、本発明の「金属製部品」の一例である。「金属製部品」は、コンロッドに限らず、一部に貫通孔を有し、引張り応力をかけて特定の破断部から２分割して半割り部をつくり、当該半割り部の破断面を再び当接させて使用する部品であれば、例えばベアリングや半割りスペーサ

等であってもよい。図２の例では、コンロッド粗材の貫通孔の内周面の半径方向一側において一端開口部から他端開口部にわたる位置（破断開始部形成位置）に破断開始部が形成される。すなわち、破断開始部形成位置において、多数の凹み部が破断開始部として互いに一定距離離間して形成される。

[0019] 図３は、破断位置におけるコンロッド粗材の断面図の一例を模式的に例示する。ここで、図３には、本発明の「所定距離離間した多数の凹み部」の一例が示されている。図３の例では、コンロッド粗材の貫通孔の内周面と、レーザパルスの照射方向（凹み部が形成される方向）との角度は約３０度であり、凹み部のピッチＰは約０．１ｍｍであり、凹み部の深さＤは約０．２～０．５ｍｍである。

[0020] 図４は、本実施の形態に係る破断開始部形成方法におけるレーザパルスの波形図の一例を模式的に例示する。図４の横軸は時間、縦軸は出力を示す。図４に示すレーザパルスは、本発明の「一定のパルス」の一例である。本実施の形態に係る破断開始部形成方法においては、例えば図４に示すような、複数のパルスからなるレーザ光（レーザパルス）を金属製部品に照射することによって破断開始部が形成される。「一定のパルス」の各種パラメータ（レーザパルスの出力、レーザパルスの繰り返し周波数、レーザパルスのパルス幅等）は特に限定されないが、例えば図４に示す例では、レーザパルスの間隔は約１５ｎｓであり、繰り返し周波数は約３０ｋＨｚであり、加工点出力は約１６Ｗである。

[0021] 図５は、本実施の形態に係るレーザパルスによって形成された凹み部５００の一例を模式的に例示する。図５に示す凹み部５００の例では、十分な深さを有し且つ周辺に盛り上がり部が形成されない。これは次のような理由による。すなわち、レーザパルスが照射されると、金属製部品の表面の金属の一部が液化すると共にヒュームが発生する。ここで、本実施の形態に係るレーザパルスでは、個々のレーザパルス間にレーザ光の出力が低い期間（レーザ光の出力が０である期間を含む）が生じる。個々のレーザパルスによって金属が液化し且つヒュームが生じても、当該レーザ光の出力が低い期間にお

いて、液化した金属は凝固し、ヒュームは拡散する。次のレーザパルスは、液化した金属やヒュームに遮られることなく、凹み部５００の底に到達することができる。そのため、十分な深さを有し且つ周辺に盛り上がり部が形成されない凹み部５００が形成される。

[0022] 以上のとおり、本実施の形態に係る破断開始部の形成方法は、比較例の破断開始部の形成方法と比較して、凹み部の加工の精度が高く、エネルギー効率にも優れる。

[0023] §２ 構成例

＜破断開始部形成装置＞

図１に示す例では、破断開始部形成装置１は、細長矩形状の厚板からなるベッド（土台）１０と、ベッド１０の長手方向に移動可能なスライダ２５を備えたＸ軸テーブル装置２０と、ベッド１０の上面に垂直方向に設置されて垂直方向への移動可能なスライダ３５を備えたＹ軸テーブル装置３０と、Ｘ軸テーブル装置２０のスライダ２５に取り付けられたコンロッド粗材支持部４０と、Ｙ軸テーブル装置３０のスライダ３５に取り付けられたレーザ光照射装置５０等を備えている。

[0024] Ｘ軸テーブル装置２０は、箱型のハウジング２１と、ハウジング２１の一端部に取り付けられたサーボモータ２２と、ハウジング２１の上面にハウジング長手方向全体にわたって取り付けられた２本のガイドレール２３ａ，２３ｂと、ガイドレール上を移動可能なスライダ２５と、ハウジング内部に備えられかつサーボモータ２２の回転に応じてスライダ２５をＸ軸方向に移動させるボールねじ（図示せず）等を備えている。

[0025] また、Ｙ軸テーブル装置３０は、側面視台形形状のハウジング３１と、ハウジング３１の上面に取り付けられたサーボモータ３２と、ベッド１０の上面と垂直方向をなしてハウジング３１に互いに平行に取り付けられた２本のガイドレール３３ａ，３３ｂと、ガイドレール上をＹ軸方向に動くスライダ３５と、ハウジング内部に備えられサーボモータ３２の回転に応じてスライダ３５をＹ軸方向に移動させるハウジング３１に内蔵されたボールネジ（図

示せず）とを備えている。

[0026] コンロッド粗材支持部４０は、Ｘ軸テーブル装置２０のスライダ２５に取り付けられたブラッケット部４１と、ブラッケット部４１の上方においてコンロッド粗材の大端部と小端部に対応する間隔で離間して配置されたプレート４２，４３と、コンロッド粗材の小端部を押さえ付ける押さえ部４４と、コンロッド粗材の押さえ部４４をコンロッド粗材小端部に向かって押し付けるエアシリンダ４５と、コンロッド粗材大端部の周囲所定部分を拘束する拘束部（図示せず）とを備えている。なお、コンロッド粗材支持部４０のプレート４２，４３にはコンロッド粗材をベッド１０の上面に対して平行に配置するための一定厚さの座面（スペーサ）４２ａ，４３ａが取り付けられている。

[0027] レーザ光照射装置５０は、レーザ光発信部５１と、レーザ光発信部５１によって励起されたレーザ光を所定の光路を介して誘導するレーザ光誘導部５２と、レーザ光誘導部５２の両端に取り付けられ、互いに一定の角度をなした状態でレーザ光誘導部５２に取り付けられた２つのレーザ光照射部５５，５６とからなる。レーザ光照射部５５，５６はレーザ光誘導部５２の側面に取り付けられ、互いのレーザ光照射部５５，５６が照射するレーザ光が交差するようにレーザ光を照射する先端部５５ａ，５６ａが互いに一定の角度をなして配置されている。

[0028] ＜レーザ光照射装置＞

次に、図６を用いて、本実施の形態に係るレーザ光照射装置５０の機能構成の一例について説明する。図６は、本実施の形態に係るレーザ光照射装置５０の機能構成の一例を模式的に例示する。本実施の形態に係るレーザ光照射装置５０は、金属に印字するためのレーザマーカとしての機能を有していてもよい。すなわち、以下で説明するとおり、本実施の形態に係る金属製部品の破断開始部形成方法によれば、レーザマーカとして用いられる簡易なレーザ光照射装置５０によっても、他の付帯設備等を必要とせずに簡易な構成によって、金属製部品に破断開始部を形成することが可能となる。

[0029] レーザ光照射装置５０は、コントローラ２０１と、マーカーヘッド２０２とを含む。コントローラ２０１と、マーカーヘッド２０２とは、上述したレーザ光発信部５１と、レーザ光誘導部５２と、レーザ光照射部５５、５６等に対応する。

[0030] レーザ光照射装置５０は、典型的には、ＭＯＰＡ（Master Oscillator and Power Amplifier）方式のファイバ増幅器を含む。この実施の形態では、レーザ光照射装置５０は、２段のファイバ増幅器を含む。より具体的には、コントローラ２０１は、光増幅ファイバ２１０と、シード用レーザダイオード（ＬＤ）２０２と、励起用レーザダイオード２０３，２０７と、アイソレータ２０４，２０６と、コンバイナ２０５，２０８と、駆動回路２２１，２２２と、制御部２２０とを含む。

[0031] マーカーヘッド２０２は、光増幅ファイバ２０９と、光カプラ２１６と、アイソレータ２１１と、ビームエキスパンダ２１２と、Ｚ軸走査レンズ２１３と、ガルバノスキャナ２１４，２１５とを含む。なお、以下の説明においては、レーザダイオードを単に「ＬＤ」と表記することもある。

[0032] 光増幅ファイバ２１０、シード用ＬＤ２０２、および励起用ＬＤ２０３は、ＭＯＰＡ方式のファイバ増幅器の基本的な構成要素である。光増幅ファイバ２１０は、光増幅成分である希土類元素が添加されたコア、およびそのコアの周囲に設けられるクラッドを含む。光増幅ファイバ２０９は、光増幅ファイバ２１０と同じく、光増幅成分である希土類元素が添加されたコア、およびそのコアの周囲に設けられるクラッドを含む。

[0033] 光増幅ファイバ２１０，２０９のコアに添加される希土類元素の種類は、特に限定されないが、例えば、Ｙｂ（イッテルビウム）、Ｅｒ（エルビウム）、Ｎｄ（ネオジム）などを用いることができる。本実施の形態においては、希土類元素としてＹｂが添加された光増幅ファイバを用いる場合について例示する。光増幅ファイバ２１０，２０９は、例えば、コアの周囲に一層のクラッドが設けられたシングルクラッドファイバでもよいし、コアの周囲に二層のクラッドが設けられたダブルクラッドファイバでもよい。

[0034] 光増幅ファイバ２１０は、シード用ＬＤ２０２からのシード光を励起用ＬＤ２０３からの励起光によって増幅する。すなわち、ＭＯＰＡ方式のファイバ増幅器では、励起用ＬＤ２０３からの励起光およびシード用ＬＤ２０２からのパルス状のシード光が、光増幅ファイバ２１０へ与えられる。光増幅ファイバ２１０に入射した励起光は、コアに含まれる希土類元素の原子に吸収され、原子の励起を生じる。原子の励起が生じた状態で、シード光が光増幅ファイバ２１０のコアを伝搬すると、シード光により励起された原子が誘導放出を生じるため、シード光が増幅される。このように、光増幅ファイバ２１０は、励起光を用いてシード光を増幅することになる。

[0035] シード用ＬＤ２０２は、レーザ光源であり、シード光を発生するシード光源である。シード光の波長は、例えば、１０００～１１００ｎｍの範囲から選択される。駆動回路２１は、制御部２２０からの指令に従って、シード用ＬＤ２０２にパルス状の電流を繰り返して印加することにより、シード用ＬＤ２０２をパルス駆動する。すなわち、シード用ＬＤ２０２はパルス状のシード光を出射する。

[0036] シード用ＬＤ２０２から出射されるシード光は、アイソレータ２０４を通過した後に、光増幅ファイバ２１０へ入射する。アイソレータ２０４は、光を一方向のみに通過させ、それとは逆方向に入射する光を遮断する機能を有する。アイソレータ２０４は、シード用ＬＤ２０２からのシード光を通過させるとともに、光増幅ファイバ２１０からの戻り光を遮断する。これによって、光増幅ファイバ２１０からの戻り光がシード用ＬＤ２０２に入射するのを防止することができる。これは、光増幅ファイバ２１０からの戻り光がシード用ＬＤ２０２に入射した場合には、シード用ＬＤ２０２が損傷するおそれがあるからである。

[0037] 励起用ＬＤ２０３は、レーザ光源であり、光増幅ファイバ２１０のコアに添加された希土類元素の原子を励起するための励起光を発生する励起光源である。希土類元素としてＹｂを添加した場合、励起光の波長は、例えば９１５±１０ｎｍに設定される。励起用ＬＤ２０３は、駆動回路２２２によって

駆動される。

[0038] シード用ＬＤ２０２からのシード光と励起用ＬＤ２０３からの励起光とは、コンバイナ２０５により結合されて光増幅ファイバ２１０に入射する。光増幅ファイバ２１０がシングルクラッドファイバである場合には、シード光および励起光はいずれもコアに入射する。これに対し、光増幅ファイバ２１０がダブルクラッドファイバである場合には、シード光はコアに入射し、励起光は第１クラッドに入射する。ダブルクラッドファイバの第１クラッドは励起光の導波路として機能する。第１クラッドに入射した励起光が第１クラッドを伝搬する過程で、コアを通過するモードによりコア中の希土類元素が励起される。

[0039] 光増幅ファイバ２１０で増幅されたレーザ光は、アイソレータ２０６を通り、コンバイナ２０８において、励起用ＬＤ２０７からの励起光と結合される。励起用ＬＤ２０７は、光増幅ファイバ２０９のコアに添加された希土類元素の原子を励起するための励起光を発生する。励起用ＬＤ２０７は、駆動回路２２２によって駆動される。

[0040] 光増幅ファイバ２０９は、光カプラ２１６によって、コントローラ２０１からのファイバに光学的に結合される。光増幅ファイバ２１０によって増幅されたレーザ光は、光増幅ファイバ２０９の内部において、励起用ＬＤ２０７からの励起光によってさらに増幅される。

[0041] 光増幅ファイバ２０９から出射されたレーザ光は、アイソレータ２１１を通過する。アイソレータ２１１は、光増幅ファイバ２０９で増幅され、かつ光増幅ファイバ２０９から出射されたレーザ光を通過させるとともに、光増幅ファイバ２０９に戻るレーザ光を遮断する。

[0042] アイソレータ２１１を通過したレーザ光は、ビームエキスパンダ２１２によって、そのビーム径が拡大される。Ｚ軸走査レンズ２１３は、レーザ光をＺ軸方向（すなわち上下方向）に走査する。ガルバノスキャナ２１４，２１５は、レーザ光を、Ｘ軸方向およびＹ軸方向にそれぞれ走査する。これにより、レーザ光がコンロッド粗材等の加工対象物２５０の表面において、二次

元方向に走査される。なお、図示しないが、レーザ光を集光するためのｆθレンズ等の他の光学部品がマーカーヘッド２０２に含まれてもよい。

[0043] 加工対象物２５０の表面上でレーザ光、すなわち光増幅装置からのレーザパルスを二次元方向に走査することにより、樹脂、金属等を素材とする加工対象物２５０の表面に加工が施される。

[0044] 本実施の形態では、光増幅装置は、１段目の増幅（コントローラ２０１における光増幅）において励起光を増大するように構成される。しかしながら、マーカーヘッド２０２が光増幅を行うことは、必ずしも必須ではない。すなわちマーカーヘッド２０２から光増幅ファイバ２０９が省略されてもよい。

[0045] 制御部２２０は、主として、シード用ＬＤ２０２（シード光源）および励起用ＬＤ２０３（励起光源）による光の発生を制御する。より具体的には、制御部２２０は、上位装置３００から、レーザ光の走査のために必要な指令を受信する。さらに、制御部２２０は、設定装置３０１を介して、ユーザからの設定を受付ける。制御部２２０は、設定装置３０１からのユーザ操作に従って、駆動回路２２１，２２２を制御するとともに、ガルバノスキャナ２１４，２１５等を制御する。

[0046] 制御部２２０は、制御指令を与える構成であれば、どのようなハードウェア用いてもよい。例えば、所定のプログラムを実行するコンピュータを用いて、制御部２２０を実装してもよい。設定装置３０１としては、例えば、パーソナルコンピュータを使用することができる。パーソナルコンピュータは、入力部として、マウス、キーボード、タッチパネル等を備えることができる。

[0047] シード用ＬＤ２０２、励起用ＬＤ２０３，７、アイソレータ２０４，６，１１などの光学素子の特性は、温度に依存して変化し得る。そのため、これらの光学素子の温度を一定に保つための温度コントローラをレーザ光照射装置５０に設けることがより好ましい。

[0048] 本実施の形態に係るレーザ光照射装置５０に対して、ユーザは、加工条件

としての各種パラメータを互いに独立に設定することができる。当該パラメータは、限定ではなく例として、レーザパルスの形状、レーザパルスの出力、レーザパルスの繰り返し周波数、レーザパルスのパルス幅、１つの凹み部におけるレーザパルス照射時間、各種パラメータの補正値（Ｘ補正値、Ｙ補正値、Ｚ補正値、θＸ補正値、θＹ補正値、θＺ補正値等）等を含んでもよい。

[0049] §３　金属製部品の破断開始部形成方法の一例

次に、本実施の形態に係る金属製部品の破断開始部形成方法について説明する。以下では、上述した破断開始部形成装置１を用いた場合を例として、金属製部品の破断開始部形成方法について説明する。

[0050] （Ｓ１）コンロッド粗材の設置

まず、破断開始部形成装置１のＸ軸テーブル装置２０のスライダ２５をガイドレール２３ａ，２３ｂの一側端部に位置させることによって、破断開始部を形成しようとするコンロッド粗材をコンロッド粗材支持部４０の所定の取り付け部に取り付ける。そして、Ｘ軸テーブル装置２０を駆動させてコンロッド粗材支持部４０をレーザ光照射部５５，５６の下方近傍に移動させる。

[0051] （Ｓ２）加工面中心とレーザ光焦点の高さ合わせ

次に、レーザ光照射部５５，５６の一方の照射部をコンロッド粗材の貫通孔の内周面の一方の対向する部分の半径方向一側に位置させる。このとき、コンロッド粗材の貫通孔の内周面に、レーザ光照射部５５、５６のレーザ光の焦点が一致するように調整する。

[0052] （Ｓ３）加工条件の設定

次に、設定装置３０１を操作することにより各種の加工条件を設定する。加工条件は、例えば上述したとおり、レーザパルスの形状、レーザパルスの出力、レーザパルスの繰り返し周波数、レーザパルスのパルス幅、１つの凹み部におけるレーザパルス照射時間、各種パラメータの補正値（Ｘ補正値、Ｙ補正値、Ｚ補正値、θＸ補正値、θＹ補正値、θＺ補正値等）等を含んで

もよい。

[0053] （Ｓ４）破断開始部の形成

次に、レーザ光発信部５１を発信させることによって上述のとおり設定した所定のパルスで、レーザ光照射部（例えば、レーザ光照射部５５）によってレーザ光をコンロッド粗材の貫通孔の内周面に照射する。このとき例えば、一の凹み部に対して規定回数のレーザパルスを照射した後、次の凹み部に対するレーザパルスの照射に移行することにより、順次凹み部を形成してもよい。より具体的には、一の凹み部形成位置に対する規定回数（本例では、例えば９００回）のレーザパルスの照射が終了すると、隣接する凹み部形成位置にレーザ光照射部の焦点位置が位置するようにコンロッド粗材及びレーザ光照射部の位置が調整された上で、当該隣接する凹み部形成位置に対する規定回数のレーザパルスの照射が実行される。このようにして、コンロッド粗材の貫通孔の内周面の半径方向一側において、一端開口部から他端開口部にわたる破断開始部形成位置（例えば、図２等）に多数の凹み部（例えば、図３等）が破断開始部として互いに一定距離離間して形成される。

[0054] §４ 効果

次に、図７、及び図８を用いて、本実施の形態に係る破断開始部形成方法の効果について説明する。

[0055] 図７は、比較例のレーザ光の波形図の一例を模式的に例示する。図７の横軸は時間、縦軸は出力を示す。図７の例では、比較例のレーザ光の波形図は、本実施の形態に係るレーザパルスのように増加と減少とを繰り返さず、出力が０からピーク値まで所定期間をかけて上昇し、その後、所定期間をかけてピーク値から０まで下降する。

[0056] 図８は、比較例のレーザ光によって形成された凹み部４００の断面図の一例を模式的に例示し，図８は、本実施の形態に係るレーザパルスによって形成された凹み部４００の断面図の一例を模式的に例示する。

[0057] 図８の例では、比較例のレーザ光によって形成された凹み部４００は、十分な深さ４００Ｄを有さず且つ周辺に盛り上がり部４０１が形成される。こ

れは次のような理由による。すなわち、レーザ光が照射されると、金属製部品の表面の金属の一部が液化すると共にヒュームが発生する。ここで、上述したとおり、比較例のレーザ光はパルス状ではない連続的な変化を示す。そのため、金属製部品の表面の金属が液化し且つヒュームが発生した後で更に当該金属製部品に照射されるレーザ光の一部は、ヒューム又は液化した金属に遮られることにより、当該金属製部品の固体状の部分に到達することができない。そのため、レーザ光のエネルギーが金属製部品に十分に与えられず、凹み部４００は十分な深さを有しない。更に、液化した金属はレーザ光が照射されることにより凹み部４００の周辺に押しのけられる。そのため、液化し押しのけられた金属は凹み部４００の周辺に押し出され、やがて冷却されて凝固し、盛り上がり部４０１が形成される。

[0058] これに対して、図４に示す例を用いて上述したとおり、本実施の形態に係るレーザパルスによって形成された凹み部５００は、個々のレーザパルス間の期間において液化した金属が凝固し且つヒュームが拡散するため、十分な深さを有し且つ周辺に盛り上がり部が形成されない。

[0059] 以上のとおり、本実施の形態に係る破断開始部の形成方法は、比較例の破断開始部の形成方法と比較して、凹み部の加工の精度が高く、エネルギー効率にも優れる。

[0060] 図９は、所定条件下におけるレーザパルスの周波数と凹み部の加工深さとの関係を示したグラフの一例を模式的に例示する。当該所定条件では、レーザパワーが８０％、凹み部のピッチは０．１ｍｍ、凹み部に照射するレーザパルスの数は９００である。

[0061] 図９に示すグラフにおいて、周波数が０～約３０ｋＨｚの範囲では周波数が大きくなるほど加工深さは大きくなり、周波数が約３０ｋＨｚの場合の加工深さは約０．５ｍｍである。更に、周波数が約３０～約５０ｋＨｚの範囲では、周波数が大きくなるほど加工深さは小さくなり、周波数が約５０ｋＨｚの場合の加工深さは約０．１ｍｍである。更に、周波数が約５０ｋＨｚ以上の範囲では、周波数が大きくなるほど加工深さは緩やかに小さくなる。

[0062] 図９に示すグラフが上述したような態様を示す理由は、以下のように説明することができる。すなわち、レーザパルスが金属製部品に照射されると、金属製部品にはレーザパルスのエネルギーが与えられる。これによりヒュームが発生すると共に、金属は温められ、そのうち一部は融点に達して液化する。ここで、周波数が高い領域では、以前のレーザパルスによって生じたヒュームや液化した金属の残存量が多くなり、これらによって凹み部の底に到達することが妨げられるレーザパルスの割合が増加する。その結果、周波数が高い領域では、周波数の増加に伴って加工深さが小さくなる。一方、周波数が低い領域では、金属が冷却される時間が相対的に長くなる。そのため、例えば融点未満ではあるが融点付近にまで温められた金属も、レーザパルス間の期間において十分に冷却されてしまい、レーザパルスを繰り返し照射されても融点に達しない場合が増加する。その結果、周波数が低い領域では、周波数の減少に伴って加工深さが小さくなる。

[0063] 図９の例では、上述した条件下において加工深さを大きくするためには、周波数は、１０～５０ｋＨｚの範囲が好ましく、１０～４０ｋＨｚの範囲がより好ましく、２０～３５ｋＨｚの範囲がより好ましい。

[0064] §５ 変形例

上述した実施の形態では、凹み部を順次に形成するようにレーザパルスの照射を移動させるものとした。すなわち、コンロッド粗材の破断開始部形成位置において、一の箇所に所定の規定回数だけレーザパルスを照射することにより凹み部を形成した後、他の箇所にレーザパルスの照射位置を移動させて、当該他の箇所に所定の規定回数だけレーザパルスを照射することにより凹み部を形成するものとした。しかしながら、これに限らず、例えば、コンロッド粗材の破断開始部形成位置内でレーザパルスの照射位置を走査させることにより、多数の凹み部を形成してもよい。これにより、加工幅を数値設定するだけで調節できるため多品種生産への対応が容易となる。或いは、コンロッド粗材の破断開始部形成位置を複数の区間に区切った上で、当該区間内でレーザパルスの照射位置を走査させることを区間毎に行うことにより、

区間毎に凹み部を順次に形成してもよい。これにより、レーザパルスの焦点位置の調節の時間が短縮できる。

[0065] 以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。

[0066] ［付記１］

所定の貫通孔を有する金属製部品の当該貫通孔内周面に破断開始部を形成する金属製部品の破断開始部形成方法であって、 貫通孔の一方の開口部から他方の開口部までを結ぶ貫通孔内周面上の経路に沿って、レーザ光を一定のパルスで照射しながらレーザ光の照射位置を経路に沿って移動させることで、所定距離離間した多数の凹み部（５００）を形成するステップＳ４を含む、金属製部品の破断開始部形成方法。

［付記２］ 多数の凹み部（５００）を形成するステップ（Ｓ４）は、経路の第１箇所にレーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより一の凹み部（５００）を形成した後、経路の第２箇所にレーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより他の凹み部を形成することを含む、付記１に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

［付記３］ 多数の凹み部（５００）を形成するステップ（Ｓ４）は、レーザ光を一定のパルスで照射しながらレーザ光の照射位置を経路に含まれる所定の範囲内で走査させることを含む、付記１に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

［付記４］ レーザ光は、金属に印字するためのレーザマーカ（５０）によって供給される、付記１から３のいずれか一項に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

## 符号の説明

[0067] １…破断開始部形成装置１０…ベッド２０ …Ｘ軸テーブル装置２１ …ハ

ウジング２２…サーボモータ２３ａ，２３ｂ…ガイドレール２５…スライダ３０　…Ｙ軸テーブル装置３１　…ハウジング３２　…サーボモータ３３ａ，３３ｂ…ガイドレール３５　…スライダ４０　…コンロッド粗材支持部４１…ブラッケット部４２，４３…プレート４２ａ，４３ａ…座面（スペーサ）４４…押さえ部４５　…エアシリンダ５０　…レーザ光照射装置５１　…レーザ光発信部５２　…レーザ光誘導部５５、５６　…レーザ光照射部５５ａ，５６ａ…　先端部２０１　…コントローラ２０２…マーカーヘッド２０３，２０７　…励起用レーザダイオード２０４，２０６、２１１…アイソレータ２０５，２０８…コンバイナ２０９、２１０…光増幅ファイバ２１６…光カプラ２１２…ビームエキスパンダ２１３　…Ｚ軸走査レンズ２１４，２１５…　ガルバノスキャナ２２０　…制御部２２１，２２２…　駆動回路２５０…加工対象物３００　…上位装置３０１　…　設定装置４００　…凹み部４０１…盛り上がり部５００　…凹み部

# 請求の範囲

[請求項1] 所定の貫通孔を有する金属製部品の当該貫通孔内周面に破断開始部を形成する金属製部品の破断開始部形成方法であって、

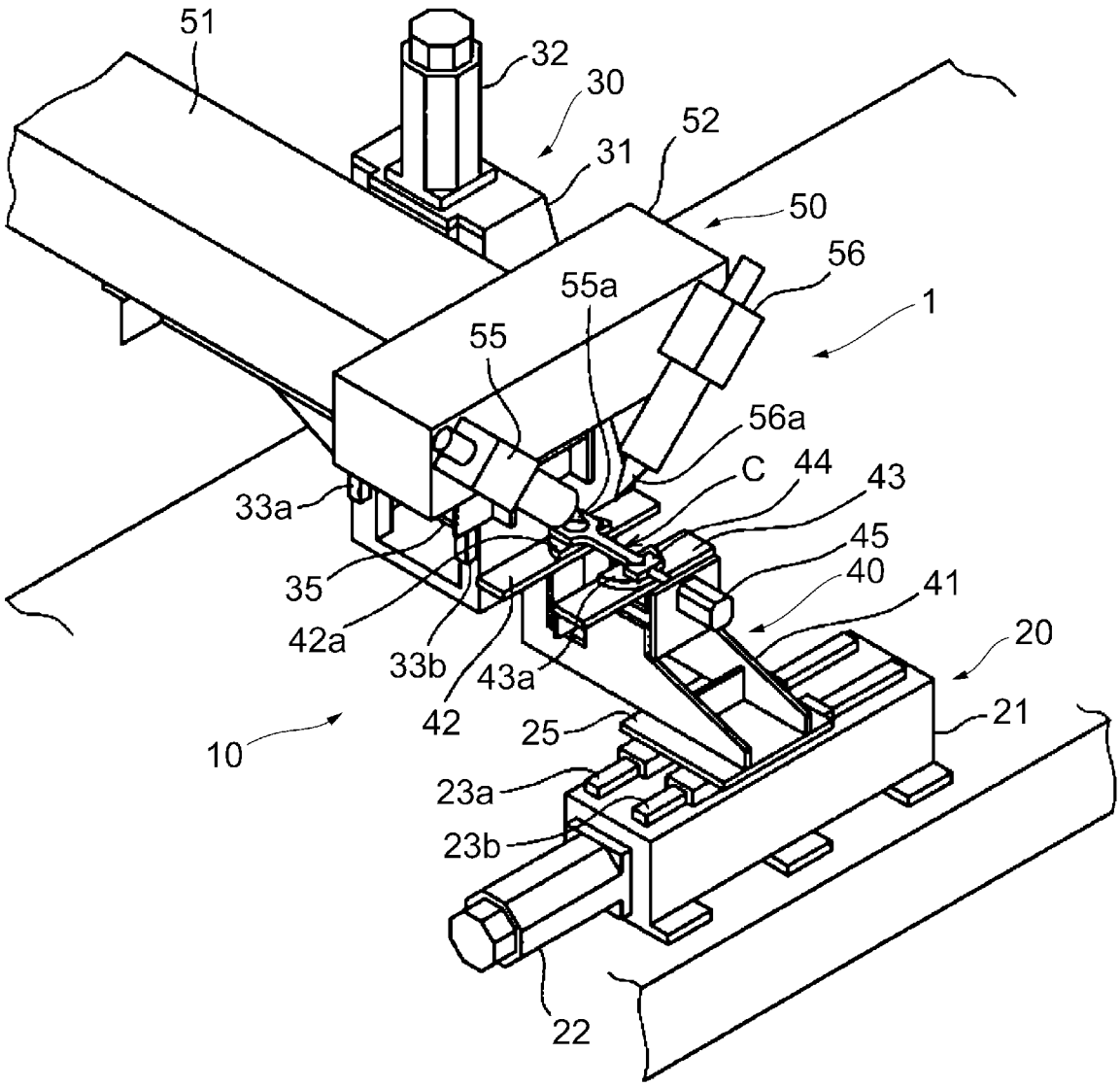
前記貫通孔の一方の開口部から他方の開口部までを結ぶ前記貫通孔内周面上の経路に沿って、レーザ光を一定のパルスで照射しながら前記レーザ光の照射位置を前記経路に沿って移動させることで、所定距離離間した多数の凹み部を形成するステップを含む、金属製部品の破断開始部形成方法。

[請求項2] 前記多数の凹み部を形成するステップは、前記経路の第１箇所に前記レーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより一の前記凹み部を形成した後、前記経路の第２箇所に前記レーザ光を一定のパルスで所定回数だけ照射することにより他の前記凹み部を形成することを含む、請求項１に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

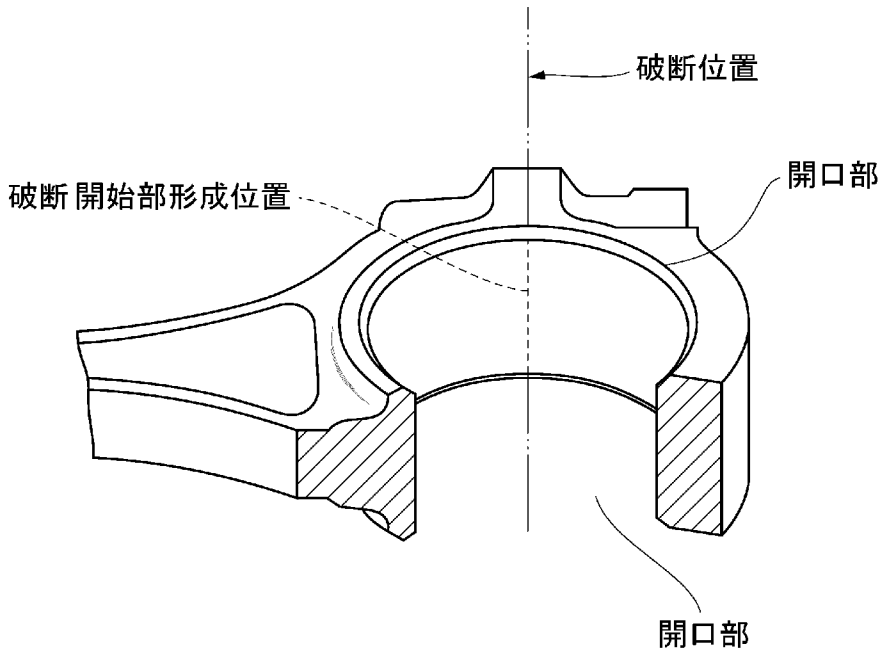
[請求項3] 前記多数の凹み部を形成するステップは、前記レーザ光を一定のパルスで照射しながら前記レーザ光の照射位置を前記経路に含まれる所定の範囲内で走査させることを含む、請求項１に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

[請求項4] 前記レーザ光は、金属に印字するためのレーザマーカによって供給される、請求項１から３のいずれか一項に記載の金属製部品の破断開始部形成方法。

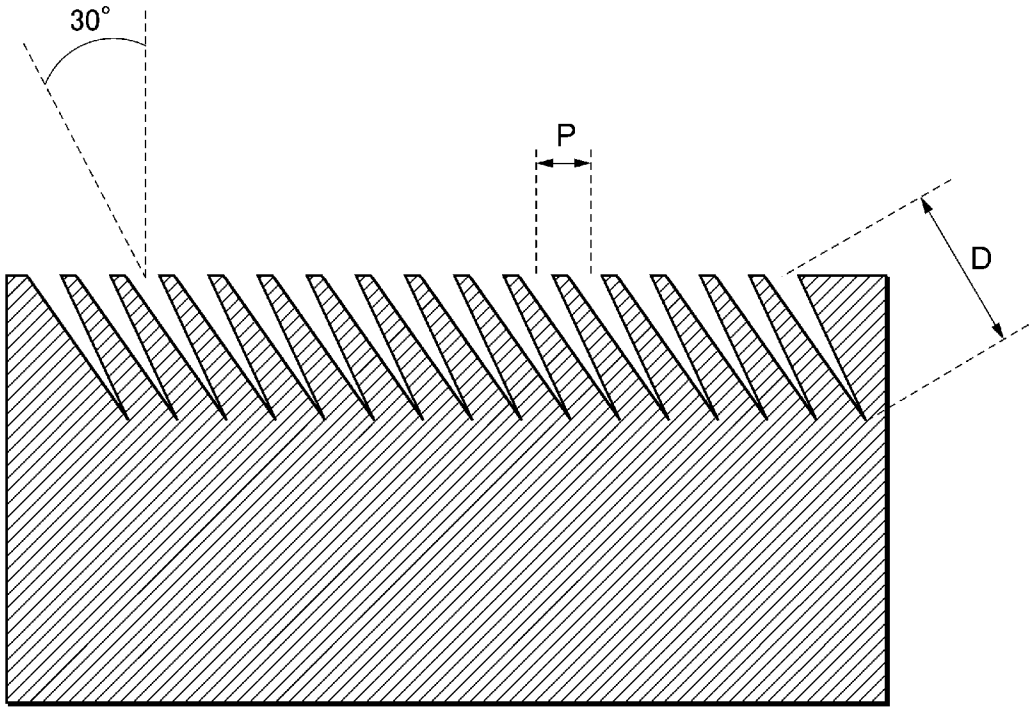
[図1]


51
32
30
31
52
50
56
55a
1
55
56a
C
44
43
33a
45
35
40
41
42a
33b
43a
20
42
25
21
10
23a
23b
22

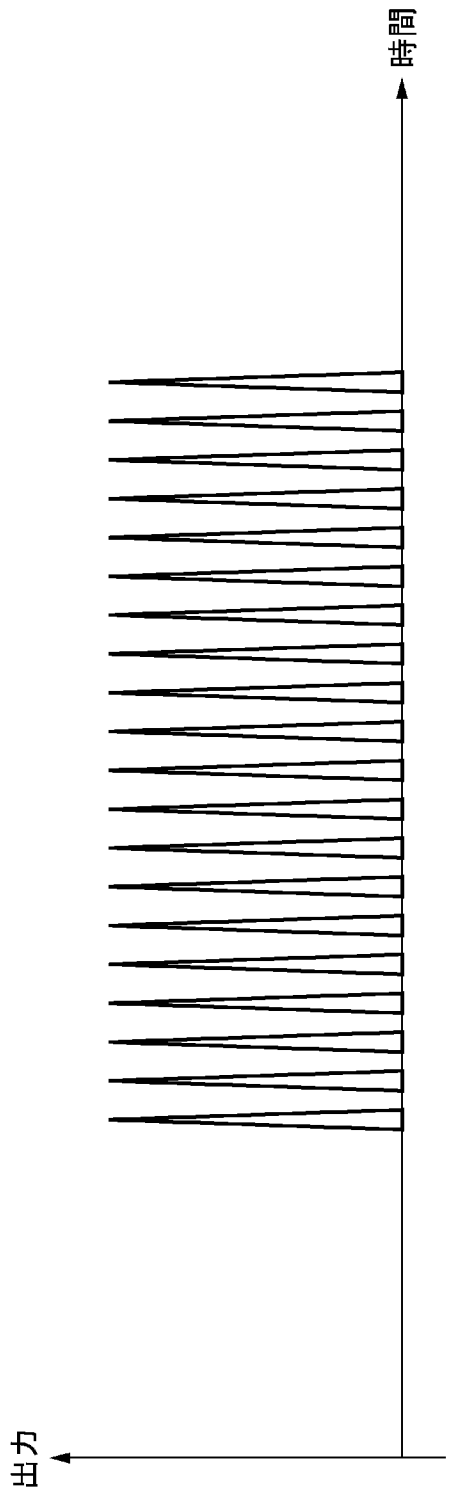
[図2]



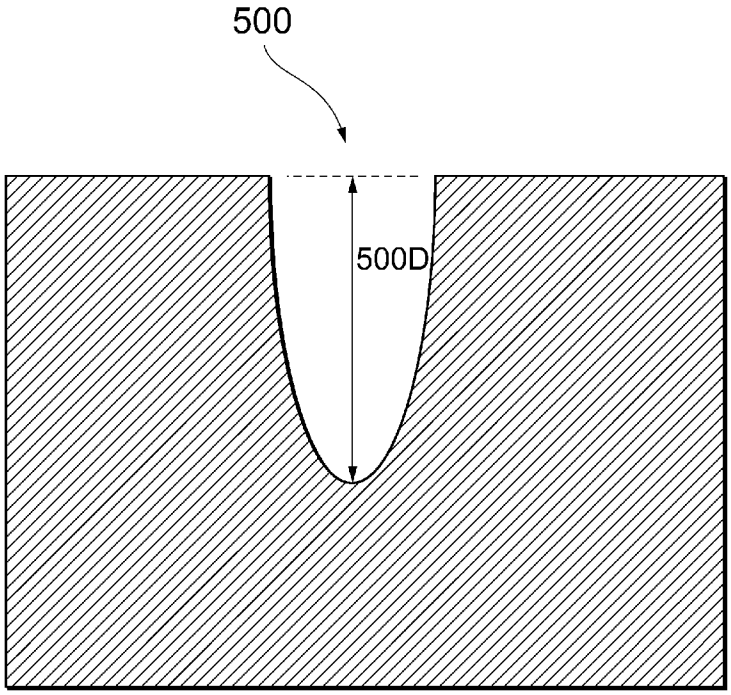
[図3]



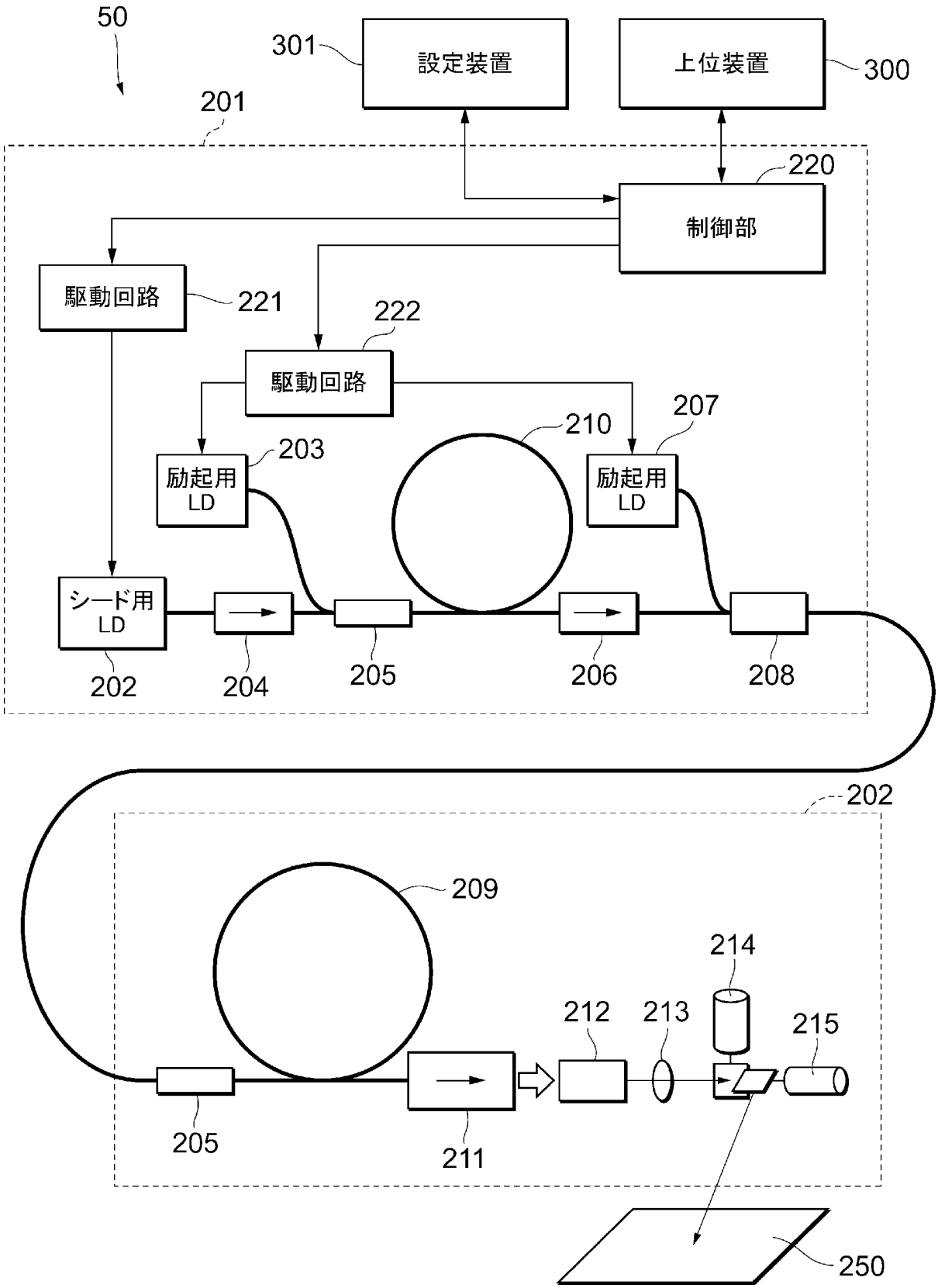
[図4]



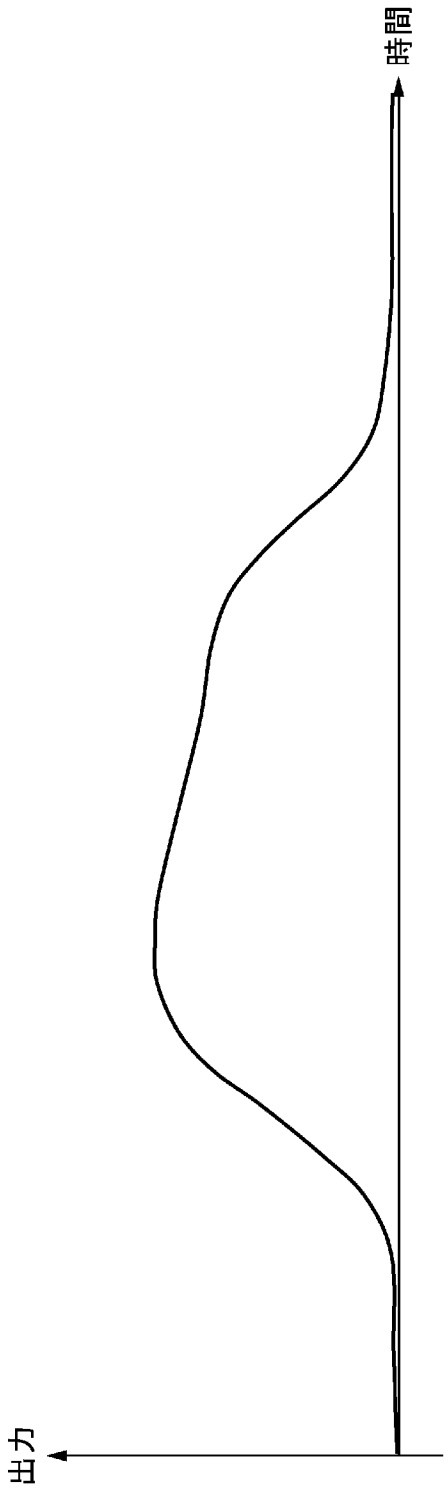
[図5]



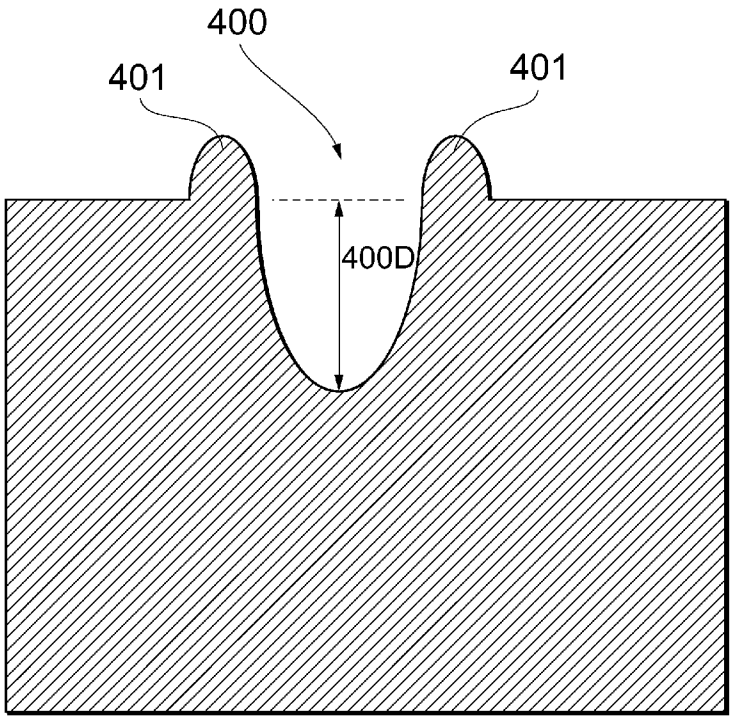
[図6]


50
301
設定装置
上位装置
300
201
220
制御部
駆動回路
221
222
駆動回路
210
207
203
励起用
LD
励起用
LD
シード用
LD
202
204
205
206
208
202
209
214
212
213
215
205
211
250

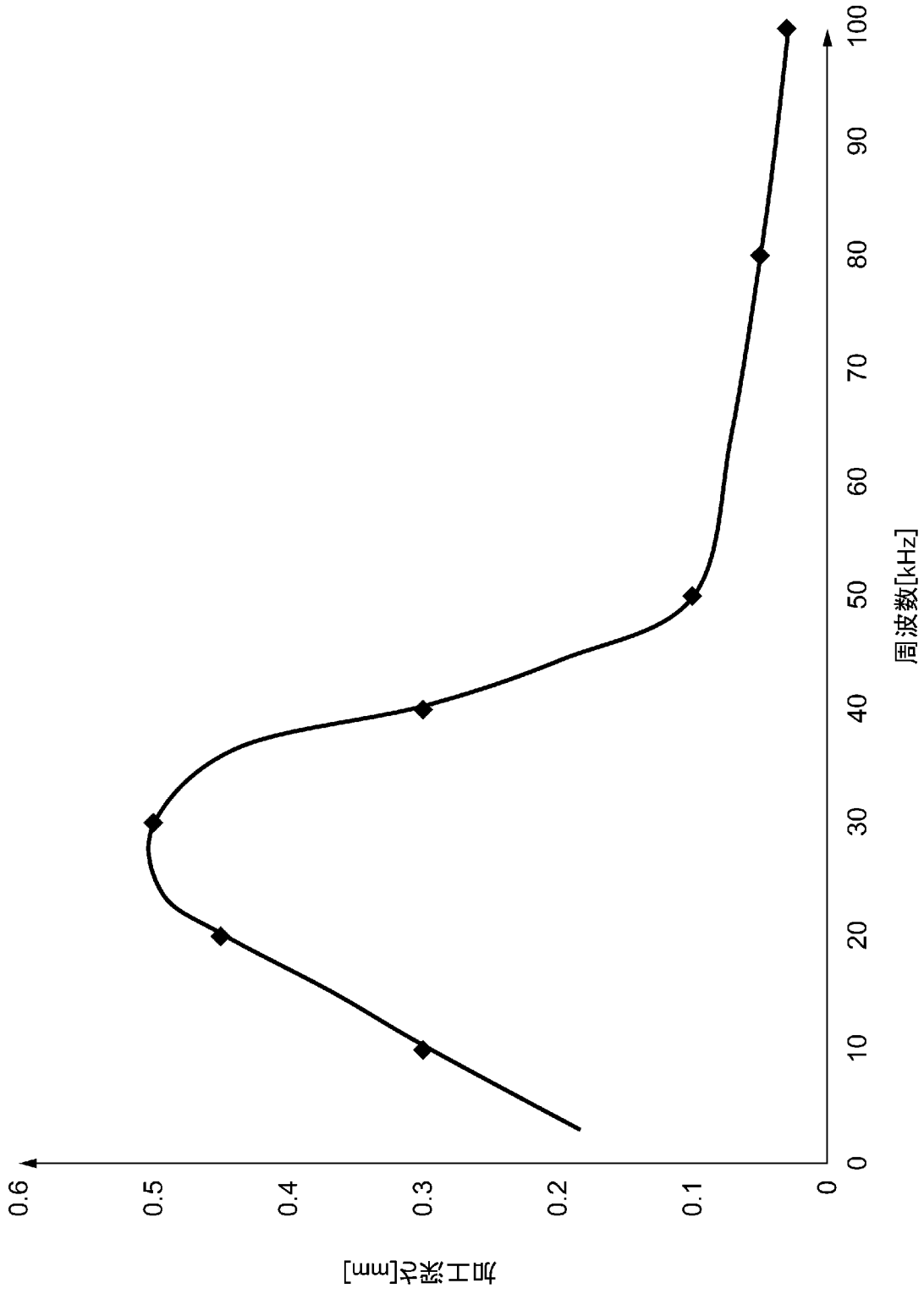
[図7]



[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/010383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/364(2014.01)i
FI: B23K26/364; B23K26/00 B
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)
B23K26/00; B23K26/364

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 | 1971-2020 |
| Registered utility model specifications of Japan | 1996-2020 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2020 |

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<br>Y | JP 4297341 B2 (YASUNAGA CORPORATION) 15.07.2009 (2009-07-15) paragraphs [0036]-[0038], fig. 3, 5 | 1-3<br>1-4 |
| X<br>Y | JP 2000-502149 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT) 22.02.2000 (2000-02-22) page 8, lines 6-12, page 9, lines 17-20, page 10, line 29 to page 11, line 7, fig. 1-4 | 1-3<br>1-4 |
| Y | JP 2017-168549 A (OMRON CORP.) 21.09.2017 (2017-09-21) paragraph [0075], fig. 16 | 2, 4 |
| Y | JP 2009-160625 A (NAGANO-KEN, CHINONTEC KK) 23.07.2009 (2009-07-23) paragraph [0064], fig. 9 | 2, 4 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 26 May 2020 (26.05.2020) | 09 June 2020 (09.06.2020) |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Telephone No. |

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

International application no.
PCT/JP2020/010383

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|---|---|---|
| JP 4297341 B2 | 15 Jul. 2009 | US 2005/0160597 A1<br>paragraphs [0068]-[0070], fig. 3, 5<br>KR 10-2005-0045820 A | |
| JP 2000-502149 A | 22 Feb. 2000 | (Family: none) | |
| JP 2017-168549 A | 21 Sep. 2017 | US 2017/0271835 A1<br>paragraph [0094], fig. 16<br>EP 3220492 A1<br>CN 107204564 A<br>KR 10-2017-0107362 A | |
| JP 2009-160625 A | 23 Jul. 2009 | (Family: none) | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/010383

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/364(2014.01)i
FI: B23K26/364; B23K26/00 B

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））

B23K26/00; B23K26/364

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 | １９７１－２０２０年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２０年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２０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 4297341 B2 (株式会社安永) 15.07.2009 (2009-07-15)<br>[0036]-[0038], 図3,5 | 1-3 |
| Y | | 1-4 |
| X | JP 2000-502149 A (バイエリッシェ モートーレン ウエルケ アクチエンゲゼルシャフト) 22.02.2000 (2000-02-22)<br>第8ページ第6行－第12行, 第9ページ第17行－第20行, 第10ページ第29行－第11ページ第7行, 図1-4 | 1-3 |
| Y | | 1-4 |
| Y | JP 2017-168549 A (オムロン株式会社) 21.09.2017 (2017-09-21)<br>[0075], 図16 | 2, 4 |
| Y | JP 2009-160625 A (長野県, チノンテック株式会社) 23.07.2009 (2009-07-23)<br>[0064], 図9 | 2, 4 |

☐ 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抵触するものではなく、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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 26.05.2020 | 09.06.2020 |

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
奥隅　隆 3P 4016

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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/JP2020/010383

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 4297341 B2 | 15.07.2009 | US 2005/0160597 A1<br>[0068]-[0070], 図3,5<br>KR 10-2005-0045820 A | |
| JP 2000-502149 A | 22.02.2000 | （ファミリーなし） | |
| JP 2017-168549 A | 21.09.2017 | US 2017/0271835 A1<br>[0094], 図16<br>EP 3220492 A1<br>CN 107204564 A<br>KR 10-2017-0107362 A | |
| JP 2009-160625 A | 23.07.2009 | （ファミリーなし） | |