(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 8 月 18 日(18.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/129370 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01) *B29C 59/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052011

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 25 日(25.01.2016)

(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 2015-024714 2015 年 2 月 10 日(10.02.2015) 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: 西川 和義(NISHIKAWA Kazuyoshi); 〒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: 特許業務法人あーく特許事務所(ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎１丁目１番２号 Osaka (JP).

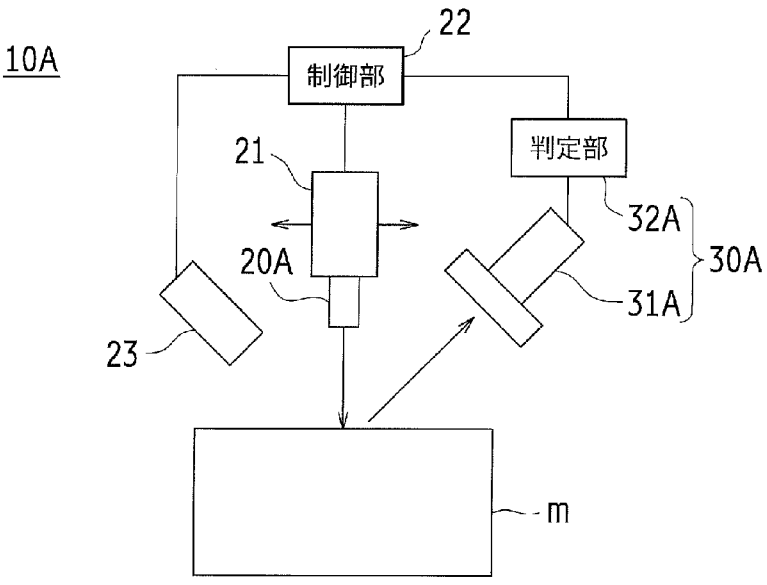
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: INSPECTION DEVICE, LASER PROCESSING DEVICE, AND LASER PROCESSING INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称 : 検査装置及びレーザ加工装置並びにレーザ加工検査方法



22 Control unit
32A Determination unit

(57) **Abstract**: An inspection device that is provided with: a measurement unit that, during laser processing, measures the quantity of light that is emitted from a processed member; and a determination unit that determines the processing state of the processed member from the quantity of light measured by the measurement unit. The determination unit determines the amount that the processed member has been processed by comparing a predetermined reference quantity of light with the measured quantity of light measured by the measurement unit.

(57) 要約: 検査装置は、レーザ加工中に、被加工部材から発光された光の光量を計測する計測部と、計測部が計測する光の光量から被加工部材の加工状態を判定する判定部と、が備えられており、判定部は、予め設定された基準光量と計測部が計測した測定光量とを比較して、被加工部材の加工量を判定する。

WO 2016/129370 A1

明　細　書

発明の名称 ：

検査装置及びレーザ加工装置並びにレーザ加工検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、検査装置及びレーザ加工装置並びにレーザ加工検査方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から被加工物の加工状態を検査するレーザ検査装置として、特許文献１が知られている。

[0003] 特許文献１には、短波長領域で高出力化に適したパルス発振タイプのレーザを、半導体基板に向けて照射し、その反射光を高ＮＡ検出レンズによって検出することによって、半導体基板の異物やパターン欠陥を検出するレーザ検査装置が開示されている。

[0004] すなわち、特許文献１に開示されたレーザ検査装置は、加工工程によって加工処理がされた半導体基板に対して、検査工程によって半導体基板にレーザを照射し、異物やパターン欠陥を検出するといったものであった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－３５３０７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に開示されたレーザ検査装置では、半導体基板のような被加工物を加工した後にレーザを用いて検査するものであるので、被加工物の加工状態を加工時にリアルタイムで検査することができなかった。これにより、被加工物の加工工程と検査工程とが個別に行われるため、生産性が低下するといった問題が生じていた。

[0007] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところ

は、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査することにより、加工と同時に加工状態の検査を行うことができる検査装置及びレーザ加工装置並びにレーザ加工検査方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達するために、本発明は次のとおりの構成としている。

[0009] 本発明に係る検査装置は、レーザによって加工されている、樹脂部材又は金属部材とする被加工部材の加工状態を検査する検査装置であって、レーザ加工中に、前記被加工部材から発光された光の光量を計測する計測部と、前記計測部が計測する光の光量から前記被加工部材の加工状態を判定する判定部と、が備えられており、前記判定部は、予め設定された基準光量と前記計測部が計測した測定光量とを比較して、前記被加工部材の加工量を判定することを特徴とする。

[0010] また、上記検査装置であって、前記被加工部材の加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて縮径する開口、又は、底面の開口径と等しい開口とされる場合に、前記基準光量は、前記計測部が計測する光の光量が増大している間で設定されていてもよい。

[0011] また、上記検査装置であって、前記被加工部材の加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口とされる場合に、前記基準光量は、前記計測部が計測する光の光量が減少している間で設定されていてもよい。

[0012] 本発明に係るレーザ加工装置は、上記検査装置と、前記被加工部材をレーザ加工するレーザと、が備えられたことを特徴とする。

[0013] また、上記レーザ加工装置であって、前記レーザの出力を制御する制御部が備えらえており、前記制御部は、前記計測部が計測した測定光量が、前記基準光量に達したときに、前記レーザの出力を停止してもよい。

[0014] また、上記レーザ加工装置であって、前記レーザが出射するレーザ光は、１パルスが複数のサブパルスで構成してもよい。

[0015] また、上記レーザ加工装置であって、前記レーザを走査させるとともに、前記走査を同一軌跡で複数回行うレーザ走査部を備えていてもよい。

[0016] 本発明に係るレーザ加工検査方法は、レーザによって加工されている、樹脂部材又は金属部材とする被加工部材の加工状態を検査するレーザ加工検査方法であって、レーザ加工中に、前記被加工部材から発光された光の光量を計測する計測工程と、前記計測工程で計測した光の光量から、前記被加工部材の加工状態を判定する判定工程と、が備えられており、前記判定工程は、予め設定された基準光量と前記計測工程で計測した測定光量とを比較して、前記被加工部材の加工量を判定することを特徴とする。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査することにより、加工と同時に加工状態の検査を行うことができる検査装置及びレーザ加工装置並びにレーザ加工検査方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明に係るレーザ加工装置及び検査装置の第１実施形態の構成を模式的に説明する説明図である。

[図2]本発明に係るレーザ加工装置及び検査装置の第１実施形態の加工状態を説明する説明図である。

[図3]本発明に係る第１実施形態の検査時に計測された光の光量を示すグラフであって、（ａ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を個別に示すグラフ、（ｂ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を合算したグラフである。

[図4]本発明に係るレーザ加工装置及び検査装置の第２実施形態の加工状態を説明する説明図である。

[図5]本発明に係る第２実施形態の検査時に計測された光の光量を示すグラフであって、（ａ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を個別に示すグラフ、（ｂ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を合算したグラフである。

[図6]本発明に係るレーザ加工検査方法のフローである。

発明を実施するための形態

[0019] ［第１実施形態］

以下、本発明に係るレーザ加工装置の第１実施形態について図面を参照しながら説明する。図１は、レーザ加工装置及び検査装置の第１実施形態の構成を模式的に説明する説明図、図２は、レーザ加工装置及び検査装置の第１実施形態の加工状態を説明する説明図、図３は、第１実施形態の検査時に計測された光の光量を示すグラフであって、（ａ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を個別に示すグラフ、（ｂ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を合算したグラフである。

[0020] なお、本実施形態では、レーザ加工装置１０Ａに検査装置３０Ａが組み込まれているので、レーザ加工装置１０Ａの実施形態の説明を以って、本発明に係る検査装置３０Ａの説明に代える。なお、本実施形態では、レーザ加工装置１０Ａに検査装置３０Ａが組み込まれている態様を説明するが、検査装置３０Ａを、その他のレーザ加工装置に外付けされていてもよい。

[0021] －レーザ加工装置－

本実施形態のレーザ加工装置１０Ａは、樹脂部材又は金属部材とする被加工部材ｍの加工形状を、表面の開口径から底部側に向けて縮径する開口ｈ１（図２参照）、又は、底面の開口径と等しい開口とするように加工するレーザ加工装置１０Ａであって、被加工部材ｍをレーザ加工するレーザ２０Ａと、被加工部材ｍの加工状態を検査する検査装置３０Ａと、が備えられている。

[0022] なお、本実施形態のレーザ加工装置１０Ａによってレーザ加工される樹脂部材の一例としては、熱可塑性樹脂、および熱硬化性樹脂であり、熱可塑性樹脂の一例としては、ＰＶＣ（ポリ塩化ビニル）、ＰＳ（ポリスチレン）、ＡＳ（アクリロニトリル・スチレン）、ＡＢＳ（アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン）、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）、ＰＥ（ポリエチレン）、ＰＰ（ポリプロピレン）、ＰＣ（ポリカーボネート）、ｍ－ＰＰＥ（変性ポリフェニレンエーテル）、ＰＡ６（ポリアミド６）、ＰＡ６６（ポリアミド６６）、ＰＯＭ（ポリアセタール）、ＰＥＴ（ポリエチレンテレ

フタレート）、ＰＢＴ（ポリブチレンテレフタレート）、ＰＳＦ（ポリサルホン）、ＰＡＲ（ポリアリレート）、ＰＥＩ（ポリエーテルイミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルファイド）、ＰＥＳ（ポリエーテルサルホン）、ＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）、ＰＡＩ（ポリアミドイミド）、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ＰＶＤＣ（ポリ塩化ビニリデン）、ＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン）、ＰＣＴＦＥ（ポリクロロトリフルオロエチレン）、および、ＰＶＤＦ（ポリフッ化ビニリデン）が挙げられる。また、ＴＰＥ（熱可塑性エラストマ）であってもよく、ＴＰＥの一例としては、ＴＰＯ（オレフィン系）、ＴＰＳ（スチレン系）、ＴＰＥＥ（エステル系）、ＴＰＵ（ウレタン系）、ＴＰＡ（ナイロン系）、および、ＴＰＶＣ（塩化ビニル系）が挙げられる。

[0023] 熱硬化性樹脂の一例としては、ＥＰ（エポキシ）、ＰＵＲ（ポリウレタン）、ＵＦ（ユリアホルムアルデヒド）、ＭＦ（メラミンホルムアルデヒド）、ＰＦ（フェノールホルムアルデヒド）、ＵＰ（不飽和ポリエステル）、および、ＳＩ（シリコーン）が挙げられる。また、ＦＲＰ（繊維強化プラスチック）であってもよい。

[0024] また、金属部材の一例としては、鉄系金属、ステンレス系金属、銅系金属、アルミ系金属、マグネシウム系金属、および、それらの合金が挙げられる。また、金属成型体であってもよく、亜鉛ダイカスト、アルミダイカスト、粉末冶金などであってもよい。

[0025] なお、上記した熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂には、充填剤が添加されていてもよい。充填剤の一例としては、無機系充填剤（ガラス繊維、無機塩類など）、金属系充填剤、有機系充填剤、および、炭素繊維などが挙げられる。

[0026] ・レーザの構成

レーザ２０Ａの種類は、パルス発振が可能なものが好ましく、ファイバレーザ、ＹＡＧレーザ、YVO_4レーザ、半導体レーザ、炭酸ガスレーザ、エキシマレーザが選択でき、レーザの波長を考慮すると、ファイバレーザ、ＹＡ

Ｇレーザ、ＹＡＧレーザの第２高調波、YVO_4レーザ、半導体レーザが好ましい。なお、本実施形態では、例えば、レーザ２０Ａは、１パルスが単パルスからなるレーザ光を出射可能である。

[0027] また、レーザ２０Ａには、レーザ２０Ａを走査させるとともに、走査を同一軌跡で複数回行うレーザ走査部２１を備えていてもよい。本実施形態では、図１のレーザ走査部２１において、矢符方向に走査可能である。この場合、レーザ走査部２１によってレーザ２０Ａを同一軌跡で複数回走査させることにより、被加工部材ｍの加工速度を上げることができる。

[0028] ・検査装置の構成

検査装置３０Ａは、計測部３１Ａと、判定部３２Ａと、が備えられている（図１参照）。

[0029] 計測部３１Ａは、被加工部材ｍにレーザ２０Ａからのレーザ光を照射して被加工部材ｍに凹形状の開口ｈ１を形成する際、被加工部材ｍからの反射光ｒ１とは別に発生する、被加工部材ｍから発光された光（以下、スパッタ光ｓ１とも呼ぶ）の光量を定量的に計測するものである（例えば図２参照）。なお、スパッタ光ｓ１とは、被加工部材ｍがレーザ光の照射で溶融されて発生するスパッタ粒子の発光によって生じる光である。

[0030] 本実施形態の計測部３１Ａは、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１の光量とともに、被加工部材ｍからの反射光ｒ１の光量を計測する形態について説明するが、この形態に限られず、計測部３１Ａは、フィルタ等で反射光ｒ１を取り除き、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１のみを計測しても良い。なお、計測部３１Ａには、反射光ｒ１の光量が大きすぎるために計測部３１Ａが破損することを抑制する、光の光量を下げるフィルタが備えられていてもよい。

[0031] 判定部３２Ａは、計測部３１Ａが計測した光の光量から、被加工部材ｍの加工状態を判定するものであって、予め設定された基準光量と、計測部３１Ａが計測した測定光量（本実施形態では、反射光ｒ１及びスパッタ光ｓ１の光量）と、を比較して、被加工部材ｍの加工量を判定するものである（図２

参照）。

[0032] 基準光量は、被加工部材ｍをレーザ加工する前に、予め、レーザ加工する被加工部材ｍと同一の材料に対してレーザ加工した場合に、レーザ加工量と光量との関係を示すグラフから算出されるものである（図３（ａ）及び（ｂ））。なお、当該グラフは、被加工部材ｍの材料や、レーザ２０Ａの照射条件によって異なるとともに、レーザ加工する被加工部材ｍの加工形状によっても異なるので、基準光量もこれに応じて設定される。

[0033] 本実施形態では、被加工部材ｍの加工形状を、表面の開口径から底部側に向けて縮径する開口ｈ１（図２参照）、又は、底面の開口径と等しい開口とする。この場合、被加工部材ｍからの反射光ｒ１の光量の一例のグラフｇｒ１と、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１の光量の一例のグラフｇｓ１と、を個別に示すと、図３（ａ）のグラフとなる。

[0034] 図３（ａ）のグラフでは、被加工部材ｍによって反射された反射光ｒ１は、被加工部材ｍにレーザ光が照射され、表面がレーザ加工により荒らされるので、反射光ｒ１の光量のグラフｇｒ１では、レーザ加工の深さが深くなるにつれて、光量が減少する。その一方で、スパッタ光ｓ１の光量のグラフｇｓ１では、被加工部材ｍが加工されるにつれて被加工部材ｍが溶融されてスパッタ粒子が発生するので、スパッタ光ｓ１の光量が増大する。

[0035] これら、反射光ｒ１の光量とスパッタ光ｓ１の光量との合計が、計測部３１Ａによって計測される光量に相当し、図３（ｂ）に示されたグラフとなる。なお、図３（ａ）のグラフと図３（ｂ）のグラフとでは、縦軸の光量のレンジが異なっている。本実施形態では、図３（ｂ）のグラフから基準光量が設定される。より詳細には、被加工部材ｍを所望の加工量のレーザ加工をする場合、加工量に応じた光量を図３（ａ）又は（ｂ）のグラフから求めることができ、この光量が基準光量として設定される。すなわち、第１実施形態では、測定光量が増大している場合において、測定光量が基準光量に達した場合に、所望の加工量を得ることが可能である。

[0036] なお、上述したとおり、計測部３１Ａは、図３（ｂ）のグラフに相当する

光量ではなく、図３（ａ）のスパッタ光ｓ１の光量のグラフｇｓ１に相当する光量のみを計測してもよい。この場合は、スパッタ光ｓ１の光量のグラフｇｓ１に基づいて基準光量が設定される。

[0037] また、レーザ加工装置１０Ａは、さらに、被加工部材ｍの加工状態を撮像する撮像部２３と、撮像部２３が撮像する被加工部材ｍの表面に対して、拡大像を形成するレンズ部（不図示）と、撮像部２３が被加工部材ｍの加工状態を観察しやすくするために照明を照らす照明部（不図示）と、撮像部２３が撮像した被加工部材ｍの加工状態を表示するとともに、判定部３２Ａが判定した被加工部材ｍの加工量について合否を表示する表示部（不図示）と、計測部３１Ａが計測した測定光量が、基準光量に達したときに、レーザ２０Ａの出力を停止する制御部２２と、が備えられていてもよい。なお、計測部３１Ａは、照明部の光を検出するものではない。

[0038] －レーザ加工検査方法－

次に、本実施形態のレーザ加工検査方法について、図６を参照しながら説明する。図６は、本発明に係るレーザ加工検査方法のフローである。

[0039] 本実施形態に係るレーザ加工検査方法は、被加工部材ｍの加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて縮径する開口ｈ１（図２参照）、又は、底面の開口径と等しい開口とするように加工される加工状態を検査するレーザ加工検査方法であって、計測工程と、判定工程と、を備えている。以下、工程に沿って説明する。

[0040] ・計測工程

まず、被加工部材ｍを上述のレーザ加工装置１０Ａにセットするとともに、図３（ｂ）のグラフから、被加工部材ｍのレーザ加工量に相当する基準光量を設定する。この基準光量は、計測部３１Ａが計測する光の光量が増大している間で設定される。言い換えると、図３（ｂ）のグラフより、被加工部材ｍの所望の加工量に相当する光量が設定される。

[0041] そして、レーザ加工装置１０Ａによって、被加工部材ｍにおけるレーザ加工を行う位置にレーザ光を照射して、被加工部材ｍにレーザ加工を行う（図

６のＳＴ１参照）。このレーザ加工中に、計測部３１Ａによって、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１、及び、レーザ２０Ａから出射されて被加工部材ｍで反射された反射光ｒ１の光量を計測する（図６のＳＴ２参照）。

[0042] なお、本実施形態では、計測部３１Ａは、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１とともに、レーザ２０Ａから出射されて被加工部材ｍで反射された反射光ｒ１の光量を計測する形態であるが、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ１のみを計測してもよい。この場合は、基準光量は、図３（ａ）のスパッタ光ｓ１の光量のグラフｇｓ１より設定される。

[0043] ・判定工程

次に、計測部３１Ａが計測した光の光量から、被加工部材ｍの加工状態を判定する。具体的には、予め設定された基準光量と計測部３１Ａが計測した測定光量とを比較して、被加工部材ｍの加工量を判定する（図６のＳＴ３参照）。

[0044] 計測部３１Ａが計測した測定光量が基準光量に満たない場合は、被加工部材ｍのレーザ加工を続ける。一方で、測定光量が基準光量に達したときは、制御部２２によりレーザ２０Ａの出力を停止して（図６のＳＴ４参照）、被加工部材ｍのレーザ加工を終了する。

[0045] 以上により、本発明の検査装置３０Ａによれば、計測部３１Ａによってレーザ加工中に、被加工部材ｍから発光された光の光量を計測し、判定部３２Ａが予め設定された基準光量と計測部３１Ａが計測した測定光量とを比較して、被加工部材ｍの加工量を判定するため、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査して、加工と同時に加工状態の検査を行うことができる。

[0046] また、本発明のレーザ加工装置１０Ａによれば、上述した検査装置３０Ａを備えるため、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査しながら被加工物をレーザ加工することができる。したがって、生産性の向上を図ることができる。

[0047] なお、本実施形態では、判定工程において、測定光量が基準光量に達する

までレーザ加工を行う態様について説明したが、この例に限られず、測定光量と基準光量とを比較して、測定光量が基準光量に達したときに、レーザ加工装置１０Ａの表示部に合格を示す表示をし、測定光量が基準光量に達していないときに、レーザ加工装置１０Ａの表示部に不合格を示す表示をするようにしてもよい。

[0048] ［第２実施形態］

以下、本発明に係るレーザ加工装置の第２実施形態について図面を参照しながら説明する。図４は、レーザ加工装置及び検査装置の第２実施形態の加工状態を説明する説明図、図５は、第２実施形態の検査時に計測された光の光量を示すグラフであって、（ａ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を個別に示すグラフ、（ｂ）は、レーザの反射光の光量及びスパッタ光の光量を合算したグラフである。

[0049] なお、本実施形態は、レーザ加工する被加工部材の加工形状が異なるだけであるので、以下、その相違点についてのみ説明し、同一の構成要素については、同一符号を付してその説明を省略する。

[0050] －レーザ加工装置－

本実施形態のレーザ加工装置１０Ｂは、被加工部材ｍの加工形状を、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口ｈ２（図４参照）とするように加工するレーザ加工装置１０Ｂであって、被加工部材ｍの加工状態を検査する検査装置３０Ｂと、被加工部材ｍをレーザ加工するレーザ２０Ｂと、が備えられている。

[0051] 本実施形態では、被加工部材ｍの加工形状を、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口ｈ２とするため、開口ｈ２の表面に開口ｈ２の内側に向けて突出させる突出部ｔが形成される（図４参照）。すなわち、開口ｈ２の深さ方向における表面側に、内側に突出する突出部ｔが形成されている。

[0052] これにより、例えば、レーザ加工によって、開口ｈ２が形成された被加工部材ｍの開口ｈ２内に、被加工部材ｍとは異なる他の部材を充填して、当該他の部材と被加工部材ｍとを接合させた場合、突出部ｔのアンカー効果によ

って接合強度を高めることができる。

[0053] ・レーザの構成

レーザ２０Ｂは、１パルスが複数のサブパルスで構成されるレーザ光を出射可能である。このレーザ２０Ｂの一例としては、オムロン製のファイバレーザマーカＭＸＺ２０００またはＭＸ－Ｚ２０５０を挙げることができる。このファイバレーザマーカでは、レーザ光のエネルギーを深さ方向に集中させやすいので、開口ｈ２を形成するのに好適である。

[0054] 具体的には、被加工部材ｍにレーザ光が照射されると、被加工部材ｍが局部的に溶融されることにより開口ｈ２の形成が進行する。このとき、レーザ光が複数のサブパルスで構成されているため、溶融された被加工部材ｍが飛散されにくく、開口ｈ２の近傍に堆積されやすい。そして、開口ｈ２の形成が進行すると、溶融された被加工部材ｍが開口ｈ２の内部に堆積されることにより、開口ｈ２の内周面に、内側に突出する突出部ｔが形成される。

[0055] ・検査装置の構成

検査装置３０Ｂは、計測部３１Ｂと、判定部３２Ｂと、が備えられている（図４参照）。

[0056] 本実施形態では、計測部３１Ｂは、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ２の光量とともに、被加工部材ｍからの反射光ｒ２の光量を計測する形態について説明するが、この形態に限られず、計測部３１Ｂは、フィルタ等で反射光ｒ２を取り除き、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ２のみを計測しても良い。

[0057] 判定部３２Ｂは、計測部３１Ｂが計測した光の光量から、被加工部材ｍの加工状態を判定するものであって、予め設定された基準光量と、計測部３１Ｂが計測した測定光量（本実施形態では、反射光ｒ２及びスパッタ光ｓ２の光量）と、を比較して、被加工部材ｍの加工量を判定するものである。

[0058] 本実施形態では、被加工部材ｍの加工形状を、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口ｈ２とするので、反射光ｒ２の光量の一例のグラフｇｒ２と、スパッタ光ｓ２の光量の一例のグラフｇｓ２と、を併記すると、図５

（ａ）のグラフとなる。

[0059] 図５（ａ）のグラフでは、反射光ｒ２のグラフｇｒ２は、被加工部材ｍにレーザ光が照射されて表面が加工されることにより表面が荒らされるため、レーザ加工の深さが深くなるにつれて光量が減少する。その一方で、スパッタ光ｓ２の光量のグラフｇｓ２は、被加工部材ｍに突出部ｔが形成されるまでは光量が増大するものの、突出部ｔが形成されると、当該突出部ｔによりスパッタ粒子の飛散が妨げられ、スパッタ光ｓ２の光量は減少する。

[0060] これら、反射光ｒ２の光量とスパッタ光ｓ２の光量との合計が、計測部３１Ｂによって計測される光量に相当し、図５（ｂ）に示されたグラフとなる。なお、上述したとおり、計測部３１Ｂは、図５（ｂ）のグラフに相当する光量ではなく、図５（ａ）のスパッタ光ｓ２の光量のグラフｇｓ２に相当する光量を計測してもよい。

[0061] これら図５（ａ）又は（ｂ）のグラフによれば、レーザ加工する際に、被加工部材ｍの所望の加工量に相当する光量が一義的に決まり、この光量を基準光量とする。すなわち、第２実施形態では、測定光量が減少している場合において、測定光量が基準光量に達した場合に、所望の加工量を得ることが可能である。

[0062] －レーザ加工検査方法－

次に、本実施形態のレーザ加工検査方法について、図６を参照しながら説明する。図６は、本発明に係るレーザ加工検査方法のフローである。

[0063] 本実施形態に係るレーザ加工検査方法は、被加工部材ｍの加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口ｈ２（図４参照）とするように加工される加工状態を検査するレーザ加工検査方法であって、計測工程と、判定工程と、を備えている。以下、工程に沿って説明する。

[0064] ・計測工程

まず、被加工部材ｍを上述の検査装置３０Ｂにセットするとともに、図５（ｂ）のグラフから、被加工部材ｍのレーザ加工量に相当する基準光量を設定する。この基準光量は、計測部３１Ｂが計測する光の光量が減少している

間で設定される。つまり、計測部３１Ｂが光の減少を計測しているため、確実に被加工部材ｍには突出部ｔが形成されている。

[0065] そして、レーザ加工装置１０Ｂによって、被加工部材ｍにおけるレーザ加工を行う位置にレーザ光を照射して、被加工部材ｍにレーザ加工を行う（図６のＳＴ１参照）。このレーザ加工中に、計測部３１Ｂによって、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ２、及び、レーザ２０Ｂから出射されて被加工部材ｍで反射された反射光ｒ２の光量を計測する（図６のＳＴ２参照）。

[0066] なお、本実施形態では、計測部３１Ｂは、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ２とともに、レーザ２０Ｂから出射されて被加工部材ｍで反射された反射光ｒ２の光量を計測する形態であるが、被加工部材ｍから発光されたスパッタ光ｓ２のみを計測してもよい。この場合は、基準光量は、図５（ａ）のスパッタ光ｓ２の光量のグラフｇｓ２より設定される。

[0067] ・判定工程

次に、計測部３１Ｂが計測した光の光量から、被加工部材ｍの加工状態を判定する。具体的には、予め設定された基準光量と計測部３１Ｂが計測した測定光量とを比較して、被加工部材ｍの加工量を判定する（図６のＳＴ３参照）。ここで、本実施形態では、計測部３１Ｂが計測した測定光量のピーク光量を超え、測定光量が下降している間で基準光量が設定されているので、計測部３１Ｂが計測した測定光量が基準光量以上である場合は、被加工部材ｍのレーザ加工を続ける。一方で、測定光量が基準光量に達したときは、制御部２２によりレーザ２０Ｂの出力を停止して（図６のＳＴ４参照）、被加工部材ｍのレーザ加工を終了する。すなわち、第２実施形態では、測定光量が減少している場合において、測定光量が基準光量に達したときにレーザ加工を終了するようになっており、測定光量が増大している場合には測定光量が基準光量に達したとしてもレーザ加工が継続されるようになっている。

[0068] 以上により、本発明の検査装置３０Ｂによれば、計測部３１Ｂによってレーザ加工中に、被加工部材ｍから発光された光の光量を計測し、判定部３２

Ｂが予め設定された基準光量と計測部３１Ｂが計測した測定光量とを比較して、被加工部材ｍの加工量を判定するため、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査して、加工と同時に加工状態の検査を行うことができる。

[0069] また、本発明のレーザ加工装置１０Ｂによれば、上述した検査装置３０Ｂを備えるため、レーザ加工時の加工状態をリアルタイムで検査しながら被加工物をレーザ加工することができる。したがって、生産性の向上を図ることができる。

[0070] なお、上記に示した本発明の実施形態はいずれも本発明を具体化した例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。

符号の説明

[0071] １０Ａ、１０Ｂ　レーザ加工装置
２０Ａ、２０Ｂ　レーザ
２１　レーザ走査部
２２　制御部
２３　撮像部
３０Ａ、３０Ｂ　検査装置
３１Ａ、３１Ｂ　計測部
３２Ａ、３２Ｂ　判定部
ｈ１、ｈ２　開口
ｍ　被加工部材
ｒ１、ｒ２　反射光
ｓ１、ｓ２　スパッタ光
ｔ　突出部

請求の範囲

[請求項1] レーザによって加工されている、樹脂部材又は金属部材とする被加工部材の加工状態を検査する検査装置であって、

レーザ加工中に、前記被加工部材から発光された光の光量を計測する計測部と、

前記計測部が計測する光の光量から前記被加工部材の加工状態を判定する判定部と、

が備えられており、

前記判定部は、予め設定された基準光量と前記計測部が計測した測定光量とを比較して、前記被加工部材の加工量を判定することを特徴とする検査装置。

[請求項2] 請求項１に記載された検査装置であって、

前記被加工部材の加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて縮径する開口、又は、底面の開口径と等しい開口とされる場合、前記基準光量は、前記計測部が計測する光の光量が増大している間で設定されることを特徴とする検査装置。

[請求項3] 請求項１に記載された検査装置であって、

前記被加工部材の加工形状が、表面の開口径から底部側に向けて拡径する開口とされる場合、前記基準光量は、前記計測部が計測する光の光量が減少している間で設定されることを特徴とする検査装置。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載された検査装置と、

前記被加工部材をレーザ加工するレーザと、

が備えられたことを特徴とするレーザ加工装置。

[請求項5] 請求項４に記載されたレーザ加工装置であって、

前記レーザの出力を制御する制御部が備えらえており、

前記制御部は、前記計測部が計測した測定光量が、前記基準光量に達したときに、前記レーザの出力を停止することを特徴とするレーザ加工装置。

[請求項6] 請求項４又は５に記載されたレーザ加工装置であって、

前記レーザが出射するレーザ光は、１パルスが複数のサブパルスで構成されることを特徴とするレーザ加工装置。

[請求項7] 請求項４～６のいずれか１項に記載されたレーザ加工装置であって、

前記レーザを走査させるとともに、前記走査を同一軌跡で複数回行うレーザ走査部を備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

[請求項8] レーザによって加工されている、樹脂部材又は金属部材とする被加工部材の加工状態を検査するレーザ加工検査方法であって、

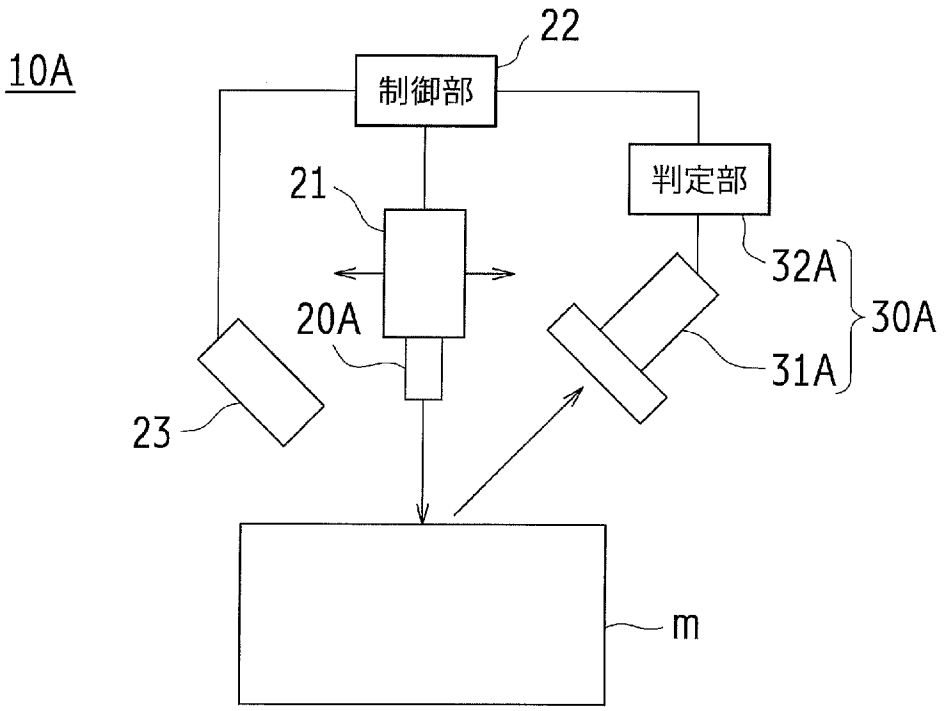
レーザ加工中に、前記被加工部材から発光された光の光量を計測する計測工程と、

前記計測工程で計測した光の光量から、前記被加工部材の加工状態を判定する判定工程と、

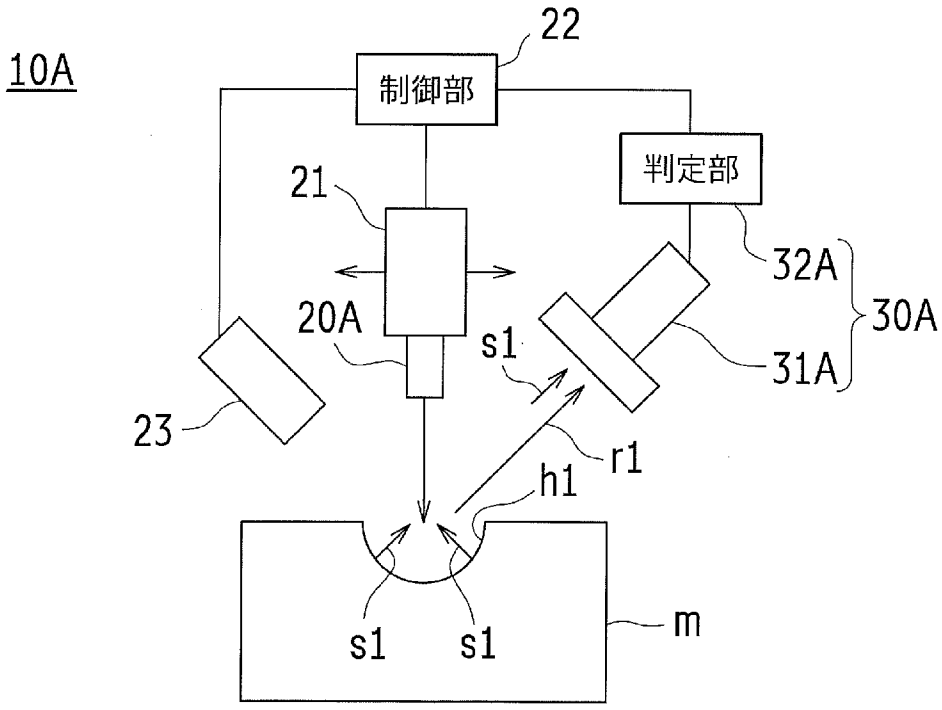
が備えられており、

前記判定工程は、予め設定された基準光量と前記計測工程で計測した測定光量とを比較して、前記被加工部材の加工量を判定することを特徴とするレーザ加工検査方法。

[図1]

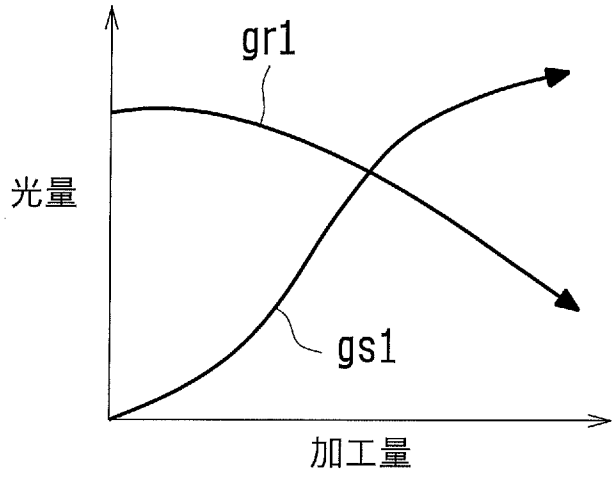

10A
22
制御部
判定部
21
32A
30A
20A
31A
23
m

[図2]

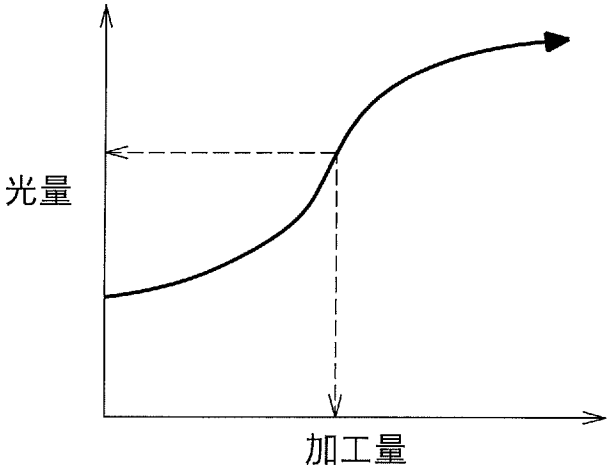

10A
22
制御部
判定部
21
32A
30A
20A
s1
31A
23
r1
h1
s1
s1
m

[図3]

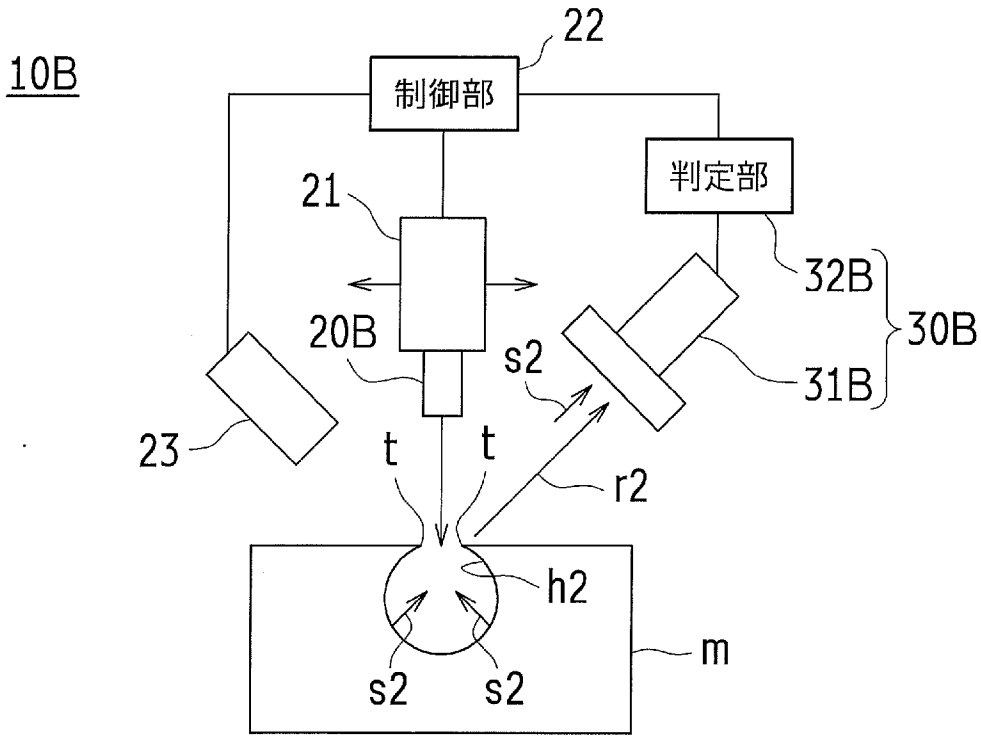
(a)



(b)

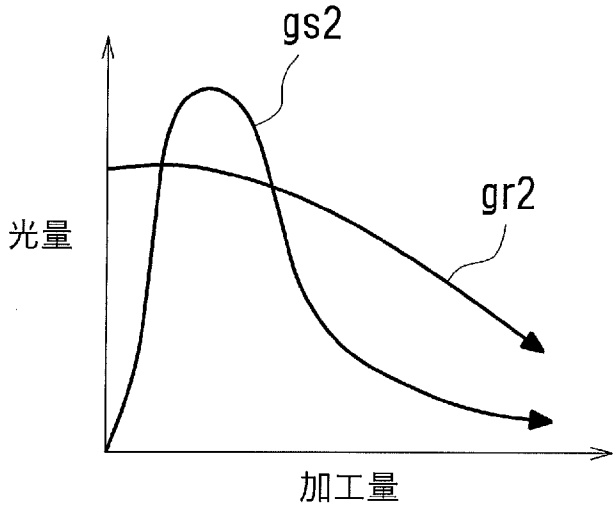


[図4]

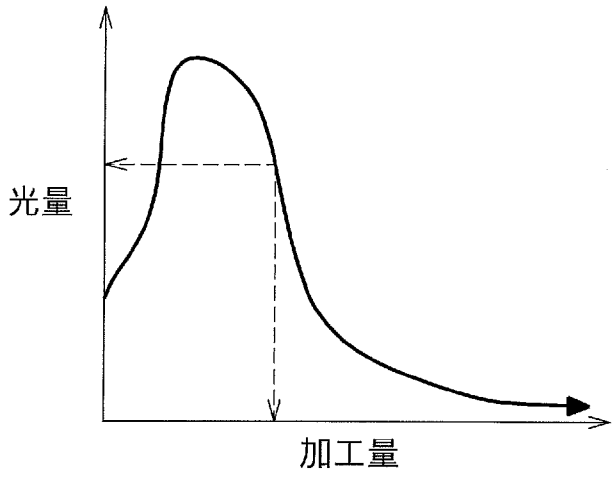


[図5]

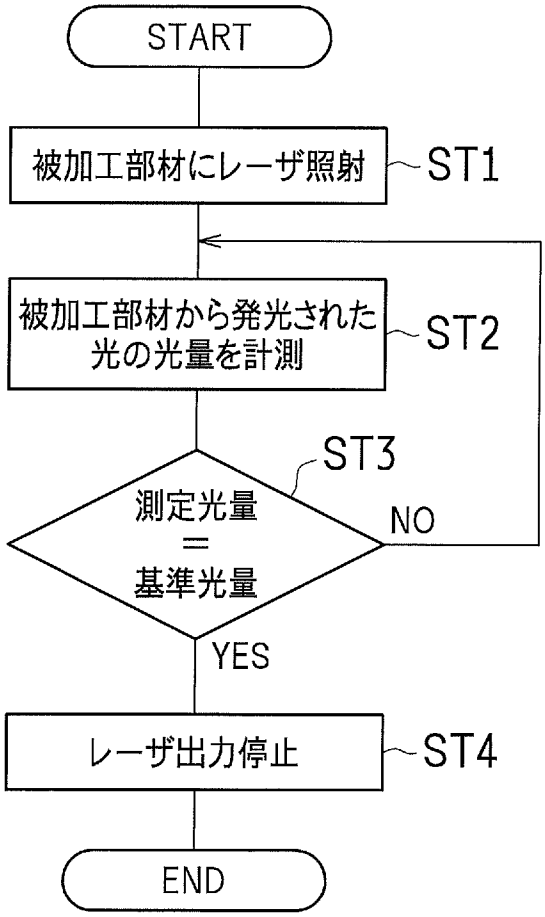
(a)



(b)



[図6]


START
被加工部材にレーザ照射
ST1
被加工部材から発光された光の光量を計測
ST2
ST3
測定光量
=
基準光量
NO
YES
レーザ出力停止
ST4
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K26/00(2014.01)i, *B29C59/16*(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)
B23K26/00, B29C59/16

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 A	JP 6-55283 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 01 March 1994 (01.03.1994), claim 1; paragraphs [0017] to [0032]; fig. 3 (Family: none)	1,4-5,8 6-7 2-3
Y	JP 2003-519933 A (Electro Scientific Industries, Inc.), 24 June 2003 (24.06.2003), paragraph [0018]; fig. 3 to 5 & WO 2001/051243 A2	6
Y	JP 2014-4801 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 16 January 2014 (16.01.2014), claim 4 (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)	19 April 2016 (19.04.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052011

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-154366 A (Disco Inc.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraphs [0006], [0011], [0030] to [0043] & US 2013/0193122 A1 & DE 102013201123 A	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２０１１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/00(2014.01)i, B29C59/16(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.　B23K26/00, B29C59/16

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 Y A	JP 6-55283 A (浜松ホトニクス株式会社) 1994.03.01, ［請求項１］, 段落［００１７］－［００３２］, 図３ (ファミリーなし)	1, 4-5, 8 6-7 2-3
Y	JP 2003-519933 A (エレクトロ　サイエンティフィック　インダストリーズ　インコーポレーテッド) 2003.06.24, 段落［００１８］, 図３－５ & WO 2001/051243 A2	6

☑　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 ０５．０４．２０１６	国際調査報告の発送日 １９．０４．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｐ　２９２６ 竹下　和志 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

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 2014-4801 A（新神戸電機株式会社） 2014.01.16,　［請求項４］ （ファミリーなし）	7
Ａ	JP 2013-154366 A（株式会社ディスコ） 2013.08.15, 段落［０００６］、［００１１］、［００３０］－［００４３］ & US 2013/0193122 A1 & DE 102013201123 A	1-8