

(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
2015年1月22日(22.01.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/008482 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/36 (2014.01) *B23K 26/073* (2006.01)
B23K 26/067 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003739
- (22) 国際出願日: 2014年7月15日(15.07.2014)
- (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 2013-150897 2013年7月19日(19.07.2013) JP
- (71) 出願人: アイシン精機株式会社(AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Aichi (JP). 国立大学法人宇都宮大学(UTSUNOMIYA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3218505 栃木県宇都宮市峰町350 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 高橋 秀知(TAKAHASHI, Hidetomo); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 太田 道春(OTA, Michiharu); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 早崎 芳夫(HAYASAKI, Yoshio); 〒3218585 栃

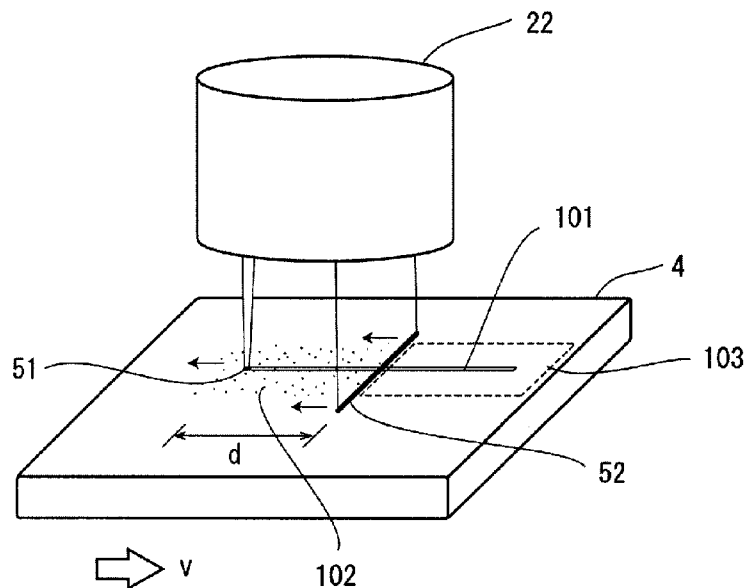
木県宇都宮市陽東7-1-2 国立大学法人宇都宮大学内 Tochigi (JP). 長谷川 智士(HASEGAWA, Satoshi); 〒3218585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 国立大学法人宇都宮大学内 Tochigi (JP).

- (74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-6-5丸の内北口ビル22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, 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, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: LASER PROCESSING DEVICE, LASER PROCESSING METHOD, AND LASER OSCILLATION DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ加工装置、レーザ加工方法、及びレーザ発振装置



(57) Abstract: This laser processing device is provided with an oscillation device which oscillates a laser processing beam for ablation processing of a workpiece and a debris removal beam for removing debris generated by the ablation processing, and with a holding apparatus for holding the workpiece. This laser processing beam is irradiated onto the workpiece held by the holding apparatus, the debris removal beam is irradiated onto the workpiece at or near the irradiation position of the laser processing beam, and irradiation of debris removal beam on the workpiece is linear in shape.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/008482 A1



(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))

本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置は、被加工物をアブレーション加工するためのレーザ加工用ビームと、アブレーション加工によって生じるデブリを除去するためのデブリ除去用ビームとを発振する発振装置と、被加工物を保持するための保持装置とを備え、レーザ加工用ビームは、保持装置に保持された被加工物に照射され、デブリ除去用ビームは、被加工物のレーザ加工用ビームの照射位置又は照射位置の近傍に照射され、デブリ除去用ビームの被加工物における照射形状は線状である。

明 細 書

発明の名称：

レーザ加工装置、レーザ加工方法、及びレーザ発振装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ加工装置、レーザ加工方法、及びレーザ発振装置に関し、より詳細には、レーザビームを照射することにより被加工物をアブレーション加工するレーザ加工装置、レーザ加工方法、及びアブレーション加工のためのレーザビームを発振するレーザ発振装置に関するものである。

背景技術

[0002] アブレーション加工は、ガラス、半導体、金属等の微細穴あけや微細溝形成等の微細加工、微細切断等で用いられるレーザ加工技術である。アブレーション加工においては、高エネルギー密度のレーザビームを被加工物に照射し、材料表面の物質を瞬時に分解・蒸発・飛散させて加工を行う。しかし、加工により飛散した加工屑（デブリ）は加工部の周囲に再付着してしまうことがある。そこで、付着したデブリを除去する方法がいくつか提案されている。

[0003] 特許文献1では、レーザ加工溝を形成する方法として、楕円形のレーザ加工用ビームで加工溝を形成する工程と、楕円形のデブリ除去用ビームで加工溝に堆積しているデブリを除去する工程とを交互に実施することが開示されている。レーザ加工時の楕円ビーム形状は、長軸と短軸との比が30～60：1、デブリ除去時の楕円ビーム形状は、長軸と短軸との比が1～20：1である。

[0004] 特許文献2では、レーザビームをレーザ加工用のビームとデブリ除去用のビームとに分割して、レーザ加工と同時にレーザでデブリを除去することが開示されている。デブリ除去用のビームの照射領域はレーザ加工用のビームの照射領域を含み、デブリ除去用のビームのパワー密度は被加工物のアブレーションしきい値以下である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-305646号公報

特許文献2：特許第3052226公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に開示された技術では、デブリ除去用のビームの照射領域の幅は、レーザ加工用の照射領域の幅と同じである。したがって、加工溝に堆積、付着したデブリを除去することはできるが、加工溝周囲に付着したデブリを除去することはできない。

[0007] 特許文献2に開示された技術では、デブリ除去用ビームの照射領域は、加工部とその周囲のデブリ付着可能領域を含む広範な領域に設定されている。デブリを除去するためにはしきい値以上のパワー密度でビームを照射する必要があるため、照射領域の面積が広くなれば、照射するビームの出力をその面積に応じて増加させなければならない。例えば、1本のレーザビームをレーザ加工用ビームとデブリ除去用ビームとに分割して用いる場合には、デブリ除去用ビームに元のレーザビームの出力の多くを割り当てた結果、レーザ加工用ビームに割り当てる出力が不足するという問題が生じる可能性がある。このような問題は、超短パルスレーザ等の低出力レーザ発振器をレーザ光源として用いる場合に顕著となる。

[0008] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、レーザビームの出力を低減しつつ、広範囲に付着したデブリを除去することが可能なレーザ加工装置及びレーザ加工方法、並びにそのようなレーザ加工に用いられるレーザ発振装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] この目的を達成するために、本発明の第1の態様に係るレーザ加工装置は、被加工物をアブレーション加工するための第1のビームと、前記アブレー

ション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームとを発振する発振装置と、前記被加工物を保持するための保持装置とを備え、前記第1のビームは、前記保持装置に保持された前記被加工物に照射され、前記第2のビームは、前記被加工物の前記第1のビームの照射位置又は該照射位置の近傍に照射され、前記被加工物における照射形状は線状である。

[0010] また、本発明の第2の態様に係るレーザ加工方法は、被加工物をアブレーション加工するための第1のビームと、前記アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームとを発振する発振工程を有し、前記第1のビームは、前記被加工物に照射され、前記第2のビームは、前記被加工物の前記第1のビームの照射位置又は該照射位置の近傍に照射され、前記第2のビームの前記被加工物における照射形状は線状である。

[0011] また、本発明の第3の態様に係るレーザ発振装置は、アブレーション加工を行うための第1のビームと、前記アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームとを発振するレーザ発振装置であって、前記第2のビームの、該第2のビームの光軸に直交する断面の形状を線状に整形する整形手段を備える。

発明の効果

[0012] 本発明においては、アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームの照射形状を線状としているため、レーザビームの出力を低減すると共に、広範囲に付着したデブリを除去することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1A]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置の模式図である。

[図1B]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置を用いたアブレーション加工及びデブリ除去方法を説明するための図である。

[図2A]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のビーム整形分割部を説明するための図である。

[図2B]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のビーム整形分割部を説明するための図である。

[図3A]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ除去用ビームの照射形状を説明するための図である。

[図3B]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ除去用ビームの照射形状を説明するための図である。

[図3C]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ除去用ビームの照射形状を説明するための図である。

[図3D]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ除去用ビームの照射形状を説明するための図である。

[図3E]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ除去用ビームの照射形状を説明するための図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る実施例のレーザ加工装置の模式図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る実施例で照射したビームの被加工物における照射形状を示す画像である。

[図6]レーザ加工用ビームのみによって形成された加工溝と本発明の一実施形態に係る実施例で形成された加工溝との比較を示す被加工物の上面画像である。

[図7]本発明の一実施形態に係る実施例のレーザ加工用ビームとデブリ除去用ビームの照射間隔とデブリの除去量との対応関係を示すグラフである。

[図8A]本発明の一実施形態に係るデブリの除去方法を説明するための図である。

[図8B]本発明の一実施形態に係るデブリの除去方法を説明するための図である。

[図9A]本発明の一実施形態に係るデブリの飛散方向が制御される様子を説明するための図である。

[図9B]本発明の一実施形態に係るデブリの飛散方向が制御される様子を説明するための図である。

[図10]本発明の一実施形態に係る実施例のデブリの飛散方向が制御された様子を説明するための図である。

[図11]本発明の一実施形態に係るレーザ加工装置の模式図である。

[図12]本発明の一実施形態に係るレーザ加工用ビームとデブリ除去用ビームの照射領域を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明するが、本発明は本実施形態に限定されるものではない。なお、以下で説明する図面で、同機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略することもある。

[0015] 本発明において「アブレーション加工」とは、非熱加工の一種であって、高パワー密度のレーザビームを被加工物に照射することで、被加工物の表面物質を分解・蒸発・飛散させて加工を行うことである。また、本発明において「デブリ」とは、アブレーション加工によって副次的に生じる被加工物の加工屑である。さらに、本発明において「アブレーションしきい値」とは、材料固有の値であって、アブレーション加工を可能とする最小パワー密度のことである。

[0016] (第1の実施形態)

図1Aは、本実施形態に係るレーザ加工装置の模式図である。レーザ加工装置は、発振装置1、反射ミラー21、集光レンズ22、保持装置3を備えている。発振装置1は、レーザ光源11、レーザ制御部12、ビーム整形分割部13を有している。保持装置3は、保持部31、XYZ軸ステージ32を有している。矢印付き破線は、アブレーション加工を行うためのレーザ加工用ビーム51を示し、矢印付き一点破線は、デブリを除去するためのデブリ除去用ビーム52を示している。

[0017] レーザ光源11は、アブレーション加工を行うためのレーザビームを発振する。本実施形態では、レーザ光源11から発振されるレーザビームとしてフェムト秒レーザを用いるが、これに限定されるものではない。アブレーション加工を行うことができるレーザであれば、ピコ秒レーザ、エキシマレーザ、YAGレーザ、CO₂レーザ等であっても良い。制御部12は、レーザ光源11で発振するレーザビームの出力、周波数等を制御することができる

。レーザ光源 1 1 から発振したレーザビームは、ビーム整形分割部 1 3 に入射する。ビーム整形分割部 1 3 は、入射したレーザビームを、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の 2 本のビームに分割すると共に、デブリ除去用ビーム 5 2 の形状を整形する。ビーム整形分割部 1 3 については、詳しく後述する。

[0018] レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 は、反射ミラー 2 1 によって光路を変え、集光レンズ 2 2 を介して保持部 3 1 に設置された被加工物 4 に照射される。

[0019] 被加工物 4 は、保持部 3 1 に設置される。保持部 3 1 は、被加工物 4 を保持することが可能な部材であり、X Y Z 軸ステージ 3 2 に固定されている。X Y Z 軸ステージ 3 2 は、X-Y 軸方向及び Z 軸方向に駆動することができる。ここで、X-Y 軸方向とは、保持部 3 1 の被加工物 4 を設置する設置面の面方向であり、Z 軸方向とは、X-Y 軸方向に直交する方向である。したがって、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 を保持部 3 1 に設置された被加工物 4 に照射させながら、X Y Z 軸ステージ 3 2 を駆動させることで、被加工物 4 をレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 で走査して所望の加工を行うことができる。

[0020] X Y Z 軸ステージ 3 2 により被加工物 4 を移動させる代わりに、発振装置 1 1、反射ミラー 2 1、及び集光レンズ 2 2 を一体で移動させる構成、又はガルバノスキャナを用いる等してレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 の照射位置を移動させる構成としても良い。あるいは、被加工物 4 を移動させながら、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 を移動させても良い。すなわち、被加工物 4、並びにレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 の少なくとも一方を移動させることにより、被加工物 4 の加工面をレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 が走査されれば、いずれの構成を用いても良い。

[0021] 次に、図 2 A、図 2 B を参照しながら、ビーム整形分割部 1 3 について詳しく説明する。なお、説明の便宜上、図 2 A、図 2 B においては、図 1 A に

示された反射ミラー 2 1 の図示を省略している。

[0022] 図 2 A 左図は、ビーム整形分割部 1 3 において、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 が生成される様子を説明するための図である。左側の矢印はレーザビームの入射方向を示している。図 2 A 右図は、図 2 A 左図に示されたビーム整形分割部 1 3 から照射されるレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 の、被加工物 4 における照射形状を示す上面図である。右図の矢印（図の上方向）は各ビーム 5 1、5 2 の走査方向を示している。ビーム整形分割部 1 3 は、回折光学素子 1 3 1 を有している。回折光学素子 1 3 1 は、レーザビームを分割する機能と分割したレーザビームの一方の光軸の直交断面の形状を整形する機能の両方を有している。レーザ光源 1 1 から発振されたレーザビームは、ビーム整形分割部 1 3 に入射し、回折光学素子 1 3 1 によって、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の 2 本のビームに分割される。分割と同時に、回折光学素子 1 3 1 によって、デブリ除去用ビーム 5 2 は、線状のラインビームに整形される。ビーム整形分割部 1 3 によって分割されたレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 は、集光レンズ 2 2 を介して被加工物 4 の表面に照射される（図 2 A 右図）。なお、回折光学素子 1 3 1 と集光レンズ 2 2 との間の光路長を変えることによって、被加工物 4 におけるレーザ加工用ビーム 5 1 の照射領域と、被加工物 4 におけるデブリ除去用ビーム 5 1 の照射領域との間の距離 d を変えることができる。

[0023] 図 2 A では、回折光学素子 1 3 1 を用いてレーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 を生成する方法を説明したが、図 2 B に示すように、ビームスプリッタ 1 3 2 を用いてレーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 とを生成しても良い。この場合、ビーム整形分割部 1 3 に入射したレーザビームは、ビームスプリッタ 1 3 2 によって、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の 2 本のビームに分割される。さらに、デブリ除去用ビーム 5 2 は、反射ミラー 1 3 6 で光路を変えながら、シリンドリカルレンズ 1 3 4、1 3 5 によって線状のラインビームに整形される。線状に整

形されたデブリ除去用ビーム 5 2 は、反射ミラー 1 3 7、ビームスプリッタ 1 3 3 でレーザ加工用ビーム 5 1 と再び重ね合わされ、レーザ加工用ビーム 5 1 と共にビーム整形分割部 1 3 から出射されるレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 は、集光レンズ 2 2 を介して被加工物 4 の表面に照射される（図 2 B 右図）。なお、ビームスプリッタ 1 3 2、1 3 3 は、例えば偏向ビームスプリッタのようにビームを分割及び合波できるものであれば良く、本実施形態に限定されるものではない。また、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 は、ビームスプリッタ 1 3 3 において、各光軸を完全に一致させるのではなく軸をずらして重ね合わされる。この軸間の距離を調節することによって、各ビーム 5 1、5 2 の被加工物 4 における照射間隔 d を変化させることができる。

[0024] 次に、図 1 B に戻って本実施形態に係るレーザ加工装置におけるアブレーション加工及びデブリ除去方法について説明する。図 1 B は、本実施形態に係るアブレーション加工方法及びデブリ除去方法を説明するための図である。本実施形態では、デブリ除去用ビーム 5 2 の照射形状は直線状であり、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 を離間して上方から被加工物 4 に照射しながら、被加工物 4 を X-Y 軸方向（白抜き矢印方向）へ移動して加工溝 1 0 1 を形成する。実線矢印は、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 の照射位置の被加工物 4 に対する相対的な移動方向（レーザの走査方向）を示している。

[0025] レーザ加工用ビーム 5 1 を被加工物 4 に照射しながら、その照射位置を移動することで加工溝 1 0 1 を形成するが、加工溝 1 0 1 の周囲には、レーザ加工用ビーム 5 1 の照射に伴って生じたデブリ 1 0 2 が飛散して付着する。付着したデブリ 1 0 2 は、デブリ除去用ビーム 5 2 の照射によって除去する。レーザ加工用ビーム 5 1 は、被加工物 4 のアブレーションしきい値よりも高いパワー密度で被加工物 4 に照射され、デブリ除去用ビーム 5 2 は、被加工物 4 から生じたデブリ 1 0 2 が除去されるのに十分なパワー密度で被加工物 4 に照射される。一般に、デブリ 1 0 2 は、被加工物 4 のアブレーション

しきい値よりも低いパワー密度で除去することができるため、デブリ除去用ビーム５２のパワー密度は、被加工物４のアブレーションしきい値未満で、デブリ１０２のアブレーションしきい値以上とすることが好ましい。しかしながら、本発明において第２のビーム（デブリ除去用ビーム５２）はデブリを除去するために用いられるので、デブリの除去効果が発揮できるのであれば、デブリ除去用ビーム５２のパワー密度が上述の範囲に限定されることはない。すなわち、デブリ１０２を除去する際に、被加工物４にダメージを与えることなく、または与えるダメージを最低限にしながら、デブリ１０２を十分に除去することができるパワー密度でビームを照射することが望ましい。

[0026] デブリ除去用ビーム５２は、レーザ加工用ビーム５１により形成される加工溝１０１の形成が進行する方向に対して、該レーザ加工用ビーム５１の照射位置より後方に照射する。さらに該デブリ除去用ビーム５２は、該デブリ除去用ビーム５２の直線状の照射形状の軸が該加工溝１０１の形成方向に対して直交するように照射する。このような配置でデブリ除去用ビーム５２を照射し、移動することで、レーザ加工用ビーム５１によって発生し周囲に飛散したデブリ１０２を、デブリ除去用ビーム５２が追従しながら除去することができる（デブリ除去領域１０３）。

[0027] すなわち、本実施形態のように、レーザ加工用ビーム５１を走査する場合、レーザ加工用ビーム５１の走査方向の後段側に該レーザ加工用ビーム５１から離間してデブリ除去用ビーム５２を照射することが好ましい。ある瞬間においては、レーザ加工用ビーム５１により形成された加工溝１０１の一部を中心にデブリ１０２が四方に飛散し、飛散したデブリ１０２の一部は、上記加工溝１０１の一部を中心に分布を持って被加工物４に付着する。つまり、レーザ加工用ビーム５１の照射により形成された加工溝１０１の周囲に被加工物４に付着したデブリ１０２が形成されることになる。これに対して、本実施形態では、上述のようにレーザ加工用ビーム５１とデブリ除去用ビーム５２とを照射しているので、付着してしまったデブリ１０２が存在する領

域をデブリ除去用ビーム52が走査することになる。このとき、デブリ除去用ビーム52が走査方向に直交する方向に延在する線状ビームであるので、加工溝101から離れた領域に付着したデブリ102にまでデブリ除去用レーザ52を照射することができる。よって、レーザ加工用ビーム51の加工により生じ、被加工物4に付着してしまったデブリを良好に除去することができる。

[0028] なお、本実施形態においては、デブリ除去用ビーム52の照射形状の長手方向が、レーザ加工用ビーム51の走査方向に対して直交するように照射されているが、これに限定されるものではなく、0度（平行）以外の任意の角度を成すように照射されても良い。つまり、該照射形状と該走査方向の成す角度を0度よりも大きくすることで、デブリ除去用ビーム52はデブリ102の除去効果を有する。

[0029] デブリ除去用ビーム52の長さは、デブリ102が飛散する範囲の幅以上とするのが好ましい。また、レーザ加工用ビーム51とデブリ除去用ビーム52との照射間隔を d [μm] とし、被加工物4の移動速度（レーザの被加工物4への照射領域の該被加工物4に対する相対移動速度）を v [$\mu\text{m}/\text{s}$] とした場合、 $T = d / v$ [s] において、時間 T が一定の値となるように間隔 d 及び速度 v を設定するのが好ましい。 T [s] は、具体的には、被加工物4のある領域において、レーザ加工用ビーム51によってデブリ102が発生した後、被加工物4に付着したデブリ102がデブリ除去用ビーム52によって再び照射されるまでの時間とみなすことができる。

[0030] ここで、デブリ102の一粒子に着目してみると、発生したデブリの粒子は発生と同時に空中に飛散し、暫く後に落下して被加工物4の表面に付着する。さらに、被加工物4の表面に付着したデブリ粒子は、付着後すぐに被加工物4に固着するわけではなく、付着後まもなくであれば、デブリ102の通常のアブレーションしきい値よりも低いパワー密度で除去することができる。このパワー密度と時間との関係、つまり、付着したデブリを除去するために必要なパワー密度とデブリ付着後に経過した時間との関係は、繰り返し

測定を行うことで導き出すことができる。したがって、照射時間間隔 T [s] の値は、飛散したデブリ 102 が被加工物 4 の表面に付着後まもなくとすることが好ましい。 T [s] の値を決定する要因としては、レーザ加工用ビーム 51 の出力、波長及び被加工物 4 のエネルギー吸収率等が考えられる。

[0031] このように、本発明の第 1 の実施形態に係るレーザ加工装置は、アブレーション加工用ビーム 51 とデブリ除去用ビーム 52 の 2 本のビームを被加工物 4 に照射する。デブリ除去用ビーム 52 は、照射形状が線状となるように整形されたラインビームであるため、元のビームの出力が同じである場合、広範囲に拡大したビーム（例えば、その直径がラインビームの長さと同程度の円板形状のビーム）よりもビームの単位面積当たりの出力（パワー密度）は高くなる。言い換えれば、同じパワー密度のビームを発振する場合、広範囲のビームではなく、線状のビーム形状とすることによって、必要なビームの出力を低減することができる。さらに、デブリ除去用ビーム 52 を被加工物に照射した状態で、例えば、デブリ除去用ビーム 52 の照射形状が直線状であれば、その直線と直交するような方向へ被加工物 4 を移動させてデブリの除去を行う。すなわち、本実施形態では、デブリ除去用ビーム 52 の被加工物 4 への投影像が線状になるようにデブリ除去用ビーム 52 を照射することにより、低パワーのレーザを用いたとしても、デブリ除去を実現できる程度のパワー密度を確保し、かつ所定の方向（例えば、レーザの走査方向と直交する方向）に沿った照射面積を大きくすることができる。よって、線状のデブリ除去用ビーム 52 の照射位置を上述のように移動させれば照射領域を広範囲に拡大することができ、レーザビームの出力を抑えつつ、広範囲に付着したデブリを除去することが可能となる。

[0032] デブリ除去用ビーム 52 の形状は直線に限定されるものではなく、照射形状が湾曲状・円弧状であっても良い。その場合、図 3 A に示されるように、デブリ除去用ビーム 52 の湾曲状・円弧状の開口側を前方にして該デブリ除去用ビーム 52 を移動させながら（図 3 A の矢印方向）、デブリの除去を行う。さらに、デブリ除去用ビーム 52 の照射形状は、くの字形（図 3 B）、

コの字形（図 3 C）、その他直線と曲線を組合せた線（図 3 D）等であっても良い。ビームの形状が「線状」とは、厳密な意味で線でなくても良く、例えば、短軸の長さに対して長軸の長さの比が非常に大きい楕円形（図 3 E）等の細長い形状も「線状」に含まれる。つまり、デブリ除去用ビーム 5 2 の形状は、その照射領域を特定の方向に移動することで、実質的な照射領域が 2 次元的に拡大するような効果を生じる 1 次元的な形状であると言える。

[0033]（実施例 1）

図 4 は、本発明の一実施形態に係る実施例の模式図である。レーザ光源 1 1 から発振されるレーザビームは、パルス幅 5 0 0 f s、繰返し周波数 1 0 0 k H z、平均出力 1 w、波長 1 μ m のフェムト秒レーザである。また、被加工物 4 の材質は、ソーダ石灰ガラスである。ソーダ石灰ガラスのアブレーションしきい値は、該フェムト秒レーザ及び後述の集光レンズ 2 2 を用いた場合、レーザビームの出力に換算して 0. 0 5 W 程度であることが分かっている。なお、該集光レンズ 2 2 によって集光されたビームのスポット径は約 1 μ m である。レーザ整形分割部 1 3 は、1 / 2 波長板 4 1、偏向ビームスプリッタ 4 2、反射ミラー 4 3、空間光変調素子 4 4 を有している。レーザ光源 1 1 から発振された出力 1 W（パルスエネルギー 1 0 μ J）のレーザビームを、1 / 2 波長板 4 1 及び偏向ビームスプリッタ 4 2 で出力を 0. 2 W（パルスエネルギー 2 μ J）に調整した。さらに、出力を調整したレーザビームを反射ミラー 4 3 を介して空間光変調素子 4 4 に入射し、出力 0. 1 W（パルスエネルギー 1 μ J）のレーザ加工用ビーム 5 1 と出力 0. 1 W（パルスエネルギー 1 μ J）のデブリ除去用ビーム 5 2 に分割した。分割したレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 を集光レンズ 2 2（5 0 倍）を介してそれぞれ被加工物 4 に照射し、走査を行った。被加工物 4 は X Y Z 軸ステージ 3 2 に固定された保持部 3 1 に設置し、X Y Z 軸ステージ 3 2 を X - Y 軸方向へ 2 0 μ m / s の速度で移動させながら加工溝 1 0 の形成とデブリ 1 0 2 の除去を行った。デブリ除去用ビーム 5 2 の効果を確認するために、レーザ加工用ビーム 5 1 のみを走査した場合と、レーザ加工用ビー

ム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 を共に走査した場合の比較を行った。

[0034] 図 5 は、被加工物 4 に照射したビーム形状の画像である。上部の点がレーザ加工用ビーム 5 1、下部の直線がデブリ除去用ビーム 5 2 である。レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の照射間隔 d は $10\ \mu\text{m}$ であり、デブリ除去用ビーム 5 2 の長さは $30\ \mu\text{m}$ である。したがって、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の照射時間間隔 T [s] は 0.5 秒である。

[0035] 図 6 (a) は、レーザ加工用ビーム 5 1 のみによって形成された加工溝 10 の上面画像である。加工溝 10 の周囲にデブリ 102 が付着していることが分かる。図 6 (b) は、レーザ加工用ビーム 5 1 と同時に、デブリ除去用ビーム 5 2 を走査してデブリ除去を行った後の加工溝 10 の上面画像である。レーザ加工用ビーム 5 1 で加工溝 101 を形成してから、0.5 秒後にデブリ除去用ビーム 5 2 を照射することで、飛散したデブリ 102 を除去できることが確認された。

[0036] (実施例 2)

上述の実施例 1 と同一構成のレーザ加工装置において、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の照射間隔 d [μm] を変化させて、デブリの除去量の変化を確認する実験を行った。レーザ加工用ビーム 5 1 は、出力 0.05 W (パルスエネルギー $0.5\ \mu\text{J}$)、デブリ除去用ビーム 5 2 は、出力 0.06 W (パルスエネルギー $0.6\ \mu\text{J}$) とし、XYZ 軸ステージ 32 の移動速度は $100\ \mu\text{m}/\text{s}$ とした。照射間隔 $d = 2.6\ \mu\text{m}$ 、 $7.8\ \mu\text{m}$ 、 $13\ \mu\text{m}$ の 3 水準で比較を行った。照射時間間隔 T [s] はそれぞれ、0.026 秒、0.078 秒、0.13 秒である。

[0037] 図 7 は、レーザ加工用ビーム 5 1 とデブリ除去用ビーム 5 2 の照射間隔 d [μm] を変化させた時のデブリ 102 の除去量を示したグラフである。横軸は、加工溝 10 の中心からの距離を表し、縦軸は、被加工物 4 の加工前の表面の高さを 0 とした時の加工後の加工部の高さを表している。 $d = 7.8\ \mu\text{m}$ の場合に最もデブリを除去できていることが確認できた。

[0038] (第2の実施形態)

被加工物4の表面に再固着したデブリ102のアブレーションしきい値は、元の被加工物4のアブレーションしきい値よりも低くなっている。そのため、再固着したデブリ102を除去するためには、被加工物4のアブレーションしきい値をわずかに下回るパワー密度でデブリ除去用ビーム52を照射すれば良いと考えられる。しかしながら、表面にデブリ102が固着した部位は、固着したデブリ102を起点としてビームのエネルギーが被加工物4に吸収され易くなっているため、被加工物4のアブレーションしきい値未満であっても被加工物4に損傷を与える可能性がある。

[0039] 飛散したデブリ102は、被加工物4に付着後まもなくは、デブリ本来のアブレーションしきい値よりも低いアブレーションしきい値でデブリ102を除去できることがこれまでの実験により分かっている。したがって、飛散したデブリ102が被加工物4に付着後すぐに、デブリ102を除去することが重要となる。

[0040] デブリ除去用ビーム52がデブリ102に照射された時、蒸発して消滅するデブリもあるが、そのデブリの多くが周囲に弾き飛ばされる。例えば、デブリ除去用ビーム52を照射しながらデブリ102に接近させると、デブリ102の多くはデブリ除去用ビーム52の移動方向の前方に弾き飛ばされる。このことは、デブリ除去用ビーム52の形状と移動方向を工夫することによって、デブリ102の飛散方向を制御することができることを示している。例えるならば、デブリ102というゴミをデブリ除去用ビーム52という箒で所望の方向へ掃き出すことができることを意味する。

[0041] 図8A、図8Bは、デブリ除去用ビーム52によるデブリ102の除去の様子を説明するための図である。図8Aでは、デブリ除去用ビーム52の照射形状は円弧状であり、図8Bでは、デブリ除去用ビーム52の照射形状は直線状である。図8A、図8Bのそれぞれの場合において、デブリ除去用ビーム52を実線矢印方向に走査すると、付着していたデブリ102はデブリ除去用ビーム52の走査方向前側に弾き飛ばされながら次第に集められる（

デブリ 102 a)。図 8 B のようにビーム形状が直線状の場合、デブリ除去用ビーム 52 によりデブリ 102 を良好に吐き出すことができるが、ラインビームの両端付近においてはデブリ 102 が照射領域の外側方向にも弾き飛ばされることもあり（破線矢印）、デブリが残存する可能性がある。これに対して、図 8 A のようにビーム形状が円弧状であれば、デブリ 102 は、ビームによってカバーされる照射領域の内側方向に弾き飛ばされ易くなるため（破線矢印）、デブリ 102 を逃さずに、より効率良く除去していくことができる。したがって、デブリ除去用ビーム 52 の形状を、湾曲状、円弧状、くの字形、コの字形等の形状とすることはデブリ 102 の飛散方向を制御する上で非常に有効である。つまり、デブリ除去用ビーム 52 の形状は、デブリ 102 をさらに周囲に飛散させることなく、あるいはその飛散量を低減させて、デブリ除去用ビーム 52 の走査方向の前方でまとめることができる形状であることが好ましい。

[0042] 図 9 A は、本実施形態に係るレーザ加工装置のデブリ 102 の除去方法を説明するための図である。図 9 A では、デブリ除去用ビーム 52 の照射形状を、円環状としている。実線矢印はビームの相対的な移動方向を示している。デブリ除去用ビーム 52 の円環内において、デブリ 102 は飛散と付着を繰り返しながら円環状のデブリ除去用ビーム 52 と共に移動する。つまり、発生したデブリ 102 を円環内に閉じこめたまま、被加工物 4 の端まで誘導することができる。

[0043] また、図 9 B に示すように、デブリ除去用ビーム 52 の照射形状を走査方向に対して斜めにしても良い。図 9 B は、被加工物 4 の上面図を示し、ビームの相対的な移動方向に対して横側にデブリ吸引器 201 が設置されている。デブリ除去用ビーム 52 は、照射形状が移動方向に対して角度が付くように照射されるため、デブリ 102 は斜め前方へ弾き飛ばされてデブリ吸引器 201 で効率良く回収される。

[0044] なお、本実施形態では、デブリ除去用ビーム 52 の照射形状のバリエーションを説明したが、ビームを複数本用いて同様の効果を得られる構成として

も良い。すなわち、デブリ除去用ビーム 5 2 を複数本配置することによって、デブリ 1 0 2 の飛散方向を制御して効率良くデブリ 1 0 2 の除去を行う構成としても良い。デブリ除去用ビーム 5 2 の利点の 1 つは、照射形状・本数等を工夫することで、被加工物 4 の形状や要求されるデブリの除去レベルに対して柔軟に対応できることである。

[0045] (実施例 3)

被加工物 4 にレーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 を照射して加工溝 1 0 1 の形成とデブリ 1 0 2 の除去を同時に行った場合と、レーザ加工用ビーム 5 1 のみを照射して加工溝 1 0 1 の形成のみを行った場合のデブリ 1 0 2 の付着状況を比較した。図 1 0 は、加工後の被加工物 4 の上面画像を示す図である。白矢印方向（画像の上方向）がビームの走査方向であり、一定距離のビーム走査を行なって加工溝 1 0 1 を形成した。図 1 0 の左図においては、加工溝 1 0 1 の形成と同時にデブリ 1 0 2 の除去も同時に行なっている。被加工物 4 の表面に付着したデブリ 1 0 2 は、図において複数の黒い点で示されている。デブリ除去用ビーム 5 2 を照射した場合には（図 1 0 左図）、デブリ除去用ビーム 5 2 を照射していない場合（図 1 0 右図）と比較して、デブリ除去用ビーム 5 2 の走査方向前方におけるデブリ 1 0 2 の付着量がかなり増加している様子が確認できる。さらに、デブリ除去用ビーム 5 2 を走査した領域（画像ではデブリ除去用ビーム 5 2 の下側領域 1 0 3）は、デブリ 1 0 2 が十分に除去されている様子も確認できる。図 1 0 左図と右図とでは、デブリ除去用ビーム 5 2 の使用以外は同一の条件で実施したため、発生したデブリ 1 0 2 の量は同程度であると考えられる。したがって、図 1 0 左図では走査方向の前方にデブリ 1 0 2 が溜まっていることから、デブリ除去用ビーム 5 2 によってデブリ 1 0 2 が走査方向に沿って掃き出されていること、すなわち、デブリ飛散、除去する方向の制御ができていることが確認された。

[0046] (第 3 の実施形態)

図 1 1 は、本実施形態に係るレーザ加工装置の模式図である。レーザ加工

装置は、発振装置 1、ビームスプリッタ（ハーフミラー） 9 1、集光レンズ 2 2、保持装置 3 を備えている。発振装置 1 は、レーザ光源 1 1 a、1 1 b、レーザ制御部 1 2 a、1 2 b、ビーム整形部 9 3 a、9 3 b を有している。保持装置 3 は、保持部 3 1、XYZ 軸ステージ 3 2 を有している。被加工物 4 は保持部 3 1 に設置される。矢印付き破線は、アブレーション加工を行うためのレーザ加工用ビーム 5 1 を示し、矢印付き一点破線は、デブリを除去するためのデブリ除去用ビーム 5 2 を示している。

[0047] このように、本実施形態では、2つのレーザ光源 1 1 a、1 1 b を備える構成としている。つまり、レーザ加工用ビーム 5 1 及びデブリ除去用ビーム 5 2 が、それぞれレーザ光源 1 1 a 及び 1 1 b から発振されたレーザビームから生成される。発振装置 1 から発振したレーザ加工用ビーム 5 1 及びレーザ除去用ビーム 5 2 は、ビームスプリッタ（ハーフミラー） 9 1 で合成され、集光レンズ 2 2 を介して被加工物 4 に入射する。なお、ビームスプリッタ 9 1 は、例えば偏向ビームスプリッタのようにビームを分割及び合波できるものであれば良く、本実施形態に限定されるものではない。また、被加工物 4 におけるレーザ加工用ビーム 5 1 とレーザ除去用ビーム 5 2 との照射間隔 d は、各ビームがビームスプリッタ（ハーフミラー） 9 1 に入射する際のそれぞれの光軸間の距離を変化させて調整することができる。さらに、レーザ加工用ビーム 5 1 及びレーザ除去用ビーム 5 2 を被加工物 4 に照射した状態で被加工物 4 を走査することで、アブレーション加工及びデブリの除去を同時に行う。

[0048] なお、デブリ除去用ビーム 5 2 は、その照射領域がレーザ加工用ビーム 5 1 の照射領域の少なくとも一部を含むように照射されても良い。例えば、孔開け加工のようにレーザ加工用ビーム 5 1 の照射位置を固定する場合には、デブリ除去用ビーム 5 2 を、レーザ加工用ビームの加工孔に重なるように照射することができる（図 1 2）。あるいは、レーザ加工用ビーム 5 1 の照射位置を固定して加工を行いつつ、その周囲をデブリ除去用ビーム 5 2 のみを走査して付着するデブリを除去するような構成とすることもできる。図 1 2

に示すように、レーザ加工用ビーム 5 1 が照射される加工点を中心として、デブリ除去用ビーム 5 2 を回転させる、またはレーザ加工用ビーム 5 1 が照射される加工点を挟んで、デブリ除去用ビーム 5 2 を往復走査する等の構成とすれば良い。

[0049] この出願は 2013 年 7 月 19 日に提出された日本国特許出願第 2013-150897 号からの優先権を主張するものであり、その内容を引用してこの出願の一部とするものである。

符号の説明

- [0050] 1 発振装置
- 1 1 レーザ光源
 - 1 2 レーザ制御部
 - 1 3 ビーム整形分割部
 - 1 3 1 回折光学素子
 - 1 3 2、1 3 3 ビームスプリッタ
 - 1 3 4、1 3 5 シリンドリカルレンズ
 - 1 3 6、1 3 7 反射ミラー
 - 2 1 反射ミラー
 - 2 2 集光レンズ
 - 3 保持装置
 - 3 1 保持部
 - 3 2 X Y Z 軸ステージ
 - 4 被加工物
 - 4 1 1 / 2 波長板
 - 4 2 偏向ビームスプリッタ
 - 4 3 反射ミラー
 - 4 4 空間光変調素子
 - 5 1 レーザ加工用ビーム
 - 5 2 デブリ除去用ビーム

9 1 ビームスプリッタ（ハーフミラー）

9 3 ビーム整形部

1 0 1 加工溝

1 0 2 デブリ（デブリ付着領域）

1 0 2 a デブリ（デブリ集積領域）

1 0 3 デブリ除去領域

2 0 1 デブリ吸引ノズル

請求の範囲

- [請求項1] 被加工物をアブレーション加工するための第1のビームと、前記アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームとを発振する発振装置と、
- 前記被加工物を保持するための保持装置とを備え、
- 前記第1のビームは、前記保持装置に保持された前記被加工物に照射され、前記第2のビームは、前記被加工物の前記第1のビームの照射位置又は該照射位置の近傍に照射され、前記第2のビームの前記被加工物における照射形状は線状であるレーザ加工装置。
- [請求項2] 前記第1のビームは、前記被加工物のアブレーションしきい値以上のパワー密度で前記被加工物に照射され、前記第2のビームは、前記被加工物のアブレーションしきい値未満かつ前記デブリのアブレーションしきい値以上のパワー密度で前記被加工物に照射される請求項1に記載のレーザ加工装置。
- [請求項3] 前記第1のビームは、前記被加工物を走査し、前記第2のビームは、照射形状の長手方向が前記第1のビームの走査方向に対して0度よりも大きい角度を成した状態で、前記走査方向へ前記被加工物を走査する請求項1又は2に記載のレーザ加工装置。
- [請求項4] 前記第1のビームは、前記被加工物を走査し、前記第2のビームは、前記第1のビームの走査方向に対して後方に離間して照射されて前記走査方向に前記被加工物を走査する請求項1乃至3のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項5] 前記第2のビームの照射形状の少なくとも一部が円弧状である請求項1乃至4のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項6] 前記発振装置は、レーザビームを発生する光源と、前記レーザビームを前記第1のビームと前記第2のビームとに分割する分割部を備える請求項1乃至5のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項7] 前記発振装置は、前記第1のビームを発振する第1の光源と、上記

第2のビームを発振する第2の光源とを備える請求項1乃至5のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。

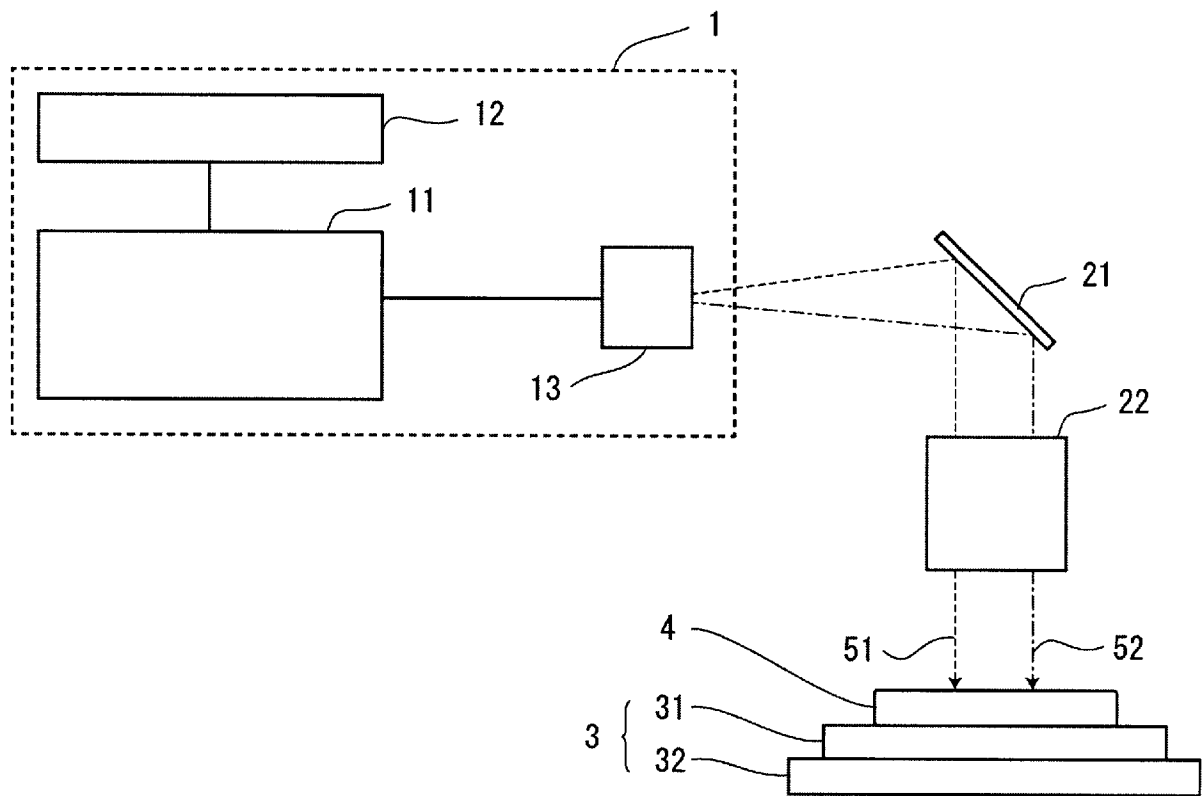
[請求項8] 被加工物をアブレーション加工するための第1のビームと、前記アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームを発振する発振工程を有し、

前記第1のビームは、前記被加工物に照射され、前記第2のビームは、前記被加工物の前記第1のビームの照射位置又は該照射位置の近傍に照射され、前記被加工物における照射形状は線状であるレーザ加工方法。

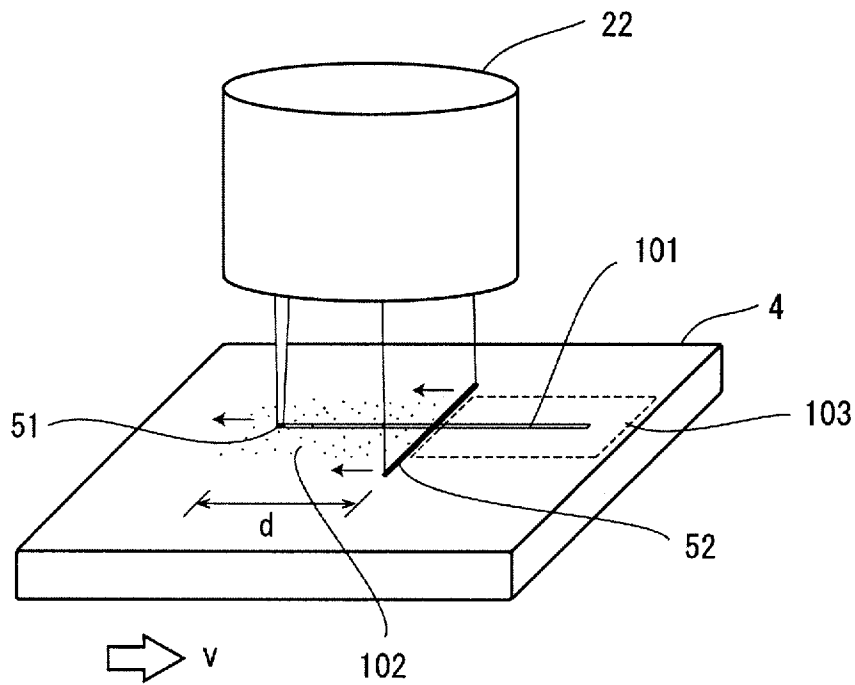
[請求項9] アブレーション加工を行うための第1のビームと、前記アブレーション加工によって生じるデブリを除去するための第2のビームとを発振するレーザ発振装置であって、

前記第2のビームの、該第2のビームの光軸に直交する断面の形状を線状に整形する整形手段を備えるレーザ発振装置。

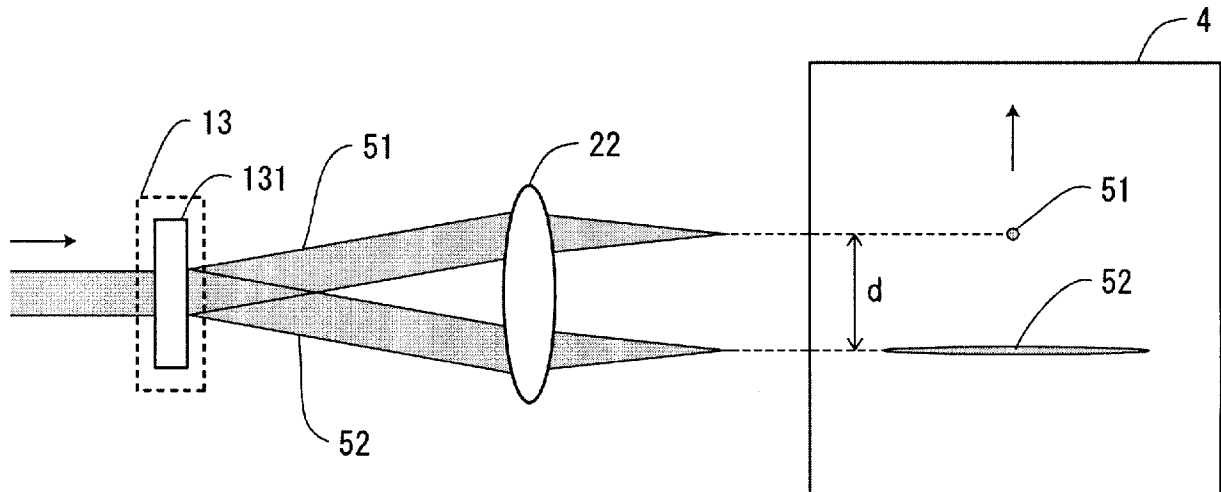
[図1A]



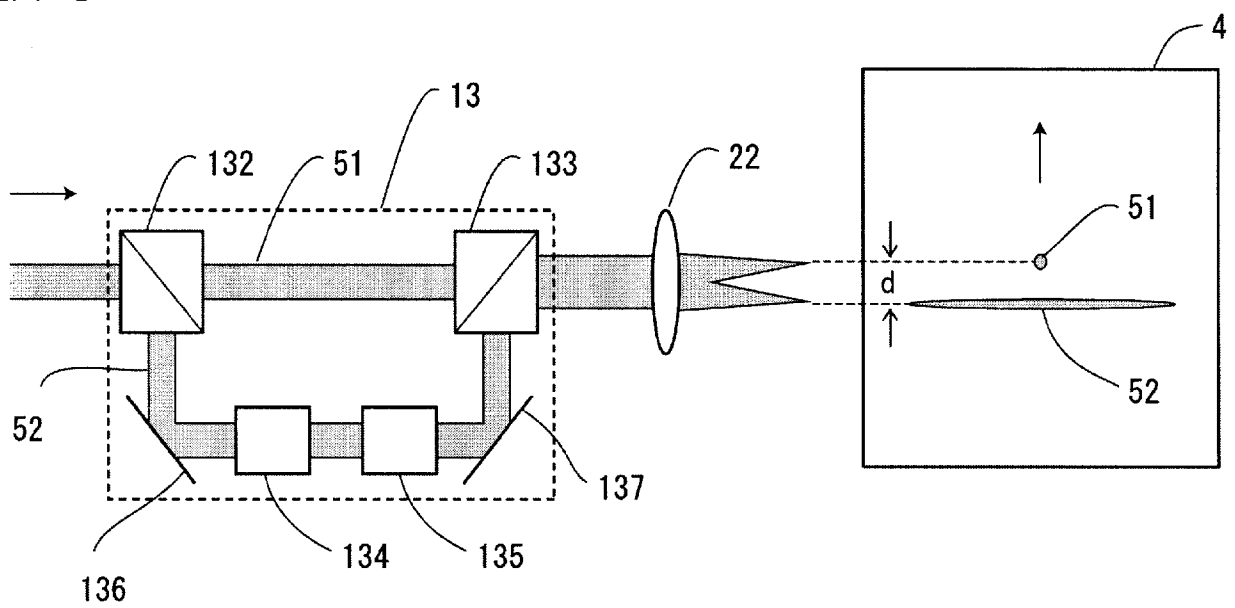
[図1B]



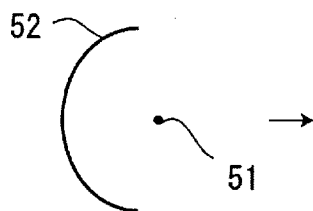
[図2A]



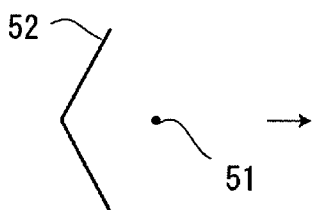
[図2B]



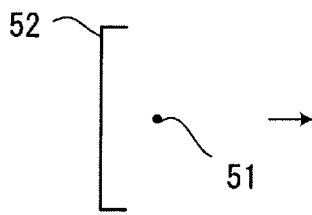
[図3A]



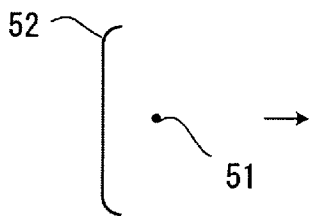
[図3B]



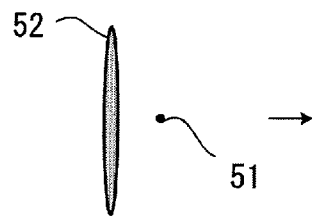
[図3C]



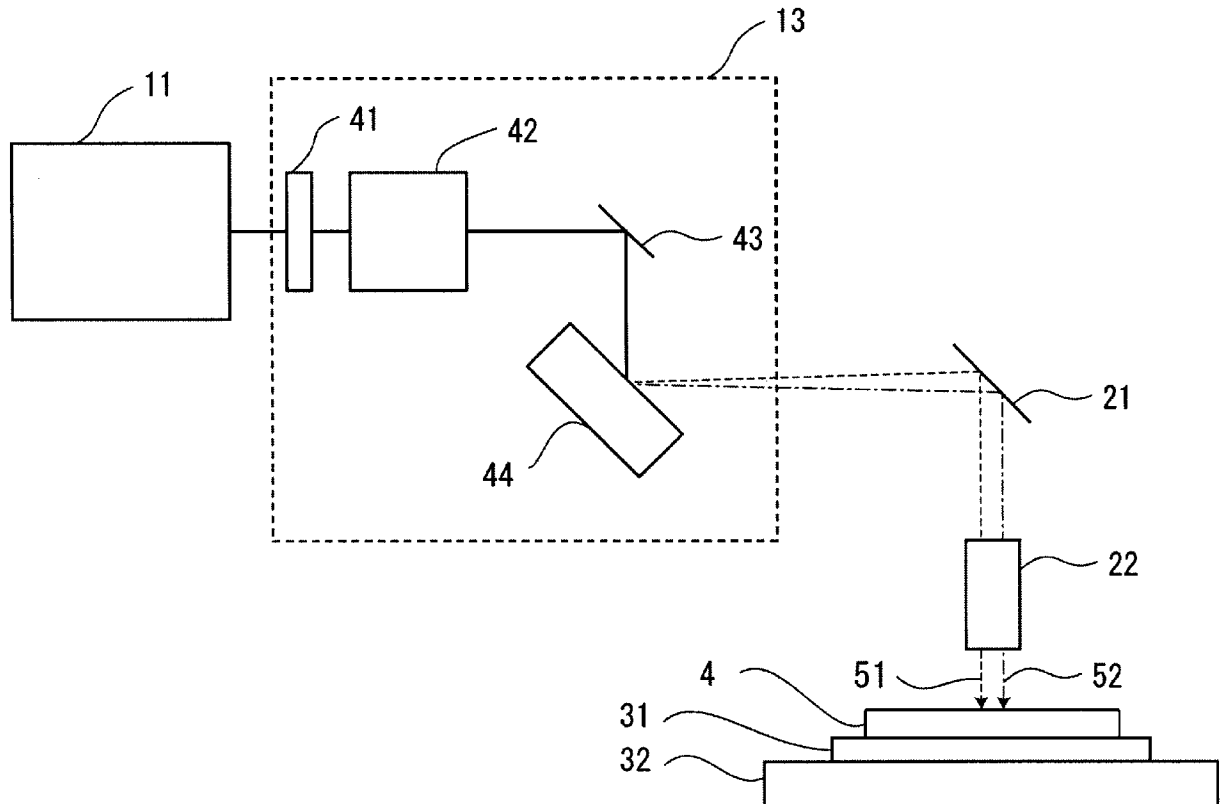
[図3D]



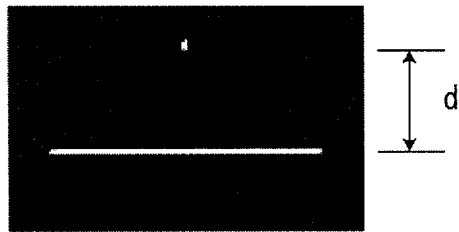
[図3E]



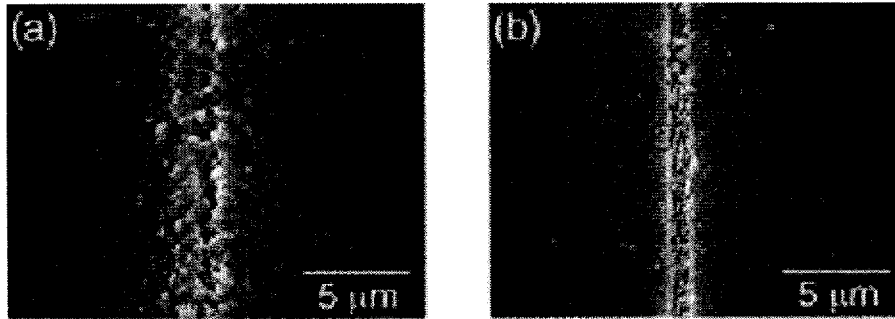
[図4]



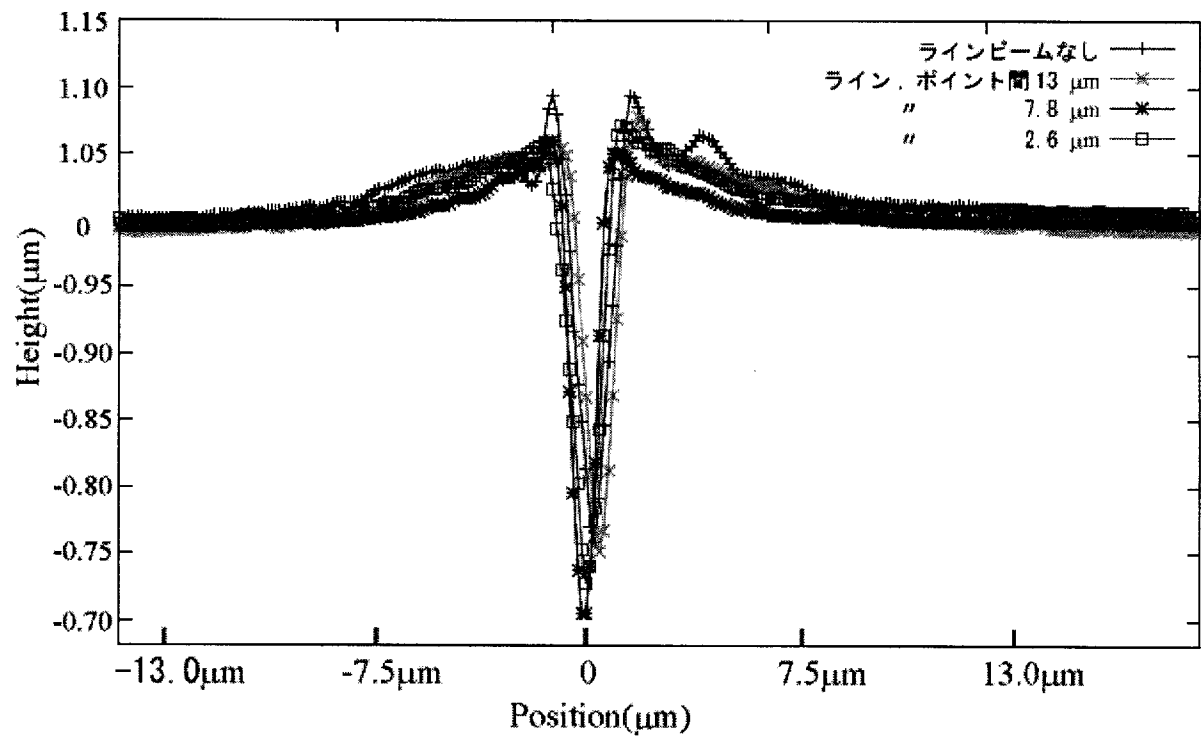
[図5]



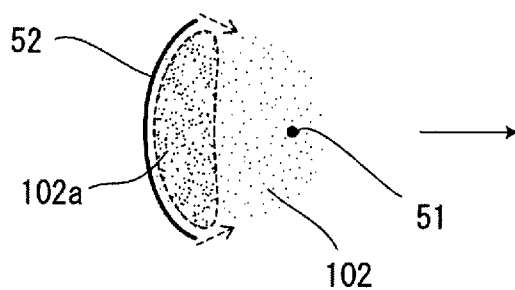
[図6]



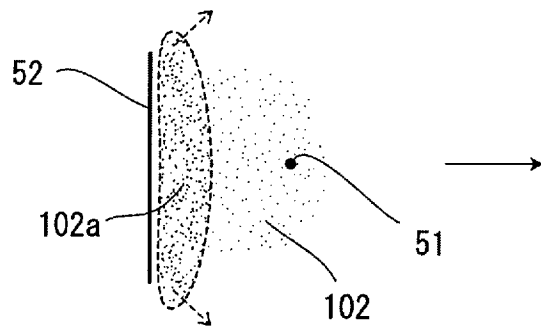
[図7]



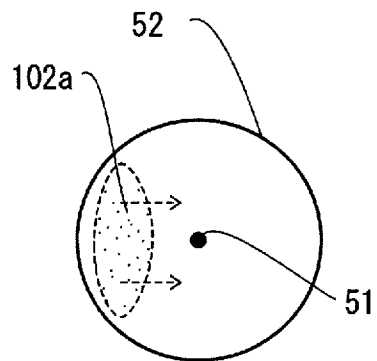
[図8A]



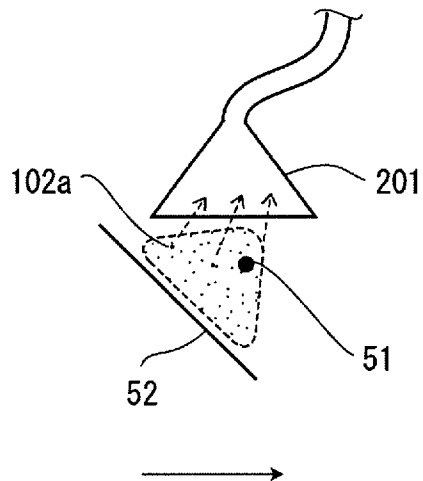
[図8B]



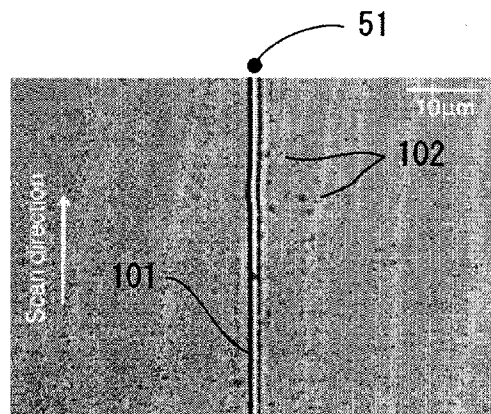
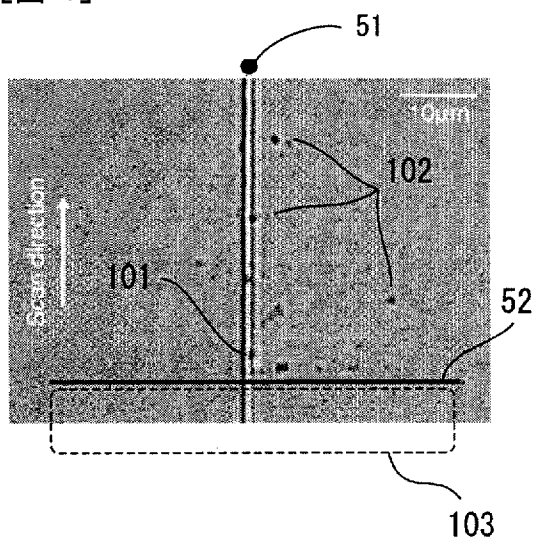
[図9A]



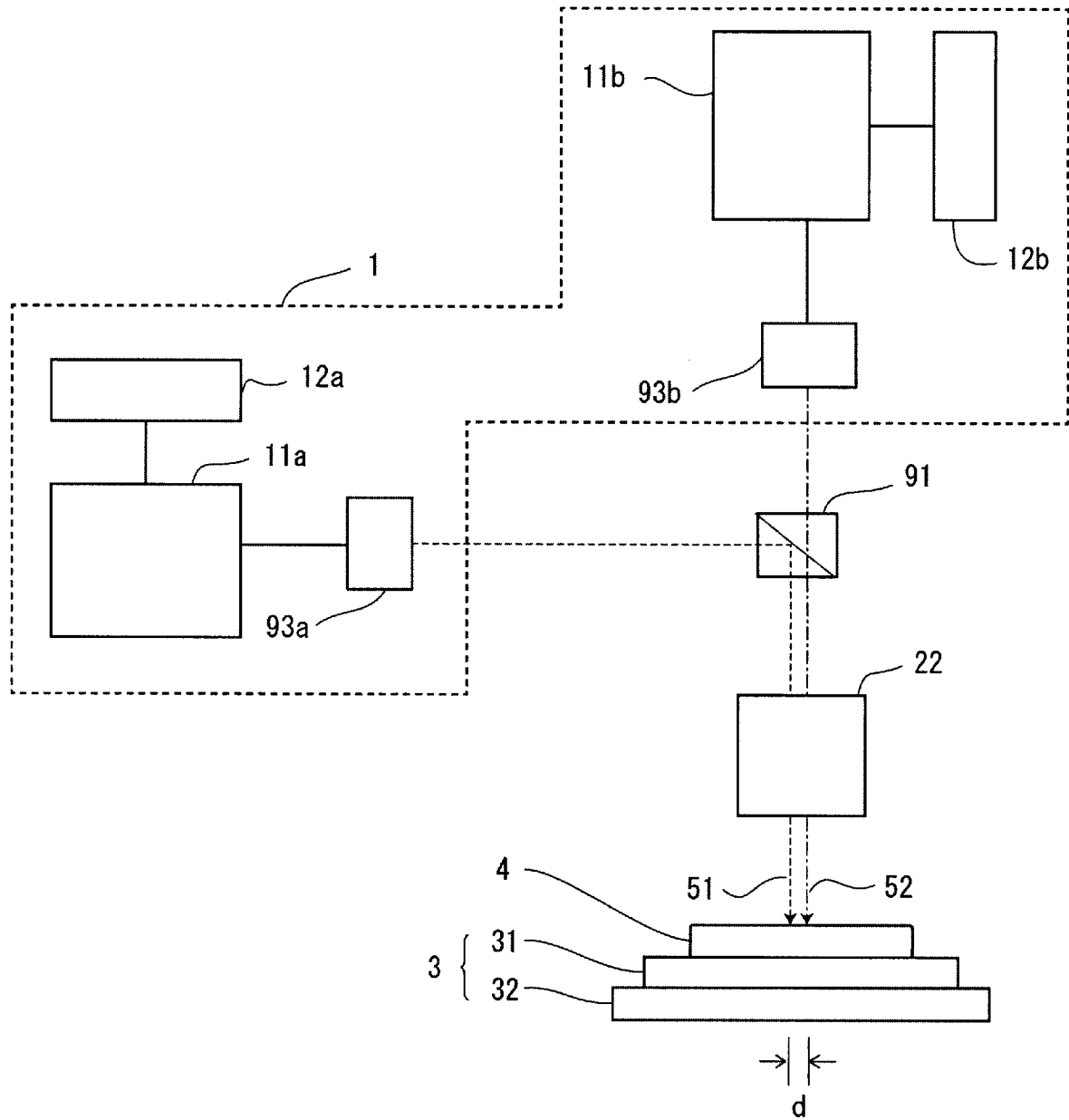
[図9B]



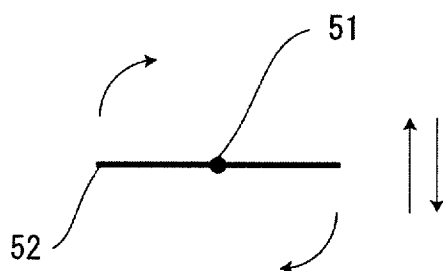
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/36(2014.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/073(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)

B23K26/36, B23K26/067, B23K26/073

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 6-344172 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 20 December 1994 (20.12.1994), paragraphs [0013] to [0036]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 2006-289442 A (Sony Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraphs [0017] to [0045]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-9
Y	JP 2002-263873 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 September 2002 (17.09.2002), paragraph [0009] (Family: none)	6-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 July, 2014 (30.07.14)

Date of mailing of the international search report
12 August, 2014 (12.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003739

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 2002-273592 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 September 2002 (25.09.2002), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 2719272 B2 (Fujitsu Ltd.), 25 February 1998 (25.02.1998), entire text & US 5319183 A	1-9
A	JP 7-254772 A (Fujitsu Ltd.), 03 October 1995 (03.10.1995), entire text & US 5535903 A	1-9
A	JP 3082013 B2 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 28 August 2000 (28.08.2000), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/36(2014.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/073(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. B23K26/36, B23K26/067, B23K26/073

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 6-344172 A（住友重機械工業株式会社）1994. 12. 20, 第 13-36 段落, 図 1-2（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2006-289442 A（ソニー株式会社）2006. 10. 26, 第 17-45 段落, 図 1-7（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2002-263873 A（松下電器産業株式会社）2002. 09. 17, 第 9 段落（ファミリーなし）	6 - 7

☒ 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

3 0 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 8 . 2 0 1 4

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）

大内 俊彦

3 P

9 8 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 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
A	JP 2002-273592 A (松下電器産業株式会社) 2002. 09. 25, 全文 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2719272 B2 (富士通株式会社) 1998. 02. 25, 全文 & US 5319183 A	1 - 9
A	JP 7-254772 A (富士通株式会社) 1995. 10. 03, 全文 & US 5535903 A	1 - 9
A	JP 3082013 B2 (住友重機械工業株式会社) 2000. 08. 28, 全文 (ファミリーなし)	1 - 9