

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-36196

(P2010-36196A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

|                                     |                 |             |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                        | F I             | テーマコード (参考) |
| <b>B 2 3 K 26/00 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 26/00 D | 4 E 0 6 8   |
| <b>B 2 3 K 26/067 (2006.01)</b>     | B 2 3 K 26/067  |             |
| <b>B 2 3 K 26/06 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 26/06 Z |             |
| <b>B 2 3 K 26/08 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 26/06 G |             |
| <b>B 2 3 K 101/40 (2006.01)</b>     | B 2 3 K 26/08 B |             |
| 審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 14 頁) 最終頁に続く |                 |             |

(21) 出願番号 特願2008-198966 (P2008-198966)  
 (22) 出願日 平成20年7月31日 (2008.7.31)

(71) 出願人 591072411  
 西進商事株式会社  
 兵庫県神戸市中央区三宮町1丁目2番1号  
 三神ビル  
 (74) 代理人 100120329  
 弁理士 天野 一規  
 (74) 代理人 100117569  
 弁理士 亀岡 幹生  
 (74) 代理人 100159581  
 弁理士 藤本 勝誠  
 (74) 代理人 100159499  
 弁理士 池田 義典  
 (74) 代理人 100164552  
 弁理士 宮崎 悟

最終頁に続く

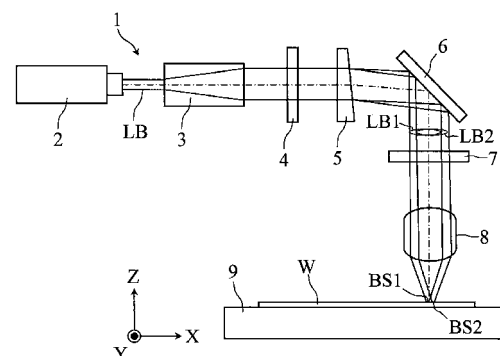
(54) 【発明の名称】 レーザスクライブ方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】装置構成を複雑化することなく、少ないエネルギーで、より深いスクライブ溝を形成し、あるいはスクライブ速度を向上させる。

【解決手段】スクライブ方向に並ぶ複数のビームスポットBS1、BS2を、互いに分離された状態でワークWに対して形成するとともに、複数のビームスポットBS1、BS2をスクライブ方向に移動させてワークWにライン状のスクライブ溝SLを形成するレーザスクライブ方法に関する。複数のビームスポットBS1、BS2は、単一束のレーザ光LBから得られるものである。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スクライブ方向に並ぶ複数のビームスポットを、互いに分離された状態でワークに対して形成するとともに、前記複数のビームスポットを前記スクライブ方向に移動させて前記ワークにライン状のスクライブ溝を形成するレーザスクライブ方法であって、

前記複数のビームスポットは、単一束のレーザ光から得られるものであることを特徴とする、レーザスクライブ方法。

## 【請求項 2】

前記複数のビームスポットは、前記単一束のレーザ光を複数束のレーザ光に分離するとともに、前記複数束のレーザ光のそれぞれを集束して得られる、請求項 1 に記載のレーザスクライブ方法。

10

## 【請求項 3】

前記単一束のレーザ光は、複屈折素子によって前記複数束のレーザ光に分離される、請求項 2 に記載のレーザスクライブ方法。

## 【請求項 4】

前記複屈折素子は、ウェッジ付の水晶板である、請求項 3 に記載のレーザスクライブ方法。

## 【請求項 5】

前記複屈折素子は、複像プリズムである、請求項 3 に記載のレーザスクライブ方法。

## 【請求項 6】

前記単一束のレーザ光は、前記複屈折素子によって互いに偏光方向が直交する常光成分と異常光成分に分離される、請求項 4 または 5 に記載のレーザスクライブ方法。

20

## 【請求項 7】

前記単一束のレーザ光の分離方向は、前記複数のレーザスポットの移動方向に分離される、請求項 3 ないし 6 のいずれかに記載のレーザスクライブ方法。

## 【請求項 8】

前記複数のレーザスポットの分離方向は、前記複屈折素子を回転させることにより選択される、請求項 7 に記載のレーザスクライブ方法。

## 【請求項 9】

ワークに対してライン状のスクライブ溝を形成するための装置であって、  
単一束のレーザ光を出射するためのレーザ光源と、  
前記単一束のレーザ光をスクライブ方向に沿って複数束のレーザ光に分離するための分離手段と、

30

前記複数束のレーザ光のそれぞれを集光するための集光手段と、  
前記複数束のレーザ光とワークを相対移動させる光走査手段と、  
を備えたことを特徴とする、レーザスクライブ装置。

## 【請求項 10】

前記分離手段は、複屈折素子である、請求項 9 に記載のレーザスクライブ装置。

## 【請求項 11】

前記複屈折素子は、ウェッジ付の水晶板である、請求項 10 に記載のレーザスクライブ装置。

40

## 【請求項 12】

前記複屈折素子は、複像プリズムである、請求項 10 に記載のレーザスクライブ装置。

## 【請求項 13】

前記分離手段を光軸周りに回転させる機構をさらに備えている、請求項 9 ないし 12 のいずれかに記載のレーザスクライブ装置。

## 【請求項 14】

前記レーザ光源は、直線偏光のレーザ光を出射可能なものであり、

前記レーザ光に対して偏光方向を光軸に対して回転させるための 1 / 2 波長板をさらに備えている、請求項 9 ないし 13 のいずれかに記載のレーザスクライブ装置。

50

## 【請求項 15】

前記複数束のレーザ光のそれぞれを、直線偏光から円偏光に変えるための 1 / 4 波長板をさらに備えている、請求項 14 に記載のレーザスクライプ装置。

## 【請求項 16】

前記 1 / 4 波長板を光軸周りの回転させる機構をさらに備えている、請求項 15 に記載のレーザスクライプ装置。

## 【請求項 17】

前記レーザ光源は、円偏光またはランダム偏光のレーザ光を出射可能なものである、請求項 9 ないし 13 のいずれかに記載のレーザスクライプ装置。

## 【請求項 18】

前記集光手段は、前記複数束のレーザ光のそれぞれにおけるビームスポットが前記ワークにおいて互いに分離された状態で形成されるように選定された焦点距離を持つ、請求項 9 ないし 17 のいずれかに記載のレーザスクライプ装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ワークにライン状のスクライプ溝を形成するための方法および装置に関する。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

ワークに分割用のスクライプ溝や孔を形成するための方法としては、レーザ光源からレーザ光をワークに集光照射しつつ、ワークにおけるレーザ光の照射位置を移動させる方法が一般的である。セラミックス等のレーザスクライプでは、通常 Q スイッチレーザがレーザ光源として使用される。

## 【0003】

スクライプ溝は、その溝や孔の深さが大きいほどワークの切断を容易かつ確実にこなえるために好ましい。しかしながら、溝や孔の深さを大きくするためには、レーザワーク位置での集光レーザのパワー密度またはエネルギー密度を高く必要がある。そのため、レーザの出力パワーが制限される場合には、レーザ光の照射時間を長くする（レーザ光の走査速度を小さくする）ことでより深いスクライプ溝を実現することができるが、生産性は落ちてしまう。従って、所定の深さを持つスクライプ溝を高速スクライプするためにはレーザ光の出力を大きくする必要があるが、レーザが高価となり好ましくない。

30

## 【0004】

レーザスクライプでは、ワークの切断を容易かつ確実にならしめるために、その他に種々の改良も行なわれている。

## 【0005】

その一例として、複数のパルスレーザビームをワークに照射するとともに、複数のパルスレーザビームの照射位置を移動させる方法がある。複数のパルスレーザビームの照射位置は、先に複数のパルスレーザビームによって形成された孔にパルスレーザビームに照射されるように移動させられる（たとえば特許文献 1 参照）。

40

## 【0006】

このような方法では、先に孔が形成された部分にレーザ光が照射されるように制御する必要があるために装置が複雑化し、コスト的にも不利である。

## 【0007】

## 【特許文献 1】WO 2006 / 006850 号パンフレット

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、装置構成を複雑化することなく、少ないエネルギーで、より深いスクライプ

50

溝を形成し、あるいはスクライブ速度を向上させることを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の側面では、スクライブ方向に並ぶ複数のビームスポットを、互いに分離された状態でワークに対して形成するとともに、前記複数のビームスポットを前記スクライブ方向に移動させて前記ワークにライン状のスクライブ溝を形成するレーザスクライブ方法であって、前記複数のビームスポットは、単一束のレーザ光から得られるものであることを特徴とする、レーザスクライブ方法が提供される。

【0010】

好ましくは、前記複数のビームスポットは、前記単一束のレーザ光を複数束のレーザ光に分離するとともに、前記複数束のレーザ光のそれぞれを集束して得られる。

10

【0011】

前記単一束のレーザ光は、たとえば複屈折素子によって前記複数束のレーザ光に分離される。前記複屈折素子は、たとえばウエッジ付の水晶板、またはウオラストンプリズムなどの複像プリズムである。この場合、前記単一束のレーザ光は、たとえば前記水晶板によって互いに偏光方向が直交する常光成分と異常光成分に分離される。

【0012】

好ましくは、前記単一束のレーザ光の分離方向は、前記複数のレーザスポットの移動方向に一致させられる。

【0013】

前記複数のレーザスポットの分離方向は、たとえば前記複屈折素子を回転させることにより選択される。

20

【0014】

前記複数のビームスポットの径は、たとえば1～200 $\mu$ mである。

【0015】

前記複数のビームスポットにおける互いに隣接するビームスポットどうしの中心間距離は、たとえばスポット径の2～10倍である。

【0016】

前記ワークは、たとえば硬脆性材料である。好ましくは、前記ワークは、セラミックス、シリコン、あるいはサファイアを母材とするものである。

30

【0017】

本発明の第2の側面では、ワークに対してライン状のスクライブ溝を形成するための装置であって、単一束のレーザ光を出射するためのレーザ光源と、前記単一束のレーザ光をスクライブ方向に沿って複数束のレーザ光に分離するための分離手段と、前記複数束のレーザ光のそれぞれを集光するための集光手段と、前記複数束のレーザ光とワークを相対移動させる光走査手段と、を備えたことを特徴とする、レーザスクライブ装置が提供される。

【0018】

前記分離手段は、たとえばウエッジ付き複屈折素子である。前記複屈折素子は、たとえば水晶板、またはウオラストンプリズムなどの複像プリズムである。

40

【0019】

本発明のレーザスクライブ装置は、前記分離手段を光軸周りに回転させる機構をさらに備えていてもよい。

【0020】

前記レーザ光源は、たとえば直線偏光のレーザ光を出射可能なものである。この場合、本発明のレーザスクライブ装置は、前記レーザ光の偏光方向を光軸に対して回転させるための1/2波長板をさらに備えているのが好ましい。

【0021】

本発明のレーザスクライブ装置は、前記複数束のレーザ光のそれぞれを、直線偏光から円偏光に変えるための1/4波長板をさらに備えていてもよい。この場合、本発明のレー

50

ザスクライブ装置は、前記 1 / 4 波長板を光軸周りの回転させる機構をさらに備えているのが好ましい。

【 0 0 2 2 】

前記レーザ光源は、円偏光またはランダム偏光のレーザ光を出射可能なものであってもよい。

【 0 0 2 3 】

好ましくは、前記集光手段は、前記複数束のレーザ光のそれぞれにおけるビームスポットが前記ワークにおいて互いに分離された状態で形成されるように選定された焦点距離を持つものである。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、単一束のレーザ光から複数束のビームスポットを形成してワークにレーザ光が照射されるため、レーザ光のエネルギーを有効に利用して効率良くライン状のスクライブ溝を形成することができる。たとえば、単一束のレーザ光を複数束のレーザ光に分離してワークにレーザ光を照射した場合、単一束のレーザ光を分離せずにワークに照射する場合に比べて、同一のレーザパワーを有する単一束のレーザ光を利用しても、レーザ光（ビームスポット）の走査速度が同じであっても、より深いスクライブ溝を形成することができ、あるいは目的とするスクライブ溝を形成する場合に走査速度を大きく設定できる。

【 0 0 2 5 】

20

また、単一束のレーザ光を複数束のビームスポットに分離するためには、たとえば複屈折素子を配置するだけでよい。装置構成を複雑化することもない。さらに、先に形成された孔にビームスポットを位置合わせして照射する必要もないため、ビームスポットの移動を制御するのも容易である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下においては、本発明の実施の形態を図 1 ないし図 8 を参照しつつ説明する。

【 0 0 2 7 】

本発明を説明するに当たって、まず図 1 を参照しつつ、ライン状のスクライブ溝 S L が形成されたワーク W について説明する。

30

【 0 0 2 8 】

ワーク W は、半導体素子やチップ抵抗器などの電子部品のための集合基板やウエハである。このワーク W は、たとえばセラミックス、シリコンあるいはサファイアなどの硬脆材料を主材料とするものである。このようなワーク W は、ライン状のスクライブ溝 S L によって規定される個々の領域が個別の半導体素子やチップ抵抗器などの電子部品を構成するものであり、スクライブ溝 S L に沿って切断することにより多数個の電子部品を得ることができるものである。スクライブ溝 S L の形成は、電子部品の種類に応じてタイミングが選択されるが、電子素子を造り込む前、電子素子を造り込んだ後、あるいは電子素子の一部を造りこんだ後に形成される。

【 0 0 2 9 】

40

図 2 に示したスクライブ装置 1 は、レーザ光源 2、ビームエキスパンダ 3、1 / 2 波長板 4、複屈折素子 5、反射板 6、1 / 4 波長板 7、集光レンズ 8 およびステージ 9 を備えている。

【 0 0 3 0 】

レーザ光源 2 は、ワーク W における光吸収の大きな波長のレーザ光 L B を出射するものが一般的である。本実施例では、レーザ光源 2 は、空間的に固定されたものであるとする。レーザ光源 2 としては、多光子吸収を利用した加工を行うために、ワーク W に対して透明となる発振波長を持つレーザを使っても良い。使用するレーザ光 L B は、偏光が直線偏光が一般的であるが、円偏光あるいはランダム偏光でもよい。レーザ光 L B の波長は、ワーク W の光学特性および必要とするスクライブ溝幅に合わせて、赤外、可視、紫外域の中

50

から選択される。このようなレーザ光源 2 としては、YAG レーザ（たとえば Nd : YAG レーザ）やファイバーレーザなどの固体レーザおよびその高調波を使用することができる。

【0031】

なお、レーザ光 LB の発振スペクトル幅が広い場合は、複屈折素子 5 によって明確なスポットに分離することができないため、スペクトル幅の狭いレーザであるほうが好ましい。

【0032】

ビームエキスパンダ 3 は、レーザ光源 2 から出射された単一束のレーザ光 LB のビーム径を拡張するためのものである。レーザ光源 2 から出射されたレーザ光 LB は、このビームエキスパンダ 3 によってその径が使用する集光レンズの入射瞳径に適合するように通常 2 ~ 10 倍に拡張される。ビームエキスパンダ 3 は、レーザ光 LB の出射ビーム径が集光レンズの入射瞳径に対して十分大きければは不要である。

【0033】

1/2 波長板 4 は、レーザ光 LB が直線偏光の場合、その偏光方向を光軸周りに回転させ、複屈折素子 5 の結晶軸と偏光方向の成す角度を変えるためのものである。レーザ光 LB の偏光方向と複屈折素子 5 の結晶軸の成す角度は通常 45 度に設定され、これによって分離されるレーザ光 LB 1、LB 2 の強度比は 1 : 1 となる。また、複屈折素子 5 として図示した例のようにウェッジ付きの水晶板を使用する場合には、複屈折素子 5 の結晶軸およびウェッジ角方向とレーザ光 LB の偏光方向との成す角度を制御することにより、LB 1 と LB 2 の強度比を制御することができる。レーザ光 LB が円偏光やランダム偏光の場合は、このような制御はできないため、1/2 波長板は当然不要である。

【0034】

複屈折素子 5 は、入射した単一束のレーザ光 LB を進行方向の異なる複数束のレーザ光 LB 1、LB 2 に分離するためのものである。この複屈折素子 5 は、レーザ光 LB の光電場ベクトルを常光成分と異常光成分に分離する。この常光成分と異常光成分の強度比は、入射するレーザ光の偏光方向（光電場ベクトルの方向）と複屈折素子 5 の結晶軸の成す角度によって決定される。さらに複屈折素子 5 にはウェッジ角が付けられているため、常光に対する屈折率と異常光に対する屈折率が異なることからプリズムとして機能する。これによって複屈折素子 5 を透過したレーザ光 LB は、偏光方向が互いに直交する常光と異常光に分離され、ウェッジ角方向に異なる出射角度をもって進行する 2 つのレーザ光 LB 1、LB 2 に分離される。レーザ光 LB 1、LB 2 の分離方向をスクライブ方向に一致させるために、複屈折素子 5 を光軸周りに回転させる機構があるが、図 3 においては省略されている。

【0035】

また、ウェッジ角のために複屈折素子 5 を透過したレーザ光の進行方向が入射レーザ光軸と異なるため、これを補正するためのウェッジプリズムを光路中に挿入してもよい。

【0036】

この水晶板においては、ウェッジ角度（水晶板における光入射面 50 と光出射面 51 の交差角度） $\theta$ 、レーザ光 LB の波長および集光レンズ 8 の焦点距離に応じて、ワーク W に形成されるビームスポット BS 1、BS 2 の離間距離（中心間距離）IN を規定することができる。例えばレーザ光 LB の波長を  $1.064 \mu\text{m}$ 、集光レンズ 8 の焦点距離を  $100 \text{ mm}$  とした場合、離間距離 IN を  $60 \mu\text{m}$  に設定するためには、ウェッジ角度  $\theta$  は約 2 度に設定される。

【0037】

複屈折素子 5 としては、図示したウェッジ付きの水晶板以外に、複像プリズムを使用することもできる。複像プリズムとは、分離した常光と異常光の一方を遮断することなく別々の方向に分けて送り出すようにしたプリズムで、代表的なものとしてウオラストンプリズムが挙げられる。

【0038】

10

20

30

40

50

図 2 に示した反射板 6 は、複屈折素子 5 から出射された複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 の光路を変えて集光レンズ 8 に導くためのものである。反射板 6 としては、全反射ミラーなど公知のものを使用することができる。

#### 【 0 0 3 9 】

1 / 4 波長板 7 は、複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 のそれぞれを直線偏光から円偏光に変えるためのものであり、必要に応じて複屈折素子 5 と集光レンズ 8 の間に配置される。1 / 4 波長板 7 の結晶軸がレーザ光 L B 1 , L B 2 の偏光方向に対して共に 4 5 度の角度をなすように光路中に挿入することで、レーザ光 L B 1 , L B 2 のそれぞれを円偏光とすることができる。一般的に偏光方向とスクライプ方向との成す角度によってスクライプ特性が変化するため、直線偏光を円偏光に変換して偏光の影響を受け難いスクライプ加工を実現することになる。図 3 においては図示されていないが、曲線状のスクライプを行う場合など、レーザ光 L B 1 , L B 2 の分離方向（偏光方向）を連続的に変化させる必要がある場合には、それに合わせて 1 / 4 波長板 7 を回転する機構が必要であることはいうまでも無い。

#### 【 0 0 4 0 】

図 2、図 4 および図 5 に示したように、集光レンズ 8 は、複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 のそれぞれを集光し、ワーク W 上に複数のビームスポット B S 1 , B S 2 を形成するためのものである。集光レンズ 8 としては、レーザ光 L B 1 , L B 2 を目的とするスポット径 S D 1 , S D 2 に集束できるものであればよい。ワーク W 上に形成されるビームスポット B S 1 , B S 2 の径 S D 1 , S D 2 は、たとえば 1 ~ 2 0 0  $\mu$ m とされる。このようなスポット径 S D 1 , S D 2 のビームスポット B S 1 , B S 2 をワーク W 上に形成する場合には、集光レンズ 8 としては、たとえば焦点距離が 2 ~ 5 0 0 mm に設定されたものが使用されるが、集光レンズに入射するレーザ光 L B 1、L B 2 のビーム径およびその波長が関係していることはいうまでもない。

#### 【 0 0 4 1 】

ステージ 9 は、ワーク W を支持するためのものであり、たとえば X 方向、Y 方向および Z 方向の 3 方向に移動可能とされている。本実施例では、レーザ光源 2（レーザ光 L B 1、L B 2）が空間的に固定されているため、ステージ 9 の移動によってワーク W を相対的にレーザ光 L B 1、L B 2 が移動させられる。もちろん、ワーク W を空間的に固定し、レーザ光 L B 1、L B 2 を相対的に移動させるガルバノメータスキャナ等の手段を用いることができることはいうまでもない。ステージ 9 に支持されたワーク W は、ステージ 9 の移動方向を制御することによりビームスポット B S 1 , B S 2 の移動軌跡を制御することができ、またステージ 9 の移動速度を制御することによりビームスポット B S 1 , B S 2 の移動速度（スクライプ速度）S P を制御することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

図 2 において、ビームスポット B S 1 , B S 2 はスクライプ方向と平行に分離する必要があるため、ステージ 9 の移動方向に合わせて、複屈折素子 5 を光軸周りに回転させる。例えば、図 1 に示したような X Y 方向だけの格子状のスクライプを行う場合は、複屈折素子 5 を 0 度または 9 0 度回転させる制御を行う。図 2 に示したように、紙面に水平な方向（図示した例では X 方向）にスクライプする場合には複屈折素子 5 のウェッジ角方向が紙面内で最大角となるように設置する。一方、紙面に垂直な方向（図示した例では Y 方向）にスクライプする場合には、複屈折素子 5 を光軸に対して 9 0 度回転させ、ウェッジ角方向を紙面に垂直にしてスポットがスクライプ方向に一致するように制御する。1 / 4 板 7 を挿入しない場合には、ビームスポット B S 1 とビームスポット B S 2 の偏光方向が異なるため、ウェッジ角の回転方向を + 9 0 度にするか - 9 0 度にするかことによって、スクライプ時の先行するスポットの偏光方向を選択することができる。0 度の場合もウェッジ角の回転方向を 0 度か 1 8 0 度かを選択することで同じ制御が可能となる。これによって、より加工対象物に適合したスクライプ方法を選択することが可能となる。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、スクライプ装置 1 を用いたスクライプ溝 S L の形成方法について説明する。

## 【 0 0 4 4 】

スクライブ装置 1 を用いてスクライブ溝 S L を形成する場合には、レーザ光源 2 からレーザ光 L B を出射させつつ、ワーク W に対してビームスポット B M 1 , B M 2 を相対的にスクライブ方向 ( X 方向あるいは Y 方向 ) に移動させる。

## 【 0 0 4 5 】

レーザ光源 2 から出射されるレーザ光 L B は直線偏光で波長が基本波、S H G ( 第二高調波 ) 、T H G ( 第三高調波 ) 、あるいは F H G ( 第四高調波 ) である。このようなレーザ光 L B は、ワーク W の表面での平均出力が例えば 0 . 1 W ~ 2 0 0 W となるように、C W ( 連続発振 ) 光または周波数が 1 0 0 H z ~ 1 G H z のパルスとして出射される。Q スイッチレーザの場合は、そのパルス幅はワーク W の材料特性に適合した値を持つレーザが

10

## 【 0 0 4 6 】

ワーク W に対するビームスポット B M 1 , B M 2 の相対的な移動は、ワーク W を移動させる方法、集光レンズ 8 を移動させる方法、あるいはビーム L B 1 , L B 2 をガルバノメータスキャナ等の手段を用いる方法により行うことができるが、通常はステージ 9 の移動により行なわれる。ワーク W に対するビームスポット B M 1 , B M 2 の相対的な移動速度 ( スクライブ速度 ) S P は、たとえば 1 ~ 1 0 0 0 m m / s e c に設定される。

## 【 0 0 4 7 】

レーザ光源 2 から出射された単一束のレーザ光 L B は、ビームエキスパンダ 3 によって集光レンズに適合したビーム径となるように拡大された後に 1 / 2 波長板 4 を透過する。

20

## 【 0 0 4 8 】

1 / 2 波長板 4 を透過した単一束のレーザ光 L B は、直線偏光の場合にはレーザ光 L B が所定の角度だけ偏光方向を回転され、複屈折素子 5 を透過する。レーザ光 L B は、複屈折素子 5 を透過するときに進行方向の異なる複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 に分離される。このとき、複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 の分離角度は、複屈折素子 5 としてウエッジ付の水晶板を使用する場合にはウエッジ角とレーザ波長により規定することができる。また、複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 の分離角度と集光レンズ 8 の焦点距離に応じてワーク W 上に形成されるビームスポット B S 1 , B S 2 の離間距離 I N を規定することができる。

## 【 0 0 4 9 】

30

複屈折素子 5 を透過した複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 は、反射板 6 において光路を変えられた後に 1 / 4 波長板 7 を透過する。1 / 4 波長板 7 を透過した複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 は、直線偏光から円偏光に変換された後に集光レンズ 8 に入射される。なお、1 / 4 波長板 7 は、直線偏光をワーク W に照射するときとレーザ加工の特性を変えるものであるが、省略することもできる。

## 【 0 0 5 0 】

集光レンズ 8 に入射した複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 は、それぞれ集束されてワーク W 上にビームスポット B S 1 , B S 2 を形成する。ビームスポット B S 1 , B S 2 のスポット径 S D 1 , S D 2 は、集光レンズ 8 へ入射するレーザ光 L B 1 , L B 2 のビーム径、集光レンズ 8 の焦点距離により決定される。焦点位置またはビームウエスト位置をワーク W の表面に形成するか、ワーク W の内部に形成するかによって、ワーク W 表面上のスポット径 S D 1 , S D 2 を制御することも可能である。

40

## 【 0 0 5 1 】

図 6 ( a ) および図 7 ( a ) には、1 ショットのレーザ光 L B を出射したときのワーク W の状態を示した。ワーク W には、一度に 2 つのレーザ光 L B 1 , L B 2 が照射されるために、2 つの孔 H 1 , H 2 が同時に形成される。

## 【 0 0 5 2 】

図 6 ( b ) および図 7 ( b ) 示したように、ワーク W を所定のスクライブ速度 S P ( たとえば 1 ~ 1 0 0 0 m m / s e c ) で移動させつつ、レーザ光源 2 から 2 ショット目のレーザ光 L B を出射させた場合、それぞれのレーザ光 L B 1 , L B 2 に関して先に形成され

50

た孔 H 1 , H 2 に連続するよう新たな孔 H 1 , H 2 が形成される。このようなレーザ光 L B のパルス発振を繰り返し行ないつつビームスポット B S 1 , B S 2 を移動させることにより、図 6 ( c ) に示したようにビームスポット B S 1 , B S 2 の軌跡がスクライプ方向に連なる。その結果、図 8 に示したようにワーク W にはスクライプ方向に沿った溝 L が形成される。ビームスポット B S 1 , B S 2 を目的とする軌跡を辿るようにステージ 9 を X 方向あるいは Y 方向に移動させ、スクライプ方向を X 方向と Y 方向との間で切り替えるときに複屈折素子 5 や 1 / 4 波長板 7 を回転させることにより、図 1 に示したようにワーク W に目的とするスクライプ溝 S L が形成される。

【 0 0 5 3 】

このように、スクライプ装置 1 では、先に形成された孔にビームスポット B S 1 , B S 2 を位置合わせしてレーザ光 L B 1 , L B 2 を照射する必要もないため、複雑な制御を必要となることなく、ビームスポット B S 1 , B S 2 の移動の制御を容易に行なえる。また、単一束のレーザ光 L B を複数束のビームスポット L B 1 , L B 2 に分離するためには、たとえば複屈折素子 5 としてウエッジ付きの水晶板を配置するだけでよいため、レーザ光 L B を分離する構成を採用するとしてもレーザスクライプ装置 1 の構成がさほど複雑化することもない。

【 0 0 5 4 】

スクライプ装置 1 は、単一束のレーザ光 L B から形成される複数のビームスポット B S 1 , B S 2 をワーク W に照射してワーク W にスクライプ溝 S L を形成するものである。このような手法によると、後述した実施例の結果からも分かるように単一束のレーザ光 L B から複数束のビームスポット B S 1 , B S 2 を形成してワーク W にレーザ光 L B 1 , L B 2 が照射されるため、レーザ光 L B のエネルギーを有効に利用して効率良くライン状のスクライプ溝 S L を形成することができる。たとえば、単一束のレーザ光 L B を複数束のレーザ光 L B 1 , L B 2 に分離してワーク W に照射した場合、単一束のレーザ光 L B を分離せずにワーク W に照射する場合に比べて、同一のレーザパワーを有する単一束のレーザ光 L B を利用し、レーザ光 L B ( ビームスポット B S 1 , B S 2 ) の走査速度 ( スクライプ速度 ) S P が同じであっても、より深いスクライプ溝 S L を形成することができ、あるいは目的とするスクライプ溝 S L を形成する場合にスクライプ速度 S P を大きく設定できる。

【 0 0 5 5 】

このような効果が得られるのは、他の要因も考えられるが、主として以下の理由により、レーザ光 L B のエネルギーを有効に利用して効率良くスクライプ溝 S L を形成することができるためであると考えられる。

【 0 0 5 6 】

第 1 の理由は、プラズマによるエネルギー ( 光子 ) の吸収に起因するものである。すなわち、ワーク W にレーザ光 L B 1 , L B 2 としてパルス状のレーザ光を照射すると、各照射パルスの初期段階でワーク W の材料が溶融・気化してプラズマが生成され、その後のパルスレーザ光がプラズマによって吸収されてしまう。そのため、スクライプ溝の奥まで到達するレーザの光量が減り、その結果、深いスクライプ溝の形成ができ難くなる。

【 0 0 5 7 】

一方、複数のビームスポット B S 1 , B S 2 をスクライプ方向に分離して形成した場合、スクライプ溝 S L の形成時にはスクライプ方向に先行するビームスポット B S 2 をビームスポット B S 1 が追いかけるかたちとなる。そのため、ビームスポット B S 2 によって生成されたプラズマが消滅した後に、先のレーザ光 L B 2 の照射位置 ( ビームスポット B S 2 ) の近傍にビームスポット B S 1 を照射することが可能となる。すなわち、レーザ光 L B 1 を照射する時点で既にプラズマが減少した領域近傍にレーザ光 L B 1 を照射することが可能となる。その結果、プラズマによる吸収 ( エネルギーロス ) を避けることができ、照射エネルギーを有効に利用するために、スクライプ溝 S L の深さを大きくできるものと考えられる。

【 0 0 5 8 】

第2の理由は、レーザ光LB1のスクライブ溝内での多重反射と吸収に起因するものである。上述のように、加工領域で発生したプラズマによるレーザ光の吸収が軽減されると、後続のレーザビームは初期に形成されたスクライブ加工溝の底まで進行していくことが可能となる。スクライブ溝に進行した後続のレーザ光は、溝側面で反射を繰り返しながら溝の奥まで進行し、その間にワークWに吸収されていく。平面状のワーク面にレーザ光LB1を照射する場合に比べて予め孔H2が形成されている位置にレーザ光LB1を照射するほうが溝側面による多重反射と吸収の恩恵を受けやすく、レーザ光LB1のエネルギーを有効に利用することができる。その結果、レーザ光LB1の照射位置（ビームスポットBS1）において照射エネルギーを有効に利用できるため、スクライブ溝SLの深さを大きくできるものと考えられる。また、レーザ光LB2の照射により、後続のLB1が照射される時点では、ワークWの照射部位の温度が高温な状態を保っている。一般的に材料の反射率は高温では低下するため、レーザ光LB1の吸収はより効率良く行われることになる。

10

#### 【実施例】

##### 【0059】

以下においては、レーザ光源から出射されたレーザ光を分離して複数のビームスポットを形成可能なレーザスクライブ装置（本案装置）を用いてワークにスクライブ溝を形成した場合に、デフォーカス位置と溝の深さの関係を検討した。

##### 【0060】

レーザスクライブ装置としては、図2に示したレーザスクライブ装置において、1/4波長板を省略した構成のものを使用した。

20

##### 【0061】

レーザ光源としては、Nd:YAGレーザ（波長1064nm、出力10W）を用いた。レーザ光の出力特性は表1に示したように設定した。

##### 【0062】

複屈折素子としては、ウエッジ角が2°の水晶板を使用した。

##### 【0063】

集光レンズとしては、焦点距離fが50mmのレンズを使用した。

##### 【0064】

ワークとしては、厚みが0.28mmのアルミナセラミクスを使用した。

30

##### 【0065】

スクライブ速度（ビームスポットの移動速度）SPは50mm/secに設定した。

##### 【0066】

スクライブ溝の深さは、焦点位置と、この焦点位置からずれ量（デフォーカス距離）が異なる各所（10μmピッチ）において測定した。同一のデフォーカス距離での深さの測定は基本として3箇所について行なった。スクライブ深さは、スクライブ溝の断面を、スケール付ステージを有する測定顕微鏡（ニコン製）を用いて観察するとともに、スケールのメモリを読み取ることにより測定した。

##### 【0067】

同一のデフォーカス距離での深さの測定結果の平均値を、デフォーカス距離とスクライブ深さとの関係として図9に示した。図9のグラフにおいては、本案装置を用いた場合の測定結果（プロット点）とそれらの近似曲線を実線で示した。

40

##### 【0068】

一方、比較として、レーザ光源から出射されたレーザ光を分離せずに単一のビームスポットによってスクライブ溝を形成した従来方式による場合についても測定した。表1に示したように、比較方法では、本案のレーザスクライブ装置において、複屈折素子および1/2波長板を省略したスクライブ装置（比較装置）を用いてワークにスクライブ溝を形成した。図9に同一のデフォーカス距離における測定平均値とそれらの近似曲線を点線で示した。

##### 【0069】

50

【表 1】

|    | レーザ<br>波長 | レーザ<br>パワー | パルス<br>周波数 | 複屈折素子      | 1/2<br>波長板 | スクライブ<br>速度 |
|----|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 本案 | 1064nm    | 8.0W       | 45 k Hz    | ウェッジ角 = 2° | 有り         | 50mm/sec    |
| 比較 | 1064nm    | 8.0W       | 45 k Hz    | なし         | なし         | 50mm/sec    |

レーザパワーは加工面上の値

## 【0070】

10

図9より、本案装置によりスクライブ溝を形成した場合と比較装置によりスクライブ溝を形成したときとを比べた場合、焦点位置およびデフォーカス位置のそれぞれにおいて、本案装置のほうがスクライブ溝の深さが大きくなっていた。

## 【0071】

したがって、本案装置を用いた場合のように、単一束のレーザ光を分離して複数のビームスポットをワークに照射してスクライブ溝を形成した場合、同一のレーザパワーの単一束のレーザ光を単一のビームスポットを形成してワークにスクライブ溝を形成する場合に比べて、ビームスポットの走査速度（スクライブ速度）が同じであっても、より深いスクライブ溝を形成することができることが確認された。

## 【図面の簡単な説明】

20

## 【0072】

【図1】スクライブ溝を形成したワークの斜視図である。

【図2】本発明に係るレーザスクライブ装置の一例を示す概略構成図である。

【図3】図2に示したレーザスクライブ装置の要部を拡大して示した概略図である。

【図4】集光レンズから出射したレーザビームの状態を示す斜視図である。

【図5】ワークに照射されるビームスポットの状態を示す平面図である。

【図6】図6(a)ないし図6(c)はビームスポットの走査状態を説明するための平面図である。

【図7】図7(a)はワークにレーザビームを照射したときの断面図であり、図7(b)は図7(a)の状態からレーザビームを移動させたときの断面図である。

30

【図8】レーザビームを移動させてワークに照射した後のワークの要部を示す斜視図である。

【図9】実施例におけるスクライブ深さの測定結果をデフォーカス位置との関係で示したグラフである。

## 【符号の説明】

## 【0073】

1 レーザスクライブ装置

2 レーザ光源

4 複屈折素子（水晶素子）

8 集光レンズ

9 ステージ（光走査手段）

L B （単一束の）レーザ光

L B 1 , L B 2 （複数束の）レーザ光

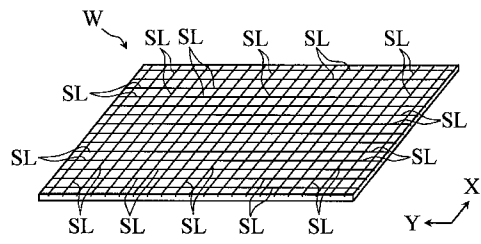
B S 1 , B S 2 ビームスポット

S L スクライブ溝

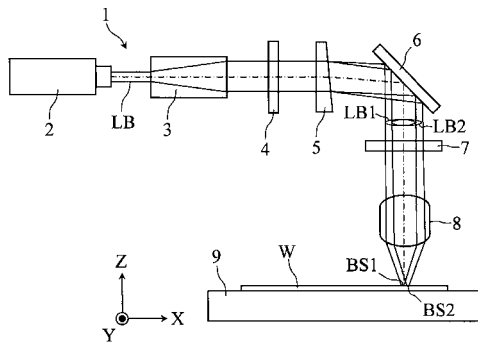
W ワーク

40

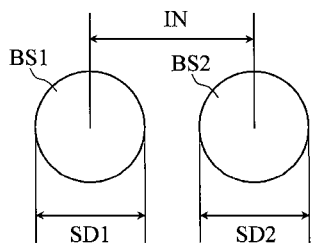
【 図 1 】



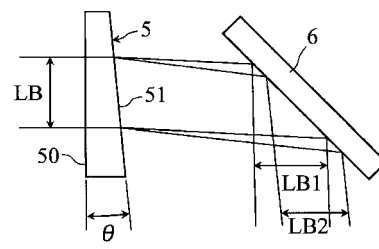
【 図 2 】



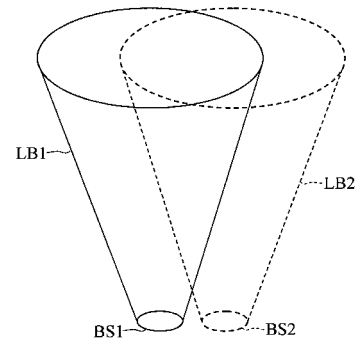
【 図 5 】



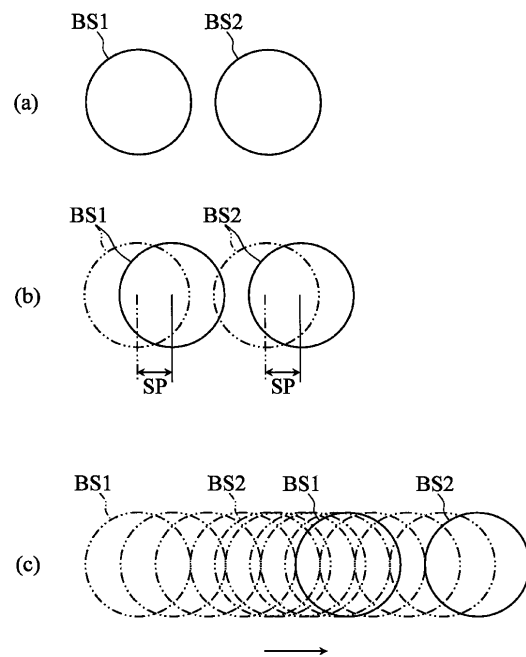
【 図 3 】



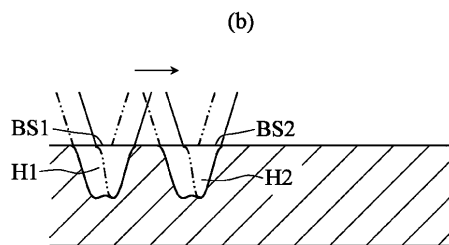
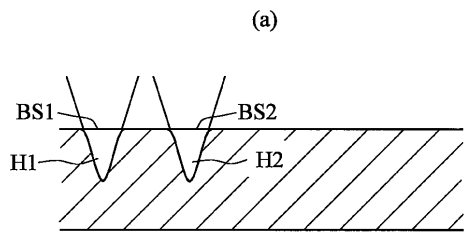
【 図 4 】



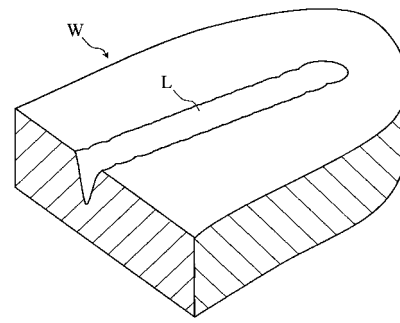
【 図 6 】



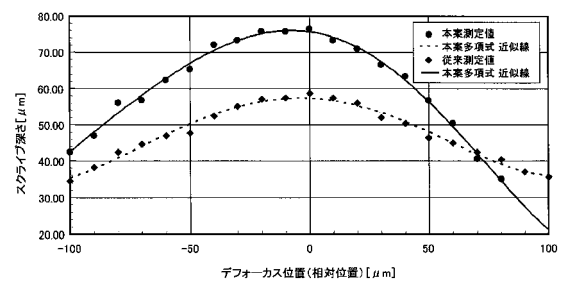
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

| (51)Int.Cl.                                                                   | F I                              | テーマコード(参考) |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|
| B 2 3 K 101/42 (2006.01)                                                      | B 2 3 K 101:40<br>B 2 3 K 101:42 |            |
| (74)代理人 100158540<br>弁理士 小川 博生                                                |                                  |            |
| (74)代理人 100117167<br>弁理士 塩谷 隆嗣                                                |                                  |            |
| (72)発明者 梶川 敏和<br>神戸市中央区港島南町 5 - 5 - 2 神戸国際ビジネスセンタービル 北館 5 0 2 号 西進商事株式<br>会社内 |                                  |            |
| F ターム(参考) 4E068 AD00 CD04 CD08 CD09 CE03 DA10 DA11                            |                                  |            |