

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008 年 4 月 10 日 (10.04.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/041579 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/38 (2006.01) B23K 26/40 (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01) H01L 21/301 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/068657
- (22) 国際出願日: 2007 年 9 月 26 日 (26.09.2007)
- (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2006-271981 2006 年 10 月 3 日 (03.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松
ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS
K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町
1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渥美 一弘 (AT-
SUMI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東

区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会
社内 Shizuoka (JP). 久野 耕司 (KUNO, Koji) [JP/JP];
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の
1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 鈴木 達
也 (SUZUKI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松
市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式
会社内 Shizuoka (JP).

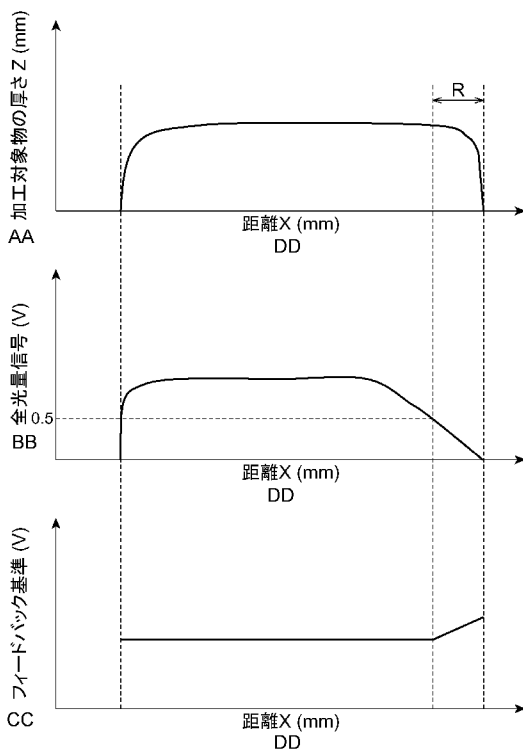
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.);
〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号銀座
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: LASER WORKING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工方法



AA THICKNESS Z (mm) OF OBJECT TO BE WORKED
BB WHOLE LIGHT QUANTITY SIGNAL (V)
CC FEEDBACK REFERENCE (V)
DD DISTANCE X (mm)

(57) Abstract: The focal point of a working laser beam is made to follow precisely the laser-beam irradiated face of an object to be worked. A cutting-scheduled line (5) is irradiated along itself with a measuring laser beam. An astigmatism is added to the reflected light reflected on such a surface (3) of the working object (1) as is irradiated with the measuring laser beam. A displacement sensor signal is detected according to the focused image of the reflected light having the astigmatism added. A displacement sensor signal is made to have the feedback reference value according to the light quantity of the reflected light, so that the focal point of the working laser beam is adjusted to a predetermined position with respect to the surface (3). Even if an area having an extremely low reflectivity of the measuring laser beam is partially present so that the light quantity of the reflected light of the measuring laser beam drops, the focal point of the working laser beam drops can follow the surface (3) of the working object (1) reliably and precisely.

(57) 要約: 加工用レーザー光の集光点を加工対象物のレーザー光照射面に精度良く追従させる。切断予定ライン (5) に沿って測定用レーザー光を照射し、加工対象物 (1) において測定用レーザー光が照射される表面 (3) で反射する反射光に非点収差を付加し、非点収差が付加された反射光の集光像に応じた変位センサ信号を検出し、変位センサ信号が反射光の光量に応じたフィードバック基準値となるようにすることで、加工用レーザー光の集光点を表面 (3) に対して所定の位置に合わせる。これにより、測定用レーザー光の反射率の極端に低い領域が表面 (3) に部分的に存在し測定用レーザー光の反射光の光量が低下しても、加工用レーザー光の集光点を加工対象物 (1) の表面 (3) に確實且つ精度良く追従させることができる。



SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

レーザ加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断するためのレーザ加工方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のレーザ加工方法として、板状の加工対象物の内部に集光点を合わせて加工用レーザ光を照射することにより、加工対象物の切断予定ラインに沿って、切断の起点となる改質領域を加工対象物の内部に形成するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1：特開2005－150537号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] ところで、上述のようなレーザ加工方法においては、切断予定ラインに沿って測定用レーザ光を照射し、加工対象物のレーザ光照射面で反射する測定用レーザ光の反射光に非点収差を付加し、非点収差が付加された反射光の集光像に応じた検出値を検出し、当該検出値が一定となるようにすることで、加工用レーザ光の集光点をレーザ光照射面に追従させることが一般的である。しかしながら、このようなレーザ加工方法では、測定用レーザ光の反射率の極端に低い領域がレーザ光照射面に部分的に存在する場合、当該領域において検出値に誤差が生じてしまい、加工用レーザ光の集光点をレーザ光照射面に精度良く追従させることができないおそれがある。

[0004] そこで、本発明は、加工用レーザ光の集光点を加工対象物のレーザ光照射面に精度良く追従させることができるレーザ加工方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を達成するために、本発明に係るレーザ加工方法は、板状の加工対象物の内部に集光点を合わせて加工用レーザ光を照射することにより、加工対象物の切断予定ラインに沿って、切断の起点となる改質領域を加工対象物の内部に形成する

レーザ加工方法であって、切断予定ラインに沿って測定用レーザ光を照射し、加工対象物において測定用レーザ光が照射するレーザ光照射面で反射する測定用レーザ光の反射光に非点収差を付加し、非点収差が付加された反射光の集光像に応じた検出値を検出し、検出値が反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、加工用レーザ光の集光点をレーザ光照射面に対して所定の位置に合わせることを特徴とする。

[0006] このレーザ加工方法では、測定用レーザ光の照射によって取得された検出値が測定用レーザ光の反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、加工用レーザ光の集光点がレーザ光照射面から所定の位置に合わせられる。そのため、例えば、測定用レーザ光の反射率の極端に低い領域がレーザ光照射面に部分的に存在し、測定用レーザ光の反射光の光量が低下しても、加工用レーザ光の集光点を加工対象物のレーザ光照射面に精度良く追従させることが可能となる。

[0007] ここで、測定用レーザ光の集光点をレーザ光照射面から所定の距離に位置させた状態において検出値と光量との対応関係を予め取得し、対応関係に基づいて検出値が反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、加工用レーザ光の集光点をレーザ光照射面から所定の位置に合わせることが好ましい。この場合、検出値を測定用レーザ光の反射光の光量に応じた所定値となるようにすることを容易且つ確実に実現することができる。

[0008] また、加工対象物が半導体基板を備え、改質領域が溶融処理領域を含む場合がある。

[0009] また、改質領域を切断の起点として切断予定ラインに沿って加工対象物を切断する工程を含むことが好ましい。これにより、加工対象物を切断予定ラインに沿って精度良く切断することができる。

[0010] また、検出値を検出するのに併せて反射光の全光量に相当する全光量値を切断予定ラインに沿って検出し、全光量値が閾値以上の場合には、検出値が予め求められた第1の基準値となるように、レーザ光を集光するレンズをその光軸に沿って移動させ、レンズの移動を制御するための第1の制御値を取得し、全光量値が閾値未満の場合には、閾値未満の全光量値が検出された位置にて検出値及び全光量値を再

度検出し、再度検出された検出値及び全光量値の対応関係を取得し、測定用レーザー光を切断予定ラインに沿って再び照射して検出値及び全光量値を再び検出し、閾値以上の全光量値が検出された位置では、検出値が第1の基準値となるようにレンズをその光軸に沿って移動させると共に、閾値未満の全光量値が検出された位置では、検出値が全光量値と対応関係とから算出された第2の基準値となるようにレンズをその光軸に沿って移動させ、レンズの移動を制御するための第2の制御値を取得することが好ましい。

- [0011] また、第1の制御値又は第2の制御値に基づいてレンズを移動させて集光点をレーザー光照射面に対して所定の位置に合わせると共に、加工用レーザー光を加工対象物に照射することが好ましい。

発明の効果

- [0012] 加工用レーザー光の集光点を加工対象物のレーザー光照射面に精度良く追従させることが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本実施形態に係るレーザー加工装置によるレーザー加工中の加工対象物の平面図である。
- [図2]図1に示す加工対象物のII-II線に沿った断面図である。
- [図3]本実施形態に係るレーザー加工装置によるレーザー加工後の加工対象物の平面図である。
- [図4]図3に示す加工対象物のIV-IV線に沿った断面図である。
- [図5]図3に示す加工対象物のV-V線に沿った断面図である。
- [図6]本実施形態に係るレーザー加工装置により切断された加工対象物の平面図である。
- [図7]本実施形態に係るレーザー加工装置における電界強度とクラックスポットの大きさとの関係を示すグラフである。
- [図8]本実施形態に係るレーザー加工装置の第1工程における加工対象物の断面図である。
- [図9]本実施形態に係るレーザー加工装置の第2工程における加工対象物の断面図で

ある。

[図10]本実施形態に係るレーザ加工装置の第3工程における加工対象物の断面図である。

[図11]本実施形態に係るレーザ加工装置の第4工程における加工対象物の断面図である。

[図12]本実施形態に係るレーザ加工装置により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表す図である。

[図13]本実施形態に係るレーザ加工装置におけるレーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。

[図14]本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法の対象となる加工対象物を示す正面図である。

[図15]図14中のXV-XV線に沿った部分断面図である。

[図16]本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法のフローを示す図である。

[図17]本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法における全光量信号と変位センサ信号との関係を示す線図である。

[図18]本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法における全光量信号とフィードバック基準値との関係を説明するための線図である。

[図19]本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法におけるトレース記録を説明するための図14中のXIX-XIX線に沿った図である。

符号の説明

[0014] 1…加工対象物、3…表面(レーザ光照射面)、5…切断予定ライン、L…レーザ光、P…集光点。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。本実施形態のレーザ加工方法では、加工対象物の内部に改質領域を形成するために多光子吸収という現象を利用する。そこで、最初に、多光子吸収により改質領域を形成するためのレーザ加工方法について説明する。

[0016] 材料の吸収のバンドギャップ E_G よりも光子のエネルギー $h\nu$ が小さいと光学的に透

明となる。よって、材料に吸収が生じる条件は $h\nu > E_G$ である。しかし、光学的に透明でも、レーザ光の強度を非常に大きくすると $nh\nu > E_G$ の条件($n=2, 3, 4, \dots$)で材料に吸収が生じる。この現象を多光子吸収という。パルス波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点のピークパワー密度(W/cm^2)で決まり、例えばピークパワー密度が $1 \times 10^8 (W/cm^2)$ 以上の条件で多光子吸収が生じる。ピークパワー密度は、(集光点におけるレーザ光の1パルス当たりのエネルギー) ÷ (レーザ光のビームスポット断面積 × パルス幅)により求められる。また、連続波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点の電界強度(W/cm^2)で決まる。

[0017] このような多光子吸収を利用する本実施形態に係るレーザ加工方法の原理について、図1～図6を参照して説明する。図1に示すように、ウェハ状(板状)の加工対象物1の表面3には、加工対象物1を切断するための切断予定ライン5がある。切断予定ライン5は直線状に延びた仮想線である。本実施形態に係るレーザ加工方法では、図2に示すように、多光子吸収が生じる条件で加工対象物1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射して改質領域7を形成する。なお、集光点Pとは、レーザ光Lが集光する箇所のことである。また、切断予定ライン5は、直線状に限らず曲線状であってもよいし、仮想線に限らず加工対象物1に実際に引かれた線であってもよい。

[0018] そして、レーザ光Lを切断予定ライン5に沿って(すなわち、図1の矢印A方向に)相対的に移動させることにより、集光点Pを切断予定ライン5に沿って移動させる。これにより、図3～図5に示すように、改質領域7が切断予定ライン5に沿って加工対象物1の内部に形成され、この改質領域7が切断起点領域8となる。ここで、切断起点領域8とは、加工対象物1が切断される際に切断(割れ)の起点となる領域を意味する。この切断起点領域8は、改質領域7が連続的に形成されることで形成される場合もあるし、改質領域7が断続的に形成されることで形成される場合もある。

[0019] 本実施形態に係るレーザ加工方法においては、加工対象物1の表面3ではレーザ光Lがほとんど吸収されないので、加工対象物1の表面3が溶融することはない。

[0020] 加工対象物1の内部に切断起点領域8を形成すると、この切断起点領域8を起点として割れが発生し易くなるため、図6に示すように、比較的小さな力で加工対象物1を切断することができる。よって、加工対象物1の表面3に不必要な割れを発生させるこ

となく、加工対象物1を高精度に切断することが可能になる。

[0021] この切断起点領域8を起点とした加工対象物1の切断には、次の2通りが考えられる。1つは、切断起点領域8形成後、加工対象物1に人為的な力が印加されることにより、切断起点領域8を起点として加工対象物1が割れ、加工対象物1が切断される場合である。これは、例えば加工対象物1の厚さが大きい場合の切断である。人為的な力が印加されるとは、例えば、加工対象物1の切断起点領域8に沿って加工対象物1に曲げ応力やせん断応力を加えたり、加工対象物1に温度差を与えることにより熱応力を発生させたりすることである。他の1つは、切断起点領域8を形成することにより、切断起点領域8を起点として加工対象物1の断面方向(厚さ方向)に向かって自然に割れ、結果的に加工対象物1が切断される場合である。これは、例えば加工対象物1の厚さが小さい場合には、1列の改質領域7により切断起点領域8が形成されることで可能となり、加工対象物1の厚さが大きい場合には、厚さ方向に複数列形成された改質領域7により切断起点領域8が形成されることで可能となる。なお、この自然に割れる場合も、切断する箇所において、切断起点領域8が形成されていない部位に対応する部分の表面3上にまで割れが先走ることがなく、切断起点領域8を形成した部位に対応する部分のみを切断することができるので、切断を制御よくすることができる。近年、シリコンウェハ等の加工対象物1の厚さは薄くなる傾向にあるので、このような制御性のよい切断方法は大変有効である。

[0022] さて、本実施形態に係るレーザ加工方法において、改質領域としては、次の(1)～(3)の場合がある。

[0023] (1)改質領域が1つ又は複数のクラックを含むクラック領域の場合

加工対象物(例えばガラスや LiTaO_3 からなる圧電材料)の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が $1 \times 10^8 (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザ光を照射する。このパルス幅の大きさは、多光子吸収を生じさせつつ加工対象物の表面に余計なダメージを与えずに、加工対象物の内部にのみクラック領域を形成できる条件である。これにより、加工対象物の内部には多光子吸収による光学的損傷という現象が発生する。この光学的損傷により加工対象物の内部に熱ひずみが誘起され、これにより加工対象物の内部にクラック領域が形成される。電界

強度の上限値としては、例えば $1 \times 10^{12} (\text{W}/\text{cm}^2)$ である。パルス幅は例えば1ns～200nsが好ましい。なお、多光子吸収によるクラック領域の形成は、例えば、第45回レーザ熱加工研究会論文集(1998年、12月)の第23頁～第28頁の「固体レーザー高調波によるガラス基板の内部マーキング」に記載されている。

[0024] 本発明者は、電界強度とクラックの大きさとの関係を実験により求めた。実験条件は下記の通りである。

[0025] (A)加工対象物:パイレックス(登録商標)ガラス(厚さ $700 \mu\text{m}$)

(B)レーザー

光源:半導体レーザー励起Nd:YAGレーザー

波長:1064nm

レーザー光スポット断面積: $3.14 \times 10^{-8} \text{cm}^2$

発振形態:Qスイッチパルス

繰り返し周波数:100kHz

パルス幅:30ns

出力:出力 $< 1\text{mJ}$ /パルス

レーザー光品質: TEM_{00}

偏光特性:直線偏光

(C)集光用レンズ

レーザー光波長に対する透過率:60パーセント

(D)加工対象物が載置される載置台の移動速度:100mm/秒

[0026] なお、レーザー光品質が TEM_{00} とは、集光性が高くレーザー光の波長程度まで集光可能を意味する。

[0027] 図7は上記実験の結果を示すグラフである。横軸はピークパワー密度であり、レーザー光がパルスレーザー光なので電界強度はピークパワー密度で表される。縦軸は1パルスのレーザー光により加工対象物の内部に形成されたクラック部分(クラックスポット)の大きさを示している。クラックスポットが集まりクラック領域となる。クラックスポットの大きさは、クラックスポットの形状のうち最大の長さとなる部分の大きさである。グラフ中の黒丸で示すデータは集光用レンズ(C)の倍率が100倍、開口数(NA)が0.80

の場合である。一方、グラフ中の白丸で示すデータは集光用レンズ(C)の倍率が50倍、開口数(NA)が0.55の場合である。ピークパワー密度が $10^{11}(\text{W}/\text{cm}^2)$ 程度から加工対象物の内部にクラックスポットが発生し、ピークパワー密度が大きくなるに従いクラックスポットも大きくなることが分かる。

[0028] 次に、クラック領域形成による加工対象物の切断のメカニズムについて、図8～図11を参照して説明する。図8に示すように、多光子吸収が生じる条件で加工対象物1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射して切断予定ラインに沿って内部にクラック領域9を形成する。クラック領域9は1つ又は複数のクラックを含む領域である。このように形成されたクラック領域9が切断起点領域となる。図9に示すように、クラック領域9を起点として(すなわち、切断起点領域を起点として)クラックがさらに成長し、図10に示すように、クラックが加工対象物1の表面3と裏面21とに到達し、図11に示すように、加工対象物1が割れることにより加工対象物1が切断される。加工対象物1の表面3と裏面21とに到達するクラックは自然に成長する場合もあるし、加工対象物1に力が印加されることにより成長する場合もある。

[0029] (2) 改質領域が熔融処理領域の場合

加工対象物(例えばシリコンのような半導体材料)の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が $1 \times 10^8(\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザ光を照射する。これにより加工対象物の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により加工対象物の内部に熔融処理領域が形成される。熔融処理領域とは一旦熔融後再固化した領域や、まさに熔融状態の領域や、熔融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、熔融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。加工対象物がシリコン単結晶構造の場合、熔融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。電界強度の上限値としては、例えば $1 \times 10^{12}(\text{W}/\text{cm}^2)$ である。パルス幅は例えば $1\text{ns} \sim 200\text{ns}$ が好ましい。

[0030] 本発明者は、シリコンウェハ(半導体基板)の内部で熔融処理領域が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

[0031] (A)加工対象物:シリコンウェハ(厚さ $350\mu\text{m}$ 、外径4インチ)

(B)レーザ

光源:半導体レーザ励起Nd:YAGレーザ

波長:1064nm

レーザ光スポット断面積: $3.14 \times 10^{-8}\text{cm}^2$

発振形態:Qスイッチパルス

繰り返し周波数:100kHz

パルス幅:30ns

出力: $20\mu\text{J}$ /パルス

レーザ光品質: TEM_{00}

偏光特性:直線偏光

(C)集光用レンズ

倍率:50倍

N. A. :0.55

レーザ光波長に対する透過率:60パーセント

(D)加工対象物が載置される載置台の移動速度:100mm/秒

[0032] 図12は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。シリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13が形成されている。なお、上記条件により形成された熔融処理領域13の厚さ方向の大きさは $100\mu\text{m}$ 程度である。

[0033] 熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを説明する。図13は、レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さ t が $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ 、 $500\mu\text{m}$ 、 $1000\mu\text{m}$ の各々について上記関係を示した。

[0034] 例えば、Nd:YAGレーザの波長である1064nmにおいて、シリコン基板の厚さが5

00 μm 以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザー光が80%以上透過することが分かる。図12に示すシリコンウェハ11の厚さは350 μm であるので、多光子吸収による熔融処理領域13はシリコンウェハ11の中心付近、つまり表面から175 μm の部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ200 μm のシリコンウェハを参考にとすると、90%以上なので、レーザー光がシリコンウェハ11の内部で吸収されるのは僅かであり、ほとんどが透過する。このことは、シリコンウェハ11の内部でレーザー光が吸収されて、熔融処理領域13がシリコンウェハ11の内部に形成(つまりレーザー光による通常の加熱で熔融処理領域が形成)されたものではなく、熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを意味する。多光子吸収による熔融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第66集(2000年4月)の第72頁～第73頁の「ピコ秒パルスレーザーによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

[0035] なお、シリコンウェハは、熔融処理領域によって形成される切断起点領域を起点として断面方向に向かって割れを発生させ、その割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達することにより、結果的に切断される。シリコンウェハの表面と裏面に到達するこの割れは自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。そして、切断起点領域からシリコンウェハの表面と裏面とに割れが自然に成長する場合には、切断起点領域を形成する熔融処理領域が熔融している状態から割れが成長する場合と、切断起点領域を形成する熔融処理領域が熔融している状態から再固化する際に割れが成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も熔融処理領域はシリコンウェハの内部のみに形成され、切断後の切断面には、図12のように内部にのみ熔融処理領域が形成されている。このように、加工対象物の内部に熔融処理領域によって切断起点領域を形成すると、切断時、切断起点領域ラインから外れた不必要な割れが生じにくいので、切断制御が容易となる。ちなみに、熔融処理領域の形成は多光子吸収が原因の場合のみでなく、他の吸収作用が原因の場合もある。

[0036] (3) 改質領域が屈折率変化領域の場合

加工対象物(例えばガラス)の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が $1 \times 10^8 (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上で且つパルス幅が1ns以下の条件でレーザー光を照射す

る。パルス幅を極めて短くして、多光子吸収を加工対象物の内部に起こさせると、多光子吸収によるエネルギーが熱エネルギーに転化せずに、加工対象物の内部にはイオン価数変化、結晶化又は分極配向等の永続的な構造変化が誘起されて屈折率変化領域が形成される。電界強度の上限値としては、例えば $1 \times 10^{12} (\text{W}/\text{cm}^2)$ である。パルス幅は例えば1ns以下が好ましく、1ps以下がさらに好ましい。多光子吸収による屈折率変化領域の形成は、例えば、第42回レーザ熱加工研究会論文集(1997年、11月)の第105頁～第111頁の「フェムト秒レーザー照射によるガラス内部への光誘起構造形成」に記載されている。

[0037] 以上、改質領域として(1)～(3)の場合を説明したが、ウェハ状の加工対象物の結晶構造やその劈開性などを考慮して切断起点領域を次のように形成すれば、その切断起点領域を起点として、より一層小さな力で、しかも精度良く加工対象物を切断することが可能になる。

[0038] すなわち、シリコンなどのダイヤモンド構造の単結晶半導体からなる基板の場合は、(111)面(第1劈開面)や(110)面(第2劈開面)に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。また、GaAsなどの閃亜鉛鉱型構造のIII-V族化合物半導体からなる基板の場合は、(110)面に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。さらに、サファイア(Al_2O_3)などの六方晶系の結晶構造を有する基板の場合は、(0001)面(C面)を主面として(1120)面(A面)或いは(1100)面(M面)に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。

[0039] なお、上述した切断起点領域を形成すべき方向(例えば、単結晶シリコン基板における(111)面に沿った方向)、或いは切断起点領域を形成すべき方向に直交する方向に沿って基板にオリエンテーションフラットを形成すれば、そのオリエンテーションフラットを基準とすることで、切断起点領域を形成すべき方向に沿った切断起点領域を容易且つ正確に基板に形成することが可能になる。

[0040] 次に、本発明の好適な実施形態について説明する。

[0041] 図14及び図15に示すように、加工対象物1は、シリコンウェハ11と、複数の機能素子15を含んでシリコンウェハ11の表面11aに形成された機能素子層16とを備えている。この加工対象物1は、いわゆるMEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) ウェ

ハであり、エッチング耐性の向上のために酸化膜(不図示)が表面3に厚く形成されている。

[0042] 機能素子15は、例えば、機械要素部品、センサ、アクチュエータ、電子回路部品等であり、シリコンウェハ11のオリエンテーションフラット6に平行な方向及び垂直な方向にマトリックス状に多数形成されている。このような加工対象物1は、隣り合う機能素子間を通るように格子状に設定された切断予定ライン5に沿って切断され、多数の半導体チップとなる。

[0043] 次に、この加工対象物1を切断する場合の一例について説明する。まず、加工対象物1の裏面21に、エキスパンドテープを貼り付けて当該加工対象物1を載置台上に載置する。続いて、集光用レンズによりシリコンウェハ11の内部に集光点を合わせ、加工対象物1の表面3側から加工用レーザ光を照射し、各切断予定ライン5に沿って、切断の起点となる改質領域を加工対象物1の内部に形成する。そして、エキスパンドテープを拡張させることにより、改質領域を切断の起点として、加工対象物1が切断予定ライン5に沿って機能素子15毎に精度良く切断され、複数の半導体チップが互いに離間することになる。なお、改質領域は、熔融処理領域の他に、クラック領域等を含む場合がある。

[0044] 次に、上述した改質領域の形成についてより詳細に説明する。なお、ここでは、図19に示すように、加工対象物1の切断予定ライン5に沿った方向をX軸方向(X座標)、加工対象物1の厚さ方向をZ軸方向(Z座標)とし、X軸方向においては加工対象物1の左端から右端に向けた方向を正方向、Z軸方向においては裏面21から表面3に向けた方向を正方向として説明する。

[0045] [ハイトセット]

まず、切断予定ライン5上で、表面3を例えばCCDカメラにより集光用レンズ(レンズ)を介して撮像し、投影されるレチクルパターンのコントラストが最大になるように載置台をZ軸方向に相対移動させる。このときの表面3のZ方向位置をピント位置(表面3の変位が0 μ m)とする。

[0046] 続いて、測定用レーザ光を集光用レンズを介して照射し、表面3で反射した反射光を例えば4分割フォトダイオードで受光する。この反射光は、例えばシリンдриカルレン

ズと平凸レンズとからなる整形光学系により非点収差が付加され、4分割フォトダイオードの受光面に集光されて、当該受光面に集光像を形成する。そのため、この集光像は、加工対象物1の表面3の変位(表面3に対する測定用レーザ光の集光点の位置)に応じて変化するようにになっている。よって、このように4分割フォトダイオードで反射光を受光することにより、表面3の変位が非点収差信号として取得されると共に、反射光の全光量値に相当する全光量信号(全光量値)が取得される。

[0047] 続いて、例えばコントローラにより、非点収差信号と全光量信号とから変位センサ信号を求め、この変位センサ信号をフィードバック基準値V0(ここでは、 -0.4V :第1の基準値)として保存する。つまり、ピント位置での変位センサ信号をフィードバック基準値として保存する。なお、ここでは、全光量信号が 0.5V 以上であるX座標にてフィードバック基準値V0を求めている。これは、全光量信号の値が 0.5V 未満のX座標では、フィードバック基準値を全光量信号に応じて変化させるためである(詳しくは後述)。ちなみに、変位センサ信号とは、非点収差信号を全光量信号で除算したものであり、受光した全光量に対する非点収差信号の相対値である。これにより、光量の変化量が比較的少ない場合には、表面3の変位を安定して検出することができる。

[0048] [トレース記録]

次に、切断予定ライン5に沿うように、例えば $300\text{mm}/\text{秒}$ の速度で載置台を相対移動させながら測定用レーザ光を照射し、上述のようにして変位センサ信号を算出し、当該変位センサ信号がフィードバック基準値V0を維持するように、すなわち、表面3と集光用レンズとの離間距離がピント位置での離間距離になるように、例えばピエゾ素子により集光用レンズのZ軸方向位置を制御する(トレース;図16のS1)。ここでは、位置の制御は、サンプリング周期を 0.05m秒 とするフィードバック制御としている。

[0049] ここで、一般に、加工対象物1のようなMEMSウェハでは、上述したように形成される酸化膜が厚いことから、その膜厚にむらが生じ易く、測定用レーザ光の反射率の極端に低い領域が表面3に部分的に存在し易い。図19に示すように、加工対象物1では、切断予定ライン5に沿った右側端部で反射率が低くなっているために全光量信号が極端に低くなっている。

[0050] このように全光量信号が極端に低くなると、S/N比が極端に悪くなり、非点収差信

号に誤差成分が多く含まれてしまうことがある。そのため、加工対象物1の表面3の変位を全光量の相対値(変位センサ信号)として測定する場合でも、変位センサ信号にかかる誤差成分が大きく現れてしまう。すなわち、表面3の変位が同じであっても、全光量信号が極端に低いときの変位センサ信号が他の変位センサ信号と異なることがある。

[0051] 特に、本実施形態では、図17に示すように、測定用レーザ光の集光点Cの位置を表面3とせず、表面3よりも加工対象物1の内部(表面3の変位が負となる位置)に合わせた位置としている(すなわち、測定用レーザ光が加工対象物1を透過すると仮定したときに集光する位置)。これは、一般に、集光点Cの位置が表面3であると、4分割フォトダイオードの受光面での集光像が円形状となり、全光量信号が変化しても全光量信号が異なり難い点で好ましいが、集光点Cの位置が表面3よりも加工対象物1の内部に合わせた位置である場合には、以下の点でより一層好ましいからである。

[0052] すなわち、上述のように、表面3の変位が測定用レーザ光の反射光の集光像の変化により非点収差信号として取得されることから、その取得可能レンジが測定用レーザ光の集光点を中心として対称な一定範囲となるため、かかる場合では変位センサ信号の取得可能レンジが加工対象物1の内部に向かう方向に全体的に移動し、よって、より深い位置に改質領域を形成し易い(すなわち、厚い加工対象物に改質領域を形成し易い)点でより一層好ましいからである。さらに、測定用レーザ光の集光点を表面3よりも加工対象物1の内部に合わせると、表面3での測定用レーザ光の集光像の面積が大きくなることから、例えば表面3に切削痕等が多く存在しても、当該切削痕が集光像に占める割合が小さくなるため、測定用レーザ光の反射光の散乱が抑制され、精度良い変位センサ信号を取得することができる点でもより一層好ましいからである。

[0053] そこで、この全光量信号と変位センサ信号との関係について、本発明者らは鋭意研究を重ねた結果、以下の技術的思想を見出した。

[0054] 図18は、変位が等しいレーザ光照射面における全光量信号とフィードバック基準値との関係を示す線図である。実測値Sより、全光量信号が所定値(ここでは、0.5V)以上の領域では、フィードバック基準値も略一定値(ここでは、-0.4V)であること

がわかる。そして、全光量信号が所定値よりも低い領域では、全光量信号に応じてフィードバック基準値が所定の対応関係で変化していることがわかる。具体的には、全光量信号が0.5V未満のX座標では、表面3の変位が同じであっても、全光量信号が減少するにつれて変位センサ信号が増加していることがわかる。これらより、全光量信号が所定値よりも低い領域では、全光量信号に応じてフィードバック基準値を逐次に所定の対応関係で変化させればよいという技術的思想を見出した。

[0055] 従って、本実施形態では、トレースに際して全光量信号をモニターし、0.5V(閾値)未満の全光量信号が検出されるかどうか判断する(図16のS2)。0.5V未満の全光量信号が検出されない場合には、そのまま制御信号の記録を続行する(S2→S7)。すなわち、この場合には、切断予定ライン5に沿って測定用レーザ光を照射することにより、変位センサ信号を算出し、当該変位センサ信号がフィードバック基準値V0を維持するように集光用レンズのZ軸方向位置を制御すると共に、当該制御の制御信号(例えば、集光用レンズをその光軸に沿って駆動するピエゾの駆動信号:第1の制御値)を記録する。

[0056] 他方、0.5V未満の全光量信号が検出された場合には、以下の動作を実行する(S2→S3)。すなわち、トレースすることにより変位センサ信号を算出した後、全光量信号が0.5V未満であるX座標の位置に載置台を移動させる。そして、このときのX座標にてハイトセットを再度行って変位センサ値と全光量値を取得し、これらの取得した値を再設定基準値として記録する(S4)。

[0057] 続いて、この移動及び記録を0.5V未満であるX座標の異なる位置にて複数回繰り返す。そして、記録された複数の再設定基準値に基づいて、全光量が所定値よりも低い領域におけるフィードバック基準値と全光量信号との所定の対応関係を導出する(S5)。すなわち、全光量信号が0.5V未満のX座標(図19中の矢印Rの範囲)において全光量信号を変数とするフィードバック基準値の関数U(図18参照)を求める。ここでは、全光量信号が0.5V、0.3V、0.2Vでの各X座標にてハイトセットを行って再設定基準値をそれぞれ求め、これらを1次直線近似することにより関数Uとして下記(1)式を求めている。

$$\text{フィードバック基準値} = -1 \times \text{全光量信号} + 0.1 \quad \dots (1)$$

但し、全光量信号 $<0.5[V]$

[0058] 続いて、上記(1)式に従って再びトレースを行い(S6)、切断予定ライン5に沿って制御信号を記録する(S7)。具体的には、図19に示すように、全光量信号が $0.5V$ 以上のX座標では、フィードバック基準値 V_0 でフィードバック制御を行うと共に当該制御の制御信号を記録する一方、全光量信号が $0.5V$ 未満のX座標(矢印Rの範囲)では、上記(1)によりフィードバック基準値を全光量信号に応じて算出し、算出されたフィードバック基準値(第2の基準値)でフィードバック制御を行うと共に当該制御の制御信号(第2の制御値)を記録する。

[0059] [改質領域形成]

次に、記録した制御信号をピエゾ素子で再生し、集光用レンズを動作させると共に、シリコンウェハ11の内部に集光点を合わせて加工用レーザ光を加工対象物1に照射する。これにより、シリコンウェハ11の内部に改質領域を形成されることとなる。

[0060] 以上、本実施形態は、上述したように、測定用レーザ光の反射光の光量が部分的に極端に減少してしまう加工対象物1に対して、変位センサ信号に誤差成分が大きく現れない領域に相当する全光量信号が $0.5V$ よりも高い領域にてハイトセットし、そして、全光量信号をモニターしつつトレースを行った後、モニターした全光量信号が $0.5V$ 以上である場合には、そのままトレース記録を行う一方、モニターした全光量信号において誤差成分が現れ易い領域に相当する $0.5V$ 未満の全光量信号が存在する場合には、全光量信号が $0.5V$ 未満の領域にてフィードバック基準値と全光量信号との対応関係を求め、この対応関係に従ってトレース記録をやり直す。

[0061] 従って、本実施形態では、上述したように、変位センサ信号が測定用レーザ光の反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、加工用レーザ光の集光点が表面3から所定の位置に合わせられるため、測定用レーザ光の反射率の極端に低い領域が表面3に部分的に存在し測定用レーザ光の反射光の光量が低下しても、加工用レーザ光の集光点を加工対象物1の表面3に确实且つ精度良く追従させることが可能となり、表面3に対して所定の位置に改質領域を精度良く形成することができる。つまり、酸化膜が形成された加工対象物であって当該酸化膜にむらがあるものにおいても、加工用レーザ光の集光点を表面3に安定して追従することが可能となる。その結

果、改質領域が表面3にまで達してしまったり、表面3に加工用レーザ光の集光点が近づいて機能素子15にダメージを与えてしまったりするのを防止することができる。

[0062] さらに、本実施形態では、上述したように、上記(1)式を予め導出し、この関係式に従って加工用レーザ光の集光点を合わせている。つまり、上述した技術的思想、すなわち全光量信号が所定値よりも低い領域では、全光量信号に応じてフィードバック基準値を逐次に所定の対応関係で変化させればよいという技術的思想を最適にレーザ加工方法に適用させており、よって、変位センサ信号が全光量信号に応じたフィードバック基準値となるようにすることを容易且つ確実に実現することができる。

[0063] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

[0064] 例えば、上記実施形態では、上記(1)式を1次直線近似で求めたが、曲線近似、最小二乗近似等の種々の近似解法により求めてもよい。

[0065] また、上記実施形態では、トレース記録の際に、全光量信号が0.5V、0.3V、0.2Vでの各X座標にてハイトセットを行い、上記(1)式を導出したが、全光量信号とフィードバック基準値との関係式を、加工対象物の種類や特性等によって共通して用いる場合もある。なお、この場合には、レーザ光照射面の変位を測定すると同時に改質領域を形成するいわゆるリアルタイム加工を好適に実施することができる。

[0066] また、上記実施形態では、全光量信号が0.5V未満の領域にてフィードバック基準値と全光量信号との対応関係を求め、この対応関係に従ってトレース記録をやり直したが、全光量信号が0.5V未満の領域にて集光用レンズのZ軸方向位置を固定して、換言すると、全光量信号が0.5V未満のX座標では制御信号を一定値にして、トレース記録をやり直してもよい。なお、このように制御信号を一定値する場合には、リアルタイム加工を好適に実施することができる。

[0067] また、シリコンウェハ11でなくとも、例えば、ガリウム砒素等の半導体化合物材料、圧電材料、サファイヤ、ガラス等でもよい。また、本実施形態では、レーザ光の照射条件は、パルスピッチ幅や出力等により限定されるものではなく様々な照射条件とすることができる。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明によれば、加工用レーザ光の集光点を加工対象物のレーザ光照射面に精度良く追従させることが可能となる。

請求の範囲

- [1] 板状の加工対象物の内部に集光点を合わせて加工用レーザ光を照射することにより、前記加工対象物の切断予定ラインに沿って、切断の起点となる改質領域を前記加工対象物の内部に形成するレーザ加工方法であって、
前記切断予定ラインに沿って測定用レーザ光を照射し、
前記加工対象物において前記測定用レーザ光が照射されるレーザ光照射面で反射する前記測定用レーザ光の反射光に非点収差を付加し、
非点収差が付加された前記反射光の集光像に応じた検出値を検出し、
前記検出値が前記反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、前記加工用レーザ光の集光点を前記レーザ光照射面に対して所定の位置に合わせることを特徴とするレーザ加工方法。
- [2] 前記測定用レーザ光の集光点を前記レーザ光照射面から所定の距離に位置させた状態において前記検出値と前記光量との対応関係を予め取得し、
前記対応関係に基づいて前記検出値が前記反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、前記加工用レーザ光の集光点を前記レーザ光照射面に対して前記所定の位置に合わせることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工方法。
- [3] 前記加工対象物は半導体基板を備え、前記改質領域は溶融処理領域を含むことを特徴とする請求項1又は2記載のレーザ加工方法。
- [4] 前記改質領域を切断の起点として前記切断予定ラインに沿って前記加工対象物を切断する工程を含むことを特徴とする請求項1～3の何れか一項記載のレーザ加工方法。
- [5] 前記検出値を検出するのに併せて前記反射光の全光量に相当する全光量値を前記切断予定ラインに沿って検出し、
前記全光量値が閾値以上の場合には、前記検出値が予め求められた第1の基準値となるように、前記レーザ光を集光するレンズをその光軸に沿って移動させ、前記レンズの移動を制御するための第1の制御値を取得し、
前記全光量値が前記閾値未満の場合には、前記閾値未満の前記全光量値が検出された位置にて前記検出値及び前記全光量値を再度検出し、再度検出された前

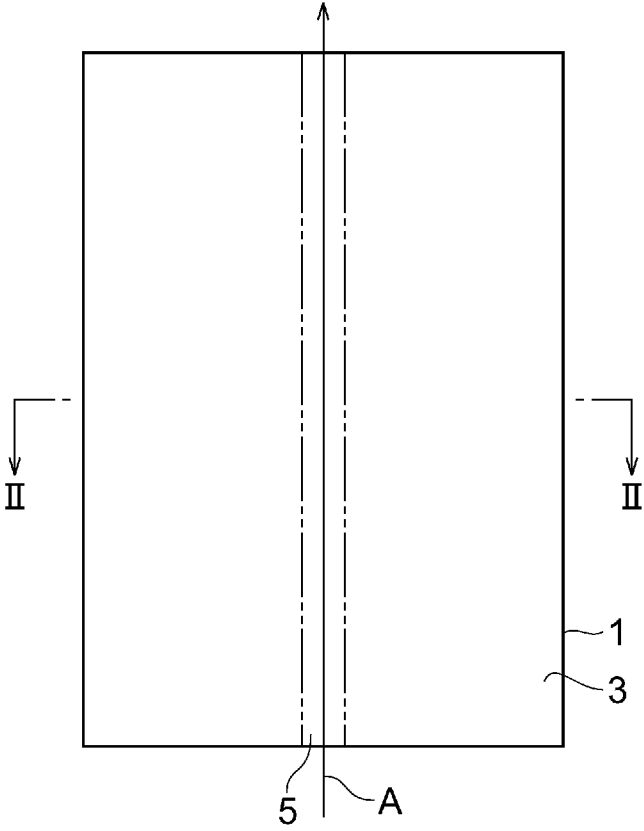
記検出値及び前記全光量値の対応関係を取得し、

前記測定用レーザ光を前記切断予定ラインに沿って再び照射して前記検出値及び前記全光量値を再び検出し、

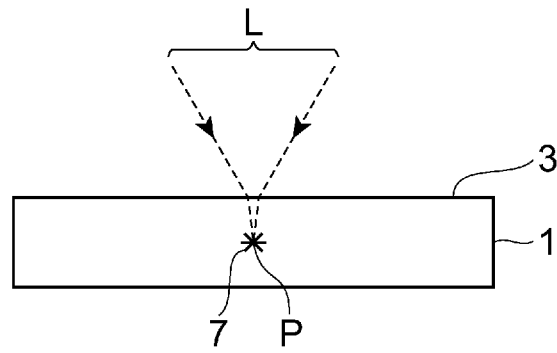
前記閾値以上の前記全光量値が検出された位置では、前記検出値が前記第1の基準値となるように前記レンズをその光軸に沿って移動させると共に、前記閾値未満の前記全光量値が検出された位置では、前記検出値が前記全光量値と前記対応関係とから算出された第2の基準値となるように前記レンズをその光軸に沿って移動させ、前記レンズの移動を制御するための第2の制御値を取得することを特徴とする請求項1～4の何れか一項記載のレーザ加工方法。

- [6] 前記第1の制御値又は前記第2の制御値に基づいて前記レンズを移動させて前記集光点を前記レーザ光照射面に対して前記所定の位置に合わせると共に、前記加工用レーザ光を前記加工対象物に照射することを特徴とする請求項5記載のレーザ加工方法。

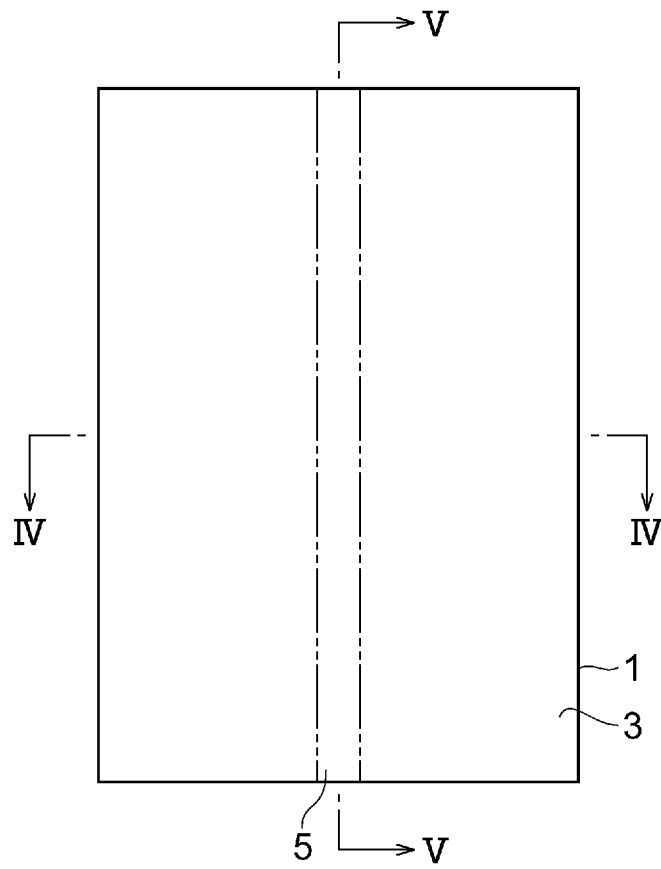
[図1]



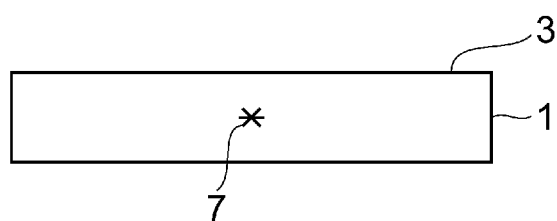
[図2]



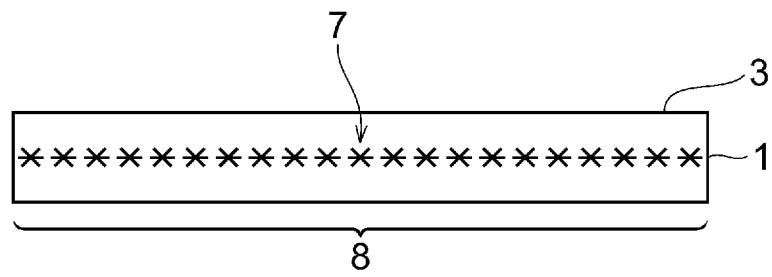
[図3]



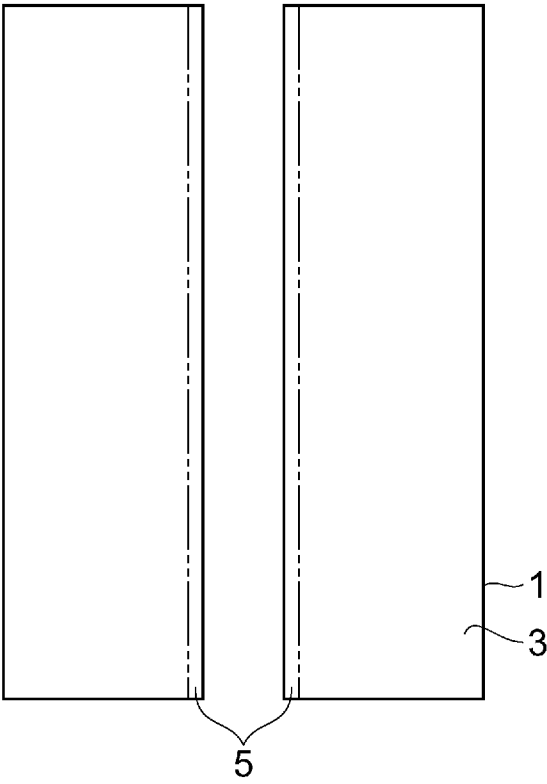
[図4]



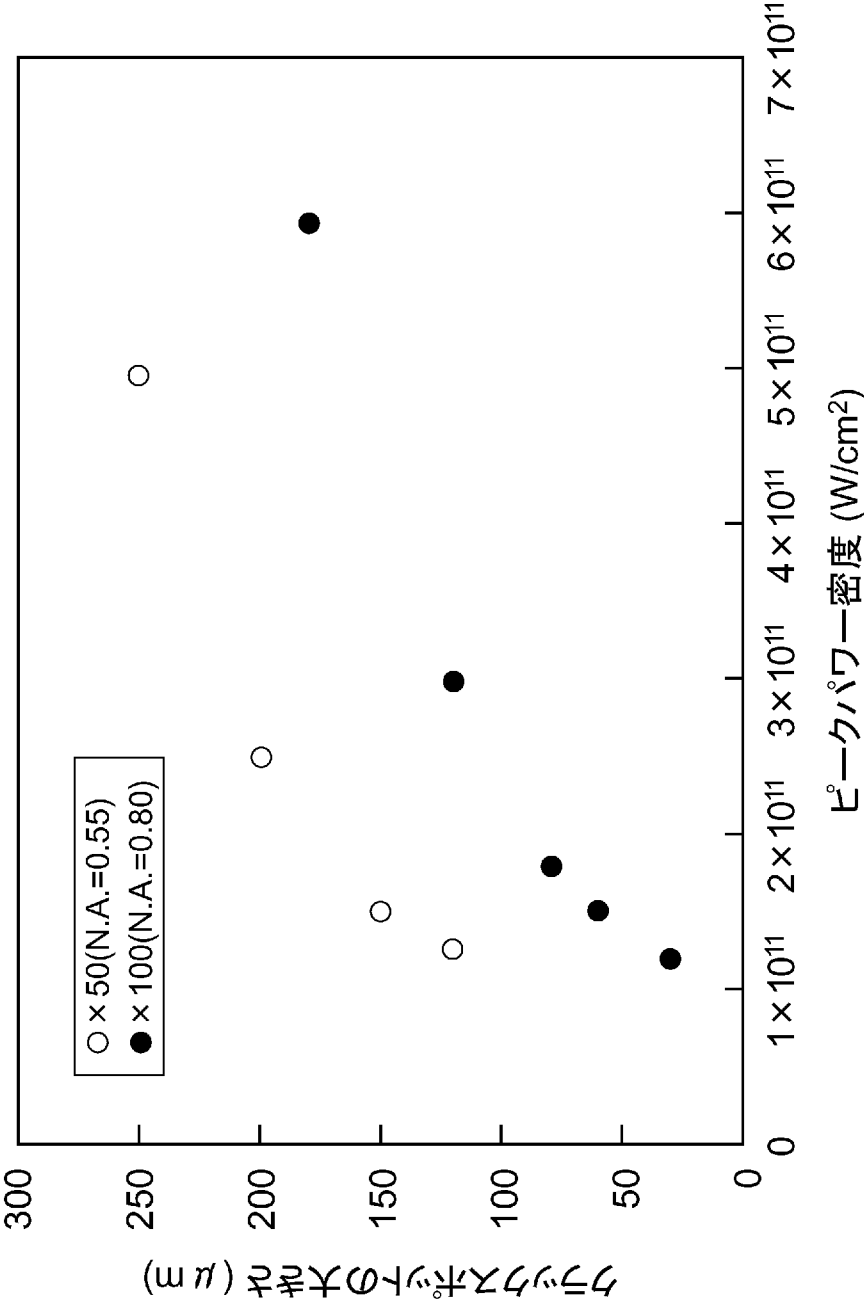
[図5]



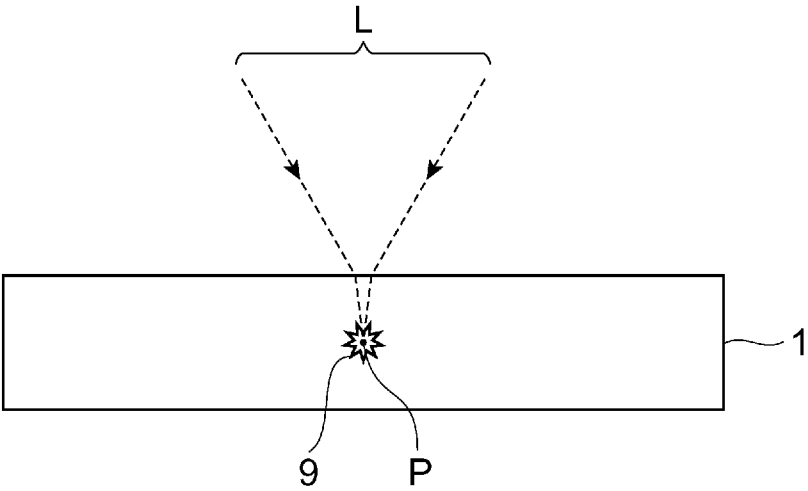
[図6]



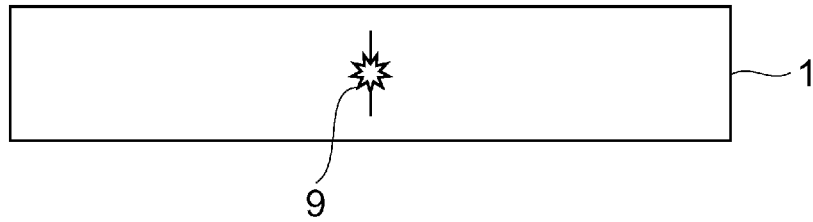
[図7]



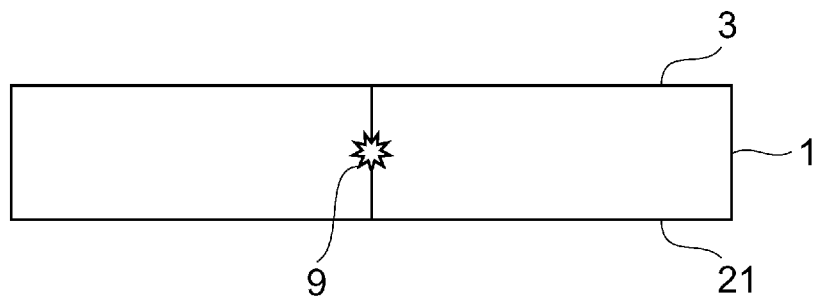
[図8]



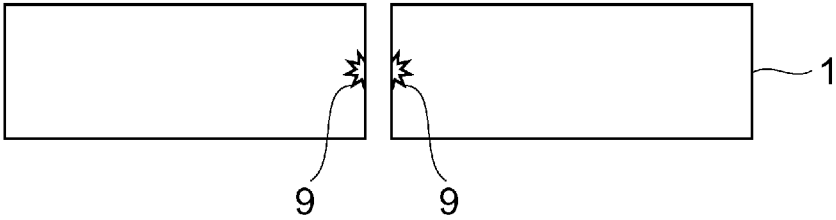
[図9]



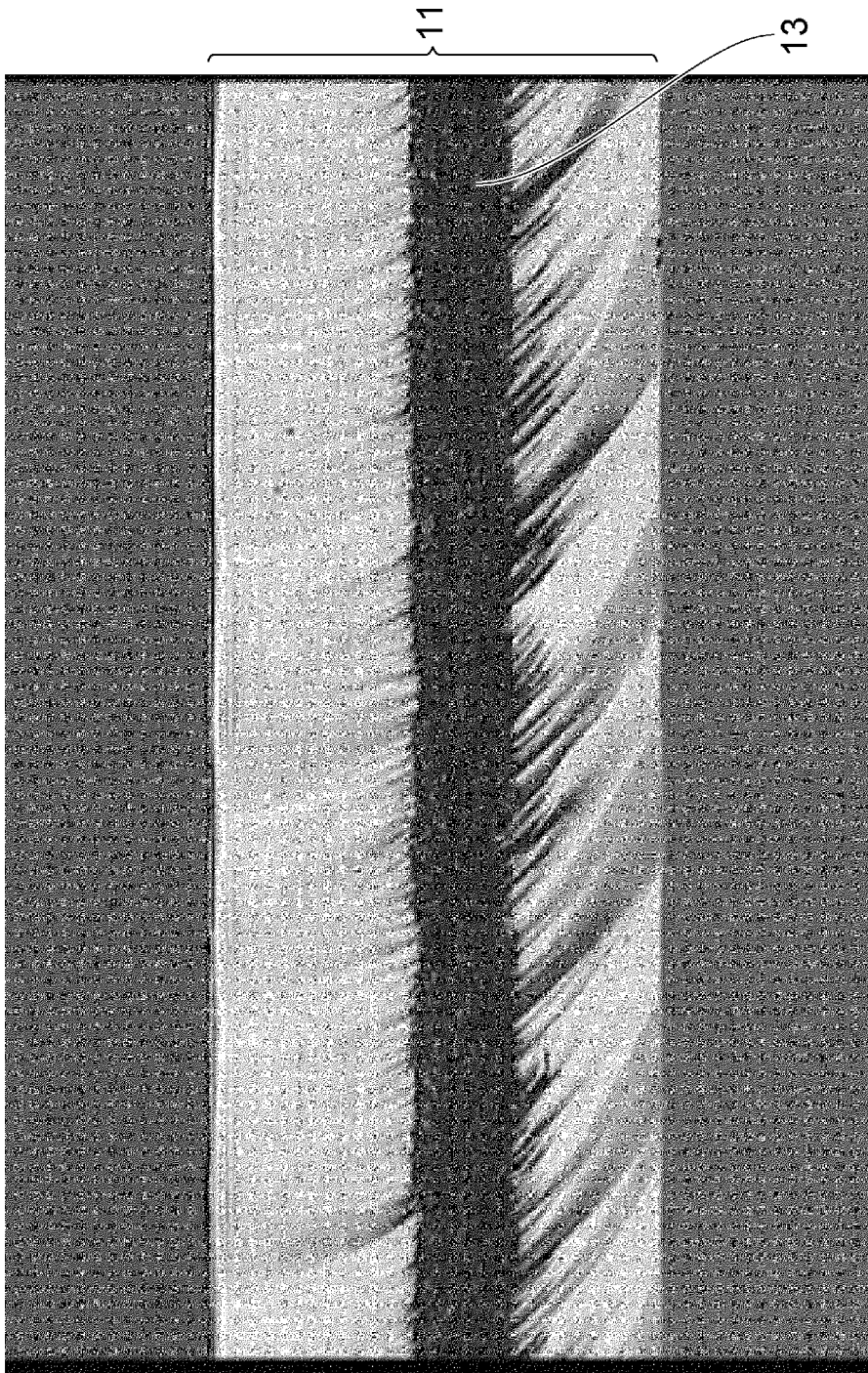
[図10]



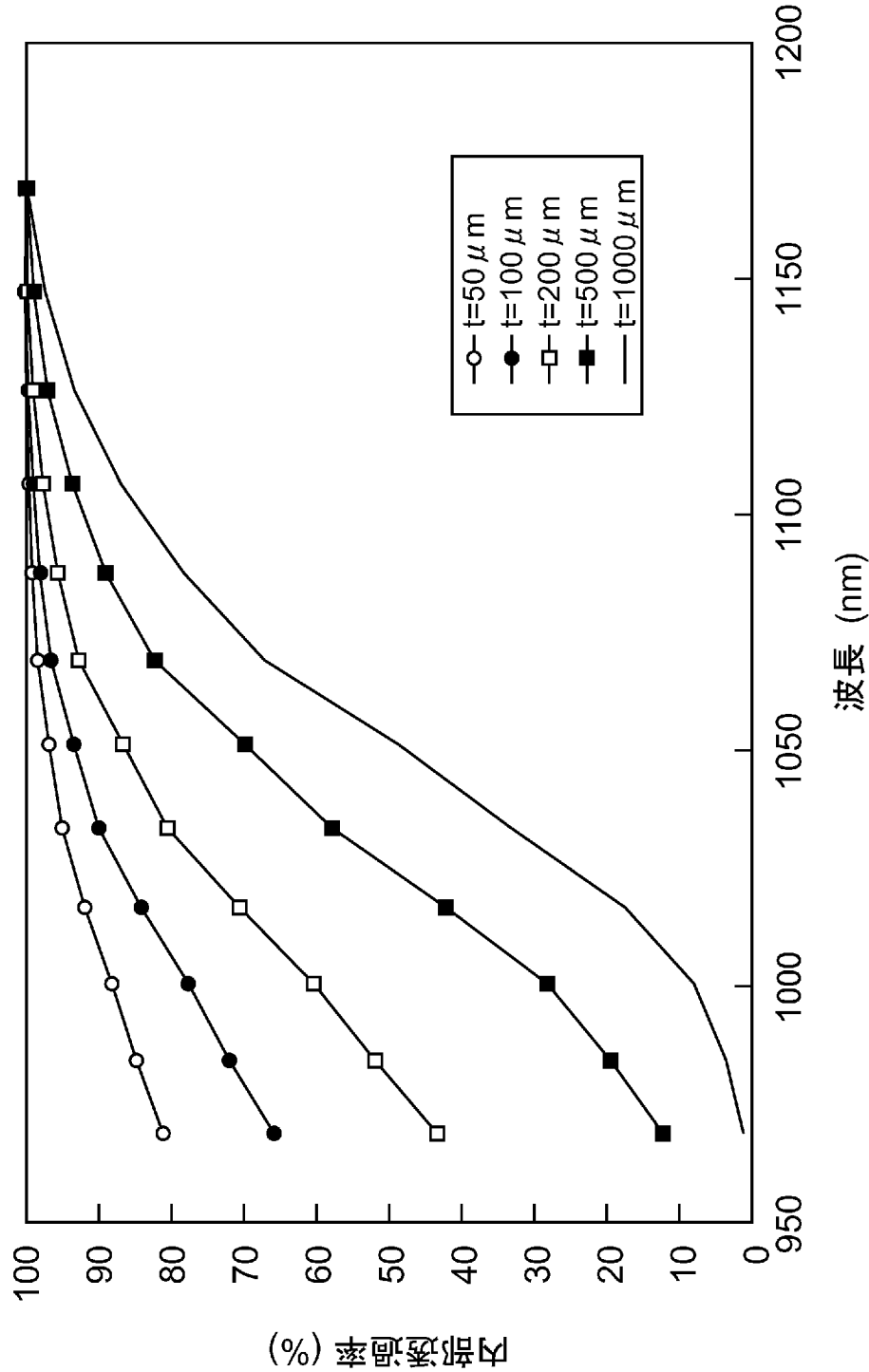
[図11]



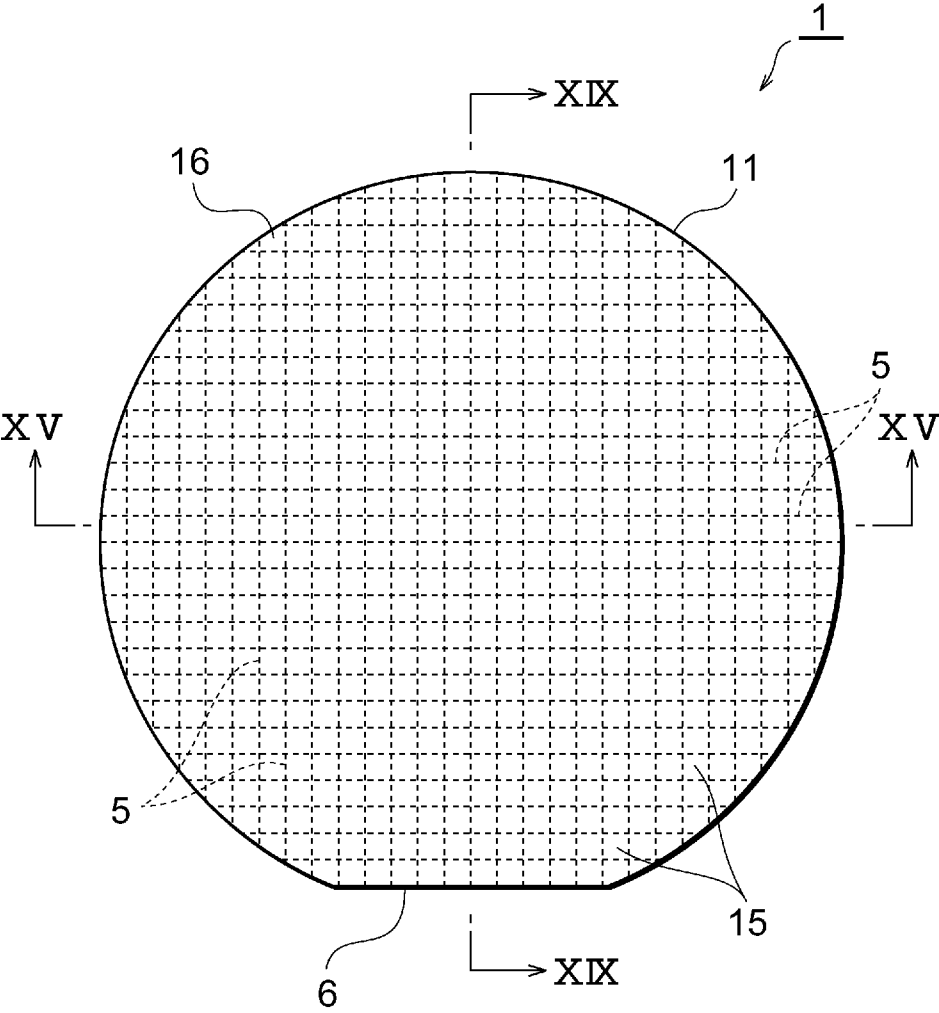
[図12]



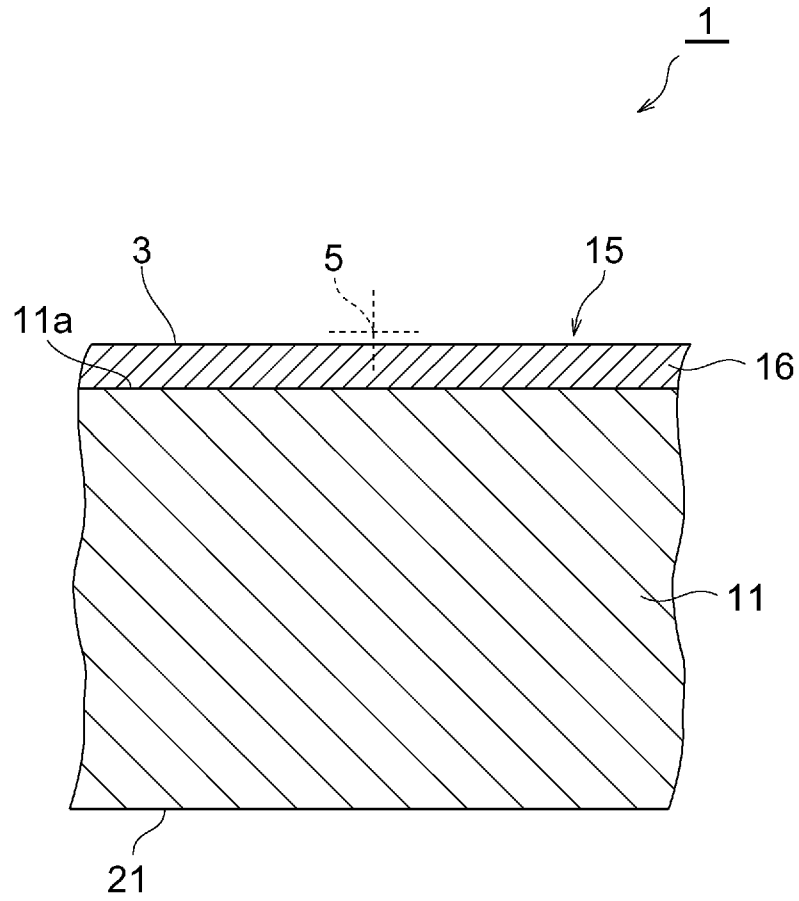
[図13]



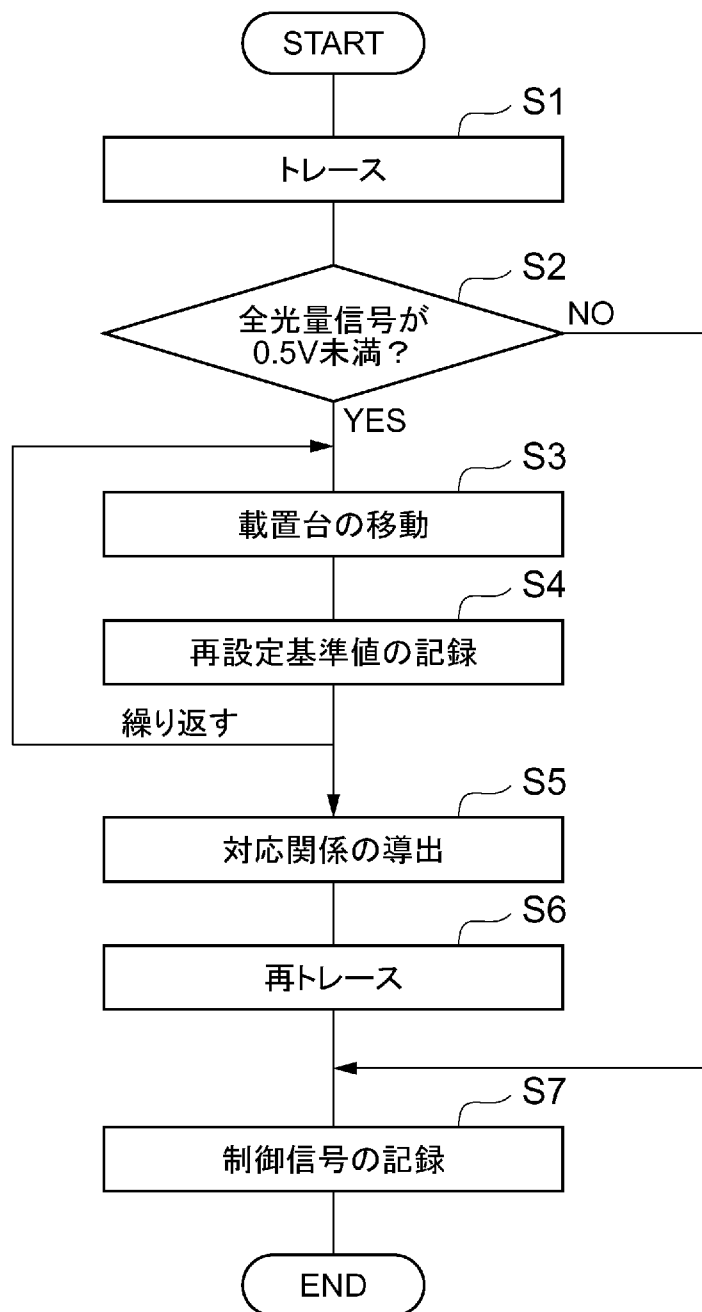
[図14]



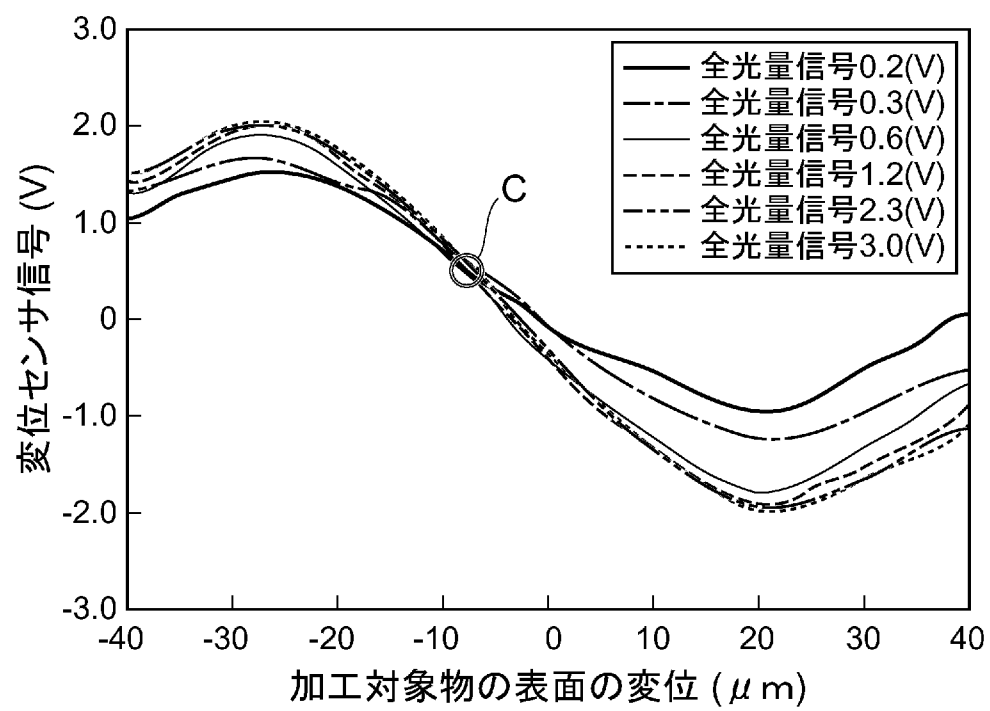
[図15]



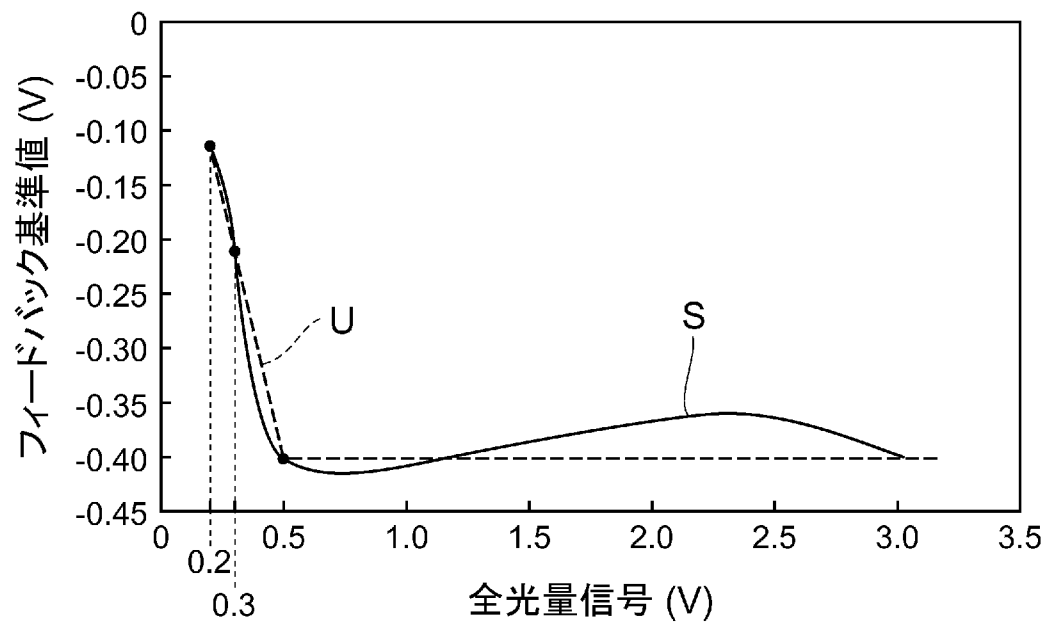
[図16]



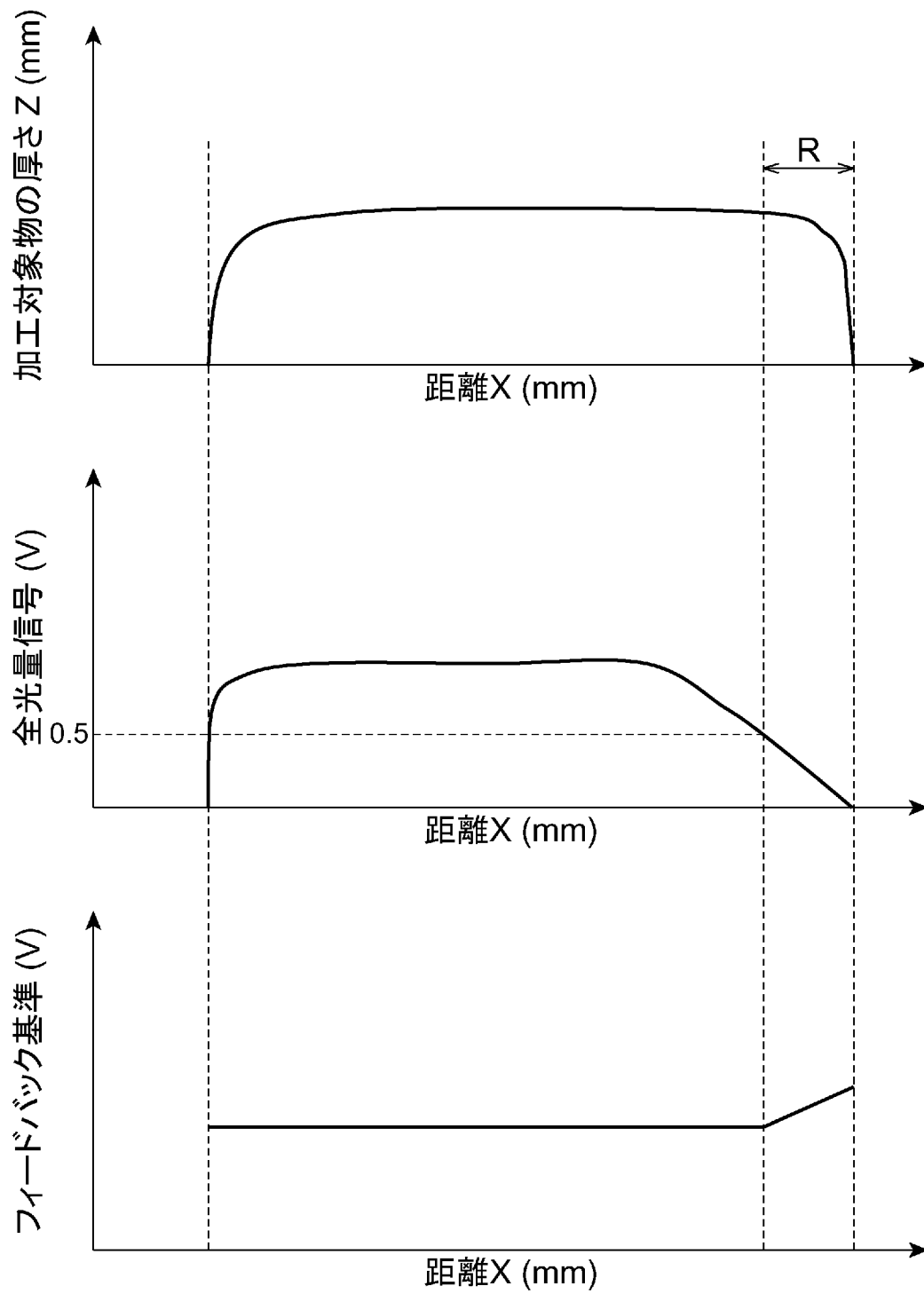
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/068657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/38(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i, H01L21/301(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)

B23K26/38, B23K26/06, B23K26/40, H01L21/301

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 1996-2007

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
A	JP 2006-114627 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 27 April, 2006 (27.04.06), Par. Nos. [0005], [0026], [0032], [0059] to [0060] & WO 2006/040984 A1	1-6

☐ 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 November, 2007 (30.11.07)

Date of mailing of the international search report
11 December, 2007 (11.12.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Claims 1 and 2 describe that "said detected value is made to have a predetermined value according to the light quantity of said reflected light, so that the focal point of said working laser beam is adjusted to a predetermined position with respect to said laser-beam irradiated face", but are indefinite in the following points.

(1) The "detected value" is the measured value at the measuring point. It is, therefore, impossible to define how said "detected value" is "made to have a predetermined value according to the light quantity of the reflected light".

(2) From the description "... made to have a predetermined value . . .", so that . . . is adjusted to a predetermined position . . .", it is construed that "is adjusted to a predetermined position" due to "made to have a predetermined value".

However, it is impossible to specify how "is adjusted to a predetermined position" from "made to have a predetermined value".

Hence, claims 1 and 2 and their dependent claims 3 - 6 are indefinite.

Claims 2 - 6 are described by "claims", which are clerical errors of "scopes of claim".

Claim 5 describes "said laser beam", which is indefinite to mean the measuring laser beam or the working laser beam.

From the preceding and succeeding contexts, therefore, it is construed that "said laser beam" is the working laser beam.

In claim 5, a re-detection is made in case the whole light quantity is less than the threshold value, but how the re-detection is effective cannot be grasped even with reference to the specification.

Hence, claim 5 and claim 6 are inadequately supported by the specification.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/38 (2006.01) i, B23K26/06 (2006.01) i, B23K26/40 (2006.01) i, H01L21/301 (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. B23K26/38, B23K26/06, B23K26/40, H01L21/301

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 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 6 - 1 1 4 6 2 7 A (浜松ホトニクス株式会社) 2 0 0 6 . 0 4 . 2 7, 段落【0 0 0 5】, 【0 0 2 6】, 【0 0 3 2】, 【0 0 5 9】 - 【0 0 6 0】 & W O 2 0 0 6 / 0 4 0 9 8 4 A 1	1 - 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

3 0 . 1 1 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 2 . 2 0 0 7

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)

中島 昭浩

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

3 P

3 9 3 5

請求の範囲1、2に「前記検出値が前記反射光の光量に応じた所定値となるようにすることで、前記加工用レーザ光の集光点を前記レーザ光照射面に対して所定の位置に合わせる」と記載されているが、以下の点で不明確である。

(1)「検出値」は、測定点における測定値であるから、当該「検出値」を「反射光の光量の光量に応じた所定値となるようにする」とは、どのようなことを行っているのか特定できない。

(2)「・・・所定値となるようにすることで、・・・所定の位置に合わせる」との記載から、「所定値となるようにする」ことに起因して、「所定の位置に合わせる」ものと解される。

しかしながら、「所定値となるようにする」ことから、どのようにして「所定の位置に合わせる」のかが特定できない。

よって、請求の範囲1、2及びこれらに従属する請求の範囲3～6は不明確である。

請求の範囲2～6に「請求項」と記載されているが、「請求の範囲」の誤記であると認められる。

請求の範囲5に「前記レーザ光」と記載されているが、測定用レーザ光のことなのか、加工用レーザ光のことなのか不明確である。

そこで、前後の文脈から、当該「前記レーザ光」は、加工用レーザ光のことであると解した。

請求の範囲5において、全光量値が閾値未満の場合に再検出を行っているが、どのような効果があるのかが明細書を参酌しても把握できない。

よって、請求の範囲5及び請求の範囲6は、明細書によって十分に裏付けされていない。