

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5122773号
(P5122773)

(45) 発行日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 3 K 26/00 (2006. 01)

B 2 3 K 26/00 N

B 2 3 K 26/02 (2006. 01)

B 2 3 K 26/02 A

B 2 3 K 26/06 (2006. 01)

B 2 3 K 26/06 Z

B 2 3 K 26/067 (2006. 01)

B 2 3 K 26/067

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-212840 (P2006-212840)
 (22) 出願日 平成18年8月4日 (2006. 8. 4)
 (65) 公開番号 特開2008-36667 (P2008-36667A)
 (43) 公開日 平成20年2月21日 (2008. 2. 21)
 審査請求日 平成21年7月17日 (2009. 7. 17)

(73) 特許権者 000134051
 株式会社ディスコ
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 (74) 代理人 100075177
 弁理士 小野 尚純
 (74) 代理人 100113217
 弁理士 奥貫 佐知子
 (72) 発明者 小林 豊
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 株式会社ディスコ内
 (72) 発明者 根橋 功一
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 株式会社ディスコ内

審査官 大屋 静男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザー加工機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物を保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を加工送り方向（X軸方向）に相対的に移動せしめる加工送り手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を該加工送り方向（X軸方向）と直交する割り出し送り方向（Y軸方向）に相対移動せしめる割り出し送り手段と、該チャックテーブルの加工送り量を検出するための加工送り量検出手段と、を具備するレーザー加工機において、

該レーザー光線照射手段は、レーザー光線を発振するレーザー光線発振手段と、該レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を偏向する音響光学偏向手段と、該音響光学偏向手段によって偏向されたレーザー光線を集光する集光器とを具備し、該音響光学偏向手段が該レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を偏向する音響光学素子と、該音響光学素子にRFを印加するRF発振器と、該RF発振器から出力されるRFの周波数を調整する偏向角度調整手段と、RF発振器によって生成されるRFの振幅を調整する出力調整手段と、該加工送り量検出手段からの検出信号に基づいて該偏向角度調整手段および該出力調整手段を制御する制御手段とを具備し、

該音響光学素子と該集光器との間に配設され該音響光学素子によって偏向されたレーザー光線の一部を分光するビームスプリッターと、該ビームスプリッターによって分光されたレーザー光線を受光する受光素子とを備え、該受光素子によって受光した受光信号を該制御手段に送るレーザー光線出力検出手段を具備しており、

10

20

該制御手段は、偏向角度調整手段を制御する制御信号に対応して該レーザー光線出力検出手段から送られる受光信号に基づいてレーザー光線の実出力を求め、該実出力の最低値を基準として各制御信号に対応した実出力の比率を演算し、該実出力の比率に対応した補正值を演算して制御マップを作成し、該制御マップに基づいて該出力調整手段を制御する

ことを特徴とするレーザー加工機。

【請求項 2】

該音響光学偏向手段は、レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を互いに直交する方向に偏向する第 1 の音響光学偏向手段と第 2 の音響光学偏向手段とからなっている、請求項 1 記載のレーザー加工機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射装置およびレーザー光線照射装置を装備したレーザー加工機に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造工程においては、略円板形状である半導体ウエーハの表面に格子状に配列されたストリートと呼ばれる分割予定ラインによって複数の領域が区画され、この区画された領域に IC、LSI 等のデバイスを形成する。そして、半導体ウエーハを分割予定ラインに沿って切断することによりデバイスが形成された領域を分割して個々の半導体チップを製造している。

【0003】

装置の小型化、高機能化を図るため、複数の半導体チップを積層し、積層された半導体チップの電極を接続するモジュール構造が実用化されている。このモジュール構造は、半導体ウエーハにおける電極が形成された箇所に貫通孔（ビアホール）を形成し、この貫通孔（ビアホール）に電極と接続するアルミニウム等の導電性材料を埋め込む構成である。（例えば、特許文献 1 参照。）

【特許文献 1】特開 2003 - 163323 号公報

【0004】

上述した半導体ウエーハに設けられる貫通孔（ビアホール）は、ドリルによって形成されている。しかるに、半導体ウエーハに設けられる貫通孔（ビアホール）は直径が 100 ~ 300 μm と小さく、ドリルによる穿孔では生産性が悪いという問題がある。

【0005】

上記問題を解消するために本出願人は、半導体ウエーハ等の被加工物に効率よく細孔を形成することができるレーザー加工装置を特願 2005 - 64867 号として提案した。このレーザー加工装置は、被加工物を保持するチャックテーブルとレーザー光線照射手段との相対的な加工送り量を検出する加工送り量検出手段と、被加工物に形成する細孔の X, Y 座標値を記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された細孔の X, Y 座標値と加工送り量検出手段からの検出信号に基づいてレーザー光線照射手段を制御する制御手段とを具備し、被加工物に形成する細孔の X, Y 座標値がレーザー光線照射手段の集光器の直下に達したら 1 パルスのレーザー光線を照射するように構成したものである。

【0006】

しかるに、被加工物に貫通孔を形成するには、同一個所に複数回パルスレーザー光線を照射する必要があるが、上述したレーザー加工装置を用いると、被加工物の移動を複数回実施しなければならず、生産性の面で必ずしも満足し得るものではない。

また、被加工物を加工送り方向（X 軸方向）と直交する割り出し送り方向（Y 軸方向）に割り出し送りすることなく、加工送りするだけで被加工物に複数のレーザー加工溝を形成できることが望ましい。

【0007】

このような要求に対応するため本出願人は、音響光学素子を用いた音響光学偏向手段を備えたレーザー光線照射手段を装備し、レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を音響光学素子を通して偏向することにより、被加工物を加工送りしつつ同一加工位置にレーザー光線を照射するようにしたレーザー加工装置を特願 2 0 0 5 - 3 6 2 2 3 6 号として提案した。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

而して、レーザー光線を音響光学素子によって偏向すると、偏向角度によって回折効率が異なりレーザー光線の出力が変化するため、均一に加工することができないという問題生じた。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記事実に鑑みてなされたものであり、その主たる技術的課題は、音響光学素子を用いた音響光学偏向手段によってレーザー光線の光軸を偏向しても均一な加工を施すことができるレーザー加工機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記主たる技術課題を解決するため、本発明によれば、被加工物を保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を加工送り方向（X軸方向）に相対的に移動せしめる加工送り手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を該加工送り方向（X軸方向）と直交する割り出し送り方向（Y軸方向）に相対移動せしめる割り出し送り手段と、該チャックテーブルの加工送り量を検出するための加工送り量検出手段と、を具備するレーザー加工機において、

該レーザー光線照射手段は、レーザー光線を発振するレーザー光線発振手段と、該レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を偏向する音響光学偏向手段と、該音響光学偏向手段によって偏向されたレーザー光線を集光する集光器とを具備し、該音響光学偏向手段が該レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を偏向する音響光学素子と、該音響光学素子にRFを印加するRF発振器と、該RF発振器から出力されるRFの周波数を調整する偏向角度調整手段と、RF発振器によって生成されるRFの振幅を調整する出力調整手段と、該加工送り量検出手段からの検出信号に基づいて該偏向角度調整手段および該出力調整手段を制御する制御手段とを具備し、

該音響光学素子と該集光器との間に配設され該音響光学素子によって偏向されたレーザー光線の一部を分光するビームスプリッターと、該ビームスプリッターによって分光されたレーザー光線を受光する受光素子とを備え、該受光素子によって受光した受光信号を該制御手段に送るレーザー光線出力検出手段を具備しており、

該制御手段は、偏向角度調整手段を制御する制御信号に対応して該レーザー光線出力検出手段から送られる受光信号に基づいてレーザー光線の実出力を求め、該実出力の最低値を基準として各制御信号に対応した実出力の比率を演算し、該実出力の比率に対応した補正值を演算して制御マップを作成し、該制御マップに基づいて該出力調整手段を制御する

ことを特徴とするレーザー加工機が提供される。

【 0 0 1 1 】

上記音響光学偏向手段は、レーザー光線発振手段が発振したレーザー光線の光軸を互いに直交する方向に偏向する第1の音響光学偏向手段と第2の音響光学偏向手段とからなっている。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によるレーザー加工機においては、制御手段がレーザー光線照射手段を構成する偏向角度調整手段を制御する制御信号に対応してレーザー光線出力検出手段から送られる

10

20

30

40

50

受光信号に基づいてレーザー光線の実出力を求め、該実出力の最低値を基準として各制御信号に対応した実出力の比率を演算し、該実出力の比率に対応した補正値を演算して制御マップを作成し、該制御マップに基づいて出力調整手段を制御するので、音響光学素子による回折効率が変化しても音響光学素子によって偏向される実出力が等しくなり、全てのパルスレーザー光線の照射位置で均一な加工を施すことができる。また、本発明によるレーザー加工機においては、制御手段は被加工物を保持するチャックテーブル加工送り量を検出するための加工送り量検出手段からの検出信号に基づいて該偏向角度調整手段および該出力調整手段を制御するので、被加工物を加工送り方向に加工送りしながら複数の被加工位置にレーザー加工を施すことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明に従って構成されたレーザー加工機の好適な実施形態について、添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

【0015】

図1には、本発明に従って構成されたレーザー加工機の斜視図が示されている。図1に示すレーザー加工機は、静止基台2と、該静止基台2に矢印Xで示す加工送り方向(X軸方向)に移動可能に配設され被加工物を保持するチャックテーブル機構3と、静止基台2に上記矢印Xで示す方向(X軸方向)と直角な矢印Yで示す割り出し送り方向(Y軸方向)に移動可能に配設されたレーザー光線照射ユニット支持機構4と、該レーザー光線照射ユニット支持機構4に矢印Zで示す方向(Z軸方向)に移動可能に配設されたレーザー光線照射ユニット5とを具備している。

【0016】

上記チャックテーブル機構3は、静止基台2上に矢印Xで示す加工送り方向(X軸方向)に沿って平行に配設された一对の案内レール31、31と、該案内レール31、31上に矢印Xで示す加工送り方向(X軸方向)に移動可能に配設された第一の滑動ブロック32と、該第一の滑動ブロック32上に矢印Yで示す割り出し送り方向(Y軸方向)に移動可能に配設された第二の滑動ブロック33と、該第二の滑動ブロック33上に円筒部材34によって支持されたカバーテーブル35と、被加工物保持手段としてのチャックテーブル36を具備している。このチャックテーブル36は多孔性材料から形成された吸着チャック361を具備しており、吸着チャック361上に被加工物である例えば円盤状の半導体ウエーハを図示しない吸引手段によって保持するようになっている。このように構成されたチャックテーブル36は、円筒部材34内に配設された図示しないパルスモータによって回転せしめられる。なお、チャックテーブル36には、後述する環状のフレームを固定するためのクランプ362が配設されている。

【0017】

上記第一の滑動ブロック32は、その下面に上記一对の案内レール31、31と嵌合する一对の被案内溝321、321が設けられているとともに、その上面に矢印Yで示す割り出し送り方向(Y軸方向)に沿って平行に形成された一对の案内レール322、322が設けられている。このように構成された第一の滑動ブロック32は、被案内溝321、321が一对の案内レール31、31に嵌合することにより、一对の案内レール31、31に沿って矢印Xで示す加工送り方向(X軸方向)に移動可能に構成される。図示の実施形態におけるチャックテーブル機構3は、第一の滑動ブロック32を一对の案内レール31、31に沿って矢印Xで示す加工送り方向(X軸方向)に移動させるための加工送り手段37を具備している。加工送り手段37は、上記一对の案内レール31と31の間に平行に配設された雄ネジロッド371と、該雄ネジロッド371を回転駆動するためのパルスモータ372等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド371は、その一端が上記静止基台2に固定された軸受ブロック373に回転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ372の出力軸に伝動連結されている。なお、雄ネジロッド371は、第一の滑動ブロック32の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された貫通雌ネジ穴に螺合されている。従って、パルスモータ372によって雄ネジロッド3

10

20

30

40

50

7 1 を正転および逆転駆動することにより、第一の滑動ブロック 3 2 は案内レール 3 1、3 1 に沿って矢印 X で示す加工送り方向（X 軸方向）に移動せしめられる。

【 0 0 1 8 】

図示の実施形態におけるレーザー加工機は、上記チャックテーブル 3 6 の加工送り量を検出するための加工送り量検出手段 3 7 4 を備えている。加工送り量検出手段 3 7 4 は、案内レール 3 1 に沿って配設されたりニアスケール 3 7 4 a と、第 1 の滑動ブロック 3 2 に配設され第 1 の滑動ブロック 3 2 とともにリニアスケール 3 7 4 a に沿って移動する読み取りヘッド 3 7 4 b とからなっている。この送り量検出手段 3 7 4 の読み取りヘッド 3 7 4 b は、図示に実施形態においては $1\mu\text{m}$ 毎に 1 パルスのパルス信号を後述する制御手段に送る。そして後述する制御手段は、入力したパルス信号をカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の加工送り量を検出する。なお、上記加工送り手段 3 7 の駆動源としてパルスモータ 3 7 2 を用いた場合には、パルスモータ 3 7 2 に駆動信号を出力する後述する制御手段の駆動パルスのカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の加工送り量を検出することもできる。また、上記加工送り手段 3 7 の駆動源としてサーボモータを用いた場合には、サーボモータの回転数を検出するロータリーエンコーダが出力するパルス信号を後述する制御手段に送り、制御手段が入力したパルス信号をカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の加工送り量を検出することもできる。

10

【 0 0 1 9 】

上記第 2 の滑動ブロック 3 3 は、その下面に上記第 1 の滑動ブロック 3 2 の上面に設けられた一对の案内レール 3 2 2、3 2 2 と嵌合する一对の被案内溝 3 3 1、3 3 1 が設けられており、この被案内溝 3 3 1、3 3 1 を一对の案内レール 3 2 2、3 2 2 に嵌合することにより、矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に移動可能に構成される。図示の実施形態におけるチャックテーブル機構 3 は、第 2 の滑動ブロック 3 3 を第 1 の滑動ブロック 3 2 に設けられた一对の案内レール 3 2 2、3 2 2 に沿って矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に移動させるための第 1 の割り出し送り手段 3 8 を具備している。第 1 の割り出し送り手段 3 8 は、上記一对の案内レール 3 2 2 と 3 2 2 の間に平行に配設された雄ネジロッド 3 8 1 と、該雄ネジロッド 3 8 1 を回転駆動するためのパルスモータ 3 8 2 等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド 3 8 1 は、その一端が上記第 1 の滑動ブロック 3 2 の上面に固定された軸受ブロック 3 8 3 に回転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ 3 8 2 の出力軸に伝動連結されている。なお、雄ネジロッド 3 8 1 は、第 2 の滑動ブロック 3 3 の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された貫通雌ネジ穴に螺合されている。従って、パルスモータ 3 8 2 によって雄ネジロッド 3 8 1 を正転および逆転駆動することにより、第 2 の滑動ブロック 3 3 は案内レール 3 2 2、3 2 2 に沿って矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に移動せしめられる。

20

30

【 0 0 2 0 】

図示の実施形態におけるレーザー加工機は、上記第 2 の滑動ブロック 3 3 の割り出し加工送り量を検出するための割り出し送り量検出手段 3 8 4 を備えている。割り出し送り量検出手段 3 8 4 は、案内レール 3 2 2 に沿って配設されたりニアスケール 3 8 4 a と、第 2 の滑動ブロック 3 3 に配設され第 2 の滑動ブロック 3 3 とともにリニアスケール 3 8 4 a に沿って移動する読み取りヘッド 3 8 4 b とからなっている。この送り量検出手段 3 8 4 の読み取りヘッド 3 8 4 b は、図示に実施形態においては $1\mu\text{m}$ 毎に 1 パルスのパルス信号を後述する制御手段に送る。そして後述する制御手段は、入力したパルス信号をカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の割り出し送り量を検出する。なお、上記割り出し送り手段 3 8 の駆動源としてパルスモータ 3 8 2 を用いた場合には、パルスモータ 3 8 2 に駆動信号を出力する後述する制御手段の駆動パルスのカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の割り出し送り量を検出することもできる。また、上記加工送り手段 3 7 の駆動源としてサーボモータを用いた場合には、サーボモータの回転数を検出するロータリーエンコーダが出力するパルス信号を後述する制御手段に送り、制御手段が入力したパルス信号をカウントすることにより、チャックテーブル 3 6 の割り出し送り量を検出す

40

50

ることもできる。

【 0 0 2 1 】

上記レーザー光線照射ユニット支持機構 4 は、静止基台 2 上に矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に沿って平行に配設された一対の案内レール 4 1、4 1 と、該案内レール 4 1、4 1 上に矢印 Y で示す方向に移動可能に配設された可動支持基台 4 2 を具備している。この可動支持基台 4 2 は、案内レール 4 1、4 1 上に移動可能に配設された移動支持部 4 2 1 と、該移動支持部 4 2 1 に取り付けられた装着部 4 2 2 とからなっている。装着部 4 2 2 は、一側面に矢印 Z で示す方向（Z 軸方向）に延びる一対の案内レール 4 2 3、4 2 3 が平行に設けられている。図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット支持機構 4 は、可動支持基台 4 2 を一対の案内レール 4 1、4 1 に沿って矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に移動させるための第 2 の割り出し送り手段 4 3 を具備している。第 2 の割り出し送り手段 4 3 は、上記一対の案内レール 4 1、4 1 の間に平行に配設された雄ネジロッド 4 3 1 と、該雄ねじロッド 4 3 1 を回転駆動するためのパルスモータ 4 3 2 等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド 4 3 1 は、その一端が上記静止基台 2 に固定された図示しない軸受ブロックに回転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ 4 3 2 の出力軸に伝動連結されている。なお、雄ネジロッド 4 3 1 は、可動支持基台 4 2 を構成する移動支持部 4 2 1 の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された雌ネジ穴に螺合されている。このため、パルスモータ 4 3 2 によって雄ネジロッド 4 3 1 を正転および逆転駆動することにより、可動支持基台 4 2 は案内レール 4 1、4 1 に沿って矢印 Y で示す割り出し送り方向（Y 軸方向）に移動せしめられる。

10

20

【 0 0 2 2 】

図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット 5 は、ユニットホルダ 5 1 と、該ユニットホルダ 5 1 に取り付けられたレーザー光線照射装置 5 2 を具備している。ユニットホルダ 5 1 は、上記装着部 4 2 2 に設けられた一対の案内レール 4 2 3、4 2 3 に摺動可能に嵌合する一対の被案内溝 5 1 1、5 1 1 が設けられており、この被案内溝 5 1 1、5 1 1 を上記案内レール 4 2 3、4 2 3 に嵌合することにより、矢印 Z で示す方向（Z 軸方向）に移動可能に支持される。

【 0 0 2 3 】

図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット 5 は、ユニットホルダ 5 1 を一対の案内レール 4 2 3、4 2 3 に沿って矢印 Z で示す方向（Z 軸方向）に移動させるための移動手段 5 3 を具備している。移動手段 5 3 は、一対の案内レール 4 2 3、4 2 3 の間に配設された雄ネジロッド（図示せず）と、該雄ネジロッドを回転駆動するためのパルスモータ 5 3 2 等の駆動源を含んでおり、パルスモータ 5 3 2 によって図示しない雄ネジロッドを正転および逆転駆動することにより、ユニットホルダ 5 1 およびレーザービーム照射手段 5 2 を案内レール 4 2 3、4 2 3 に沿って矢印 Z で示す方向（Z 軸方向）に移動せしめる。なお、図示の実施形態においてはパルスモータ 5 3 2 を正転駆動することによりレーザー光線照射装置 5 2 を上方に移動し、パルスモータ 5 3 2 を逆転駆動することによりレーザー光線照射装置 5 2 を下方に移動するようになっている。

30

【 0 0 2 4 】

上記レーザー光線照射装置 5 2 は、実質上水平に配置された円筒形状のケーシング 5 2 1 と、図 2 に示すようにケーシング 5 2 1 内に配設されたパルスレーザー光線発振手段 6 と、出力調整手段 7 と、パルスレーザー光線発振手段 6 が発振したレーザー光線の光軸を加工送り方向（X 軸方向）に偏向する第 1 の音響光学偏向手段 8 1 と、レーザー光線発振手段 6 が発振したレーザー光線の光軸を割り出し送り方向（Y 軸方向）に偏向する第 2 の音響光学偏向手段 8 2 を具備している。また、レーザー光線照射手段 5 2 は、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 を通過したパルスレーザー光線を上記チャックテーブル 3 6 に保持された被加工物に照射する集光器 9 を具備している。

40

【 0 0 2 5 】

上記パルスレーザー光線発振手段 6 は、Y A G レーザー発振器或いは Y V O 4 レーザー

50

発振器からなるパルスレーザー光線発振器 6 1 と、これに付設された繰り返し周波数設定手段 6 2 とから構成されている。上記出力調整手段 7 は、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線 LB を所定の出力に調整する。

【 0 0 2 6 】

上記第 1 の音響光学偏向手段 8 1 は、レーザー光線発振手段 6 が発振したレーザー光線の光軸を加工送り方向 (X 軸方向) に偏向する第 1 の音響光学素子 8 1 1 と、該第 1 の音響光学素子 8 1 1 に印加する RF (radio frequency) を生成する第 1 の RF 発振器 8 1 2 と、該第 1 の RF 発振器 8 1 2 によって生成された RF のパワーを増幅して第 1 の音響光学素子 8 1 1 に印加する第 1 の RF アンプ 8 1 3 と、第 1 の RF 発振器 8 1 2 によって生成される RF の周波数を調整する第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 と、第 1 の RF 発振器 8 1 2 によって生成される RF の振幅を調整する第 1 の出力調整手段 8 1 5 を具備している。上記第 1 の音響光学素子 8 1 1 は、印加される RF の周波数に対応してレーザー光線の光軸を偏向する角度を調整することができるとともに、印加される RF の振幅に対応してレーザー光線の出力を調整することができる。なお、上記第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 および第 1 の出力調整手段 8 1 5 は、後述する制御手段によって制御される。

10

【 0 0 2 7 】

上記第 2 の音響光学偏向手段 8 2 は、レーザー光線発振手段 6 が発振したレーザー光線の光軸を加工送り方向 (X 軸方向) と直交する割り出し送り方向 (Y 軸方向: 図 2 において紙面に垂直な方向) に偏向する第 2 の音響光学素子 8 2 1 と、該第 2 の音響光学素子 8 2 1 に印加する RF を生成する第 2 の RF 発振器 8 2 2 と、該 RF 発振器 8 2 2 によって生成された RF のパワーを増幅して第 2 の音響光学素子 8 2 1 に印加する第 2 の RF アンプ 8 2 3 と、第 2 の RF 発振器 8 2 2 によって生成される RF の周波数を調整する第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 と、第 2 の RF 発振器 8 2 2 によって生成される RF の振幅を調整する第 2 の出力調整手段 8 2 5 を具備している。上記第 2 の音響光学素子 8 2 1 は、印加される RF の周波数に対応してレーザー光線の光軸を偏向する角度を調整することができるとともに、印加される RF の振幅に対応してレーザー光線の出力を調整することができる。なお、上記第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 および第 2 の出力調整手段 8 2 5 は、後述する制御手段によって制御される。

20

【 0 0 2 8 】

また、図示の実施形態におけるレーザー光線照射装置 5 2 は、上記第 1 の音響光学素子 8 1 1 に所定周波数の RF が印加された場合に、図 2 において破線で示すように第 1 の音響光学素子 8 1 1 によって偏向されたレーザー光線を吸収するためのレーザー光線吸収手段 8 3 を具備している。

30

【 0 0 2 9 】

上記集光器 9 は、ケーシング 5 2 1 の先端に装着されており、上記第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 によって偏向されたパルスレーザー光線を下方に向けて方向変換する方向変換ミラー 9 1 と、該方向変換ミラー 9 1 によって方向変換されたレーザー光線を集光する集光レンズ 9 2 を具備している。

【 0 0 3 0 】

図示の実施形態におけるレーザー光線照射装置 5 2 は、上記第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 によって偏向されたパルスレーザー光線の出力を掲出するレーザー光線出力検出手段 1 0 を具備している。このレーザー光線出力検出手段 1 0 は、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 と集光器 9 との間に配設され第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 によって偏向されたレーザー光線の一部を分光するビームスプリッター 1 0 1 と、該ビームスプリッター 1 0 1 によって分光されたレーザー光線を受光する受光素子 1 0 2 を具備し、該受光素子 1 0 2 によって受光した受光信号を A/D 変換器 1 0 3 を介して後述する制御手段に送る。

40

【 0 0 3 1 】

図示の実施形態におけるパルスレーザー照射装置 5 2 は以上のように構成されており、

50

以下その作用について図 2 を参照して説明する。

第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に例えば 5 V の電圧を印加し、第 1 の音響光学素子 8 1 1 に 5 V に対応する周波数の RF が印加された場合には、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線は、その光軸が図 2 において実線で示すように偏向され集光点 Pa に集光される。また、第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に例えば 10 V の電圧を印加し、第 1 の音響光学素子 8 1 1 に 10 V に対応する周波数の RF が印加された場合には、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線は、その光軸が図 2 において 1 点鎖線で示すように偏向され、上記集光点 Pa から加工送り方向 (X 軸方向) に図 2 において左方に所定量変位した集光点 Pb に集光される。一方、第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に例えば 0 V の電圧を印加し、第 1 の音響光学素子 8 1 1 に 0 V に対応する周波数の RF が印加された場合には、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線は、その光軸が図 2 において 2 点鎖線で示すように偏向され、上記集光点 Pc から加工送り方向 (X 軸方向) に図 2 において右方に所定量変位した集光点 Pc に集光される。また、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に例えば 15 V の電圧を印加し、第 1 の音響光学素子 8 1 1 に 15 V に対応する周波数の RF が印加された場合には、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線は、図 2 において破線で示すようにレーザー光線吸収手段 8 3 に導かれる。このように、第 1 の音響光学素子 8 1 1 によって偏向されたレーザー光線は、第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に印加される電圧に対応して加工送り方向 (X 軸方向) に偏向せしめられる。

【 0 0 3 2 】

なお、第 2 の音響光学偏向手段 8 2 も上記第 1 の音響光学偏向手段 8 1 と同様に、第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 に印加する電圧を調整し、第 2 の音響光学素子 8 2 1 に印加する RF の周波数を調整することにより、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線の光軸を加工送り方向 (X 軸方向) と直交する割り出し送り方向 (Y 軸方向 : 図 2 において紙面に垂直な方向) に偏向することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、レーザー光線出力検出手段 10 の作用について説明する。

第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 を通過したレーザー光線は、図示の実施形態においてはビームスプリッター 101 によって 99 % が第 1 の音響光学偏向手段 8 1 に向けて分光され、1 % が受光素子 102 に向けて分光される。ビームスプリッター 101 によって分光された 1 % のレーザー光線を受光した受光素子 102 は、受光した光度に対応した電圧信号を出力する。この電圧信号は、A/D 変換器 103 によってデジタル信号に変換されて後述する制御手段に送られる。

【 0 0 3 4 】

図 1 に戻って説明を続けると、図示の実施形態におけるレーザー加工機は、ケーシング 521 の前端部に配設され上記レーザー光線照射装置 52 によってレーザー加工すべき加工領域を検出する撮像手段 11 を備えている。この撮像手段 11 は、可視光線によって撮像する通常の撮像素子 (CCD) の外に、被加工物に赤外線を照射する赤外線照明手段と、該赤外線照明手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、該光学系によって捕らえられた赤外線に対応した電気信号を出力する撮像素子 (赤外線 CCD) 等で構成されており、撮像した画像信号を後述する制御手段に送る。

【 0 0 3 5 】

図 1 に基づいて説明を続けると、図示の実施形態におけるレーザー加工機は、制御手段 20 を具備している。制御手段 20 はコンピュータによって構成されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置 (CPU) 201 と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ (ROM) 202 と、後述する被加工物の設計値のデータや演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ (RAM) 203 と、カウンタ 204 と、入力インターフェース 205 および出力インターフェース 206 とを備えている。制御手段 20 の入力インターフェース 205 には、上記加工送り量検出手段 374、

割り出し送り量検出手段 3 8 4、レーザー光線出力検出手段 1 0 の受光素子 1 0 2 および撮像手段 1 1 等からの検出信号が入力される。そして、制御手段 2 0 の出力インターフェース 2 0 6 からは、上記パルスモータ 3 7 2、パルスモータ 3 8 2、パルスモータ 4 3 2、パルスモータ 5 3 2、パルスレーザー光線発振手段 6、出力調整手段 7、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 および第 1 の出力調整手段 8 1 5、第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 および第 2 の出力調整手段 8 2 5 等に制御信号を出力する。なお、上記ランダムアクセスメモリ (R A M) 2 0 3 は、後述する被加工物の設計値のデータを記憶する第 1 の記憶領域 2 0 3 a や、後述する制御マップを記憶する第 2 の記憶領域 2 0 3 b および他の記憶領域を備えている。

【 0 0 3 6 】

次に、レーザー光線出力検出手段 1 0 の作用について説明する。

第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 を通過したレーザー光線は、図示の実施形態においてはビームスプリッター 1 0 1 によって 9 9 % が集光器 9 に向けて分光され、1 % が受光素子 1 0 2 に向けて分光される。ビームスプリッター 1 0 1 によって分光された 1 % のレーザー光線を受光した受光素子 1 0 2 は、受光した光度に対応した電圧信号を出力する。この電圧信号は、A / D 変換器 1 0 3 によってデジタル信号に変換されて上記制御手段 2 0 に送られる。

【 0 0 3 7 】

図示の実施形態におけるレーザー加工機は以上のように構成されており、以下その作用について説明する。

レーザー加工を実施するに際して、制御手段 2 0 は上記レーザー光線照射装置 5 2 を作動し、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されパルスレーザー光線の実出力を求める実出力検出工程を実施する。即ち、制御手段 2 0 は、上記レーザー光線出力検出手段 1 0 の受光素子 1 0 2 によって受光されたパルスレーザー光線の光度から第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されたパルスレーザー光線の実出力を求める。この実出力は、第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されたパルスレーザー光線の偏向角度によって異なり、図 3 に示すように表される。図 3 に示すマップは、横軸が第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に印加される電圧で、縦軸が第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 に印加される電圧であり、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 と第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 にそれぞれ印加された電圧に対応した実出力の比率 (%) が示されている。なお、図 3 における実出力の比率 (%) は、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 および第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 にそれぞれ 5 V の電圧を印加した場合におけるレーザー光線出力検出手段 1 0 の受光素子 1 0 2 によって受光されたパルスレーザー光線の出力を 1 0 0 % として表してある。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 および第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 に印加する電圧によって、第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されたパルスレーザー光線の実出力が変化するので、第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されるパルスレーザー光線の実出力を均一にするには、最小の実出力に合わせる必要がある。図 3 に示す実施形態においては、最小の実出力は 7 0 % であるので、全ての実出力を 7 0 % になるように補正する。この補正は、第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する電圧を調整する。なお、図示の実施形態においては第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する電圧が 0 V であれば第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されるパルスレーザー光線の実出力は変化しないが、第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の出力調整手段 8 2 5 に 0 . 1 V の電圧を印加すると例えば第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されるパルスレーザー光線の実出力は 1 % 低減するようになっている

10

20

30

40

50

。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、上記図 3 に示す第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 によって偏向されたパルスレーザー光線の最小の実出力 (Pmin: 70%) を基準として第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する電圧を設定した制御マップの例である。従って、制御手段 2 0 は、図 3 に示すように実出力が 70% の偏向領域においては第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する電圧は図 4 に示すように 0V に設定する。そして、制御手段 2 0 は、各偏向領域 (P0) における第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する補正電圧 (Va) を図 4 に示すように演算する ($Va = (P0 - Pmin) \times 0.1V$)。このようにして各偏向領域における第 1 の出力調整手段 8 1 5 または第 2 の出力調整手段 8 2 5 に印加する電圧を設定したならば、制御手段 2 0 は図 4 に示す制御マップをランダムアクセスメモリ (RAM) 2 0 3 の第 2 の記憶領域 2 0 3 b に格納する。

10

【 0 0 4 0 】

次に、上述したレーザー加工機を用いて、被加工物にレーザー加工孔を穿孔する加工方法について説明する。

図 5 にはレーザー加工される被加工物としての半導体ウエーハ 3 0 の平面図が示されている。図 5 に示す半導体ウエーハ 3 0 は、シリコンウエーハからなっており、その表面 3 0 a に格子状に配列された複数の分割予定ライン 3 0 1 によって複数の領域が区画され、この区画された領域に IC、LSI 等のデバイス 3 0 2 がそれぞれ形成されている。この各デバイス 3 0 2 は、全て同一の構成をしている。デバイス 3 0 2 の表面にはそれぞれ図 6 に示すように複数の電極 3 0 3 (3 0 3 a ~ 3 0 3 j) が形成されている。なお、図示の実施形態においては、3 0 3 a と 3 0 3 f、3 0 3 b と 3 0 3 g、3 0 3 c と 3 0 3 h、3 0 3 d と 3 0 3 i、3 0 3 e と 3 0 3 j は、X 方向位置が同一である。この複数の電極 3 0 3 (3 0 3 a ~ 3 0 3 j) 部にそれぞれ裏面 1 0 b から電極 3 0 3 に達する加工穴 (ビアホール) が形成される。各デバイス 3 0 2 における電極 3 0 3 (3 0 3 a ~ 3 0 3 j) の X 方向 (図 6 おいて左右方向) の間隔 A、および各デバイス 3 0 2 に形成された電極 3 0 3 における分割予定 3 0 1 を挟んで X 方向 (図 6 において左右方向) に隣接する電極即ち電極 3 0 3 e と電極 3 0 3 a との間隔 B は、図示の実施形態においては同一間隔に設定されている。また、各デバイス 3 0 2 における電極 3 0 3 (3 0 3 a ~ 3 0 3 j) の Y 方向 (図 6 において上下方向) の間隔 C、および各デバイス 3 0 2 に形成された電極 3 0 3 における分割予定ライン 3 0 1 を挟んで Y 方向 (図 6 において上下方向) に隣接する電極即ち電極 3 0 3 f と電極 3 0 3 a および電極 3 0 3 j と電極 3 0 3 e との間隔 D は、図示の実施形態においては同一間隔に設定されている。このように構成された半導体ウエーハ 3 0 について、図 5 に示す各行 E1 ~ En および各列 F1 ~ Fn に配設されたデバイス 3 0 2 の個数と上記各間隔 A, B, C, D は、その設計値のデータが上記ランダムアクセスメモリ (RAM) 2 0 3 の第 1 に記憶領域 2 0 3 a に格納されている。

20

30

【 0 0 4 1 】

上述したレーザー加工装置を用い、上記半導体ウエーハ 3 0 に形成された各デバイス 3 0 2 の電極 3 0 3 (3 0 3 a ~ 3 0 3 j) 部に加工孔 (ビアホール) を形成するレーザー加工の実施形態について説明する。

40

上記のように構成された半導体ウエーハ 3 0 は、図 7 に示すように環状のフレーム 4 0 に装着されたポリオレフィン等の合成樹脂シートからなる保護テープ 5 0 に表面 3 0 a を貼着する。従って、半導体ウエーハ 3 0 は、裏面 3 0 b が上側となる。このようにして環状のフレーム 4 0 に保護テープ 5 0 を介して支持された半導体ウエーハ 3 0 は、図 1 に示すレーザー加工装置のチャックテーブル 3 6 上に保護テープ 5 0 側を載置する。そして、図示しない吸引手段を作動することにより半導体ウエーハ 3 0 は、保護テープ 5 0 を介してチャックテーブル 3 6 上に吸引保持される。また、環状のフレーム 4 0 は、クランプ 3 6 2 によって固定される。

50

【 0 0 4 2 】

上述したように半導体ウエーハ 3 0 を吸引保持したチャックテーブル 3 6 は、加工送り手段 3 7 によって撮像手段 1 1 の直下に位置付けられる。チャックテーブル 3 6 が撮像手段 1 1 の直下に位置付けられると、チャックテーブル 3 6 上の半導体ウエーハ 3 0 は、図 8 に示す座標位置に位置付けられた状態となる。この状態で、チャックテーブル 3 6 に保持された半導体ウエーハ 3 0 に形成されている格子状の分割予定ライン 3 0 1 が X 軸方向と Y 軸方向に平行に配設されているか否かのアライメント作業を実施する。即ち、撮像手段 1 1 によってチャックテーブル 3 6 に保持された半導体ウエーハ 3 0 を撮像し、パターンマッチング等の画像処理を実行してアライメント作業を行う。このとき、半導体ウエーハ 3 0 の分割予定ライン 3 0 1 が形成されている表面 3 0 1 a は下側に位置しているが、撮像手段 1 1 が上述したように赤外線照明手段と赤外線を捕らえる光学系および赤外線に対応した電気信号を出力する撮像素子（赤外線 CCD）等で構成された撮像手段を備えているので、半導体ウエーハ 3 0 の裏面 3 0 1 b から透かして分割予定ライン 3 0 1 を撮像することができる。

10

【 0 0 4 3 】

次に、チャックテーブル 3 6 を移動して、半導体ウエーハ 3 0 に形成されたデバイス 3 0 2 における最上位の行 E1 の図 8 において最左端のデバイス 3 0 2 を撮像手段 1 1 の直下に位置付ける。そして、更にデバイス 3 0 2 に形成された電極 3 0 3（3 0 3 a ~ 3 0 3 j）における図 8 において左上の電極 3 0 3 a を撮像手段 1 1 の直下に位置付ける。この状態で撮像手段 1 1 が電極 3 0 3 a を検出したならばその座標値(a1)を第 1 の加工送り開始位置座標値として制御手段 2 0 に送る。そして、制御手段 2 0 は、この座標値(a1)を第 1 の加工送り開始位置座標値としてランダムアクセスメモリ（RAM）2 0 3 に格納する（加工送り開始位置検出工程）。このとき、撮像手段 1 1 とレーザー光線照射手段 5 2 の集光器 9 は X 軸方向に所定の間隔を置いて配設されているので、X 座標値は上記撮像手段 1 1 と集光器 9 との間隔を加えた値が格納される。

20

【 0 0 4 4 】

このようにして図 8 において最上位の行 E1 のデバイス 3 0 2 における第 1 の加工送り開始位置座標値(a1)を検出したならば、チャックテーブル 3 6 を分割予定ライン 3 0 1 の間隔だけ Y 軸方向に割り出し送りするとともに X 軸方向に移動して、図 8 において最上位から 2 番目の行 E2 における最左端のデバイス 3 0 2 を撮像手段 1 1 の直下に位置付ける。そして、更にデバイス 3 0 2 に形成された電極 3 0 3（3 0 3 a ~ 3 0 3 j）における図 8 において左上の電極 3 0 3 a を撮像手段 1 1 の直下に位置付ける。この状態で撮像手段 1 1 が電極 3 0 3 a を検出したならばその座標値(a2)を第 2 の加工送り開始位置座標値として制御手段 2 0 に送る。そして、制御手段 2 0 は、この座標値(a2)を第 2 の加工送り開始位置座標値としてランダムアクセスメモリ（RAM）2 0 3 に格納する。このとき、撮像手段 1 1 とレーザー光線照射手段 5 2 の集光器 9 は上述したように X 軸方向に所定の間隔を置いて配設されているので、X 座標値は上記撮像手段 1 1 と集光器 9 との間隔を加えた値が格納される。以後、制御手段 2 0 は、上述した割り出し送りと加工送り開始位置検出工程を図 8 において最下位の行 E n まで繰り返し実行し、各行に形成されたデバイス 3 0 2 の加工送り開始位置座標値（a3 ~ a n）を検出して、これをランダムアクセスメモリ（RAM）に格納する。

30

40

【 0 0 4 5 】

次に、半導体ウエーハ 3 0 の各デバイス 3 0 2 に形成された各電極 3 0 3（3 0 3 a ~ 3 0 3 j）部にレーザー加工孔（ピアホール）を穿孔する穿孔工程を実施する。穿孔工程は、先ず加工送り手段 3 7 を作動しチャックテーブル 3 6 を移動して、上記ランダムアクセスメモリ（RAM）1 0 3 に格納されている第 1 の加工送り開始位置座標値（a1）をレーザー光線照射手段 5 2 の集光器 9 の直下に位置付ける。このように第 1 の加工送り開始位置座標値（a1）が集光器 9 の直下に位置付けられた状態が図 9 の(a)に示す状態である。図 9 の(a)に示す状態から制御手段 2 0 は、チャックテーブル 3 6 を図 9 の(a)において矢印 X 1 で示す方向に所定の移動速度で加工送りするように上記加工送り手段 3 7 を制御

50

すると同時に、レーザー光線照射手段 5 2 を作動し集光器 9 から所定時間パルスレーザー光線を照射する。なお、集光器 9 から照射されるレーザー光線の集光点 P は、半導体ウエーハ 3 0 の表面 3 0 a 付近に合わせる。このとき、制御手段 2 0 は、パルスレーザー光線を照射する所定時間の間に、加工送り量検出手段 3 7 4 の読み取りヘッド 3 7 4 b からの検出信号に基いて第 1 の音響光学偏向手段 8 1 の第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 および第 1 の出力調整手段 8 1 5 に制御信号を出力する。即ち、制御手段 2 0 は、第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 に 0 ~ 1 0 V の範囲で制御信号を出力するとともに、第 1 の出力調整手段 8 1 5 に図 4 に示す制御マップに基づいて補正電圧の制御信号を出力する。なお、図示の実施形態における穿孔工程においてはパルスレーザー光線を Y 軸方向には偏向しないので、第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 には 5 V の電圧が印加される。また、図示の実施形態においては、上記補正電圧を第 1 の出力調整手段 8 1 5 に印加するので、第 2 の音響光学偏向手段 8 2 の第 2 の出力調整手段 8 2 5 には補正電圧を印加しない。

10

【 0 0 4 6 】

一方、第 1 の RF 発振器 8 1 2 は第 1 の偏向角度調整手段 8 1 4 および第 1 の出力調整手段 8 1 5 からの制御信号に対応した RF を出力する。第 1 の RF 発振器 8 1 2 から出力された RF のパワーは、第 1 の RF アンプ 8 1 3 によって増幅され第 1 の音響光学素子 8 1 1 に印加される。第 1 の RF 発振器 8 1 2 から出力された RF のパワーは、第 1 の RF アンプ 8 1 3 によって増幅され第 1 の音響光学素子 8 1 1 に印加される。また、第 2 の RF 発振器 8 2 2 も第 2 の偏向角度調整手段 8 2 4 および第 2 の出力調整手段 8 2 5 からの制御信号に対応した RF を出力する。第 2 の RF 発振器 8 2 2 から出力された RF のパワーは、第 2 の RF アンプ 8 2 3 によって増幅され第 2 の音響光学素子 8 2 1 に印加される。この結果、第 1 の音響光学素子 8 1 1 および第 2 の音響光学素子 8 2 1 は、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線の光軸を図 2 において 1 点鎖線で示す位置から 2 点差線で示す位置までの範囲で偏向する。

20

【 0 0 4 7 】

上記穿孔工程における加工条件の一例について説明する。

光源	: L D 励起 Q スイッチ N d : Y V O 4
波長	: 3 5 5 n m
繰り返し周波数	: 5 0 k H z
平均出力	: 5 W
集光スポット径	: 1 5 μ m
加工送り速度	: 3 0 0 m m / 秒

30

このような加工条件によって穿孔工程を実施すると、シリコンウエーハにはパルスレーザー光線の 1 パルス当たり深さが 5 μ m 程度のレーザー加工孔を形成することができる。従って、厚さが 5 0 μ m のシリコンウエーハに電極 3 0 3 に達する加工穴を形成するにはパルスレーザー光線を 1 0 パルス照射する必要がある。このため、上記加工条件においては 3 0 0 m m / 秒の加工送り速度で移動しているチャックテーブル 3 6 に保持された半導体ウエーハ 3 0 の第 1 の加工送り開始位置座標値 (a 1) に 1 0 パルスのパルスレーザー光線を照射することにより、電極 3 0 3 に達する加工孔を形成することができる。

40

【 0 0 4 8 】

ここで、半導体ウエーハ 3 0 が 3 0 0 m m / 秒の加工送り速度で移動している際に、半導体ウエーハ 3 0 の第 1 の加工送り開始位置座標値 (a 1) に 1 0 パルスのパルスレーザー光線を照射する方法について、図 1 0 を参照して説明する。

上記加工条件においてはパルスレーザー光線の繰り返し周波数が 5 0 k H z であるので、1 秒間に 5 0 0 0 0 パルス (5 0 0 0 0 / 秒) のパルスレーザー光線が照射される。従って、1 0 パルスのパルスレーザー光線を照射するための時間は、1 / 5 0 0 0 秒となる。一方、3 0 0 m m / 秒の加工送り速度で X 1 で示す方向に移動している半導体ウエーハ 2 0 は、1 / 5 0 0 0 秒間に 6 0 μ m 移動する。従って、半導体ウエーハ 3 0 が 6 0 μ m 移動する間に 1 / 5 0 0 0 秒間レーザー光線照射手段 5 2 を作動し、この間にパルスレーザー光

50

線の集光点を第1の加工送り開始位置座標値(a1)に位置付けるように、第1の偏向角度調整手段814の第1の偏向角度調整手段814および第1の出力調整手段815と第2の音響光学偏向手段82の第2の偏向角度調整手段824および第2の出力調整手段825を制御すればよい。上述したように加工送り量検出手段374の読み取りヘッド374bからの検出信号に基いて、制御手段9が上述したように第1の偏向角度調整手段814の第1の偏向角度調整手段814および第1の出力調整手段815と第2の音響光学偏向手段82の第2の偏向角度調整手段824および第2の出力調整手段825に印加する電圧を制御し、第1の音響光学偏向手段81の第1の音響光学素子811および第2の音響光学偏向手段82の第2の音響光学素子821に印加するRFパワーの周波数を制御することによって行うことができる。この結果、半導体ウエーハ30が加工送り方向X1で移動している状態においても第1の加工送り開始位置座標値(a1)に10パルスのパルスレーザー光線を照射することができるため、図10の(b)に示すように半導体ウエーハ30の第1の加工送り開始位置座標値(a1)に電極303に達するレーザー加工穴304が形成される。このようにして、第1の加工送り開始位置座標値(a1)に10パルスのパルスレーザー光線を照射したならば、制御手段20は第1の音響光学偏向手段81の第1の偏向角度調整手段814に15Vの電圧を印加し、第1の音響光学素子811に15Vに対応する周波数のRF印加し、パルスレーザー光線発振手段6から発振されたパルスレーザー光線を図2において破線で示すようにレーザー光線吸収手段83に導く。

【0049】

なお、上記穿孔工程においては、第1の偏向角度調整手段814および第2の偏向角度調整手段824に印加される電圧に基づいてパルスレーザー光線が偏向されることによって実出力が変化するのに対応して、第1の出力調整手段815に補正電圧を印加するので、第1の音響光学素子811および第2の音響光学素子821によって偏向されるパルスレーザー光線の実出力は等しくなる。従って、図示の実施形態においてはパルスレーザー光線を10パルス照射することにより、電極303に達するレーザー加工穴304を正確に加工することができる。もし、第1の出力調整手段815に補正電圧を印加しないで加工すると、第1の音響光学素子811および第2の音響光学素子821による回折効率が変わるため、第1の音響光学素子811および第2の音響光学素子821によって偏向されるパルスレーザー光線の実出力が変化するため、パルスレーザー光線を10パルス照射してもレーザー加工孔が電極303に達しなかったり、電極303を加工してしまうこともある。

【0050】

一方、制御手段20は、加工送り量検出手段374の読み取りヘッド374bからの検出信号を入力しており、この検出信号をカウンター204によってカウントしている。そして、カウンター204によるカウント値が電極303の図6においてX軸方向の間隔Aに相当する値に達したら、制御手段20はレーザー光線照射手段52を制御し上記穿孔工程を実施する。その後も制御手段20は、カウンター204によるカウント値が電極303の図6においてX軸方向の間隔AおよびBに達する都度、制御手段20はレーザー光線照射手段52を作動し上記穿孔工程を実施する。そして、図9の(b)で示すように半導体ウエーハ30のE1行の最右端のデバイス302に形成された電極303における図9の(b)において最右端の電極303e位置に上記穿孔工程を実施したら、上記加工送り手段37の作動を停止してチャックテーブル36の移動を停止する。この結果、半導体ウエーハ30には、図9の(b)で示すように各電極303(図示せず)部にレーザー加工孔304が形成される。

【0051】

次に、制御手段20は、レーザー光線照射手段52の集光器9を図9の(b)において紙面に垂直な方向に割り出し送りするように上記第1の割り出し送り手段38を制御する。一方、制御手段20は、割り出し送り量検出手段384の読み取りヘッド384bからの検出信号を入力しており、この検出信号をカウンター204によってカウントしている

。そして、カウンター 204 によるカウント値が電極 303 の図 6 において Y 軸方向の間隔 C に相当する値に達したら、第 1 の割り出し送り手段 38 の作動を停止し、レーザー光線照射手段 52 の集光器 9 の割り出し送りを停止する。この結果、集光器 9 は上記電極 303e と対向する電極 303j (図 6 参照) の直上に位置付けられる。この状態が図 11 の (a) に示す状態である。図 11 の (a) に示す状態で制御手段 20 は、チャックテーブル 36 を図 11 の (a) において矢印 X2 で示す方向に所定の移動速度で加工送りするように上記加工送り手段 37 を制御すると同時に、レーザー光線照射手段 52 を作動し上記穿孔工程を実施する。そして、制御手段 20 は、上述したように加工送り量検出手段 374 の読み取りヘッド 374b からの検出信号をカウンター 204 によりカウントし、そのカウント値が電極 303 の図 6 において X 軸方向の間隔 A および B に達する都度、制御手段 20 はレーザー光線照射手段 52 を作動し上記穿孔工程を実施する。そして、図 11 の (b) で示すように半導体ウエーハ 30 の E1 行の最右端のデバイス 302 に形成された電極 303f 位置に上記穿孔工程を実施したら、上記加工送り手段 37 の作動を停止してチャックテーブル 36 の移動を停止する。この結果、半導体ウエーハ 30 には、図 11 の (b) で示すように各電極 303 (図示せず) 部にレーザー加工孔 304 が形成される。

【0052】

以上のようにして、半導体ウエーハ 30 の E1 行のデバイス 302 に形成された電極 303 部にレーザー加工孔 304 が形成されたならば、制御手段 20 は加工送り手段 37 および第 1 の割り出し送り手段 38 を作動し、半導体ウエーハ 30 の E2 行のデバイス 302 に形成された電極 303 における上記ランダムアクセスメモリ (RAM) 203 に格納されている第 2 の加工送り開始位置座標値 (a2) をレーザー光線照射手段 52 の集光器 9 の直下に位置付ける。そして、制御装置 20 は、レーザー光線照射手段 52 と加工送り手段 37 および第 1 の割り出し送り手段 38 を制御し、半導体ウエーハ 30 の E2 行のデバイス 302 に形成された電極 303 部に上述した穿孔工程を実施する。以後、半導体ウエーハ 30 の E3 ~ En 行のデバイス 302 に形成された電極 303 部に対しても上述した穿孔工程を実施する。この結果、半導体ウエーハ 30 の各デバイス 302 に形成された全ての電極 303 部にレーザー加工孔 304 が形成される。

【0053】

なお、上記穿孔工程において、図 6 における X 軸方向の間隔 A 領域および間隔 B 領域には半導体ウエーハ 30 にパルスレーザー光線を照射しない。このように、半導体ウエーハ 30 にパルスレーザー光線を照射しないために、上記制御手段 20 は第 1 の音響光学偏向手段 81 の第 1 の偏向角度調整手段 814 に 15V の電圧を印加する。この結果、第 1 の音響光学素子 811 には 15V に対応する周波数の RF が印加され、パルスレーザー光線発振手段 6 から発振されたパルスレーザー光線 (LB) は図 2 において破線で示すようにレーザー光線吸収手段 83 に導かれるので、半導体ウエーハ 30 に照射されることはない。

【0054】

次に、上述したレーザー光線照射手段 52 の第 1 の音響光学偏向手段 81 と第 2 の音響光学偏向手段 82 を作動してレーザー加工する他の実施形態について、図 12 を参照して説明する。

即ち、上記チャックテーブル 36 に保持された被加工物を加工送りした状態で、第 1 の音響光学偏向手段 81 および第 2 の音響光学偏向手段 82 を作動してパルスレーザー光線の光軸を X 軸方向と Y 軸方向に順次偏向させるとともに、パルスレーザー光線の出力を調整して被加工物にパルスレーザー光線を照射することにより、図 12 の (a) に示すようにトレパニング等の 2 次元加工して複数のレーザー加工孔 304 を形成することにより、図 12 の (b) に示すように所望の大きさの穴 305 を開けることができる。このとき、第 1 の音響光学偏向手段 81 の第 1 の偏向角度調整手段 814 および第 2 の音響光学偏向手段 82 の第 2 の偏向角度調整手段 824 に印加する制御電圧に対応して、第 1 の音響光学偏向手段 81 の第 1 の出力調整手段 815 および第 2 の音響光学偏向手段 82 の第 2 の偏向角度調整手段 824 に図 4 で示す補正電圧を印加するので、第 1 の音響光学素子 811 および第 2 の音響光学素子 821 による回折効率が変化しても第 1 の音響光学素子 811 お

よび第2の音響光学素子821によって偏向される実出力が等しくなり、全てのパルスレーザー光線の照射位置で均一な加工を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明に従って構成されたレーザー加工機の斜視図。

【図2】図1に示すレーザー加工機に装備されるレーザー光線照射装置の構成ブロック図。

【図3】図2に示すレーザー光線照射装置を構成する第1の音響光学偏向手段および第2の音響光学偏向手段によって偏向されたパルスレーザー光線の実出力を示すマップ。

【図4】図3に示す実出力マップに基づいて作成された補正電圧の制御マップ。

10

【図5】被加工物としての半導体ウエーハの平面図。

【図6】図5に示す半導体ウエーハの一部を拡大して示す平面図。

【図7】図5に示す半導体ウエーハを環状のフレームに装着された保護テープの表面に貼着した状態を示す斜視図。

【図8】図5に示す半導体ウエーハが図1に示すレーザー加工装置のチャックテーブルの所定位置に保持された状態における座標との関係を示す説明図。

【図9】図1に示すレーザー加工機によって実施する穿孔工程の説明図。

【図10】図9に示す穿孔工程の詳細を拡大して示す説明図。

【図11】図1に示すレーザー加工機によって実施する穿孔工程の説明図。

【図12】図1に示すレーザー加工機によって実施するレーザー加工方法の他の実施形態を示す説明図。

20

【符号の説明】

【0056】

2：静止基台

3：チャックテーブル機構

31：案内レール

36：チャックテーブル

37：加工送り手段

374：加工送り量検出手段

38：第1の割り出し送り手段

30

4：レーザー光線照射ユニット支持機構

41：案内レール

42：可動支持基台

43：第2の割り出し送り手段

433：割り出し送り量検出手段

5：レーザー光線照射ユニット

51：ユニットホルダ

52：レーザー光線加工装置

6：パルスレーザー光線発振手段

61：パルスレーザー光線発振器

40

62：繰り返し周波数設定手段

7：出力調整手段

81：第1の音響光学偏向手段

811：第1の音響光学素子

812：第1のRF発振器

813：第1のRFアンプ

814：第1の偏向角度調整手段

815：第1の出力調整手段

82：第2の音響光学偏向手段

821：第2の音響光学素子

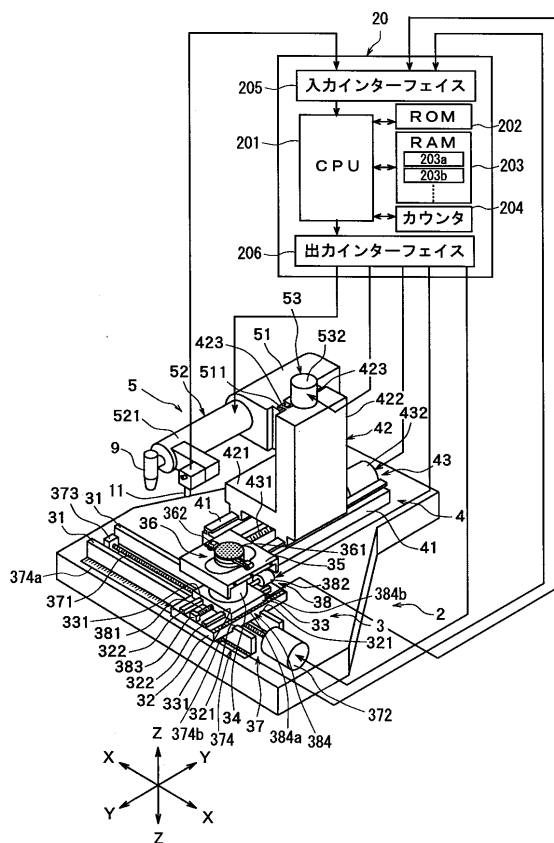
50

- 8 2 2 : 第 2 のRF発振器
- 8 2 3 : 第 2 のRFアンプ
- 8 2 4 : 第 2 の偏向角度調整手段
- 8 2 5 : 第 2 の出力調整手段
- 8 3 : レーザー光線吸収手段
- 9 : 集光器
- 9 1 : 方向変換ミラー
- 9 2 : 集光レンズ
- 1 0 : レーザー光線出力検出手段
- 1 0 1 : ビームスプリッター
- 1 0 2 : 受光素子
- 1 0 3 : A/D変換器
- 1 1 : 撮像手段
- 2 0 : 制御手段
- 3 0 : 半導体ウエーハ
- 3 0 1 : 分割予定ライン
- 3 0 2 : 回路
- 3 0 3 : デバイス
- 3 0 4 : レーザー加工孔
- 4 0 : 環状のフレーム
- 5 0 : 保護テープ

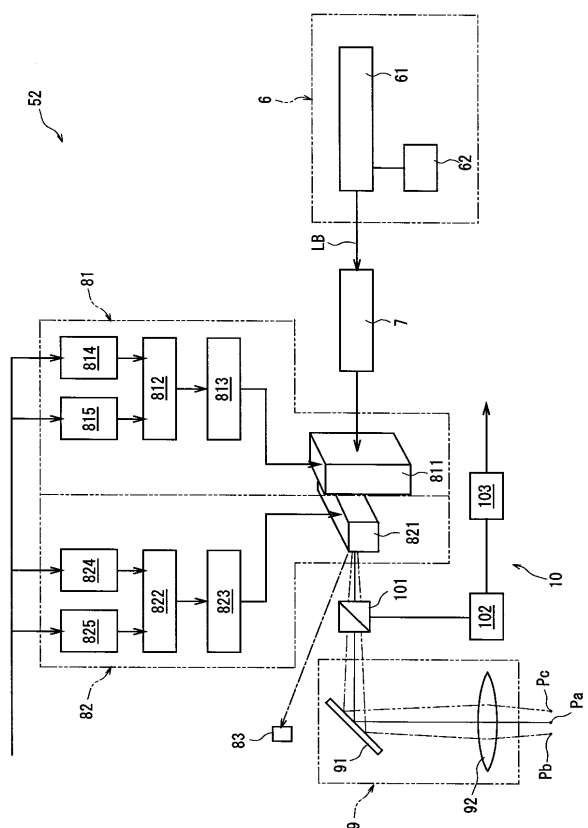
10

20

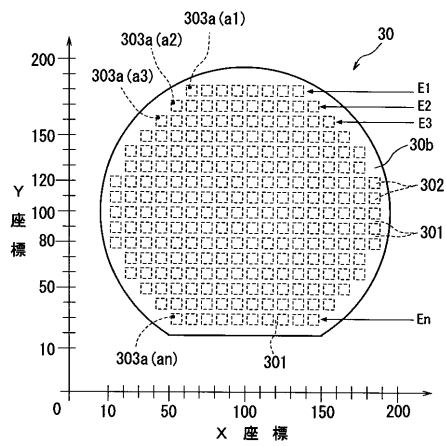
【図 1】



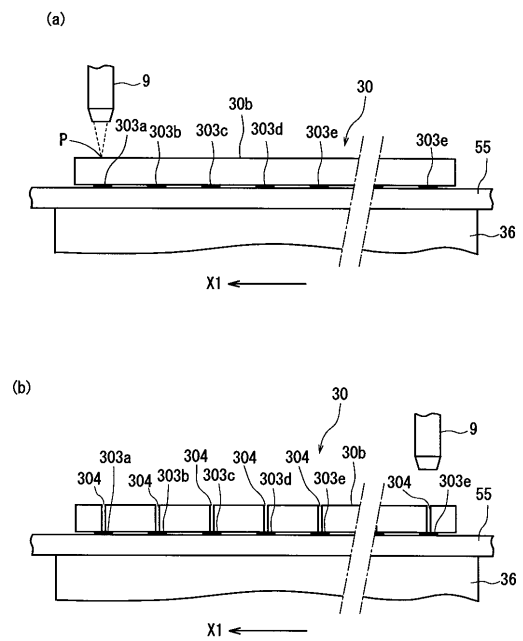
【図 2】



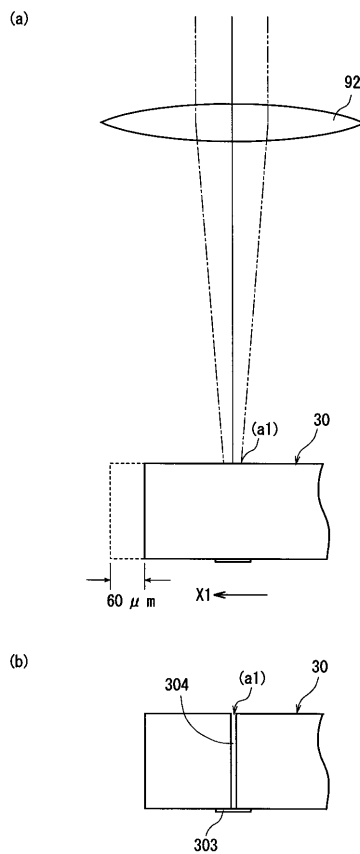
【図 8】



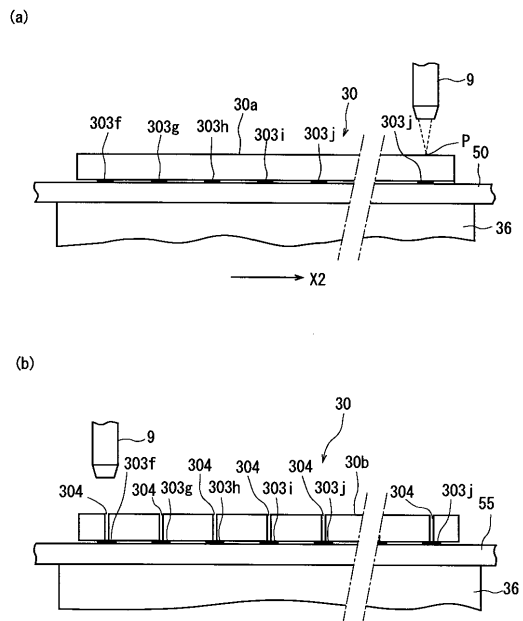
【図 9】



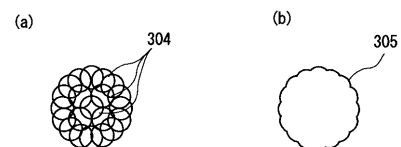
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-005890(JP,A)
特開2005-034859(JP,A)
特開2004-200221(JP,A)
特開2005-262219(JP,A)
特開2004-066300(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/42