

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5536344号
(P5536344)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 3 K 26/064 (2014.01)

B 2 3 K 26/06 A

B 2 3 K 26/00 (2014.01)

B 2 3 K 26/00 N

B 2 3 K 26/066 (2014.01)

B 2 3 K 26/06 J

B 2 3 K 26/06 Z

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-3571 (P2009-3571)
 (22) 出願日 平成21年1月9日 (2009.1.9)
 (65) 公開番号 特開2010-158710 (P2010-158710A)
 (43) 公開日 平成22年7月22日 (2010.7.22)
 審査請求日 平成23年12月19日 (2011.12.19)

(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 大庭 龍吾
 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 仁木 学

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザー加工装置

(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）に相対移動する加工送り手段と、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）に相対移動する割り出し送り手段とを具備し、該レーザー光線照射手段が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から発振されたレーザー光線を集光し該チャックテーブルに保持された被加工物に照射する集光レンズを備えているレーザー加工装置において、

該レーザー光線照射手段は、該レーザー光線発振手段と該集光レンズとの間に配設され該レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向のエネルギー分布のガウシアン裾野部分を垂直な分布に形成するエネルギー分布修正手段と、該エネルギー分布修正手段によってエネルギー分布が修正されたレーザー光線のX軸方向のエネルギー密度を調整するエネルギー密度調整手段を具備し、

該エネルギー分布修正手段は、該レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向の通過を規制するスリットを備えたマスク部材からなっており、

該エネルギー密度調整手段は、凹レンズのシリンダリカルレンズと該凹レンズのシリンダリカルレンズと間隔をおいて配設された凸レンズのシリンダリカルレンズおよび該凹レンズのシリンダリカルレンズと該凸レンズのシリンダリカルレンズとの間隔を調整する間

10

20

隔調整手段とからなり、該凹レンズのシリンドリカルレンズと該凸レンズのシリンドリカルレンズとの間隔を調整することによりレーザー光線のX軸方向の長さを調整してエネルギー密度を調整するように構成されており、

該集光レンズは、該エネルギー密度調整手段によってX軸方向のエネルギー密度が調整されたレーザー光線をY軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で結像するとともにX軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で集光する、

ことを特徴とするレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、半導体ウエーハ等の被加工物の表面に形成されたストリートに沿ってレーザー光線を照射してレーザー加工溝を形成するレーザー加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

当業者には周知の如く、半導体デバイス製造工程においては、シリコン等の半導体基板の表面に絶縁膜と機能膜が積層された積層体によって複数のIC、LSI等のデバイスをマトリックス状に形成した半導体ウエーハが形成される。このように形成された半導体ウエーハは上記デバイスがストリートと呼ばれる分割予定ラインによって区画されており、このストリートに沿って分割することによって個々のデバイスを製造している。

20

【0003】

このようなウエーハのストリートに沿った分割は、一般に切削装置によって行われている。また、ウエーハの分割方法としては、ウエーハの裏面側から内部に集光点を合わせてウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザー光線を照射し、ウエーハの内部にストリートに沿って変質層を連続的に形成し、この変質層が形成されることによって強度が低下したストリートに沿って外力を加えることにより、ウエーハを破断して分割する方法も提案されている。

【0004】

近時においては、IC、LSI等の半導体チップの処理能力を向上するために、シリコン等の半導体基板の表面にSiOF、BSG(SiOB)等の無機物系の膜やポリイミド系、パリレン系等のポリマー膜である有機物系の膜からなる低誘電率絶縁体被膜(Low-k膜)と回路を形成する機能膜が積層された積層体によって半導体チップを形成せしめた形態の半導体ウエーハが実用化されている。

30

【0005】

上述したLow-k膜はウエーハの素材と異なるため、切削ブレードによって同時に切削することが困難である。即ち、Low-k膜は雲母のように非常に脆いことから、切削ブレードによりストリートに沿って切削すると、Low-k膜が半導体基板から剥離し、この剥離が回路にまで達しデバイスに致命的な損傷を与えるという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

上記問題を解消するために、ウエーハのストリートに沿ってパルスレーザー光線を照射することによりストリートを形成する積層体を除去し、その除去した領域に切削ブレードを位置付けてウエーハをストリートに沿って切断するウエーハの分割方法が提案されている。(例えば、特許文献1参照。)

【特許文献1】特開2006-190779号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

而して、ウエーハのストリートを形成する積層体にレーザー光線を照射して積層体を除

50

去する際に、積層体が半導体基板から剥離してデバイスの品質を低下させることが判った。本発明者は積層体が半導体基板から剥離する原因について研究を重ね、レーザー光線のエネルギー分布がガウシアン分布であることに起因し、ストリートの幅方向に積層体を除去するには不十分なガウシアン分布の裾野部分に存在することを見出した。

【0008】

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、積層体を半導体基板から剥離させることなく所望の幅のレーザー加工溝を形成することができるレーザー加工装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

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）に相対移動する加工送り手段と、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）に相対移動する割り出し送り手段とを具備し、該レーザー光線照射手段が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から発振されたレーザー光線を集光し該チャックテーブルに保持された被加工物に照射する集光レンズを備えているレーザー加工装置において、

該レーザー光線照射手段は、該レーザー光線発振手段と該集光レンズとの間に配設され該レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向のエネルギー分布のガウシアンの裾野部分を垂直な分布に形成するエネルギー分布修正手段と、該エネルギー分布修正手段によってエネルギー分布が修正されたレーザー光線のX軸方向のエネルギー密度を調整するエネルギー密度調整手段を具備し、

該エネルギー分布修正手段は、該レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向の通過を規制するスリットを備えたマスク部材からなっており、

該エネルギー密度調整手段は、凹レンズのシリンドリカルレンズと該凹レンズのシリンドリカルレンズと間隔をおいて配設された凸レンズのシリンドリカルレンズおよび該凹レンズのシリンドリカルレンズと該凸レンズのシリンドリカルレンズとの間隔を調整する間隔調整手段とからなり、該凹レンズのシリンドリカルレンズと該凸レンズのシリンドリカルレンズとの間隔を調整することによりレーザー光線のX軸方向の長さを調整してエネルギー密度を調整するように構成されており、

該集光レンズは、該エネルギー密度調整手段によってX軸方向のエネルギー密度が調整されたレーザー光線をY軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で結像するとともにX軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で集光する、

ことを特徴とするレーザー加工装置が提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明によるレーザー加工装置によれば、レーザー光線照射手段はレーザー光線発振手段と集光レンズとの間に配設されレーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向のエネルギー分布のガウシアンの裾野部分を垂直な分布に形成するエネルギー分布修正手段と、該エネルギー分布修正手段によってエネルギー分布が修正されたレーザー光線のX軸方向のエネルギー密度を調整するエネルギー密度調整手段を具備し、該エネルギー密度調整手段は、凹レンズのシリンドリカルレンズと該凹レンズのシリンドリカルレンズと間隔をおいて配設された凸レンズのシリンドリカルレンズおよび該凹レンズのシリンドリカルレンズと該凸レンズのシリンドリカルレンズとの間隔を調整する間隔調整手段とからなり、該凹レンズのシリンドリカルレンズと該凸レンズのシリンドリカルレンズとの間隔を調整することによりレーザー光線のX軸方向の長さを調整してエネルギー密度を調整するように構成されており、集光レンズは、エネルギー密度調整手段によってX軸方向

のエネルギー密度が調整されたレーザー光線をY軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で結像するとともにX軸方向において該チャックテーブルに保持された被加工物の上面で集光するので、レーザー加工溝を形成するレーザー光線のスポットはY軸方向の両側が加工面に対して垂直に形成されエネルギー密度も高いので、レーザー加工溝はそれぞれ外側が加工面に対して垂直に形成されるため、ウエーハのストリートを形成する積層体が剥離することがない。また、Y軸方向に長いスポットを形成することができるため、被加工物であるウエーハのストリートには、所定幅を有するレーザー加工溝を形成することができ、生産性が向上する。また、本発明においてはエネルギー分布修正手段は、レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線のY軸方向の通過を規制するスリットを備えたマスク部材からなっているので、レーザー光線のX軸方向は規制しないためレーザー光線のX軸方向は全てのエネルギーを利用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に従って構成されたレーザー加工装置の斜視図。

【図2】図1に示すレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段の構成を簡略に示すブロック図。

【図3】図2に示すレーザー光線照射手段の要部平面図。

【図4】図2に示すレーザー光線照射手段の要部側面図。

【図5】図2に示すレーザー光線照射手段を構成する集光器から照射されるレーザー光線のスポット形状を示す説明図。

20

【図6】図2に示すレーザー光線照射手段を構成するエネルギー密度調整手段の他の実施形態を示す説明図。

【図7】被加工物としての半導体ウエーハの斜視図。

【図8】図7に示す半導体ウエーハの一部断面拡大図。

【図9】図7に示す半導体ウエーハが環状のフレームに保護テープを介して支持された状態を示す斜視図。

【図10】図1に示すレーザー加工装置によって図7に示す半導体ウエーハのストリートに沿ってレーザー加工溝を形成するレーザー光線照射工程の説明図。

【図11】図10に示すレーザー光線照射工程を実施することによって半導体ウエーハに形成されたレーザー加工溝の拡大断面図。

30

【図12】図10に示すレーザー光線照射工程によって形成されたレーザー加工溝に沿って半導体ウエーハを切断する切削工程の説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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

【0014】

図1には、本発明に従って構成されたレーザー加工装置の斜視図が示されている。図1に示すレーザー加工装置は、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で示す方向と直角な矢印Yで示す割り出し方向（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、該レーザー光線ユニット支持機構4に矢印Zで示す焦点位置調整方向（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。

40

【0015】

上記チャックテーブル機構3は、静止基台2上にX軸方向に沿って平行に配設された一対の案内レール31、31と、該案内レール31、31上に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支持テーブル35と、被加工物保持手段としてのチャックテーブル

50

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被加工物保持面361を備えており、チャックテーブル36上に板状の被加工物である例えば円盤状の半導体ウェ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。また、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。また、チャックテーブル36には、後述する半導体ウェーハを支持する環状のフレームを固定するためのクランプ362が装着されている。

【0016】

上記第1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1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1の滑動ブロック32を一对の案内レール31、31に沿って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1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371を正転および逆転駆動することにより、第1の滑動ブロック32は案内レール31、31に沿って矢印Xで示す加工送り方向（X軸方向）に移動せしめられる。

【0017】

上記第2の滑動ブロック33は、その下面に上記第1の滑動ブロック32の上面に設けられた一对の案内レール322、322と嵌合する一对の被案内溝331、331が設けられており、この被案内溝331、331を一对の案内レール322、322に嵌合することにより、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33を第1の滑動ブロック32に設けられた一对の案内レール322、322に沿ってY軸方向に移動させるための第1の割り出し送り手段38を具備している。第1の割り出し送り手段38は、上記一对の案内レール322と322の間に平行に配設された雄ネジロッド381と、該雄ネジロッド381を回転駆動するためのパルスモータ382等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド381は、その一端が上記第1の滑動ブロック32の上面に固定された軸受ブロック383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382の出力軸に伝動連結されている。なお、雄ネジロッド381は、第2の滑動ブロック33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382によって雄ネジロッド381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33は案内レール322、322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。

【0018】

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Y軸方向に沿って平行に配設された一对の案内レール41、41と、該案内レール41、41上にZ軸方向に移動可能に配設された可動支持基台42を具備している。この可動支持基台42は、案内レール41、41上に移動可能に配設された移動支持部421と、該移動支持部421に取り付けられた装着部422とからなっている。装着部422は、一側面にZ軸方向に延びる一对の案内レール423、423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42を一对の案内レール41、41に沿ってY軸方向に移動させるための第2の割り出し送り手段43を具備している。第2の割り出し送り手段43は、上記一对の案内レール41、41の間に平行に配設された雄ネ

ジロッド431と、該雄ネジロッド431を回転駆動するためのパルスモータ432等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド431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432の出力軸に伝動連結されている。なお、雄ネジロッド431は、可動支持基台42を構成する移動支持部421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432によって雄ネジロッド431を正転および逆転駆動することにより、可動支持基台42は案内レール41、41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。

【0019】

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51と、該ユニットホルダ51に取り付けられたレーザー光線照射手段6を具備している。ユニットホルダ51は、上記装着部422に設けられた一对の案内レール423、423に摺動可能に嵌合する一对の被案内溝511、511が設けられており、この被案内溝511、511を上記案内レール423、423に嵌合することにより、Z軸方向に移動可能に支持される。

10

【0020】

図示のレーザー光線照射手段6は、上記ユニットホルダ51に固定され実質上水平に延出する円筒形状のケーシング61を含んでいる。ケーシング61内には図2に示すようにパルスレーザー光線発振手段62と、該パルスレーザー光線発振手段62から発振されたパルスレーザー光線のY軸方向のエネルギー分布のガウシアン分布の裾野部分を垂直な分布に修正するエネルギー分布修正手段63と、該エネルギー分布修正手段63によってエネルギー分布が修正されたレーザー光線のX軸方向のエネルギー密度を調整するエネルギー密度調整手段64とが配設されている。

20

【0021】

パルスレーザー光線発振手段62は、YAGレーザー発振器或いはYVO4レーザー発振器からなるパルスレーザー光線発振器621と、これに付設された繰り返し周波数設定手段622とから構成されており、繰り返し周波数設定手段622によって設定された繰り返し周波数を有する直径が例えば4mmのパルスレーザー光線LB1を発振する。このパルスレーザー光線発振手段62から発振されるパルスレーザー光線LB1のY軸方向のエネルギー分布は、図2に示すようにガウシアン分布ED1aである。なお、パルスレーザー光線発振手段62から発振されるパルスレーザー光線LB1のX軸方向のエネルギー分布も、図3に示すように上記ガウシアン分布ED1aと同一のガウシアン分布ED1bである。

30

【0022】

上記エネルギー分布修正手段63は、図示の実施形態においてはパルスレーザー光線LB1のY軸方向の両側部の通過を規制するスリット631aを備えたマスク部材631からなっている。なお、スリット631aのY軸方向の開口幅Aは、図示の実施形態においては例えば2mmに設定されている。また、スリット631aのX軸方向の開口幅Bは、図示の実施形態においては4mm以上に設定されている。従って、マスク部材631のスリット631aを通過したパルスレーザー光線LB2のY軸方向のエネルギー分布は、図2に示すように上記ガウシアン分布ED1aのY軸方向の裾野部分が蹴られ垂直な分布に修正されたエネルギー分布ED2aとなる。なお、マスク部材631のスリット631aを通過したパルスレーザー光線LB2のX軸方向のエネルギー分布は、図3に示すように上記ガウシアン分布ED1bと同一のガウシアン分布ED2bである。このように、レーザー光線発振手段62から発振されたパルスレーザー光線のY軸方向のエネルギー分布のガウシアン分布の裾野部分を垂直な分布に修正するエネルギー分布修正手段63としては、非球面レンズや回折光学素子を用いてもよい。

40

【0023】

上記エネルギー密度調整手段64は、図示の実施形態においては凹レンズのシリンドリカルレンズ641からなっている。このシリンドリカルレンズ641は、図3に示すように上記エネルギー分布修正手段63としてのマスク部材631の開口631aを通過した

50

パルスレーザー光線LB2の X軸方向に拡張する。このように、パルスレーザー光線LB2がシリンドリカルレンズ641によってX軸方向に拡張されたパルスレーザー光線LB3のX軸方向のエネルギー分布ED3bは、上記ガウシアン分布ED2bを相似形に拡張したガウシアン分布である。なお、図2に示すようにシリンドリカルレンズ641を通過したパルスレーザー光線LB3のY軸方向のエネルギー分布ED3aは、上記エネルギー分布ED2aと同一となる。

【0024】

上述したようにシリンドリカルレンズ641によってX軸方向に拡張されたパルスレーザー光線LB3は、上記ケーシング61の先端部に装着された集光器65に導かれる。集光器65は、図2に示すようにパルスレーザー光線LB3を下方に向けて方向変換する方向変換ミラー651と、該方向変換ミラー651によって方向変換されたパルスレーザー光線LB3を集光してチャックテーブル36上に保持された被加工物Wに照射する集光レンズ652を具備している。この集光レンズ652は、図示の実施形態においてはパルスレーザー光線LB3のY軸方向を図2に示すようにチャックテーブル36上に保持された被加工物Wの上面が結像点となるように設定されている。一方、パルスレーザー光線LB3は上述したようにシリンドリカルレンズ641によってX軸方向に拡張されているので、集光レンズ652はパルスレーザー光線LB3のX軸方向を図4に示すようにチャックテーブル36上に保持された被加工物Wの上面が集光点となるように設定されている。この結果、チャックテーブル36上に保持された被加工物Wの上面に照射されるパルスレーザー光線のスポットは、図5においてSPで示すようにY軸方向がL1、X軸方向がL2の楕円形のようないびつな長方形となる。このスポットSPは、図示の実施形態においては例えばL1が60 μ m、L2が100 μ mになるようにシリンドリカルレンズ641および集光レンズ652の焦点距離やシリンドリカルレンズ641から集光レンズ652までの光路長が設定されている。

【0025】

次に、上記エネルギー密度調整手段64の他の実施形態について、図6を参照して説明する。

図6に示すエネルギー密度調整手段64は、凹レンズのシリンドリカルレンズ641と凸レンズのシリンドリカルレンズ642の組み合わせからなっている。この凹レンズのシリンドリカルレンズ641と凸レンズのシリンドリカルレンズ642は、間隔調整手段643によって互いの間隔が調整可能に構成されている。従って、凹レンズのシリンドリカルレンズ641と凸レンズのシリンドリカルレンズ642の間隔を調整することにより、パルスレーザー光線LB2のX軸方向の長さを調整してエネルギー密度を調整することができる。

【0026】

図1に戻って説明を続けると、上記レーザー光線照射手段6を構成するケーシング61の前端部には、上記レーザー光線照射手段6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7が配設されている。この撮像手段7は、図示の実施形態において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図示しない制御手段に送る。

【0027】

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51を一对の案内レール423、423に沿って矢印Zで示す方向に移動させるための移動手段53を具備している。移動手段53は、一对の案内レール423、423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532等の駆動源を含んでおり、パルスモータ532によって図示しない雄ネジロッドを正転または逆転駆動することにより、ユニットホルダ51およびレーザー光線照射手段6を一对の案内レール423、423に沿って矢印Zで示す焦点位置調整方向(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532を正転駆動することによりレーザー光線照射手段6を上方に移動し、パルスモータ532を逆転駆動することにより

レーザー光線照射手段6を下方に移動するようになっている。

【0028】

図示の実施形態におけるレーザー加工装置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。

ここで、上記レーザー加工装置によって加工される被加工物としての半導体ウエーハについて、図7および図8を参照して説明する。

図7および図8に示す半導体ウエーハ10は、シリコン等の半導体基板11の表面に絶縁膜と回路を形成する機能膜が積層された積層体12によって複数のIC、LSI等のデバイス13がマトリックス状に形成されている。そして、各デバイス13は、格子状に形成されたストリート14によって区画されている。なお、図示の実施形態においては、積層体12を形成する絶縁膜は、 SiO_2 膜または、 SiOF 、 BSG (SiOB) 等の無機物系の膜やポリイミド系、パリレン系等のポリマー膜である有機物系の膜からなる低誘電率絶縁体被膜 (Low-k 膜) からなっている。

【0029】

上述した半導体ウエーハ10をストリート14に沿って分割するには、半導体ウエーハ10を図9に示すように環状のフレームFに装着された保護テープTの表面に貼着する。このとき、半導体ウエーハ10は、表面10aを上にして裏面側を保護テープTに貼着する。

【0030】

次に、半導体ウエーハ10のストリート14に沿ってレーザー光線を照射し、ストリート上の積層体12を除去するレーザー光線照射工程を実施する。

このレーザー光線照射工程は、先ず上述した図1に示すレーザー加工装置のチャックテーブル36上に保護テープTを介して環状のフレームFに支持された半導体ウエーハ10を載置し、該チャックテーブル36上に半導体ウエーハ10を吸着保持する。このとき、半導体ウエーハ10は、表面10aを上側にして保持される。なお、半導体ウエーハ10を保護テープTを介して支持している環状のフレームFは、クランプ362によって固定される。

【0031】

上述したように半導体ウエーハ10を吸引保持したチャックテーブル36は、加工送り手段37によって撮像手段7の直下に位置付けられる。チャックテーブル36が撮像手段7の直下に位置付けられると、撮像手段7および図示しない制御手段によって半導体ウエーハ10のレーザー加工すべき加工領域を検出するアライメント作業を実行する。即ち、撮像手段7および図示しない制御手段は、半導体ウエーハ10の所定方向に形成されているストリート14と、ストリート14に沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段6の集光器65との位置合わせを行うためのパターンマッチング等の画像処理を実行し、レーザー光線照射位置のアライメントを遂行する。また、半導体ウエーハ10に形成されている上記所定方向に対して直交する方向に延びるストリート14に対しても、同様にレーザー光線照射位置のアライメントが遂行される。

【0032】

以上のようにしてチャックテーブル36上に保持された半導体ウエーハ10に形成されているストリート14を検出し、レーザー光線照射位置のアライメントが行われたならば、図10(a)で示すようにチャックテーブル36をレーザー光線を照射する集光器65が位置するレーザー光線照射領域に移動し、所定のストリート14を集光器65の直下に位置付ける。このとき、図10の(a)で示すように半導体ウエーハ10は、ストリート14の一端(図10の(a)において左端)が集光器65の直下に位置するように位置付けられる。そして、集光器65から照射される上記パルスレーザー光線LB3のY軸方向の結像点とX軸方向の集光点が集光器65の直下のストリート14の表面に位置するように、移動手段53を作動してレーザー光線照射手段6の高さ位置を調整する。この結果、図10の(b)に示すように集光器65から照射されるパルスレーザー光線LB3のスポットSPは、半導体ウエーハ10に形成されたストリート14の表面に位置付けられることになる。

【0033】

次に、集光器65から上記パルスレーザー光線LB3を照射しつつチャックテーブル36即ち半導体ウエーハ10を図10の(a)において矢印X1で示す方向に所定の加工送り速度で移動せしめる。そして、図10の(c)で示すようにストリート14の他端(図10(c)において右端)が集光器65の直下位置に達したら、パルスレーザー光線の照射を停止するとともにチャックテーブル36即ち半導体ウエーハ10の移動を停止する。

【0034】

この結果、半導体ウエーハ10のストリート14には、図示の実施形態においては図11に示すように幅(D)が60 μ mの積層体12より深いレーザー加工溝140が形成される。このように、本発明のレーザー加工装置によれば、幅の広いレーザー加工溝140を形成することができるので、生産性が向上する。また、上記レーザー加工溝140を形成するパルスレーザー光線LB3のスポットSPのY軸方向のエネルギー分布はガウシアン分布の裾野が蹴られ垂直な分布に修正されており、Y軸方向の両側の急峻なエネルギーが積層体12の加工面(上面)に対して垂直に照射されるので、レーザー加工溝140はそれぞれ外側が積層体12の加工面(上面)に対して垂直に形成されたため、積層体12に剥離が生じない。

10

【0035】

なお、上記レーザー光線照射工程における加工条件は、例えば次のように設定されている。

レーザー光線の光源	: YVO4レーザーまたはYAGレーザー
波長	: 355nm
平均出力	: 3.0W
繰り返し周波数	: 100kHz
加工送り速度	: 300mm/秒

20

【0036】

半導体ウエーハ10に形成された全てのストリート14に上述したレーザー光線照射工程を実施したならば、半導体ウエーハ10をストリート14に沿って切断する切削工程を実施する。即ち、図12(a)に示すように切削装置16のチャックテーブル161上にレーザー光線照射工程が実施された半導体ウエーハ10を表面10aを上側にして載置し、図示しない吸引手段によって半導体ウエーハ10をチャックテーブル161上に保持する。次に、半導体ウエーハ10を保持したチャックテーブル161を切削加工領域の切削開始位置に移動する。このとき、図12(a)で示すように半導体ウエーハ10は切削すべきストリート14の一端(図12(a)において左端)が切削ブレード162の直下より所定量右側に位置するように位置付けられる。このとき、切削ブレード162は、図12(b)で示すようにレーザー加工溝140の幅(D)内に位置付けられる。

30

【0037】

このようにしてチャックテーブル161即ち半導体ウエーハ10が切削加工領域の切削開始位置に位置付けられたならば、切削ブレード162を図12(a)において2点鎖線で示す待機位置から下方に切り込み送りし、図12(c)において実線で示すように所定の切り込み送り位置に位置付ける。この切り込み送り位置は、図12(c)に示すように切削ブレード162の下端が半導体ウエーハ10の裏面に貼着された保護テープTに達する位置に設定されている。

40

【0038】

次に、図12(a)に示すように切削ブレード162を矢印162aで示す方向に所定の回転速度で回転せしめ、チャックテーブル161即ち半導体ウエーハ10を図12(a)において矢印X1で示す方向に所定の切削送り速度で移動せしめる。そして、チャックテーブル161即ち半導体ウエーハ10の他端(図12(a)において右端)が切削ブレード162の直下より所定量左側に位置するまで達したら、チャックテーブル161即ち半導体ウエーハ10の移動を停止する。このようにチャックテーブル161即ち半導体ウエーハ10を切削送りすることにより、半導体ウエーハ10はストリート14に沿って切断される

50

。このとき、レーザー加工溝 1 4 0 が上述したように外側において積層体 1 2 の加工面(上面)に対して垂直に形成されているので、切削ブレード 1 6 2 がストリート 1 4 の両側部における積層体 1 2 に作用することはない。

【0039】

次に、チャックテーブル 1 6 1 即ち半導体ウエーハ 1 0 を図 1 2 (a)において紙面に垂直な方向(割り出し送り方向)にストリート 1 4 の間隔に相当する量割り出し送りし、次に切削すべきストリート 1 4 を切削ブレード 1 6 2 と対応する位置に位置付け、図 1 2 (a)に示す状態に戻す。そして、上記と同様に切削工程を実施する。

【0040】

なお、上記切削工程は、例えば以下の加工条件で行われる。

切削ブレード : 外径 5 2 mm、厚さ 2 0 μ m

切削ブレードの回転速度 : 4 0 0 0 0 r p m

切削送り速度 : 5 0 mm/秒

【0041】

上述した切削工程を半導体ウエーハ 1 0 に形成された全てのストリート 1 4 に実施する。この結果、半導体ウエーハ 1 0 はストリート 1 4 に沿って切断され、個々のデバイスに分割される。

【符号の説明】

【0042】

- 2 : 静止基台
- 3 : チャックテーブル機構
- 3 6 : チャックテーブル
- 3 7 : 加工送り手段
- 3 8 : 第 1 の割り出し送り手段
- 4 : レーザー光線照射ユニット支持機構
- 4 3 : 第 2 の割り出し送り手段
- 5 : レーザー光線照射ユニット
- 5 1 : ユニットホルダ
- 6 : レーザー光線照射手段
- 6 2 : パルスレーザー光線発振手段
- 6 3 : エネルギー分布修正手段
- 6 3 1 : マスク部材
- 6 4 : エネルギー密度調整手段
- 6 4 1 : シリンドリカルレンズ
- 6 5 : 集光器
- 6 5 1 : 方向変換ミラー
- 6 5 2 : 集光レンズ
- 7 : 撮像手段
- 1 0 : 半導体ウエーハ(被加工物)
- 1 1 : 半導体基板
- 1 2 : 積層体
- 1 3 : デバイス
- 1 4 : ストリート
- 1 6 : 切削装置
- 1 6 1 : 切削装置のチャックテーブル
- 1 6 2 : 切削ブレード

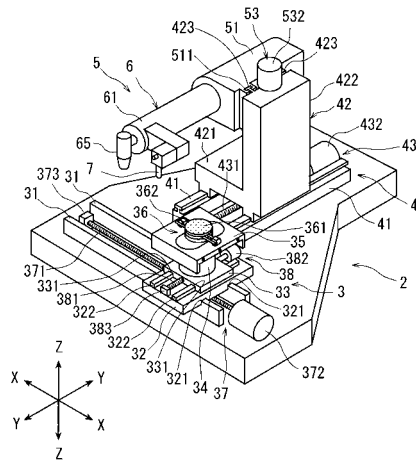
10

20

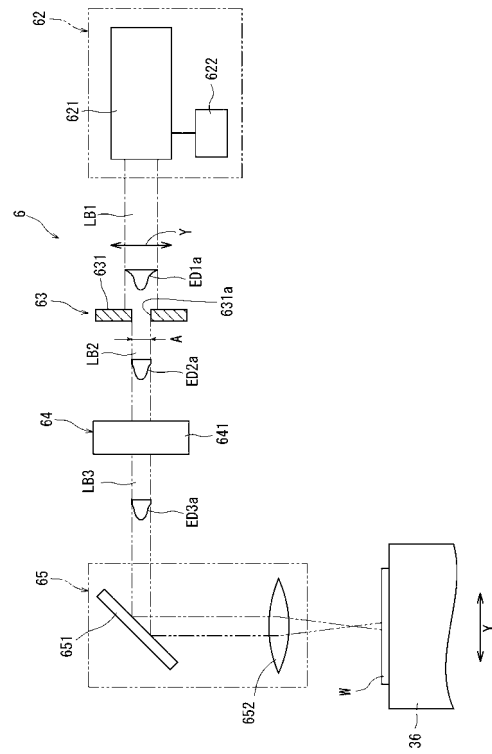
30

40

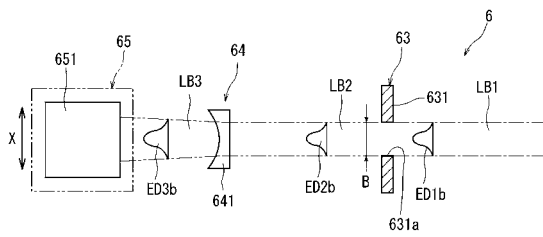
【図 1】



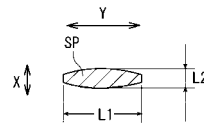
【図 2】



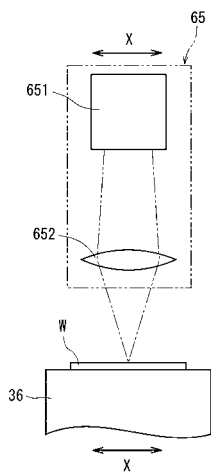
【図 3】



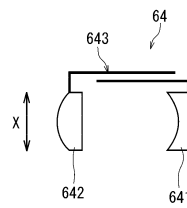
【図 5】



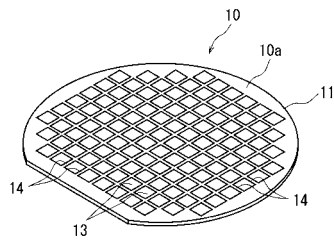
【図 4】



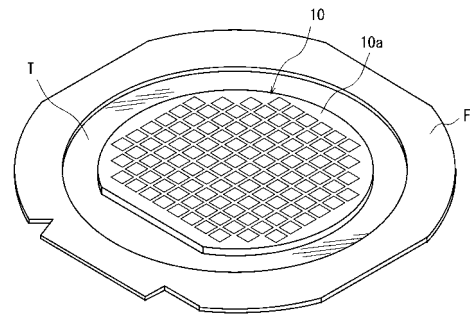
【図 6】



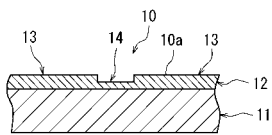
【図 7】



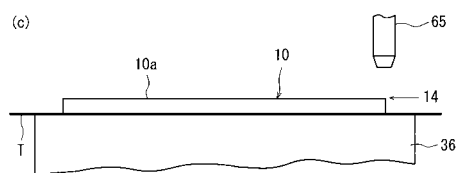
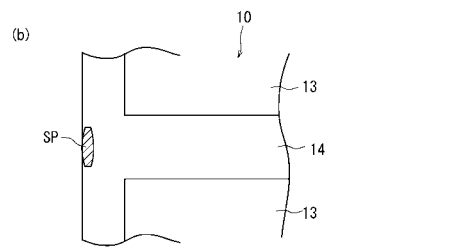
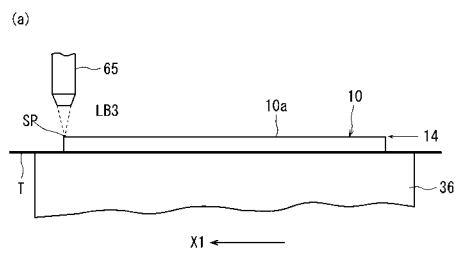
【図 9】



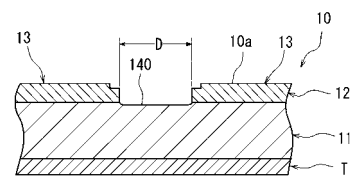
【図 8】



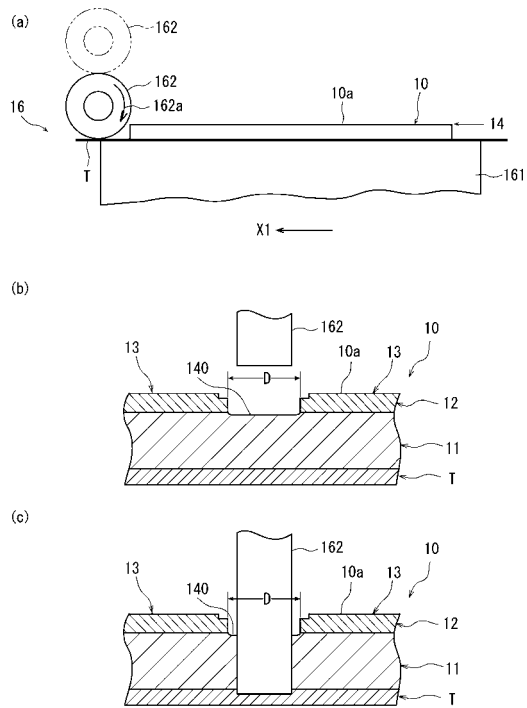
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-062285 (JP, A)
特開2006-316290 (JP, A)
特開2005-072174 (JP, A)
特開昭62-093095 (JP, A)
特開2007-275962 (JP, A)
特開2002-043605 (JP, A)
特開平02-020681 (JP, A)
特開2007-184421 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/70