

(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2013-197108

(P2013-197108A)

(43) 公開日 平成25年9月30日(2013.9.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/301 (2006.01)	H01L 21/78 B	4E068
B23K 26/40 (2006.01)	B23K 26/40	
B23K 26/38 (2006.01)	B23K 26/38 320	
B23K 26/06 (2006.01)	B23K 26/06 J	
B23K 26/073 (2006.01)	B23K 26/073	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-59121 (P2012-59121)
 (22) 出願日 平成24年3月15日 (2012.3.15)

(71) 出願人 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 100075384
 弁理士 松本 昂
 (74) 代理人 100142804
 弁理士 大上 寛
 (72) 発明者 九鬼 潤一
 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
 Fターム(参考) 4E068 AA05 AD01 AE01 CA02 CA04
 CA09 CA15 CB08 CD03 CD05
 CD10 DA10

(54) 【発明の名称】 ウエーハのレーザー加工方法

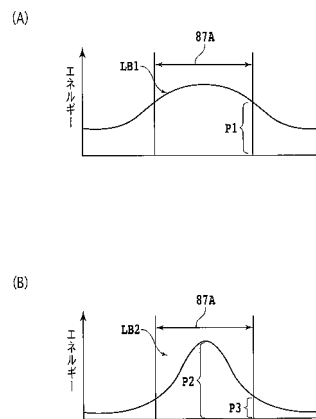
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】一本の分割予定ラインに対して2回のレーザービームの操作により、Low-k膜及びTEGの除去が可能なウエーハのレーザー加工方法を提供する。

【解決手段】低誘電率絶縁膜を含む積層体によってTEGが形成された複数の分割予定ラインとデバイスが形成されたウエーハに、ガウシアン分布のエネルギー強度分布を有するレーザービームを照射するレーザー加工方法であって、分割予定ラインの幅方向に対して所定の幅で溝が形成されるように、第1のビーム径を有する第1レーザービームLB1を照射して、分割予定ラインに1条の膜剥がれ防止溝を形成する膜剥がれ防止溝形成ステップと、第1のビーム径より小さい第2のビーム径を有し第1レーザービームLB1のエネルギー量P1と同等のエネルギー量を有する第2レーザービームLB2を、マスクを介して照射して、分割予定ライン1条のTEG除去用溝を形成するTEG除去用溝形成ステップとを含む。

。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面に低誘電率絶縁膜を含む積層体が積層され、該積層体によって格子状に交差する一部に T E G が形成された複数の分割予定ラインと該分割予定ラインで区画された各領域にデバイスが形成されたウエーハに、ガウシアン分布のエネルギー強度分布を有するレーザービームを該分割予定ラインに沿って照射して、レーザー加工溝を形成するウエーハのレーザー加工方法であって、

該分割予定ラインの幅方向に対して所定の幅で溝が形成されるように、第 1 のビーム径を有する第 1 レーザービームを通過範囲を規制するマスクを介して、該分割予定ラインに沿って照射して、該分割予定ラインに 1 条の膜剥がれ防止溝を形成する膜剥がれ防止溝形成ステップと、

該第 1 のビーム径より小さい第 2 のビーム径を有し該第 1 レーザービームのエネルギー量と同等のエネルギー量を有する第 2 レーザービームを、該マスクを介して該分割予定ラインに沿って照射して、該分割予定ラインに 1 条の T E G 除去用溝を形成する T E G 除去用溝形成ステップと、を備え、

該第 1 レーザービームはなだらかなガウシアン分布を有しており、該マスクを通過した該第 1 レーザービームの該分割予定ラインの幅方向両端部のエネルギー量は該膜剥がれ防止溝を形成するのに十分な第 1 のエネルギー量であり、

該第 2 レーザービームは該第 1 レーザービームに比較して急峻なガウシアン分布を有しており、該マスクを通過した該第 2 レーザービームの該分割予定ラインの幅方向両端部のエネルギー量は該第 1 のエネルギー量より低く、中央部分のエネルギー量は該第 1 のエネルギー量より高く該 T E G 除去用溝を形成するのに十分な第 2 のエネルギー量であることを特徴とするウエーハのレーザー加工方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、層間絶縁膜として低誘電率絶縁膜 (L o w - k 膜) を使用したウエーハのレーザー加工方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体デバイス製造プロセスにおいては、略円板形状であるシリコンウエーハ、ガリウム砒素ウエーハ等の半導体ウエーハの表面に格子状に形成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、区画された各領域に I C 、 L S I 等のデバイスを形成する。

【0003】

このような半導体ウエーハは研削装置によって裏面が研削されて所定の厚みに加工された後、切削装置又はレーザー加工装置によって個々のデバイスに分割され、分割されたデバイスは携帯電話、パソコン等の各種電気機器に広く利用されている。

【0004】

切削装置としては一般にダイシング装置と呼ばれる切削装置が用いられており、この切削装置ではダイヤモンドや C B N 等の超砥粒をメタルやレジンで固めて厚さ 2 0 ~ 3 0 μ m の切刃を有する切削ブレードが約 3 0 0 0 0 r p m 等の高速で回転しつつ半導体ウエーハへ切り込むことで切削が遂行される。

【0005】

半導体ウエーハの表面に形成された半導体デバイスは、金属配線が何層にも積層されて信号を伝達しており、各金属配線間は主に S i O ₂ から形成された層間絶縁膜により絶縁されている。

【0006】

近年、構造の微細化に伴い、配線間距離が近くなり、近接する配線間の電気容量は大きくなってきている。これに起因して信号の遅延が発生し、消費電力が増加するという問題

10

20

30

40

50

が顕著になってきている。

【0007】

各層間の寄生容量を軽減すべく、デバイス（回路）形成時に各層間を絶縁する層間絶縁膜として従来は主にSiO₂絶縁膜を採用していたが、最近になりSiO₂絶縁膜よりも誘電率の低い低誘電率絶縁膜（Low-k膜）が採用されるようになってきている。

【0008】

低誘電率絶縁膜としては、SiO₂膜（誘電率k=4.1）よりも誘電率が低い（例えばk=2.5乃至3.6程度）材料、例えばSiOC、SiLK等の無機物系の膜、ポリイミド系、パリレン系、ポリテトラフルオロエチレン系等のポリマー膜である有機物系の膜、及びメチル含有ポリシロキサン等のポラスシリカ膜を挙げることができる。

10

【0009】

このような低誘電率絶縁膜を含む積層体を切削ブレードにより分割予定ラインに沿って切削すると、低誘電率絶縁膜は雲母のように非常に脆いことから積層体が剥離するという問題が生じる。

【0010】

この問題を解決するために、例えば特開2005-064230号公報又は特開2005-209719号公報では、切削ブレードでの切削に先立って、予め分割予定ライン上の積層体をレーザービームの照射により除去し、その後切削ブレードでチップへと分割する半導体ウエーハの加工方法が提案されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2005-064230号公報

【特許文献2】特開2005-209719号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、低誘電率絶縁膜（Low-k膜）の分断にはある程度のエネルギー密度が必要であるため、通常レーザービームを円形スポットに集光し、ある程度のエネルギー密度のあるレーザービームを分割予定ラインの両端付近に照射して加工する必要があるため、少なくとも一本の分割予定ラインを2回走査させる必要がある。

30

【0013】

また、分割予定ライン上には通常TEG（Test Element Group）と呼ばれる試験用の回路が形成されており、TEGは例えばアルミニウムや銅等の金属から形成されているため、Low-k膜やシリコンと比較すると加工が難しい。

【0014】

よって、レーザービームの照射によりTEGを除去するには非常に高いエネルギーが必要であり、切削ブレードでTEGを切削するとブレードの目詰まりの原因となり、突発的な欠け（チップング）を発生させる要因となる。

【0015】

40

そのため、切削ブレードによるTEGの切削の前に、事前にレーザービームを照射してTEGを除去することが望ましい。よって、一本の分割予定ラインに対して合計3回のレーザービームの走査が必要である。

【0016】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、一本の分割予定ラインに対して2回のレーザービームの走査により、Low-k膜及びTEGの除去が可能なウエーハのレーザー加工方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明によると、表面に低誘電率絶縁膜を含む積層体が積層され、該積層体によって格

50

子状に交差する一部にTEGが形成された複数の分割予定ラインと該分割予定ラインで区画された各領域にデバイスが形成されたウエーハに、ガウシアン分布のエネルギー強度分布を有するレーザービームを該分割予定ラインに沿って照射して、レーザー加工溝を形成するウエーハのレーザー加工方法であって、該分割予定ラインの幅方向に対して所定の幅で溝が形成されるように、第1のビーム径を有する第1レーザービームを通過範囲を規制するマスクを介して、該分割予定ラインに沿って照射して、該分割予定ラインに1条の膜剥がれ防止溝を形成する膜剥がれ防止溝形成ステップと、該第1のビーム径より小さい第2のビーム径を有し該第1レーザービームのエネルギー量と同等のエネルギー量を有する第2レーザービームを、該マスクを介して該分割予定ラインに沿って照射して、該分割予定ラインに1条のTEG除去用溝を形成するTEG除去用溝形成ステップと、を備え、該第1レーザービームはなだらかなガウシアン分布を有しており、該マスクを通過した該第1レーザービームの該分割予定ラインの幅方向両端部のエネルギー量は該膜剥がれ防止溝を形成するのに十分な第1のエネルギー量であり、該第2レーザービームは該第1レーザービームに比較して急峻なガウシアン分布を有しており、該マスクを通過した該第2レーザービームの該分割予定ラインの幅方向両端部のエネルギー量は該第1のエネルギー量より低く、中央部分のエネルギー量は該第1のエネルギー量より高く該TEG除去用溝を形成するのに十分な第2のエネルギー量であることを特徴とするウエーハのレーザー加工方法が提供される。

10

【発明の効果】

【0018】

20

本発明のレーザー加工方法によると、レーザービームのビーム径を太いビーム径と細いビーム径に選択的に変更してから、両方のレーザービームをマスクのスリットを通過させるため、スリット通過後のレーザービームのエネルギー分布を分割予定ラインの幅方向で調整することができ、一本の膜剥がれ防止溝の形成と一本のTEG除去用溝の形成によって従来の3回のレーザービームの走査と同等の効果を得ることができる。

【0019】

大きなビーム径のレーザービームは、マスクのスリットを通過した後分割予定ラインの幅方向両端部のエネルギー量が比較的高い状態でウエーハに照射することができるため、十分にLow-k膜の分断が可能であり、小さなビーム径のレーザービームは、マスクのスリットを通過後中央に高いエネルギー量を有する状態でウエーハに照射されるため、比較的高いエネルギー量を要するTEGの除去を十分に行うことができ、且つレーザー加工溝の縁はエネルギー密度が小さいため、不要に加工溝の岸を加工しないという効果も奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明のレーザー加工方法を実施するのに適したレーザー加工装置の斜視図である。

【図2】レーザービーム照射ユニットのブロック図である。

【図3】マスクから加工点までのレーザービームの説明図である。

【図4】図4(A)は第1ビーム径調整手段の模式的説明図、図4(B)は第2ビーム径調整手段の模式的説明図である。

40

【図5】図5(A)は太いビーム径を有する第1レーザービームの分割予定ラインの幅方向におけるエネルギー分布を示しており、図5(B)は細いビーム径を有する第2レーザービームの分割予定ラインの幅方向におけるエネルギー分布を示している。

【図6】図6(A)は半導体ウエーハの斜視図、図6(B)は図6(A)のA部分の拡大図である。

【図7】半導体ウエーハをダイシングテープを介して環状フレームで支持した状態の斜視図である。

【図8】膜剥がれ防止溝形成ステップを説明する側面図である。

【図9】TEG除去用溝形成ステップを説明する側面図である。

50

【図10】図10(A)は加工前の半導体ウエーハの一部破断断面図、図10(B)は膜剥がれ防止溝形成後の半導体ウエーハの一部破断断面図、図10(C)はTEG除去用溝形成後の半導体ウエーハの一部破断断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図1を参照すると、本発明のウエーハのレーザー加工方法を実施するのに適したレーザー加工装置2の斜視図が示されている。レーザー加工装置2は、静止基台4上にX軸方向に移動可能に搭載された第1スライドブロック6を含んでいる。

【0022】

第1スライドブロック6は、ボールねじ8及びパルスモータ10から構成される加工送り手段12により一対のガイドレール14に沿って加工送り方向、即ちX軸方向に移動される。

【0023】

第1スライドブロック6上には第2スライドブロック16がY軸方向に移動可能に搭載されている。すなわち、第2スライドブロック16はボールねじ18及びパルスモータ20から構成される割り出し送り手段22により一対のガイドレール24に沿って割り出し方向、すなわちY軸方向に移動される。

【0024】

第2スライドブロック16上には円筒支持部材26を介してチャックテーブル28が搭載されており、チャックテーブル28は加工送り手段12及び割り出し送り手段22によりX軸方向及びY軸方向に移動可能である。チャックテーブル28には、チャックテーブル28に吸引保持された半導体ウエーハをクランプするクランプ30が設けられている。

【0025】

静止基台4にはコラム32が立設されており、このコラム32にレーザービーム照射ユニット34が取り付けられている。レーザービーム照射ユニット34は、ケーシング33中に収容された図2に示すレーザービーム発生ユニット35と、ケーシング33の先端に取り付けられた集光器37とを含んでいる。

【0026】

レーザービーム発生ユニット35は、図2に示すように、YAGレーザー又はYVO4レーザーを発振するレーザー発振器62と、繰り返し周波数設定手段64と、パルス幅調整手段66と、パワー調整手段68とを含んでいる。特に図示しないが、レーザー発振器62はプリュースター窓を有しており、レーザー発振器62から出射するレーザービームは直線偏光のレーザービームである。

【0027】

ケーシング33の先端部には、集光器37とX軸方向に整列してレーザー加工すべき加工領域を検出する撮像手段39が配設されている。撮像手段39は、可視光によって半導体ウエーハの加工領域を撮像する通常のCCD等の撮像素子を含んでいる。

【0028】

撮像手段39は更に、半導体ウエーハに赤外線を照射する赤外線照射手段と、赤外線照射手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、この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赤外線CCD等の赤外線撮像素子から構成される赤外線撮像手段を含んでおり、撮像した画像信号はコントローラ(制御手段)40に送信される。

【0029】

コントローラ40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)42と、制御プログラム等を格納するリードオンリーメモリ(ROM)44と、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)46と、カウンタ48と、入力インターフェイス50と、出力インターフェイス52とを備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

5 6 は案内レール 1 4 に沿って配設されたりニアスケール 5 4 と、第 1 スライドブロック 6 に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される加工送り量検出手段であり、加工送り量検出手段 5 6 の検出信号はコントローラ 4 0 の入力エンターフェイス 5 0 に入力される。

【 0 0 3 1 】

6 0 はガイドレール 2 4 に沿って配設されたりニアスケール 5 8 と第 2 スライドブロック 1 6 に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される割り出し送り量検出手段であり、割り出し送り量検出手段 6 0 の検出信号はコントローラ 4 0 の入力インターフェイス 5 0 に入力される。

【 0 0 3 2 】

撮像手段 3 9 で撮像した画像信号もコントローラ 4 0 の入力インターフェイス 5 0 に入力される。一方、コントローラ 4 0 の出力インターフェイス 5 2 からはパルスモータ 1 0、パルスモータ 2 0、レーザービーム照射ユニット 3 4 等に制御信号が出力される。

【 0 0 3 3 】

図 2 を参照すると、レーザービーム照射ユニット 3 4 の構成ブロック図が示されている。レーザービーム発生ユニット 3 5 のパワー調整手段 6 8 で所定パワーに調整された直線偏光のレーザービーム L B は 1 / 2 波長板 7 0 に入射される。

【 0 0 3 4 】

1 / 2 波長板 7 0 は図示しない回転機構により回転可能に配設されており、波長板の結晶の光学軸に対して角度 θ で入射された直線偏光の偏光面を θ 回転して出射する。即ち、1 / 2 波長板 7 0 を θ 回転すると、入射された直線偏光の偏光面が 2θ 回転されて 1 / 2 波長板 7 0 から出射される。

【 0 0 3 5 】

1 / 2 波長板 7 0 から出射されたパルスレーザービーム L B は偏光ビームスプリッター 7 2 に入射され、P 偏光 (P 波) は偏光ビームスプリッター 7 2 を透過し、S 偏光 (S 波) は偏光ビームスプリッター 7 2 で反射される。

【 0 0 3 6 】

よって、1 / 2 波長板 7 0 を適当に回転することにより、パルスレーザービーム L B の偏光面を任意に回転することができ、偏光ビームスプリッター 7 2 によって第 1 の光路 7 4 a を通る P 偏光からなる第 1 のパルスレーザービーム L B 1 と第 2 の光路 7 4 b を通る S 偏光からなる第 2 のパルスレーザービーム L B 2 の比率を変更することができる。

【 0 0 3 7 】

1 / 2 波長板 7 0 はその結晶の光学軸がレーザービーム発生ユニット 3 5 から出射されるパルスレーザービーム L B の偏光面と平行な状態を回転角 0 度として配設される。例えば、レーザービーム発生ユニット 3 5 から出射されるパルスレーザービーム L B が P 偏光の場合には、回転角 0 度の 1 / 2 波長板 7 0 を P 偏光のまま透過し、更に偏光ビームスプリッター 7 2 を透過して第 1 のパルスレーザービーム L B 1 として第 1 の光路 7 4 a に導かれる。

【 0 0 3 8 】

一方、1 / 2 波長板 7 0 を 4 5 度回転すると、1 / 2 波長板 7 0 からは偏光面が 9 0 度回転された S 偏光が出射される。この S 偏光のパルスレーザービーム L B は偏光ビームスプリッター 7 2 でほぼ完全に反射されて、第 2 のパルスレーザービーム L B 2 として第 2 の光路 7 4 b に導かれる。

【 0 0 3 9 】

よって、1 / 2 波長板 7 0 の回転角が 0 度の場合には、レーザービーム発生ユニット 3 5 から出射された P 偏光のパルスレーザービーム L B はほぼ全てが第 1 のパルスレーザービーム L B 1 として第 1 の光路 7 4 a に導かれ、1 / 2 波長板 7 0 を 4 5 度回転すると、レーザービーム発生ユニット 3 5 から出射されたパルスレーザービーム L B はそのほぼ全てが S 偏光の第 2 のパルスレーザービーム L B 2 として第 2 の光路 7 4 b に導かれる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

第 1 のパルスレーザービーム L B 1 はミラー 7 6 で反射され第 1 ビーム径調整手段 7 8 に入射される。第 1 ビーム径調整手段 7 8 は、図 4 (A) に示すように、凹レンズ 9 4 と凸レンズ 9 6 をこの順で組み合わせて構成されており、間隔調整手段 9 8 で凹レンズ 9 4 及び凸レンズ 9 6 を矢印 Z 1 方向に移動することにより、入射された第 1 のパルスレーザービーム L B 1 のビーム径を所望のビーム径に拡大して出射することができる。よって、第 1 ビーム径調整手段 7 8 はビーム径拡大手段として作用する。

【 0 0 4 1 】

一方、偏光ビームスプリッター 7 2 で反射された第 2 のパルスレーザービーム L B 2 は、第 2 の光路 7 4 b に配設された第 2 ビーム径調整手段 8 2 に入射される。第 2 ビーム径調整手段 8 2 は、図 4 (B) に示すように、凸レンズ 1 0 0 と凹レンズ 1 0 2 をこの順で組み合わせて構成されており、間隔調整手段 1 0 4 で凸レンズ 1 0 0 及び凹レンズ 1 0 2 を矢印 Z 2 方向に移動することにより、入射された第 2 のパルスレーザービーム L B 2 のビーム径を所望のビーム径に縮小して出射することができる。よって、第 2 ビーム径調整手段 8 2 はビーム径縮小手段として作用する。

10

【 0 0 4 2 】

第 1 ビーム径調整手段 7 8 から出射されたビーム径の拡大された第 1 のパルスレーザービーム L B 1 は P 偏光であるので、偏光ビームスプリッター 8 0 を透過して集光器 3 7 に入射される。

【 0 0 4 3 】

一方、第 2 ビーム径調整手段 8 2 から出射された第 2 のパルスレーザービーム L B 2 はミラー 8 4 で偏光ビームスプリッター 8 0 方向に反射され、第 2 のパルスレーザービーム L B 2 は S 偏光であるから偏光ビームスプリッター 8 0 で反射されて集光器 3 7 に入射される。

20

【 0 0 4 4 】

集光器 3 7 は、スリット 8 7 を有するマスク 8 6 と、結像用補助レンズ 8 8 と、集光レンズ 9 0 とを含んでいる。スリット 8 7 は例えば長形状をしており、その長手方向がレーザービームの走査方向と平行となる様に集光器 3 7 に取り付けられている。

【 0 0 4 5 】

図 3 を参照すると、マスク 8 6 からウエーハ 1 1 上の加工点までのパルスレーザービームの状態を模式的に示す説明図が示されている。マスク 8 6 のスリット 8 7 を通過したパルスレーザービーム L B は結像用補助レンズ 8 8 でコリメートビームに変換されてから集光レンズ 9 0 に入射し、集光レンズ 9 0 でウエーハ 1 1 上に集光される。

30

【 0 0 4 6 】

ウエーハ 1 1 上での結像状態の悪化を防止するために、結像用補助レンズ 8 8 がマスク 8 6 と集光レンズ 9 0 との間に挿入されている。9 2 a , 9 2 b はパルスレーザービーム L B のエネルギー分布を示している。

【 0 0 4 7 】

次に、図 5 を参照して、第 1 ビーム径調整手段 7 8 及び第 2 ビーム径調整手段 8 2 通過後の、第 1 のパルスレーザービーム L B 1 及び第 2 のパルスレーザービーム L B 2 のエネルギー分布について説明する。

40

【 0 0 4 8 】

図 5 (A) は、第 1 ビーム径調整手段 7 8 でビーム径が拡大された第 1 のパルスレーザービーム L B 1 のエネルギー分布であり、図 5 (B) は、第 2 ビーム径調整手段 8 2 を通過してビーム径が縮小された第 2 のパルスレーザービーム L B 2 のビーム径をそれぞれ示している。8 7 A はマスク 8 6 のスリット 8 7 を通過したスリット領域を示している。

【 0 0 4 9 】

図 5 (A) に示すビーム径が拡大された大径の第 1 のパルスレーザービーム L B 1 はエネルギーのガウシアン分布がなだらかであり、スリット領域 8 7 A で規制される加工に用いるレーザービームの範囲の両端側で比較的高いエネルギー P 1 となっている。

50

【 0 0 5 0 】

一方、図 5 (B) に示すビーム径が縮小された小径の第 2 のパルスレーザービーム L B 2 はエネルギーのガウシアン分布が急峻であり、その中央部分で非常に高いエネルギー P 2 を維持しているが、マスク領域 8 7 A で規制される加工に用いるレーザービームの範囲の両端側で低いエネルギー P 3 となっている。

【 0 0 5 1 】

スリット領域 8 7 A で規制される加工に用いるレーザービームの範囲内では、第 1 のパルスレーザービーム L B 1 と第 2 のパルスレーザービーム L B 2 のエネルギー量は概略同等である。

【 0 0 5 2 】

次に、図 6 及び図 1 0 (A) を参照して、本発明のレーザー加工方法の加工対象となる半導体ウエーハ 1 1 について説明する。半導体ウエーハ 1 1 は、図 1 0 (A) に示すように、ウエーハ形状のシリコン基板 1 9 上に低誘電率絶縁膜 (L o w - k 膜) を含む積層体 2 1 が積層され、積層体 2 1 に複数の分割予定ライン 1 3 が格子状に形成されているとともに、分割予定ライン 1 3 によって区画された各領域に半導体デバイス 1 5 がパターンングによって形成されている。

【 0 0 5 3 】

ここで、低誘電率絶縁膜 (L o w - k 膜) は、誘電率 $k =$ 約 4 . 1 の $S i O_2$ 膜よりも誘電率が低い絶縁体を指し、例えば $S i O C$ 、 $S i L K$ 、 $B S G (S i O B)$ 等の無機物系の膜、ポリイミド系、パリレン系、ポリテトラフルオロエチレン系等のポリマー膜である有機物系の膜、及びメチル含有ポリシロキサン等のポラスシリカ膜を挙げることができる。

【 0 0 5 4 】

図 6 (A) の A 部分の拡大図である図 6 (B) に示すように、分割予定ライン 1 3 上には通常 T E G (T e s t E l e m e n t G r o u p) 1 7 と呼ばれる試験用の回路が形成されている。T E G 1 7 は例えばアルミニウムや銅等の金属から形成されている。

【 0 0 5 5 】

レーザー加工を実施するにあたり、半導体ウエーハ 1 1 は、図 7 に示すように、粘着テープであるダイシングテープ T に貼着され、ダイシングテープ T の外周部は環状フレーム F に貼着される。

【 0 0 5 6 】

これにより、半導体ウエーハ 1 1 はダイシングテープ T を介して環状フレーム F に支持された状態となり、図 1 に示すチャックテーブル 2 8 上に半導体ウエーハ 1 1 をダイシングテープ T を介して吸引保持し、環状フレーム F をクランプ 3 0 によりクランプすることにより、チャックテーブル 2 8 上に支持固定される。

【 0 0 5 7 】

本実施形態のウエーハのレーザー加工方法では、レーザービーム発生ユニット 3 5 により積層体 2 1 に対して吸収性を有する波長のパルスレーザービーム L B を発生し、膜剥がれ防止溝形成ステップでは、1 / 2 波長板 7 0 を回転させずに P 偏光のパルスレーザービーム L B をそのまま 1 / 2 波長板 7 0 を透過させ、更に偏光ビームスプリッター 7 2 を透過させて第 1 の光路 7 4 a に第 1 のパルスレーザービーム L B 1 を導く。

【 0 0 5 8 】

そして、第 1 ビーム径調整手段 7 8 でビーム径を拡大し、更に集光器 3 7 のスリット 8 7 を透過したパルスレーザービームを集光レンズ 9 2 によりウエーハ 1 1 の分割予定ライン 1 3 に対応する積層体 2 1 に集光して、積層体 2 1 を分断する 1 条の膜剥がれ防止溝を形成する膜剥がれ防止溝形成ステップを実施する。

【 0 0 5 9 】

この膜剥がれ防止溝形成ステップを実施する前に、撮像手段 3 9 で半導体ウエーハ 1 1 を撮像して、パターンマッチング等の画像処理を実施することによりレーザー加工すべき第 1 の方向に伸長する分割予定ライン 1 3 を検出するアライメントを実施する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

第 1 の方向に伸長する分割予定ライン 1 3 のアライメントに続いて、チャックテーブル 2 8 を 9 0 度回転してから、第 1 の方向と直交する方向に伸長する分割予定ライン 1 3 についても同様なアライメントを実施する。

【 0 0 6 1 】

アライメント実施後、集光器 3 7 を図 8 (A) に示すように、レーザー加工すべき分割予定ライン 1 3 の端部の真上に位置付け、積層体 2 1 に対して吸収性を有する波長 (例えば 3 5 5 n m) のビーム径の拡大された第 1 のパルスレーザービーム L B 1 を集光器 3 7 で集光して、第 1 の方向に伸長する分割予定ライン 1 3 に沿って照射しつつ、図 8 (B) に示すように、チャックテーブル 2 8 を矢印 X 1 方向に所定の加工送り速度で移動させて図 1 0 (B) に示す膜剥がれ防止溝 2 3 を形成する。そして、図 8 (B) に示すように、分割予定ライン 1 3 の他端部でレーザービームの照射を停止するとともにチャックテーブル 2 8 の加工送りを停止する。

10

【 0 0 6 2 】

膜剥がれ防止溝形成ステップでの第 1 のパルスレーザービーム L B 1 は、図 5 (A) に示すようなガウシアン分布のエネルギー強度分布を有しているため、スリット領域 8 7 A の両端部でも比較的高いエネルギー P 1 のレーザービームを積層体 2 1 に照射できるため、図 1 0 (B) に示すように、積層体 2 1 を分断する幅の広い膜剥がれ防止溝 2 3 を分割予定ライン 1 3 に沿って形成することができる。

【 0 0 6 3 】

図 5 (A) を参照すると明らかなように、照射される第 1 のパルスレーザービーム L B 1 は中央部分のエネルギー量の方が両端部分よりも高いが、T E G 1 7 が加工しにくいいため膜剥がれ防止溝 2 3 は符号 2 5 に示す中央部分で浅くしか形成できない。この膜剥がれ防止溝 2 3 の幅は、分割予定ライン 1 3 の幅よりも狭く且つ後で使用する切削ブレードの切刃の幅 (例えば 3 0 μ m) より広い幅を有している。

20

【 0 0 6 4 】

一本の分割予定ライン 1 3 について膜剥がれ防止溝 2 3 の形成が終了すると、同一の分割予定ライン 1 3 についてチャックテーブル 2 8 を逆方向に加工送りしながら、T E G 1 7 を除去する T E G 除去用溝形成ステップを実施する。

【 0 0 6 5 】

この T E G 除去用溝形成ステップでは、1 / 2 波長板 7 0 を 4 5 度回転して、レーザービーム発生ユニット 3 5 から出射されるパルスレーザービーム L B の偏光面を 9 0 度回転して S 偏光に変換する。

30

【 0 0 6 6 】

これにより、S 偏光のパルスレーザービーム L B は偏光ビームスプリッター 7 2 で反射されて、第 2 のパルスレーザービーム L B 2 として第 2 の光路 7 4 b に導かれ、第 2 ビーム径調整手段 8 2 によりビーム径が縮小されて、図 5 (B) に示すような、急峻なガウシアン分布のエネルギー強度分布となる。

【 0 0 6 7 】

よって、第 2 のパルスレーザービーム L B 2 を集光器 3 7 で集光して分割予定ライン 1 3 に沿って照射しつつ、図 9 (A) に示すように、チャックテーブル 2 8 を矢印 X 2 方向に加工送りして、図 1 0 (C) に示すような、T E G 除去用溝 2 7 を形成する T E G 除去用溝形成ステップを実施する。

40

【 0 0 6 8 】

図 9 (B) に示すように、集光器 3 7 が分割予定ライン 1 3 の一端部直上まできたらレーザービームの照射を停止するとともに、チャックテーブル 2 8 の加工送りを停止する。次いで、チャックテーブル 2 8 を Y 軸方向に分割予定ライン 1 3 の 1 ピッチ移動して隣の分割予定ライン 1 3 に集光器 3 7 を位置付け、図 8 に示す膜剥がれ防止溝形成ステップと、図 9 に示す T E G 除去用溝形成ステップをその分割予定ライン 1 3 について繰り返す。

【 0 0 6 9 】

50

チャックテーブル 28 を分割予定ライン 13 のピッチずつ Y 軸方向に割り出し送りしながら、第 1 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って同様な膜剥がれ防止溝 23 及び T E G 除去用溝 27 を形成する。

【 0 0 7 0 】

次いで、チャックテーブル 28 を 90 度回転してから、第 1 の方向と直交する第 2 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って同様な膜剥がれ防止溝 23 及び T E G 除去用溝 27 を形成する。

【 0 0 7 1 】

本実施形態のウエーハのレーザー加工方法でのレーザー加工条件は例えば以下のように設定される。

【 0 0 7 2 】

光源	: Y A G パルスレーザー又は Y V O 4 パルスレーザー
波長	: 3 5 5 n m
平均出力	: 7 ~ 1 0 W
繰り返し周波数	: 1 0 0 ~ 1 3 0 k H z
加工送り速度	: 7 0 ~ 1 0 0 m m / s

【 0 0 7 3 】

上述した実施形態では、膜剥がれ防止溝形成ステップを実施した後 T E G 除去用溝形成ステップを実施しているが、T E G 除去用溝形成ステップを先に実施し、その後に膜剥がれ防止溝形成ステップを実施するようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、上述した実施形態では、一本の分割予定ライン 13 について加工送りの往路で膜剥がれ防止溝形成ステップを実施し、復路で T E G 除去用溝形成ステップを実施しているが、本発明のレーザー加工方法がこれに限定されるものではない。

【 0 0 7 5 】

例えば、膜剥がれ防止溝形成ステップを第 1 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って実施した後、第 1 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って T E G 除去用溝形成ステップを実施し、次いでチャックテーブル 28 を 90 度回転してから、第 2 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って膜剥がれ防止溝形成ステップを実施し、その後第 2 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って T E G 除去用溝形成ステップを実施してもよい。

【 0 0 7 6 】

他の実施形態として、第 1 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 及び第 2 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って膜剥がれ防止溝形成ステップを実施した後、第 1 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 及び第 2 の方向に伸長する全ての分割予定ライン 13 に沿って T E G 除去用溝形成ステップを実施してもよい。

【 0 0 7 7 】

膜剥がれ防止溝形成ステップ及び T E G 除去用溝形成ステップを実施した後、切削装置の切削ブレードにより分割予定ライン 13 を切削して半導体ウエーハ 11 を個々の半導体デバイス 15 に分割する。

【 0 0 7 8 】

上述した実施形態では、本発明のレーザー加工方法を L o w - k 膜及び T E G を有する半導体ウエーハ 11 について実施した例について説明したが、ウエーハは半導体ウエーハに限定されるものではなく、層間絶縁膜として同様な L o w - k 膜を使用し、更に分割予定ライン上に T E G を有する光デバイスウエーハ等の他のウエーハにも、本発明のレーザー加工方法は同様に適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

2 レーザー加工装置
11 半導体ウエーハ

10

20

30

40

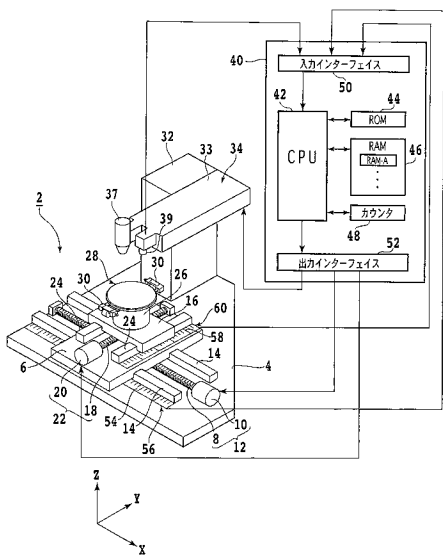
50

- 1 3 分割予定ライン
- 1 5 半導体デバイス
- 1 7 T E G
- 1 9 シリコン基板
- 2 1 積層体
- 2 3 膜剥がれ防止溝
- 2 7 T E G 除去用溝
- 3 4 レーザービーム照射ユニット
- 3 5 レーザービーム発生ユニット
- 3 7 集光器
- 6 2 レーザー発振器
- 7 0 1 / 2 波長板
- 7 2 , 8 0 偏光ビームスプリッター
- 7 6 , 8 4 ミラー
- 7 8 第 1 ビーム径調整手段
- 8 2 第 2 ビーム径調整手段
- 8 6 マスク
- 8 7 スリット
- 8 8 結像用補助レンズ
- 9 0 集光レンズ

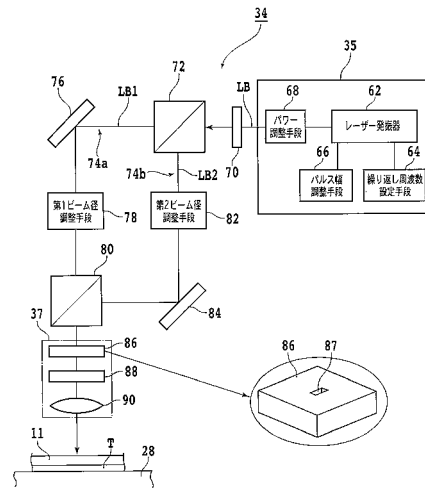
10

20

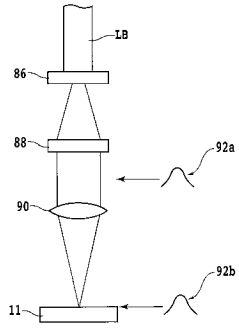
【 図 1 】



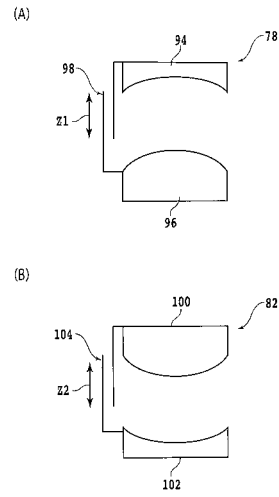
【 図 2 】



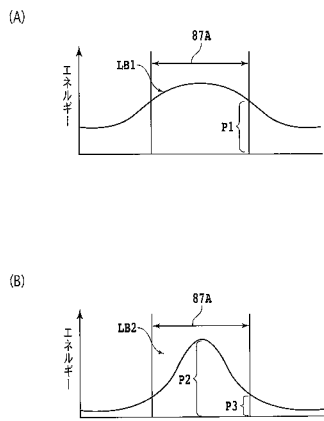
【 図 3 】



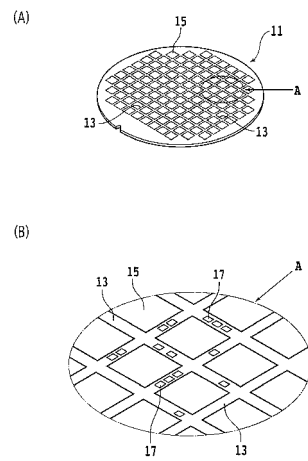
【 図 4 】



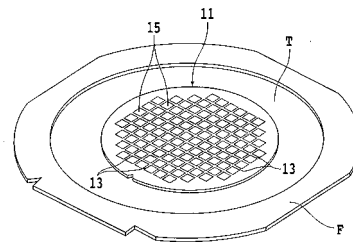
【 図 5 】



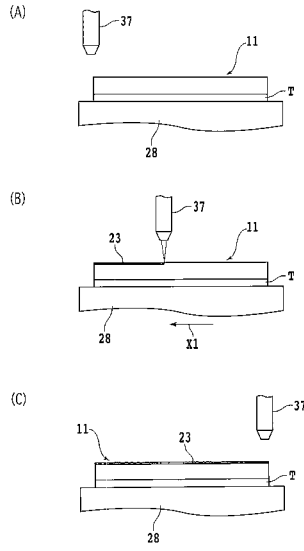
【 図 6 】



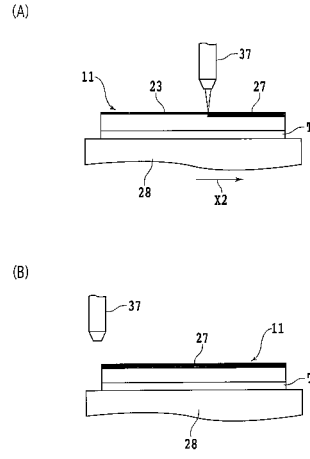
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

