

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5863264号
(P5863264)

(45) 発行日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)

(24) 登録日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L 21/301 (2006. 01)		HO 1 L	21/78		L
B 2 3 K 26/53 (2014. 01)		HO 1 L	21/78		B
B 2 3 K 26/402 (2014. 01)		B 2 3 K	26/53		
		B 2 3 K	26/402		

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-85634 (P2011-85634)	(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
(22) 出願日	平成23年4月7日 (2011. 4. 7)	(74) 代理人	100075384 弁理士 松本 昂
(65) 公開番号	特開2012-222113 (P2012-222113A)	(72) 発明者	熊澤 哲 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
(43) 公開日	平成24年11月12日 (2012. 11. 12)	(72) 発明者	岡田 繁史 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
審査請求日	平成26年3月24日 (2014. 3. 24)	審査官	内田 正和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェーハの加工方法

(57) 【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ェーハの加工方法であって、

該積層体に対して吸収性を有する波長のレーザービームを該分割予定ラインに沿って照射して、該積層体を分断するレーザー加工溝を形成するレーザー加工溝形成ステップと、

該レーザー加工溝形成ステップで形成されたレーザー加工溝に沿ってウェーハにレーザービームを照射して、該レーザー加工溝の底面に歪を形成する歪形成ステップと、

該歪形成ステップを実施した後、該レーザー加工溝に沿って切削ブレードでウェーハを切削する切削ステップと、

を具備したことを特徴とするウェーハの加工方法。

【請求項2】

前記歪形成ステップで照射するレーザービームの波長は前記レーザー加工溝形成ステップで照射するレーザービームの波長と同一である請求項1記載のウェーハの加工方法。

【請求項3】

前記歪形成ステップで照射するレーザービームの出力は前記レーザー加工溝形成ステップで照射するレーザービームの出力より大きい請求項1又は2記載のウェーハの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、層間絶縁膜として低誘電率絶縁膜を使用したウエーハの加工方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

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IC、LSI等のデバイスを形成する。

【 0 0 0 3 】

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。

10

【 0 0 0 4 】

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CBN等の超砥粒をメタルやレジンで固めて厚さ20～30μmの切刃を有する切削ブレードが約30000rpm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。

【 0 0 0 5 】

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SiO₂から形成された層間絶縁膜により絶縁されている。

20

【 0 0 0 6 】

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が顕著になってきている。

【 0 0 0 7 】

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。

【 0 0 0 8 】

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ーラスシリカ膜を挙げることができる。

30

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

この問題を解決するために、例えば特開2003-320466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する半導体ウエーハの加工方法が提案されている。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特開2003-320466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 】

50

【0012】

ところが、予め分割予定ラインに沿ってレーザービームを照射してレーザー加工溝を形成することで分割予定ライン上の低誘電率絶縁膜を含む積層体を除去した後、レーザー加工溝に沿って切削ブレードで切削するようにしても、レーザー加工溝を越えるチッピングが発生する可能性がある。チッピングがレーザー加工溝を越えて発生するとデバイスを損傷することとなり、問題となる。

【0013】

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、レーザー加工溝を越えてチッピングが発生することを抑制し、デバイスを損傷させる恐れのないウエーハの加工方法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

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子状に交差する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の加工方法であって、該積層体に対して吸収性を有する波長のレーザービームを該分割予定ラインに沿って照射して、該積層体を分断するレーザー加工溝を形成するレーザー加工溝形成ステップと、該レーザー加工溝形成ステップで形成されたレーザー加工溝に沿ってウエーハにレーザービームを照射して、該レーザー加工溝の底面に歪を形成する歪形成ステップと、該歪形成ステップを実施した後、該レーザー加工溝に沿って切削ブレードでウエーハを切削する切削ステップと、を具備したことを特徴とするウエーハの加工方法が提供される。

20

【0015】

好ましくは、歪形成ステップで照射するレーザービームの出力は、レーザー加工溝形成ステップで照射するレーザービームの出力より大きく設定される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によると、歪形成ステップによりレーザー加工溝の底面に微小な歪（マイクロクラック）を形成して溝底の面状態を荒れた状態にしてから切削ブレードで切削するようにしたので、レーザー加工溝を越える大きな欠けやクラックが発生することを防止できる。

【0017】

これは、切削ブレードによる切削時に発生した欠けやクラックの進行はこの歪（マイクロクラック）で止まり、その結果、レーザー加工溝を越える大きな欠けやクラックが発生しないためと考えられる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】レーザー加工装置の斜視図である。

【図2】ダイシングテープを介して環状フレームにより支持された半導体ウエーハの斜視図である。

【図3】レーザービーム発生ユニットのブロック図である。

【図4】図4(A)はダイシングテープに貼着された半導体ウエーハの断面図、図4(B)は第1実施形態のレーザー加工溝形成ステップ実施後の断面図、図4(C)は歪形成ステップ実施後の断面図である。

40

【図5】図5(A)は第2実施形態のレーザー加工溝形成ステップ実施後の断面図、図5(B)は歪形成ステップ実施後の断面図である。

【図6】切削ステップを示す斜視図である。

【図7】切削ステップを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

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。

50

レーザ加工装置 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。

【 0 0 2 0 】

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 1 0 から構成される加工送り手段 1 2 により一対のガイドレール 1 4 に沿って加工送り方向、即ち X 軸方向に移動される。

【 0 0 2 1 】

第 1 スライドブロック 6 上には第 2 スライドブロック 1 6 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 1 6 はボールねじ 1 8 及びパルスモータ 2 0 から構成される割り出し送り手段 2 2 により一対のガイドレール 2 4 に沿って割り出し方向、すなわち Y 軸方向に移動される。

10

【 0 0 2 2 】

第 2 スライドブロック 1 6 上には円筒支持部材 2 6 を介してチャックテーブル 2 8 が搭載されており、チャックテーブル 2 8 は加工送り手段 1 2 及び割り出し送り手段 2 2 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 2 8 には、チャックテーブル 2 8 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 3 0 が設けられている。

【 0 0 2 3 】

静止基台 4 にはコラム 3 2 が立設されており、このコラム 3 2 にレーザビーム照射ユニット 3 4 が取り付けられている。レーザビーム照射ユニット 3 4 は、ケーシング 3 3 中に收容された図 4 に示すレーザビーム発生ユニット 3 5 と、ケーシング 3 3 の先端に取り付けられた集光器 3 7 とを含んでいる。

20

【 0 0 2 4 】

レーザビーム発生ユニット 3 5 は、図 3 に示すように、Y A G レーザ又は Y V O 4 レーザを発振するレーザ発振器 6 2 と、繰り返し周波数設定手段 6 4 と、パルス幅調整手段 6 6 と、パワー調整手段 6 8 とを含んでいる。特に図示しないが、レーザ発振器 6 2 はブリュスター窓を有しており、レーザ発振器 6 2 から出射するレーザビームは直線偏光のレーザビームである。

【 0 0 2 5 】

ケーシング 3 3 の先端部には、集光器 3 7 と X 軸方向に整列してレーザ加工すべき加工領域を検出する撮像手段 3 9 が配設されている。撮像手段 3 9 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 C C D 等の撮像素子を含んでいる。

30

【 0 0 2 6 】

撮像手段 3 9 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 C C D 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) 4 0 に送信される。

【 0 0 2 7 】

コントローラ 4 0 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 (C P U) 4 2 と、制御プログラム等を格納するリードオンリーメモリ (R O M) 4 4 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 (R A M) 4 6 と、カウンタ 4 8 と、入力インターフェイス 5 0 と、出力インターフェイス 5 2 とを備えている。

40

【 0 0 2 8 】

5 6 は案内レール 1 4 に沿って配設されたリニアスケール 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 の入力インターフェイス 5 0 に入力される。

【 0 0 2 9 】

6 0 はガイドレール 2 4 に沿って配設されたリニアスケール 5 8 と第 2 スライドブロッ

50

ク16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60の検出信号はコントローラ40の入力インターフェイス50に入力される。

【0030】

撮像手段39で撮像した画像信号もコントローラ40の入力インターフェイス50に入力される。一方、コントローラ40の出力インターフェイス52からはパルスモータ10、パルスモータ20、レーザビーム照射ユニット34等に制御信号が出力される。

【0031】

図2に示すように、レーザ加工装置2の加工対象である半導体ウエーハWの表面においては、第1のストリート(分割予定ライン)S1と第2のストリート(分割予定ライン)S2とが直交して形成されており、第1のストリートS1と第2のストリートS2とによって区画された領域に多数のデバイスDが形成されている。

10

【0032】

本実施形態の半導体ウエーハWは、図4(A)の断面図に示すように、ウエーハ形状のシリコン基板5上に低誘電率絶縁膜(Low-k膜)を含む積層体11が積層され、積層体11にストリートS1、S2及びデバイスDがパターニングによって形成されている。

【0033】

ここで、低誘電率絶縁膜(Low-k膜)としては、誘電率 $k = \text{約} 4.1$ の SiO_2 膜よりも誘電率が低い絶縁体を指し、例えば SiOC 、 SiLK 、 $\text{BSG}(\text{SiOB})$ 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。

20

【0034】

半導体ウエーハWは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に貼着されている。これにより、半導体ウエーハW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28上にウエーハW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30によりクランプすることにより、チャックテーブル28上に支持固定される。

【0035】

本実施形態のウエーハの加工方法では、まずレーザビーム発生ユニット35により積層体11に対して吸収性を有する波長のレーザビームを発生し、このレーザビームを集光器37によりウエーハ11の第1のストリートS1に対応する積層体11に集光して、積層体11を分断するレーザ加工溝を形成するレーザ加工溝形成ステップを実施する。

30

【0036】

このレーザ加工溝形成ステップを実施する前に、撮像手段39で半導体ウエーハW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加工すべき第1のストリートS1を検出するアライメントを実施する。第1のストリートS1のアライメントに続いて、チャックテーブル28を90度回転してから、第2のストリートS2についても同様なアライメントを実施する。

40

【0037】

アライメント実施後、積層体11に対して吸収性を有する波長(例えば355nm)のレーザビームを集光器37で集光して第1のストリートS1に沿って照射しつつ、チャックテーブル28を図1でX軸方向に所定の加工送り速度で移動させる。

【0038】

その結果、図4(B)に示すように、半導体ウエーハWの積層体11が分断されてレーザ加工溝13が形成される。このレーザ加工溝13の幅は、第1のストリートS1の幅より狭く且つ後で説明する切削ブレードの切刃の幅(例えば30 μm)より広い幅を有している。

【0039】

50

このレーザ加工溝 13 の形成は、チャックテーブル 28 を Y 軸方向に微小に移動させながら、一本の第 1 のストリート S1 について複数パスレーザビームを照射することにより実施する。

【0040】

チャックテーブル 28 をストリートピッチずつ Y 軸方向に割り出し送りしながら、全ての第 1 のストリート S1 に沿って同様なレーザ加工溝 13 を形成する。次いで、チャックテーブル 28 を 90 度回転してから、第 1 のストリート S1 と直交する全ての第 2 のストリート S2 に沿って同様なレーザ加工溝 13 を形成する。

【0041】

尚、レーザ加工溝形成ステップでのレーザ加工条件は例えば以下のように設定される。

10

【0042】

光源	: YAG パルスレーザ又は YVO4 パルスレーザ
波長	: 355 nm
平均出力	: 7 ~ 10 W
繰り返し周波数	: 100 ~ 130 kHz
加工送り速度	: 70 ~ 100 mm/s

【0043】

レーザ加工溝形成ステップ実施後の半導体ウエーハ W の断面図が図 4 (B) に示されている。レーザ加工溝形成ステップで形成するレーザ加工溝 13 は、積層体 11 を完全に分断せずに積層体が基板 5 上に薄く残っていても良い。

20

【0044】

本実施形態のウエーハの加工方法では、レーザ加工溝形成ステップ実施後、レーザ加工溝形成ステップで形成したレーザ加工溝 13 に沿って基板 5 に対して吸収性を有する波長 (例えば 355 nm) のレーザビームをレーザ加工溝 13 に沿って照射して、レーザ加工溝 13 の底面に歪を形成する歪形成ステップを実施する。

【0045】

好ましくは、この歪形成ステップで照射するレーザビームの波長はレーザ加工溝形成ステップで照射するレーザビームの波長と同一である。また、歪形成ステップで照射するレーザビームの出力はレーザ加工溝形成ステップで照射するレーザビームの出力より大きく設定する。

30

【0046】

代替案として、歪形成ステップで照射するレーザビームの出力をレーザ加工溝形成ステップで照射するレーザビームの出力と同等か或いはより小さく設定し、歪形成ステップでの加工送り速度をレーザ加工溝形成ステップでの加工送り速度より速めるようにしてもよい。歪形成ステップを実施すると、図 4 (C) の部分拡大図に最もよく示されるように、レーザ加工溝 13 の底面に微小な歪 (マイクロクラック) 15 が形成される。

【0047】

歪形成ステップの第 1 のレーザ加工条件は以下のように設定される。

【0048】

光源	: YAG パルスレーザ又は YVO4 パルスレーザ
波長	: 355 nm
平均出力	: 11 ~ 13 W
繰り返し周波数	: 100 ~ 130 kHz
加工送り速度	: 70 ~ 100 mm/s

40

【0049】

歪形成ステップの第 2 のレーザ加工条件は以下のように設定される。

【0050】

光源	: YAG パルスレーザ又は YVO4 パルスレーザ
波長	: 355 nm
平均出力	: 7 ~ 10 W

50

繰り返し周波数 : 100 ~ 130 kHz
加工送り速度 : 600 ~ 800 mm/s

【0051】

次に、図5を参照して、本発明第2実施形態のレーザ加工溝形成ステップ及び歪形成ステップについて説明する。本実施形態のレーザ加工溝形成ステップでは、図5(A)に示すように、第1のストリートS1の両側に切削ブレードの切刃の幅より広い間隔の一对のレーザ加工溝13を形成する。一对のレーザ加工溝13で挟まれた部分の第1のストリートS1には積層体11が残存する。

【0052】

全てのストリートS1, S2に沿ってそれぞれ一对のレーザ加工溝13を形成後、レーザ加工溝形成ステップで形成したレーザ加工溝13に沿って基板5に対して吸収性を有する波長のレーザビームを照射して、図5(B)に示すように、レーザ加工溝13の底面に歪15を形成する歪形成ステップを実施する。この歪形成ステップのレーザ加工条件は、上述した第1実施形態の歪形成ステップと同様である。

【0053】

レーザ加工溝13の底面に歪15を形成する歪形成ステップを実施した後、レーザ加工溝13に沿って半導体ウエーハWを切削する切削ステップを実施する。図6を参照すると、切削ステップを実施するのに適した切削装置2の要部斜視図が示されている。

【0054】

半導体ウエーハWの切削に際して、切削装置70のチャックテーブル72によりダイシングテープTを介して半導体ウエーハWに吸引保持する。74は切削装置70の切削ユニットであり、スピンドルハウジング76中に収容された図示しないモータにより駆動されるスピンドルと、スピンドルの先端に着脱可能に装着された切削ブレード78とを含んでいる。

【0055】

切削ブレード78は、ホイルカバー80で覆われており、ホイルカバー80のパイプ82が純水等を供給する切削液供給源に接続されている。切削ブレード78は円形基台の外周にニッケル母材又はニッケル合金母材中にダイヤモンド砥粒が分散された切刃(砥石部)82aが電着されて構成されている。

【0056】

半導体ウエーハWの切削時には、切削水ノズル84から切削水を噴出しながら、切削ブレード78を矢印A方向に高速(例えば30000rpm)で回転させて、チャックテーブル72をX軸方向に加工送りすることにより、半導体ウエーハWがストリートS1又はS2に形成されたレーザ加工溝13に沿って切削されて切削溝17が形成される。

【0057】

チャックテーブル72を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第1のストリートS1に形成されたレーザ加工溝13に沿って切削溝17を形成する。次いで、チャックテーブル72を90度回転した後、第2の方向に伸長する全ての第2のストリートS2に形成されたレーザ加工溝13に沿って同様な切削溝17を形成することにより、半導体ウエーハWは個々の半導体デバイスDに分割される。

【0058】

切削加工時の断面図が図7に示されている。第1の実施形態のレーザ加工溝13は切削ブレード78の切刃78aの幅よりも広い幅を有しているため、切削ブレード78による切削時に発生した欠けやクラックの進行がこの歪(マイクロクラック)15で止まり、その結果、半導体デバイスDを形成する積層体11の層間絶縁膜にlow-k膜を含んでいても、レーザ加工溝13を越える大きな欠けやクラックを発生することなくデバイスDを損傷せずに、半導体ウエーハWを個々の半導体デバイスDに分割することができる。

【0059】

図5に示した第2の実施形態では、第1のストリートS1の両側に一对のレーザ加工溝13を形成し、積層体11は第1のストリートS1に対応する部分で残存しているが、一

10

20

30

40

50

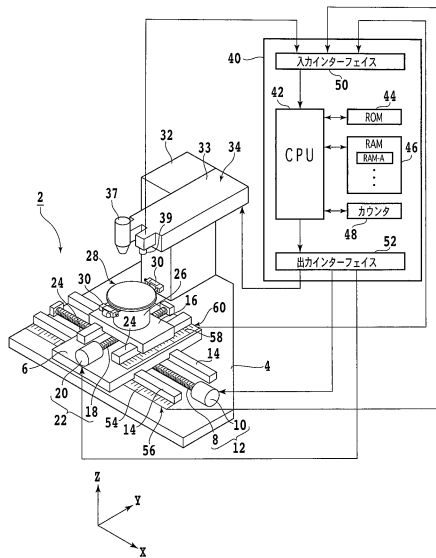
対のレーザ加工溝 1 3 の間隔が切削ブレード 7 8 の切刃 7 8 a の幅よりも広いため、切削時に発生した欠けやクラックの進行が一对のレーザ加工溝 1 3 の底面に形成した歪（マイクロクラック）1 5 で止まり、その結果、レーザ加工溝 1 3 を超える大きな欠けやクラックが発生することを防止できる。

【符号の説明】

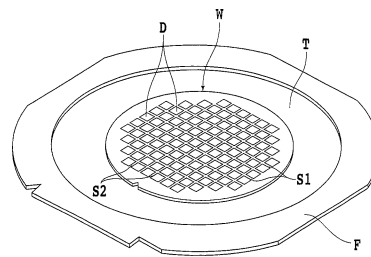
【 0 0 6 0 】

- 2 レーザ加工装置
- 5 半導体基板
- 1 1 積層体
- 1 3 レーザ加工溝
- 1 5 歪（マイクロクラック）
- 1 7 切削溝
- 2 8 チャックテーブル
- 3 5 レーザビーム発生ユニット
- 3 7 集光器
- 7 8 切削ブレード
- 7 8 a 切刃
- W 半導体ウエーハ
- D デバイス

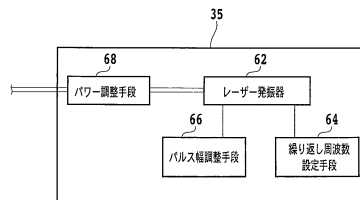
【 図 1 】



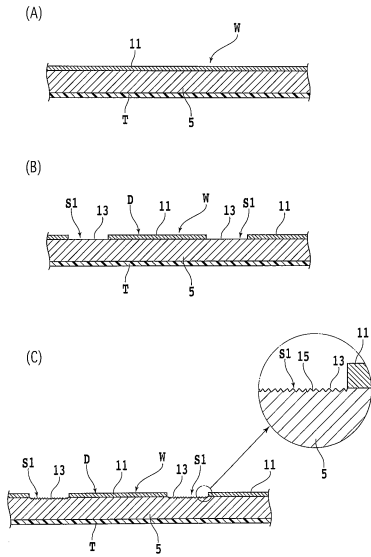
【 図 2 】



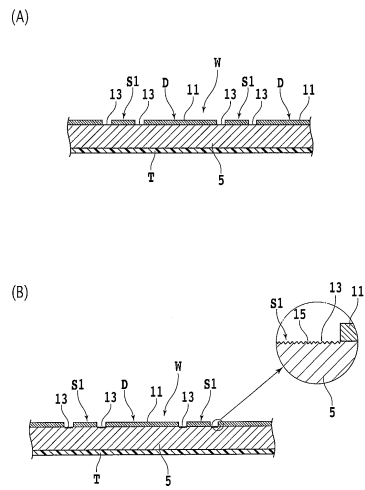
【 図 3 】



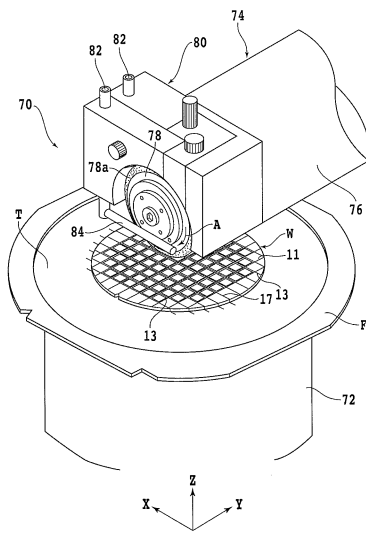
【 図 4 】



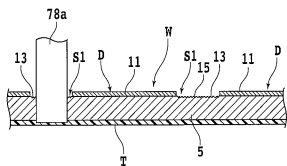
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-021330(JP,A)
特開2007-287780(JP,A)
特開2008-300475(JP,A)
国際公開第2010/100635(WO,A1)
米国特許出願公開第2006/0068581(US,A1)
特開2007-173475(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/301
B23K 26/402
B23K 26/53