

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-11225
(P2022-11225A)

(43)公開日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/301 (2006.01)	H 0 1 L 21/78	Q 5 C 0 3 3
H 0 1 J 37/18 (2006.01)	H 0 1 L 21/78	S 5 F 0 6 3
	H 0 1 J 37/18	

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全27頁)

(21)出願番号 特願2020-112218(P2020-112218)	(71)出願人 301023238
(22)出願日 令和2年6月30日(2020.6.30)	国立研究開発法人物質・材料研究機構 茨城県つくば市千現一丁目2番地1
	(72)発明者 リ シャオガン 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内
	(72)発明者 竹口 雅樹 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内
	F ターム (参考) 5C033 KK09 5F063 AA02 BA25 BA32 CA04 DE02 DE32 EE63

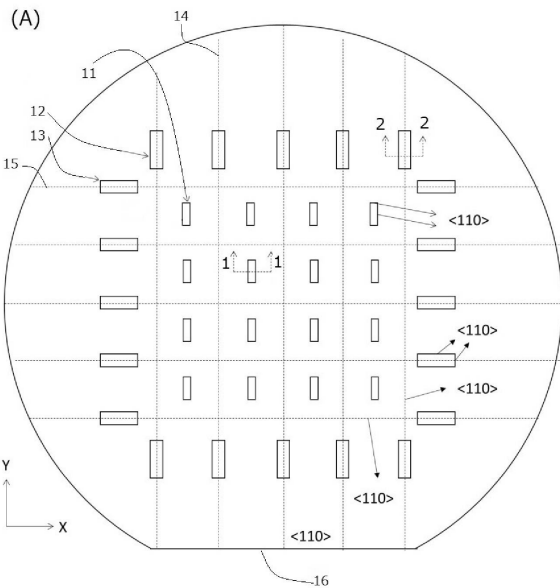
(54)【発明の名称】 シリコンウェーハ切断方法

(57)【要約】

【課題】表面の繊細な機能的構造の損傷を回避し、ウェーハを個々のチップに正確に切断し、正確なパターン形成を導けるウェーハ切断方法を提供する。

【解決手段】両面研磨されたシリコンウェーハであって、機能的構造が準備される表面と当該表面と対になる裏面を有する前記シリコンウェーハを準備する工程と、前記シリコンウェーハの表面に複数の貫通穴および機能的構造を形成する工程と、前記貫通穴によって定義された切断経路に沿って前記シリコンウェーハをダイシングする工程とを備え、前記シリコンウェーハから切断分離された個々のチップには、少なくとも1種類の機能が含まれていることを特徴とするシリコンウェーハ切断方法。

【選択図】図1 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両面研磨されたシリコンウェーハを準備する工程と；
前記シリコンウェーハに複数の貫通穴を形成すると共に、前記シリコンウェーハの表側表面に複数の機能的構造を形成する工程と；
前記シリコンウェーハの表側表面を保護基板に取り付けることにより、前記シリコンウェーハの裏側表面にパターンを作成する際の損傷から表側表面を保護する工程と；
前記シリコンウェーハをダイシングする工程であって、ウェーハステージ上に前記シリコンウェーハの裏側表面を堅固に取り付けて、前記シリコンウェーハをウェーハキャリアステージに載置する工程と、貫通穴によって規定される経路に沿ってダイシングソーにより前記シリコンウェーハを切断する工程とを含むと共に、
前記ダイシングソーまたは前記ウェーハキャリアステージは回動可能であり、ダイシングソーを定義された前記経路に合わせるように前記回動の状態を制御して、前記シリコンウェーハから切断され分離された矩形形状の各チップが少なくとも1つの機能的構造を含むように切り離すことを特徴とする、シリコンウェーハの切断方法。

10

【請求項 2】

前記両面研磨されたシリコンウェーハは、低圧化学蒸着（LP CVD）装置を使用することにより、シリコンウェーハ上の窒化シリコン（Si N x）または炭化シリコン（Si C）の薄層でコーティングされる、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

20

【請求項 3】

前記貫通穴は、表面および裏面が長方形または正方形であることを特徴とする請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 4】

前記シリコンウェーハが Si {1 0 0} ウェーハの場合、前記貫通穴の端は< 1 1 0 > 方向に平行である、請求項 3 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 5】

前記シリコンウェーハ上の機能的構造は、自立型の Si N x または Si C よりなる膜であり、自立型の Si N x または Si C よりなる膜は電子顕微鏡用チップ用の電子透過性の窓である、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

30

【請求項 6】

前記機能的構造は、前記シリコンウェーハの Si N x もしくは Si C 層上に堆積された Al、Ag、Au、C、Cr、Cu、Ge、Ir、In、Mo、Ni、Pt、Pd、Si、Ti、W、AuGe、Al₂O₃、ITO（Indium Tin Oxide）、GaAs、SiN、SiO₂、MgO、TiN、TiO₂、Ta₂O₅、HfO₂、エポキシベースのフォトレジスト、またはポリイミドである、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 7】

前記機能的構造がセンサまたは集積回路である、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

40

【請求項 8】

前記機能的構造が、前記シリコンウェーハの表面上に二次元アレイで配置される、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 9】

前記貫通穴は、前記シリコンウェーハの裏面を、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、Si N x または Si C コーティング層の選択エッチング、フォトレジスト除去、及びウェットエッチングのパターニングの各工程を経て処理することにより形成される、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 10】

フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、コーティング層の選択的エッチング、およびフォトレジスト除去ならなるパターニングの各工程において、前記シリコ

50

ンウェーハの表側表面が保護基板上に取り付けられる、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 1】

前記保護基板は、前記パターニングの各工程に前記シリコンウェーハを機械的に支持できるシリコンウェーハ、アルミニウムディスク、または他の材料である、請求項 9 又は 10 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 2】

前記自立膜の窓の機能的構造が、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、コーティング層の選択的エッチング、フォトレジスト除去、及びウェットエッチングで前記シリコンウェーハの裏側表面を処理することにより形成される、請求項 5 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

10

【請求項 1 3】

前記フォトレジストコーティングは、スピンコーティングまたはスプレーコーティングで行うことができる、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 4】

前記フォトリソグラフィが、設計された CAD パターンをフォトレジストでコーティングされた表面に転写することができるレーザ源を使用することによって実行される、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 5】

前記現像が、2.35%水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) 水溶液を使用して露光領域上のフォトレジストを除去することにより行われる、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

20

【請求項 1 6】

前記選択エッチングは、前記現像の後に前記 SiNx または SiC の層が露出している領域を選択的にエッチングする選択エッチング装置または熱リン酸を用いて行われる、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 7】

前記フォトレジスト除去が、前記シリコンウェーハ上の前記フォトレジストを除去できる N-メチルピロリドン (NMP)、又はイソプロピルアルコール (IPA) を使用することにより行われる、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

30

【請求項 1 8】

前記ウェットエッチングは、50℃～95℃の範囲の KOH または TMAH 水溶液を用いた異方性エッチングである、請求項 9 又は 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 1 9】

前記貫通穴の設計された構造は、前記自立型 SiNx または SiC 膜が粘着テープで除去されて、先端が切り取られたピラミッド形状の貫通穴を形成される、請求項 9 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 2 0】

前記自立膜が維持され、前記窓として機能する、請求項 12 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

40

【請求項 2 1】

前記機能的構造は、前記貫通穴が前記シリコンウェーハに存在するときに、前記シリコンウェーハの表側表面に形成される、請求項 5、6 又は 7 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 2 2】

前記シリコンウェーハの表側表面上への前記機能的構造の形成工程には、さらにパターニング又は材料堆積プロセスを含む、請求項 5、6 又は 7 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 2 3】

前記パターニングプロセスが、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ又は現

50

像からなる、請求項 22 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 24】

前記フォトリソグラフィは、前記貫通穴を位置決め基準マークとして使用することにより、前記機能的構造のパターンをフォトレジスト被覆表面上の設計された位置に転写する、請求項 23 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 25】

前記材料堆積プロセスは、LPCVD、プラズマ強化化学気相堆積（PECVD）、電子ビーム蒸発および堆積、スパッタ堆積、または原子堆積方法である、請求項 22 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 26】

前記シリコンウェーハの切断経路が、一対の前記貫通穴の縁部の対応する同じ位置を通り、前記一対の貫通穴の他の縁部と平行である請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 27】

切断経路は、必ずしも一対の貫通穴を横切る必要はない、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 28】

ダイシング中に前記ダイシングソーが前記シリコンウェーハの表側表面に対向する請求項 1～27 のいずれかに記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 29】

前記シリコンウェーハの表側表面をフォトレジストでコーティングして、前記表側表面上の機能的構造を保護する、請求項 28 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【請求項 30】

ウェーハキャリアステージへの前記シリコンウェーハの裏面の取り付けは、前記シリコンウェーハを粘着シート上に配置し、次いで前記粘着シートを前記ウェーハキャリアステージにセットすることによって行われる、請求項 1 に記載のシリコンウェーハの切断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面の繊細な機能的構造の損傷を回避し、ウェーハを個々のチップに正確に切断し、正確なパターン形成を導けるシリコンウェーハ切断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

集積回路（IC）や半導体デバイスの分野でよく知られているように、機能領域のアレイが形成された半導体ウェーハは、ダイシング工程を経て、各々のウェーハが機能領域を有するように、複数のチップに分割される。ナノスケールで発生するプロセスをその場で観察するために、透過型電子顕微鏡の分野でのチップ、特に Si チップの応用が大きな注目を集めている。これらのチップは通常 E チップと呼ばれ、その上に窒化ケイ素膜、電極、または発熱体などの機能的特徴が組み込まれている。チップは、ウェーハからダイシングまたはカッティングすることによっても得られる。

【0003】

ダイシングソーは、半導体またはマイクロエレクトロメカニカルシステム（Micro Electro Mechanical Systems：MEMS）で広く使用されているウェーハ分離方法である。ソーイング技術では、高回転数で回転する先端のダイヤモンド鋸が接触し、ウェーハ上の分割線に沿ってウェーハを切断する。ウェーハソーイング操作では、ウェーハはウェーハキャリア上の接着シートに強力に接着され、切断中のウェーハの安定を保證する。そして、鋸はウェーハ上の一連の平行な経路によってウェーハを切断する。切断が一方向に終了した後、鋸または切断テーブルを 90 度回転させながら、切断は前の方向に垂直な方向に沿って進行する。

【0004】

10

20

30

40

50

Eチップ上の半導体センサーチップの自立カンチレバー、及び吊り下げられた自立した窒化ケイ素膜などの機能的特徴は壊れやすいので、ダイシングプロセスではチップ上のこれらの壊れやすい部分の損傷を回避する必要がある。切断経路は慎重に選択する必要がある。これにより、ウェーハ上の機能フィーチャが切断経路から一定の距離を保ち、ウェーハ上の各機能ユニットが損傷するのを防ぐことができる。さらに、ダイシングにより、個々のウェーハのエッジにチップングやクラックなどの欠陥が生じる可能性がある。欠陥は、チップ上の機能部品にまで及ぶリスクがあり、チップの故障につながる。1つの原因は、切断経路が特定の結晶方向から逸れることである。たとえば、 $Si\{100\}$ ウェーハの結晶方向 $\langle 110 \rangle$ は、シリコンウェーハを分離する際の慣習的な分割方向である。通常、 $Si\{100\}$ ウェーハのスクライブまたは劈開は、その $\langle 110 \rangle$ 方向に適用される。分割方向が $\langle 110 \rangle$ 方向に正確に揃えられていないと、欠陥が発生しやすくなる。さらに、MEMSまたは液体セル透過型電子顕微鏡(LC-TEM)の分野では、2つ以上のチップを積み重ねてデバイスを形成する場合がある。個々のチップの真っ直ぐで正確なエッジによって、積み重ねるチップの位置合わせが容易になるため、生産効率が向上する。したがって、ダイシング操作の前に、切断経路に注意深くマークを付ける必要がある。

10

20

30

40

50

【0005】

一方、電気素子などの機能的特徴のいくつかは、ウェーハダイシングの前にウェーハの特定の領域に堆積される。機能要素は、通常、半導体ウェーハ上の特定の位置に配置される。フォトリソグラフィは、ウェーハ上のレジストをパターン化して、希望の位置に材料を確実に堆積させるために使用される。正確なパターン形成を実現するために、フォトリソグラフィをガイドする必要がある。ウェーハ上の位置決め基準マークは、フォトリソグラフィでは不可欠である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2015-191992号公報

【特許文献2】特開2017-208411号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】2.1 MEMSプロセス『産業のマメ、MEMS(メムス)』一般財団法人マイクロマシンセンター(2017年10月)p. 71593408343499_0

【非特許文献2】ナノ機械構造体形成技術の開発『高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト-NEDO』(平成18年-20年)p. 3 <https://www.nedo.go.jp/content/100079614.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

半導体、MEMS、または透過型電子顕微鏡(TEM)に使用されるチップの製造で懸念される課題には、個々のチップの壊れやすい部品の損傷、個々のチップフレームの不規則なエッジまたは欠陥のあるエッジ、および機能的特徴の堆積パターンの信頼性の高い位置合わせガイドに欠けていることである。これらの問題は、チップの故障につながり、歩留まりを低下させ、チップのコストを増加させる可能性がある。

本発明の目的は、個々のチップ上の脆弱部分を保護し、正確な刃先を得るために、ダイシング経路を正確にマークすることである。本発明の別の目的は、所望の位置でのフォトリソグラフィのパターン形成を確実にするために、ウェーハ上にはっきりと見える位置決め基準マークを形成することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

【1】 本発明のウェーハ切断方法は、例えば図1に示すように、両面研磨されたシリコンウェーハを準備する工程と；

前記シリコンウェーハに複数の貫通穴を形成すると共に、前記シリコンウェーハの表側表面に複数の機能的構造を形成する工程と；

前記シリコンウェーハの表側表面を保護基板に取り付けることにより、前記シリコンウェーハの裏側表面にパターンを作成する際の損傷から表側表面を保護する工程と；

前記シリコンウェーハをダイシングする工程であって、ウェーハステージ上に前記シリコンウェーハの裏側表面を堅固に取り付けて、前記シリコンウェーハをウェーハキャリアステージに載置する工程と、貫通穴によって規定される経路に沿ってダイシングソーにより前記シリコンウェーハを切断する工程とを含むと共に、

前記ダイシングソーまたは前記ウェーハキャリアステージは回動可能であり、ダイシングソーを定義された前記経路に合わせるように前記回動の状態を制御して、前記シリコンウェーハから切断され分離された矩形形状の各チップが少なくとも1つの機能的構造を含むように切り離すことを特徴とする、シリコンウェーハの切断方法。

10

【0010】

【2】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記両面研磨されたシリコンウェーハは、低圧化学蒸着（LPCVD）装置を使用することにより、シリコンウェーハ上の窒化シリコン（SiNx）または炭化シリコン（SiC）の薄層でコーティングされるとよい。

好ましくは、前記コーティング層の厚さは、10～200nmの範囲であるとよい。

【3】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記貫通穴は、表面および裏面が長方形または正方形であるとよい。

20

【4】 本発明のウェーハ切断方法【3】において、好ましくは、前記シリコンウェーハがSi{100}ウェーハの場合、前記貫通穴の端は<110>方向に平行であるとよい。好ましくは、前記貫通穴の端は特定の結晶学的方向に平行であるとよい。

【0011】

【5】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記シリコンウェーハ上の機能的構造は、自立型のSiNxまたはSiCよりなる膜であり、自立型のSiNxまたはSiCよりなる膜は電子顕微鏡用チップ用の電子透過性の窓であるとよい。

【6】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記機能的構造は、前記シリコンウェーハのSiNxもしくはSiC層上に堆積されたAl、Ag、Au、C、Cr、Cu、Ge、Ir、In、Mo、Ni、Pt、Pd、Si、Ti、W、AuGe、Al₂O₃、ITO（Indium Tin Oxide）、GaAs、SiN、SiO₂、MgO、TiN、TiO₂、Ta₂O₅、HfO₂、エポキシベースのフォトレジスト、またはポリイミドであるとよい。

30

【7】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記機能的構造がセンサーまたは集積回路であるとよい。

【0012】

【8】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記機能的構造が、前記シリコンウェーハの表面上に二次元アレイで配置されるとよい。

好ましくは、前記シリコンウェーハがSi{100}ウェーハである場合、前記機能的構造のすべての列と行は<110>方向に平行であるとよい。

40

【9】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、前記貫通穴は、前記シリコンウェーハの裏面を、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、SiNxまたはSiCコーティング層の選択エッチング、フォトレジスト除去、及びウェットエッチングのパターニングの各工程を経て処理することにより形成されるとよい。

好ましくは、前記ウェットエッチング後、前記シリコンウェーハの表面の自立膜が露出する。前記貫通穴は、自立膜を取り除くことによって形成されるとよい。

【10】 本発明のウェーハ切断方法【1】において、好ましくは、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、コーティング層の選択的エッチング、およびフォトレジスト除去ならなるパターニングの各工程において、前記シリコンウェーハの表側表面が保護基板上に取り付けられるとよい。

50

好ましくは、前記取り付けは接着剤を用いて行われ、〔９〕に開示されたプロセスの間、基板上でウェーハが安定するようにするとよい。接着剤は、フォトレジスト、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等の接着剤であるとよい。

〔１１〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１０〕において、好ましくは、前記保護基板は、パターニングの各工程中に前記シリコンウェーハを機械的に支持できるシリコンウェーハ、アルミニウムディスク、または他の材料であるとよい。

〔００１３〕

〔１２〕 本発明のウェーハ切断方法〔４〕において、好ましくは、前記自立膜の窓の機能的構造が、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ、現像、コーティング層の選択的エッチング、フォトレジスト除去、及びウェットエッチングで前記シリコンウェーハの裏側表面を処理することにより形成されるとよい。

10

好ましくは、前記ウェットエッチング後、前記シリコンウェーハの表側表面にある前記自立膜の窓が露出するとよい。

好ましくは、前記シリコンウェーハの裏側表面の処理中、〔１〕、〔１０〕又は〔１１〕に記載されるように、前記シリコンウェーハの表側表面は保護されるとよい。

好ましくは、前記貫通穴と前記自立膜の窓の形成は同時に行うことができるとよい。

〔１３〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記フォトレジストコーティングは、スピンコーティングまたはスプレーコーティングで行うことができるとよい。

好ましくは、関連する機械がコーティングを行うのに使用されるとよい。

20

〔１４〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記フォトリソグラフィが、設計されたＣＡＤパターンをフォトレジストでコーティングされた表面に転写することができるレーザ源を使用することによって実行されるとよい。

好ましくは、前記シリコンウェーハの裏面に形成された貫通穴パターンの単位は、長方形または正方形の幾何学的形状を有し、長方形または正方形のパターンの四辺は、 $S i \{100\}$ ウェーハの $\langle 110 \rangle$ に平行であるとよい。

好ましくは、リソグラフィマシンは、リソグラフィパターンを前記シリコンウェーハの特定の方向に合わせるために、前記シリコンウェーハの回転を可能にするとよい。

〔００１４〕

〔１５〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記現像が、２．３５％水酸化テトラメチルアンモニウム（ＴＭＡＨ）水溶液を使用して露光領域上のフォトレジストを除去することにより行われるとよい。

30

〔１６〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記選択エッチングは、前記現像の後に前記 $S i N x$ または $S i C$ の層が露出している領域を選択的にエッチングする選択エッチング装置または熱リン酸を用いて行われるとよい。

〔１７〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記フォトレジスト除去が、前記シリコンウェーハ上の前記フォトレジストを除去できるＮ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）、イソプロピルアルコール（ＩＰＡ）等を使用することにより行われるとよい。

好ましくは、前記保護基板と前記シリコンウェーハ間の接着剤も溶解できるとよい。

40

好ましくは、前記シリコンウェーハは前記保護基板から分離することができるとよい。

〔１８〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕又は〔１２〕において、好ましくは、前記ウェットエッチングは、 $50^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ の範囲の $K O H$ または $T M A H$ 水溶液を用いた異方性エッチングであるとよい。

〔００１５〕

〔１９〕 本発明のウェーハ切断方法〔９〕において、好ましくは、前記貫通穴の設計された構造は、前記自立型 $S i N x$ または $S i C$ 膜が粘着テープまたは他の適用可能な道具で除去されて、先端が切り取られたピラミッド形状の貫通穴を形成されるとよい。

〔２０〕 本発明のウェーハ切断方法〔１２〕において、好ましくは、前記自立膜が維持され、窓として機能するとよい。

50

【 0 0 1 6 】

【 2 1 】 本発明のウェーハ切断方法【 5 】、【 6 】又は【 7 】において、好ましくは、前記機能的構造は、前記貫通穴が前記シリコンウェーハに存在するときに、前記シリコンウェーハの表側表面に形成されるとよい。

【 2 2 】 本発明のウェーハ切断方法【 5 】、【 6 】又は【 7 】において、好ましくは、前記シリコンウェーハの表側表面上への前記機能的構造の形成工程には、さらにパターニング又は材料堆積プロセスを含むとよい。

【 2 3 】 本発明のウェーハ切断方法【 2 2 】において、好ましくは、前記パターニングプロセスが、フォトレジストコーティング、フォトリソグラフィ又は現像からなるとよい。
好ましくは、前記フォトレジストコーティングは【 1 3 】に記載の工程で行われるとよい。

好ましくは、前記現像は、【 1 5 】に記載の工程で行われるとよい。

【 2 4 】 本発明のウェーハ切断方法【 2 3 】において、好ましくは、前記フォトリソグラフィは、前記貫通穴を位置決め基準マークとして使用することにより、前記機能的構造のパターンをフォトレジスト被覆表面上の設計された位置に転写するとよい。

好ましくは、フォトリソグラフィは、関連する機械で実行するとよい。

【 2 5 】 本発明のウェーハ切断方法【 2 2 】において、好ましくは、前記材料堆積プロセスは、L P C V D、プラズマ強化化学気相堆積（P E C V D）、電子ビーム蒸発又は堆積、スパッタ堆積、または電子堆積方法であるとよい。

好ましくは、前記材料堆積は、関連する機器で実行されるとよい。

【 0 0 1 7 】

【 2 6 】 本発明のウェーハ切断方法【 1 】において、好ましくは、前記シリコンウェーハの切断経路が、一対の前記貫通穴の縁部の対応する同じ位置を通り、前記一対の貫通穴の他の縁部と平行であるとよい。

好ましくは、貫通穴は切断パスの位置決め基準マークとして機能するとよい。

好ましくは、前記シリコンウェーハには2セットの切断パスがあり、一方のセットに属するパスは互いに平行であり、他方のセットとの経路は互いに垂直であり、前記シリコンウェーハを複数の長方形または正方形のチップに分割するとよい。

好ましくは、S i { 1 0 0 } ウェーハの場合、切断パスは< 1 1 0 >方向に平行であるとよい。

【 2 7 】 本発明のウェーハ切断方法【 1 】において、好ましくは、切断経路は、必ずしも一対の貫通穴を横切る必要はない。

好ましくは、カットパスの位置は、貫通穴のあるパスを参照することで決定できる。

【 2 8 】 本発明のウェーハ切断方法【 1 】～【 2 7 】において、好ましくは、ダイシング中に前記ダイシングソーが前記シリコンウェーハの表側表面に対向するとよい。

【 2 9 】 本発明のウェーハ切断方法【 2 8 】において、好ましくは、前記シリコンウェーハの表側表面をフォトレジストでコーティングして、前記表側表面上の機能的構造を保護するとよい。

好ましくは、貫通穴は空の位置にあるため、貫通穴はフォトレジストで覆われず、位置決め基準マークとして機能するとよい。

【 3 0 】 本発明のウェーハ切断方法【 1 】において、好ましくは、ウェーハキャリアステージへの前記シリコンウェーハの裏面の取り付けは、前記シリコンウェーハを粘着シート上に配置し、次いで前記粘着シートを前記ウェーハキャリアステージにセットすることによって行われるとよい。

好ましくは、前記シリコンウェーハのダイシング後、前記粘着シートからチップを分離して個々のチップを得るとよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明のウェーハ切断方法によれば、異方性ウェットエッチングにより形成された貫通穴

10

20

30

40

50

が位置決め基準マークとなる。これらは、ダイシングブレードの切断経路を定義し、表面の機能的構造を作成するプロセスの基準位置として機能する。貫通穴を形成する主なプロセスには、フォトリソグラフィ、選択エッチング、ウェットエッチング、エッチングマスクの除去が含まれる。貫通穴の縁は特定の方向に平行である。 $\text{Si}\{100\}$ ウェーハの場合、これらは $\langle 110 \rangle$ 方向に位置合わせされる。透過型電子顕微鏡用の観察窓などの機能的構造は、エッチングマスクの除去を除いて、貫通穴の形成と組み合わせて形成できる。他の機能的構造は、貫通穴の形成後に形成する。

【0019】

本発明で使用する装置または技術（フォトリソグラフィ、RIE、ウェットエッチング、スパッタ蒸着またはPECVD、およびダイシング）は、半導体または微細加工の分野では通常用いられている。従って、この特許に記載されている操作は、当業者であればほぼ確実に実行できる。

自立型の観察窓と位置決め基準マークの位置決めの主なプロセス（フォトリソグラフィ、RIE、ウェットエッチング）は、同時に適用される。これにより、生産効率が向上する。位置決め基準マークは、ダイシングプロセスだけでなく、表面のパターン形成デポジションサイトでも有効である。この特許により、小さなチップを費用対効果の高い方法で製造できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す要部構成図で、(A)はダイシング前の窒化シリコン(SiN_x)コーティングシリコンウェーハの表面の平面図、(B)はウェーハの裏面の平面図である。

【図2】(A)は図1(A)の1-1線における断面図、(B)は図1(A)の2-2線における断面図である。

【図3】個々のチップを製造するフローチャートを示している。

【図4】フォトレジストを現像した後の表面を示している。

【図5】ダイシング後の個々のチップの表面および裏面の平面図である。

【図6】本発明の第2の実施形態を示す説明図で、(A)はダイシング前の SiO_2 スペーサーを備えた炭化ケイ素(SiC)コーティングシリコンウェーハの表面の平面図、(B)はウェーハの裏面の平面図である。

【図7】図6(A)の3-3線における断面図である。

【図8】個々のチップを製造するフローチャートを示している。

【図9】フォトレジストを現像した後の表面の平面図である。

【図10】ダイシング後の2種類のチップの表面と裏面の平面図である。

【図11】本発明の第3の実施形態を示す説明図で、(A)はダイシング前のAu電極付きの窒化シリコン(SiN_x)コーティングシリコンウェーハの表面の平面図、(B)はウェーハの裏面の平面図である。

【図12】(A)は図11(A)の4-4線における断面図、(B)は図11(A)の5-5線における断面図である。

【図13】個々のチップを製造するフローチャートを示している。

【図14】フォトレジストを現像した後の表面の平面図である。

【図15】ダイシング後の個々のチップの表面と裏面の平面図である。

【図16】本発明の第4の実施形態を示す説明図で、(A)はダイシング前のセンサまたはIC機能を備えた窒化シリコン(SiN_x)でコーティングされたシリコンウェーハの表面の平面図、(B)はウェーハの裏面の平面図である。

【図17】図16(A)の6-6線における断面図である。

【図18】個々のチップを製造するフローチャートを示している。

【図19】ダイシング後の個々のチップの表面と裏面の平面図である。

【図20】ダイシングマシンの一例を示す要部構成図で、(A)は平面図、(B)は正面図を表している。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を用いて、本発明を説明する。

本発明のシリコンウェーハ切断方法は、走査／透過型電子顕微鏡（S／TEM）及び液体セル走査／透過型電子顕微鏡（LC-S／TEM）、センサ、並びに集積回路用のマイクロチップの製造に使用される。

【実施例1】

【0022】

図1（A）と（B）は、ダイシング前のSi{100}ウェーハの表面図と背面図である。ウェーハの表面側には、複数の小さな自立膜11、貫通穴12（縦方向位置決め用）、貫通穴13（横方向の位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線14（縦方向）と切断基準線15（横方向）を有している。ウェーハの裏面側には、裏面空洞部17、裏面貫通穴18（縦方向位置決め用）、裏面貫通穴19（横方向位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）を有している。

ウェーハの周縁の一部には、ウェーハの結晶軸の方向を示すオリフラ16（Orientation Flat）と呼ばれる直線の切れ込みが設けられている。なお、オリフラ16は小口径ウェーハと呼ばれる2インチから6インチウェーハに設けられるもので、8インチ以上のウェーハからは、ノッチと呼ばれるV字型の切れ込みが主流となり、12インチのウェーハはノッチのみである。

ここで、ウェーハの表面側と裏面側の横方向とは、オリフラ16と平行な方向をいい、ウェーハの表面側と裏面側の縦方向とは、オリフラ16と直交する方向をいう。ウェーハの表面側では切断基準線14（縦方向）と切断基準線15（横方向）で囲われた領域が一個のチップを構成する。このチップは、ウェーハの裏面側では切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）で囲われた領域となる。

【0023】

自立膜11は電子透過性SiNxでできている。自立膜11の面積は $50\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ で、厚さは50nmである。ウェーハの裏面側には、自立膜11に対応する位置に裏面空洞部17が存在する。図2（A）、（B）はそれぞれ図1（A）の1-1線、2-2線の位置での断面図である。

貫通穴12（縦方向位置決め用）は、切断基準線15（横方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線14（縦方向）の示す位置に設けられる。貫通穴12の長手方向は切断基準線14（縦方向）と一致している。

貫通穴13（横方向の位置決め用）は切断基準線14（縦方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線15（横方向）の示す位置に設けられる。貫通穴13（横方向の位置決め用）の長手方向は切断基準線15（横方向）と一致している。

ウェーハの裏面に位置する裏面貫通穴18（縦方向位置決め用）は、貫通穴12（縦方向位置決め用）に対応する位置にある。裏面貫通穴19（横方向位置決め用）は、貫通穴13（横方向の位置決め用）に対応する位置にある。

【0024】

図1（A）の2-2線が貫通穴12（裏面貫通穴18に対応）を通過すると共に、図1（A）の1-1線は自立膜11であるSiNx膜を通過する。図2（A）、（B）に示すように、どちらも先端が切り取られたピラミッド型の穴である。ただし、図1（A）の1-1線の自立膜11で塞がれた穴（裏面空洞部17に対応）は、表面側の面が自立膜11であるSiNx膜によって塞がれている。また、貫通穴13（裏面貫通穴19に対応）も、貫通穴12（裏面貫通穴18に対応）と同様の形状をしている。この自立膜11で塞がれた穴と、貫通穴12、13は、高温のKOH水溶液を使用した異方性ウェットエッチングによって作成される。したがって、2種類の穴の傾斜した壁は、表面と裏面の側面に対して約54.7度の角度を有している。表面と裏面の貫通穴12、13、18、19の開口部は、長方形の形状である（図1（A）および（B））。これらの開口部の4つのエッジは、 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行である。

【0025】

図1 (A)、(B)に示すウェーハ表面と裏面の破線は、ダイシングブレードの切断経路であり、ウェーハを個々のチップに分割する為に用いられる。ウェーハ表面には切断基準線14 (縦方向)と切断基準線15 (横方向)があり、ウェーハ裏面には切断基準線14 (縦方向)と切断基準線15 (横方向)に対応する切断基準線 (縦方向)と切断基準線 (横方向)がある。隣接する自立膜11の、横方向または縦方向の2本間隔毎に切断経路がある。表面の切断経路は、貫通穴12、13の開口部の位置によって定義される。切断経路は、1組の貫通穴12、13の2つの開口部の平行な辺の中点を横切っている。ウェーハの表側が切断ブレードに面し、裏側が粘着フィルムに強く貼り付けられるため、表側の貫通穴12、13の開口部が切断ブレードをガイドする位置決め基準マークとなる。貫通穴12、13は、チップのメッシュの境界から外れている。

10

図1 (A)に示すように、2次元の表面の位置をX-Y座標系で定義できる。切断経路である切断基準線14 (縦方向)と切断基準線15 (横方向)が<110>方向に整列するように、2つの対となる貫通穴12、13の開口部は同じXまたはYの値にある必要がある。表面の自立膜11の4つのエッジと裏面の対応する裏面空洞部17の開口部も<110>方向に揃っている。これは、自立膜11のすべての列と行が<110>方向に平行であることを意味する。

【0026】

図3は、個々のチップを製造するフローチャートを示している。最初に、SiNx層は、両面研磨されたSi {100}ウェーハ上に低圧化学気相堆積 (LPCVD) でコーティングされる (図3 (A))。SiNx層の厚さは50 nmである。シリコンウェーハには、<110>方向に平行な平坦面であるオリフラ16がある。市販のSi {100}ウェーハには、通常、<110>方向に整列した1つまたは2つのオリエンテーション・フラットを有する。自立したSiNx膜を備えたウェーハの一方の面を表面と呼ぶ。次のプロセスでの損傷から表面のSiNxコーティング層を保護するために、ウェーハの表側の面が接着剤で保護用の基板に接着される。ここで、保護用の基板は、請求項に記載の保護基板に相当するもので、加工対象となるウェーハを保護するためにダイシング装置と当該加工対象となるウェーハとの間に設けられる。

20

【0027】

ウェーハの裏面はフォトレジストでコーティングされている (図3 (B))。自立膜と貫通穴を作成するためのパターンは、フォトリソグラフィと現像手順によってフォトレジストに転写される (図3 (C))。当該パターンの構成単位は、長方形を有している。ここで、リソグラフィ装置は、設計されたCADパターンを前記シリコンウェーハの裏面にコーティングされたフォトレジストに転写することができるレーザ源を使用して実行される。レーザ源としては、例えば高圧水銀灯のg線 (波長436 nm)、i線 (波長365 nm)、KrFエキシマレーザー (波長248 nm)、ArFエキシマレーザー (波長193 nm) がある。また、リソグラフィ装置には、記録位置、回転ステージ、および顕微鏡のソフトウェアも装備されている。これらの部材により、リソグラフィーの前に露光パターンをウェーハの特定の方向に合わせることができる。

30

【0028】

図4は、フォトレジストを現像した後の表面を示すもので、パターンニング後の正面図を示している。パターンの構成単位の4つの側面は、可能な限り正確に<110>方向に合わせる必要がある。それを達成するために、フォトリソグラフィは、パターンを位置合わせするための基準としてシリコンウェーハの平坦面であるオリフラ16を利用する。フォトレジストは2.35%の水酸化テトラメチルアンモニウム (Tetramethylammonium hydroxide: TMAH) で現像される。

40

図3に戻り、露出領域は、反応性イオンエッチング (reactive ion etching: RIE) または熱リン酸水溶液によって等方的にエッチングされ、露光領域のSiNx層が除去される (図3 (D))。また、フォトレジストは、N-メチルピロリドン (NMP) などの有機洗剤を使用して、裏面から除去される。接着剤も有機溶液に溶けるからである。し

50

たがって、ウェーハと保護用の基板も同時に分離される。

【0029】

異方性ウェットエッチングは、加熱された水酸化カリウム（ KOH ）水溶液（例えば、 90°C ）で約8時間実行される（図3（E））が、 KOH 水溶液の温度は $50^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$ の範囲でもよく、この場合は KOH 水溶液の温度に応じて処理時間を増減する。 SiNx 層は KOH エッチングに対する耐性が高いため、ウェットエッチングは SiNx 層がないサイトでのみ発生する。これは、 KOH 溶液がパターン化された領域を単純にエッチングすることを意味する。シリコンウェーハの $\{111\}$ 面のエッチング速度が最も遅い。エッチングキャビティの $\{111\}$ 面が完全に露出しているため、ウェットエッチングは遅くなる。そして、表面の SiNx 膜も現れる。エッチングがこのポイントに達すると、エッチングを停止する。エッチングにより、先端が切り取られたピラミッド型の空洞が作成される。表面と裏面のキャビティのエッジは、 $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って整列している。

10

【0030】

表面の設計された貫通穴にある自立した SiNx 膜を粘着テープで取り除く（図3（F））。走査型又は透過型の電子顕微鏡で観察窓として機能する他の SiNx 膜は、ダイシングする前にスプレーコーティング装置で表面のフォトレジストをコーティングすることによって保護される。

ウェーハの分離は、例えば株式会社ディスコ製の型名DAD323等のダイシングマシンで行なう（図3（G））。ウェーハ裏面は粘着シートに強固に接着され、ダイシングマシンのキャリアステージに搭載される。切断経路は、ダイシングマシンで調整および制御される。ダイシングソーは、表面の貫通穴の開口部の位置によって定義された線に沿って移動する。これにより、個別チップが製造される（図3（H））。

20

【0031】

個別チップの表面と裏面の平面図を図5に模式的に示す。図5は、ダイシング後のチップの表面と裏面の平面図で、（A）はチップの表面、（B）はチップの裏面を示している。個々のチップには、独立した SiNx 膜の自立膜11があり、長方形の形状である。

【実施例2】

【0032】

ダイシング法は、液体セル（走査型）透過型電子顕微鏡（liquid cell (scanning) transmission electron microscope: LC-(S)TEM）用のチップを製造するのに使用される。図6（A）はダイシング前の $\text{Si}\{100\}$ ウェーハの表面図、（B）は背面図である。ウェーハの表面側には、複数の小さな自立膜21、自立膜21b、 SiO_2 領域21c、貫通穴22（縦方向位置決め用）、貫通穴23（横方向の位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線24（縦方向）、24bと切断基準線25（横方向）、25bを有している。ウェーハの裏面側には、裏面空洞部27、裏面貫通穴28（縦方向位置決め用）、裏面貫通穴29（横方向位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）を有している。

30

ウェーハの周縁の一部には、ウェーハの結晶軸の方向を示すオリフラ26（Orientation Flat）と呼ばれる直線の切れ込みが設けられている。ここで、ウェーハの表面側と裏面側の横方向とは、オリフラ26と平行な方向をいい、ウェーハの表面側と裏面側の縦方向とは、オリフラ26と直交する方向をいう。

40

【0033】

自立膜21は電子透過性 SiC でできている。自立膜21の面積は $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ で、厚さは 100nm である。自立膜21の下穴（裏面空洞部27）と貫通穴22、23の穴は、先端が切り取られたピラミッド形状を示しており、それらの断面形状は、それぞれ図2（A）、（B）のものと同様である。

図6（A）では、 SiO_2 領域を符号21cにより示している。 SiO_2 領域21cは、チップの中央の2列にのみ存在するもので、自立膜21bの四辺に対応する位置に配置される。 SiO_2 領域21cは、最上部の SiC 層上に堆積されるもので、例えば 200nm の厚さを有するものであるが、これに限定されない。 SiO_2 パターンを作成するため

50

のフォトリソグラフィ中に、自立膜 2 1 b が形成され、その位置を X-Y 座標系で定義できる。

S i O₂ パターンを作るためのフォトリソグラフィ間に、貫通穴 2 2、2 3 が形成されている。貫通穴の位置を参考にして、S i O₂ の堆積を設定できる。これは、貫通穴 2 2、2 3 が、S i O₂ のパターニング中に位置基準マークとして機能できることを意味する。これは、貫通穴が 2 つのプロセス、つまり、S i O₂ の堆積と最終切断ステップの位置決め基準マークとして機能できることを示している。

【0034】

貫通穴 2 2（縦方向位置決め用）は、切断基準線 2 5（横方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線 2 4（縦方向）の示す位置に設けられる。貫通穴 2 2 の長手方向は切断基準線 2 4（縦方向）と一致している。切断基準線 2 4 b と切断基準線 2 4（縦方向）は交互に設けられるもので、切断基準線 2 4 b には貫通穴 2 2 が設けられていない。

10

貫通穴 2 3（横方向の位置決め用）は切断基準線 2 4（縦方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線 2 5（横方向）の示す位置に設けられる。貫通穴 2 3（横方向の位置決め用）の長手方向は切断基準線 2 5（横方向）と一致している。切断基準線 2 5 b と切断基準線 2 5（横方向）は交互に設けられるもので、切断基準線 2 5 b には貫通穴 2 3 が設けられていない。

裏面貫通穴 2 8（縦方向位置決め用）は、貫通穴 2 2（縦方向位置決め用）に対応する位置にある。裏面貫通穴 2 9（横方向位置決め用）は、貫通穴 2 3（横方向の位置決め用）に対応する位置にある。

20

【0035】

自立膜 2 1 の下の穴（裏面空洞部 2 7 に対応）と貫通穴 2 2、2 3 の穴（裏面貫通穴 2 8、2 9 に対応）は、高温の T M A H 水溶液を使用したウェットエッチングによって形成される。表裏両面の貫通穴 2 2、2 3、2 8、2 9 の開口形状は長方形である（図 6（A）、（B））。表面の膜と裏面の対応する開口部は、正方形の形状をしている（図 6（A）および（B））。2 種類の穴のエッジは、< 1 1 0 > 方向に平行である。

【0036】

ウェーハ表面には切断基準線 2 4（縦方向）、2 4 b と切断基準線 2 5（横方向）、2 5 b があり、ウェーハ裏面には切断基準線 2 4（縦方向）、2 4 b と切断基準線 2 5（横方向）、2 5 b に対応する切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）があり、破線で示されている。これら破線はダイシングブレードの切断経路であり、ウェーハを個々のチップに分割する為に用いられる。隣接する自立膜 2 1 の、横方向または縦方向の 2 つの間隔毎に切断経路がある。表面の切断経路は、貫通穴 2 2、2 3 の開口部の位置によって定義される。切断経路 2 4、2 5 は、1 組の貫通穴 2 2、2 3 の 2 つの開口部の平行な辺の中点を横切っている。ウェーハの表側が切断ブレードに面し、裏側が粘着フィルムに強く貼り付けられるため、表側の貫通穴 2 2、2 3 の開口部が切断ブレードをガイドする位置決め基準マークとなる。貫通穴 2 2、2 3 は、チップのメッシュの境界から外れている。

30

【0037】

図 6（A）に示すように、2 次元の表面の位置を X-Y 座標系で定義できる。自立膜 2 1 を有するチップを製造するための切断経路では、切断基準線 2 4（縦方向）と切断基準線 2 5（横方向）が< 1 1 0 > 方向に整列するように、2 つの対となる貫通穴 2 2、2 3 の開口部は同じ X または Y レベルにある必要がある。表面の自立膜 2 1 の 4 つのエッジと裏面の対応する裏面空洞部 2 7 の開口部も< 1 1 0 > 方向に揃っている。これは、自立膜 2 1 のすべての列と行が< 1 1 0 > 方向に平行であることを意味する。

40

【0038】

自立膜 2 1 b と S i O₂ 領域 2 1 c を有するチップを製造するための切断経路では、切断基準線 2 4 b と切断基準線 2 5 b を含む切断経路が用いられる。切断基準線 2 4 b と切断基準線 2 5 b で示す切断経路には、縦方向位置決め用又は横方向位置決め用の貫通穴はない。つまり、切断経路 2 4 b、2 5 b の位置は、隣接する切断経路 2 4、2 5 によって定

50

義される。切断工程中、ウェーハの表面は切断ブレードに面し、裏面は接着フィルムに強力に付着する。切断基準線 24b は、2つの切断基準線 24 の中央にある。そして、切断基準線 25b は、切断基準線 25 の中央にある。ウェーハ表側の特定位置に SiO_2 を堆積させる。

【0039】

図7は図6(A)に示す符号3-3線の位置での断面図である。LC-(S)TEMでは、液体セルの重要な部分は2つのスタッキングマイクロチップである。2つのチップの距離は、スペーサーによって制御される。この実施形態では、カラム2および3のチップをカラム1および4のチップと対にして、液体セルを形成することができる。 SiO_2 はスペーサーとして機能する。

10

【0040】

図8は、個々のチップを製造するフローチャートを示している。最初に、 SiC 層は、LPCVD装置を用いて両面研磨された $\text{Si}\{100\}$ ウェーハ上にコーティングされる(図8(A))。 SiC 層の厚さは10nmである。シリコンウェーハには、 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行な平坦面がある。自立した SiC 膜を備えたウェーハの片側を(表側)表面と呼ぶ。ウェーハは、表面の接着剤で基板に接着され、表面の SiC コーティング層を後続のプロセスの損傷から保護する。

ウェーハの裏側表面は、スピンコーティング装置を使用してフォトレジストでコーティングされる(図8(B))。

自立膜と貫通穴のパターンは、マスクレス・リソグラフィシステムによってフォトレジストに転写される(図8(C))。貫通穴と膜パターンの形状は、それぞれ長方形と正方形である。図9に示すように、パターンの4つの側面は、リソグラフィ装置で $\langle 110 \rangle$ 方向に位置合わせされる。それを達成するために、フォトリソグラフィは、パターンを位置合わせするための基準としてシリコンウェーハの平坦面であるオリフラ26を利用する。

20

【0041】

露光領域は、それらの領域の SiC 層を除去するためにRIE装置によってエッチングされる(図8(D))。一方、他の領域のフォトレジストはエッチングマスクとして機能する。イソプロピルアルコール(isopropyl alcohol: IPA)を使用して、裏面からレジストを除去する。接着剤も有機溶液に溶けるからである。したがって、ウェーハと基板も同時に分離される。

30

異方性ウェットエッチングは、TMAH溶液を使用して90℃で約20時間実行される(図8(E))。 SiC 層はTMAHエッチングに対する耐性が高いため、ウェットエッチングは SiC 層がないサイトでのみ発生する。これは、TMAH溶液がパターン化された領域を単純にエッチングすることを意味する。キャビティ内の $\{111\}$ 平面が完全に露出し、表面の独立した SiC 膜が現れるので、エッチングを停止する。エッチングにより、先端が切り取られたピラミッド型の空洞が作成される。表面と裏面のキャビティのエッジは、 $\langle 110 \rangle$ 方向に沿って整列している。

【0042】

表面の設計された貫通穴にある自立した SiC 膜を粘着テープで取り除く(図8(F))。

40

表面の SiO_2 スペーサーを準備するために、フォトレジストはスピンコーティング装置でコーティングされ、マスクレス・リソグラフィ装置でパターン化される(図8(G))。貫通穴はフォトレジストで覆われていないため、フォトリソグラフィの光学顕微鏡で見ることができ、パターンニング中に位置決め基準マークとして機能する。

フォトレジストは2.35%TMAHで現像される(図8(H))。露光された領域には、現像後にフォトレジストがない。

【0043】

SiO_2 スペーサーが自動スパッタ堆積システムで堆積された後、貫通穴は堆積後も維持される(図8(I))。

別のダイシングマシンを使用して、ウェーハを切断する(図8(J))。貫通穴を参考に

50

して、切断経路の整列・設定ができる。2つの切断経路間のダイシングソーの移動距離は、切断機で設定できる。

この機能により、ダイシングソーは貫通穴なしで切断基準線（例えば、切断基準線 2 4 b、2 5 b）に沿ってカットでき、個々のチップが製造される（図 8（K））。

【0044】

個々のチップを図 10 に模式的に示す。図 10 は、ダイシング後の 2 種類のチップの表面と裏面の平面図で、（A）はカラム 1、4 のチップの表面、（B）はカラム 2、3 のチップの表面、（C）はカラム 1～4 のチップの裏面を示している。カラム 2、3 のチップの表面では、自立膜 2 1 b の四辺に対向して 4 個の SiO₂ 領域 2 1 c が設けられている。

【実施例 3】

【0045】

ダイシング法は、走査型透過電子顕微鏡（STEM）または透過型電子顕微鏡（TEM）の機能チップの製造に使用できる。図 11（A）はダイシング前の Si {100} ウェーハの表面図、（B）は背面図である。

ウェーハの表面側には、複数の小さな自立膜 3 1、貫通穴 3 2（縦方向位置決め用）、貫通穴 3 3（横方向の位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線 3 4（縦方向）、3 4 b と切断基準線 3 5（横方向）、3 5 b を有している。ウェーハの裏面側には、裏面空洞部 3 7、裏面貫通穴 3 8（縦方向位置決め用）、裏面貫通穴 3 9（横方向位置決め用）とを備え、破線で示す切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）を有している。

ウェーハの周縁の一部には、ウェーハの結晶軸の方向を示すオリフラ 3 6（Orientation Flat）と呼ばれる直線の切れ込みが設けられている。

ここで、ウェーハの表面側と裏面側の横方向とは、オリフラ 3 6 と平行な方向をいい、ウェーハの表面側と裏面側の縦方向とは、オリフラ 3 6 と直交する方向をいう。

【0046】

自立膜 3 1 は電子透過性 SiNx でできている。自立膜 3 1 の面積は 10 μm x 300 μm、厚さは 200 nm である。ウェーハの裏面側には、表側表面に位置する自立膜 3 1 に対応する位置に裏面空洞部 3 7 が存在する。自立膜 3 1 の下の穴（裏面空洞部 3 7）と貫通穴 3 2、3 3 は、それぞれ図 2（A）、（B）と同様の断面形状を有している。

貫通穴 3 2（縦方向位置決め用）は、切断基準線 3 5（横方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線 3 4（縦方向）の示す位置に設けられる。切断基準線 3 4 b は、両端に配置された切断基準線 3 4（縦方向）の間に設けられるもので、切断基準線 3 4 b に対しては貫通穴 3 2 が設けられていない。

貫通穴 3 3（横方向の位置決め用）は切断基準線 3 4（縦方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線 3 5（横方向）の示す位置に設けられる。切断基準線 3 5 b は、両端に配置された切断基準線 3 5（横方向）の間に設けられるもので、切断基準線 3 5 b に対しては貫通穴 3 3 が設けられていない。

ウェーハの裏面に位置する裏面貫通穴 3 8（縦方向位置決め用）は、貫通穴 3 2（縦方向位置決め用）に対応する位置にある。裏面貫通穴 3 9（横方向位置決め用）は、貫通穴 3 3（横方向の位置決め用）に対応する位置にある。

【0047】

この自立膜 3 1 で塞がれた穴（裏面空洞部 3 7 に対応）と、貫通穴 3 2、3 3 の穴（裏面貫通穴 3 8、3 9 に対応）は異方性ウェットエッチングで形成され、自立膜 3 1 で塞がれた穴と、貫通穴 3 2、3 3 のエッジは、<110> 方向に平行である。

【0048】

ウェーハ表面には切断基準線 3 4（縦方向）、3 4 b と切断基準線 3 5（横方向）、3 5 b があり、ウェーハ裏面には切断基準線 3 4（縦方向）、3 4 b と切断基準線 3 5（横方向）、3 5 b に対応する切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）があり、破線で示されている。これら破線はダイシングブレードの切断経路であり、ウェーハを個々のチップに分割する為に用いられる。切断経路は、隣接する自立膜 3 1 の横方向または／及び縦方向の間にある。ウェーハ表面の切断経路は、貫通穴 3 2、3 3 の開口部の位置によって

10

20

30

40

50

定義される。切断経路 3 4、3 5 は、1 組の貫通穴 3 2、3 3 の 2 つの開口部の平行な辺の中点を横切っている。ウェーハの表側が切断ブレードに面し、裏側が粘着フィルムに強く貼り付けられるため、表側の貫通穴 3 2、3 3 の開口部が切断ブレードをガイドする位置決め基準マークとなる。貫通穴 3 2、3 3 は、チップのメッシュの境界から外れている。

【0049】

図 1 1 (A) に示すように、2 次元の表面の位置を X-Y 座標系で定義できる。チップ周辺に位置する自立膜 3 1 を有するチップを製造するための切断経路では、切断基準線 3 4 (縦方向) と切断基準線 3 5 (横方向) が <1 1 0> 方向に整列するように、2 つの対となる貫通穴 3 2、3 3 の開口部は同じ X または Y の値にある必要がある。表面の自立膜 3 1 の 4 つのエッジと裏面の対応する裏面空洞部 3 7 の開口部も <1 1 0> 方向に揃っている。これは、自立膜 3 1 のすべての列と行が <1 1 0> 方向に平行であることを意味する。

10

【0050】

切断基準線 3 4 b と切断基準線 3 5 b で示す切断経路には、縦方向位置決め用又は横方向位置決め用の貫通穴はない。つまり、切断経路 3 4 b、3 5 b の位置は、隣接する切断経路 3 4、3 5 によって定義される。切断工程中、ウェーハの表面は切断ブレードに面し、裏面は接着フィルムに強力に付着する。

垂直方向に切断する場合、ダイシングソーは 7 サイクル実行され、サイクルが完了した後、水平方向に沿って特定の等しい距離を移動する。ダイシングソーの移動距離は、個々のチップの幅である。2 つの切断経路は、貫通孔 3 2 と交差する。2 つの切断経路間の 3 つのダイシング線は、2 つのダイシング経路間の距離を等しく分割する (図 1 1 A)。水平方向に切断する場合、ダイシングソーは 6 サイクル実行され、垂直方向に沿って特定の距離を移動する。ダイシングソーの移動距離は、個々のチップの長さである。切断パスは、ウェーハを 7 つの部分に分割できる。同じ幅の中央の 5 つのパーツには、機能チップが含まれている。2 つの切断経路が貫通穴 3 3 を横切る (図 1 1 A)。

20

【0051】

Au は、ウェーハの表面の特定の位置に堆積する。Au の特徴は電極である。Au 電極は、図 1 1 (A) で 3 1 a、3 1 b、3 1 c と符号付けされている。Au は、50 nm の厚さを有することができる。貫通穴は、Au パターンを形成するためのフォトリソグラフィの前に形成されている。Au 堆積位置は、表面の貫通穴の開口を参考にして設定できる。これは、Au のパターン化中に、貫通穴が位置決め基準マークとして機能できることを意味する。これは、貫通穴が 2 つのプロセス、つまり Au の堆積と最終切断ステップの位置決め基準マークとして機能できることを示している。図 1 2 (A)、(B) は 4-4 線、5-5 線の位置での断面図である。

30

【0052】

この実施例の製造プロセスは、実施例 2 の製造プロセスと同様である。図 1 3 は、個々のチップを製造するフローチャートを示す。最初に、SiNx 層は、LPCVD 装置を使用して、両面研磨された Si {1 0 0} ウェーハ上にブランケット堆積される (図 1 3 (A))。SiNx 層の厚さは 200 nm である。シリコンウェーハには、<1 1 0> 方向に平行な平坦面がある。自立した SiC 膜を備えたウェーハの片側を表側表面と呼ぶ。ウェーハは、裏側表面の接着剤で基板に接着され、表面の SiNx コーティング層を後続のプロセスの損傷から保護する。ウェーハの裏側表面は、スピンコーティング装置を使用してフォトレジストでコーティングされる。

40

自立膜と貫通穴のパターンは、フォトリソグラフィ装置によってフォトレジストに転写される (図 1 3 (B))。

【0053】

フォトレジストは、2.35% TMAH 水溶液で現像される (図 1 3 (C))。貫通穴と膜のパターンは、それぞれ長方形と正方形の形状を示す。

図 1 4 に示すように、パターンの 4 辺は可能な限り正確に <1 1 0> 方向に揃えられる。

50

それを達成するために、フォトリソグラフィは、パターンを位置合わせするための基準としてシリコンウェーハの平坦面であるオリフラ36を利用する。

露光領域は、RIE装置によってエッチングされて、露光領域内のSiNx層を除去する(図13(D))。一方、他の領域のフォトレジストはエッチングマスクとして機能する。

【0054】

フォトレジストは、NMPを使用して裏面から除去される。接着剤も有機溶液に可溶である。したがって、ウェーハと基板も同時に分離される。異方性ウェットエッチングは、KOH溶液を使用して80℃で約10時間実行される(図13(E))。ウェットエッチングは、SiNx層がないサイトでのみ発生する。これは、KOH溶液がパターン化された領域を単純にエッチングすることを意味する。エッチングにより、先端が切り取られたピラミッド型の空洞が作成される。表面と裏面のキャビティの端は、 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行である。

10

【0055】

表面の設計された貫通穴にある自立したSiNx膜を粘着テープで取り除く(図13(F))。表面にAuを堆積するには、フォトレジストを表面のSiNx層の上にスピンコーティングでコーティングし、フォトリソグラフィ装置でパターン化する(図13(G))。貫通穴はフォトレジストで覆われていないので、フォトリソグラフィ中に可視でき、位置決め基準マークとして機能する。フォトレジストは、2.35% TMAH水溶液で現像される(図13(H))。露光された領域にはフォトレジストがない。

20

【0056】

Auは、パターン化された領域に電子ビーム蒸着装置で堆積される(図13(I))。Au電極を堆積させた後も、切断機に装備された光学顕微鏡で貫通穴を確認できる。次に、DAD322のダイシングマシンでウェーハを切断する(図13(J))。貫通穴で $\langle 110 \rangle$ 方向に切断方向を揃えることができる。また、使用可能な貫通穴を参照することにより、2つの切断経路間のダイシングソーの切断位置と変位距離を自動設定できる。このようにして、個別チップが製造される(図13(K))。

【0057】

図15は、ダイシング後のチップの表面と裏面の平面図で、(A)はチップの表面、(B)はチップの裏面を示している。個々のチップには、長方形の独立したSiNx膜の自立膜31があり、3個のAu電極31a、31b、31cも設けられている。

30

【実施例4】

【0058】

ウェーハダイシング法は、センサー、集積回路、その他の機能素子が搭載されたチップの製造にも使用される。

図16(A)、(B)はダイシング前のSi{100}ウェーハの表面図と背面図である。ウェーハの表面側には、複数の小さな機能要素部41、貫通穴42(縦方向位置決め用)、貫通穴43(横方向の位置決め用)とを備え、破線で示す切断基準線44(縦方向)と切断基準線45(横方向)を有している。ウェーハの裏面側には、裏面貫通穴48(縦方向位置決め用)、裏面貫通穴49(横方向位置決め用)とを備え、破線で示す切断基準線(縦方向)と切断基準線(横方向)を有している。図17は、図16(A)の6-6線の位置での断面図である。6-6線は機能要素部41と交差している。

40

ウェーハの周縁の一部には、ウェーハの結晶軸の方向を示すオリフラ46(Orientation Flat)と呼ばれる直線の切れ込みが設けられている。

ここで、ウェーハの表面側と裏面側の横方向とは、オリフラ46と平行な方向をいい、ウェーハの表面側と裏面側の縦方向とは、オリフラ46と直交する方向をいう。

【0059】

個々のチップには、機能要素部41がある。機能要素部41は、センサー、集積回路、その他の機能素子である。機能要素部41は、長方形の形状をしている。

貫通穴42(縦方向位置決め用)は、切断基準線45(横方向)と平行に複数個配置され

50

ると共に、切断基準線 4 4（縦方向）の示す位置に設けられる。貫通穴 4 2 の長手方向は切断基準線 4 4（縦方向）と一致している。

貫通穴 4 3（横方向の位置決め用）は切断基準線 4 4（縦方向）と平行に複数個配置されると共に、切断基準線 4 5（横方向）の示す位置に設けられる。貫通穴 4 3（横方向の位置決め用）の長手方向は切断基準線 4 5（横方向）と一致している。

ウェーハの裏面に位置する裏面貫通穴 4 8（縦方向位置決め用）は、貫通穴 4 2（縦方向位置決め用）に対応する位置にある。裏面貫通穴 4 9（横方向位置決め用）は、貫通穴 4 3（横方向の位置決め用）に対応する位置にある。

【0060】

貫通穴 4 2（裏面貫通穴 4 8 に対応）は、図 2（B）に示すものと同様に、先端が切り取られたピラミッド型の穴である。また、貫通穴 4 3（裏面貫通穴 4 9 に対応）も、貫通穴 4 2（裏面貫通穴 4 8 に対応）と同様の形状をしている。貫通穴 4 2、4 3 は、高温の KOH 水溶液を使用した異方性ウェットエッチングによって作成される。したがって、2 種類の穴の傾斜した壁は、表面と裏面の側面に対して約 54.7 度の角度を有している。表面と裏面の貫通穴 4 2、4 3、4 8、4 9 の開口部は、長方形の形状である（図 16（A）および（B））。これらの開口部の 4 つのエッジは、 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行である。

【0061】

図 16（A）、（B）に示すウェーハ表面と裏面の破線は、ダイシングブレードの切断経路であり、ウェーハを個々のチップに分割する為に用いられる。ウェーハ表面には切断基準線 4 4（縦方向）と切断基準線 4 5（横方向）があり、ウェーハ裏面には切断基準線 4 4（縦方向）と切断基準線 4 5（横方向）に対応する切断基準線（縦方向）と切断基準線（横方向）がある。隣接する機能要素部 4 1 の、横方向または縦方向の間に切断経路がある。表面の切断経路は、貫通穴 4 2、4 3 の開口部の位置によって定義される。切断経路は、1 組の貫通穴 4 2、4 3 の 2 つの開口部の平行な辺の中点を横切っている。ウェーハの表側が切断ブレードに面し、裏側が粘着フィルムに強く貼り付けられるため、表側の貫通穴 4 2、4 3 の開口部が切断ブレードをガイドする位置決め基準マークとなる。貫通穴 4 2、4 3 は、チップのメッシュの境界から外れている。

図 16（A）に示すように、2 次元の表面の位置を X-Y 座標系で定義できる。切断経路である切断基準線 4 4（縦方向）と切断基準線 4 5（横方向）が $\langle 110 \rangle$ 方向に整列するように、2 つの対となる貫通穴 4 2、4 3 の開口部は同じ X または Y の値にある必要がある。これは、機能要素部 4 1 のすべての列と行が $\langle 110 \rangle$ 方向に平行であることを意味する。

【0062】

図 18 は、個々のチップを製造するフローチャートを示している。まず、LPCVD 装置を使用して、両面研磨した Si {100} ウェーハに SiNx 層をコーティングする。SiNx 層の厚さは 150 nm である。シリコンウェーハには、 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行な平坦面がある。機能要素をサポートするウェーハの片面は、表面と呼ばれる。貫通穴の製造プロセスは、実施例 1 と同じである。実施例 1 と同じ装置または化学物質を使用して、フォトリソグレイティング、フォトリソグラフィ、現像、RIE、ウェットエッチング、および SiNx 膜の除去を行なう（図 18（A）～図 18（F））。

【0063】

次に、機能要素は、レジストコーティング、パターン化、現像、堆積、および SiNx 層の選択的エッチングを含むプロセスの単一または複数サイクルによって、表面に形成される（図 18（G））。

レジストはスピニング装置でコーティングされる（図 18（H））。パターンニングは、フォトリソグラフィまたは電子ビームリソグラフィ装置を使用して適用される。貫通穴は、パターンニング中に位置決め基準マークとして機能する。堆積装置は、PECVD または電子ビーム蒸発器である。選択的エッチングマスクをスプレーコーティングまたはスピニングコーティングでウェーハ表面にコーティングした（図 18（I））。SiNx 層の選択的エッチングは、RIE デバイスによって実行される（図 18（J））。機能素

子の準備が完了したら、ウェーハダイシングを行なう。例えば株式会社ディスコ製の型名 D A D 3 2 3 のダイシングマシンでは、表面の貫通穴の開口部の位置によって定義された線に沿って切断が行われる（図 1 8（K））。このようにして、個別チップが製造される（図 1 8（L））。

【0064】

図 1 9 は、個別チップの表面と裏面の平面図を模式的に示す図で、（A）はチップの表面、（B）はチップの裏面を示している。

【0065】

図 2 0 は、ダイシングマシンの一例を示す要部構成図で、（A）は平面図、（B）は正面図を表している。

正確な分離を実現するために、ダイシングマシン 5 0 には、ダイシングソー 5 2、切削位置決め機構 5 4、顕微鏡 5 6、回転するウェーハ搬送機構 5 8、チャックテーブル 6 2、および制御システム 6 0 が装備されている。ダイシングソー 5 2 は、位置決め基準マークによって定義されたパスに沿って作業することにより、ウェーハを個片にダイシングする。顕微鏡 5 6、切削位置決め機構 5 4、ウェーハ搬送機構 5 8 の回転支援機能および制御システム 6 0 を使用して、ダイシングソー 5 2 またはウェーハの方向を調整し、ダイシングソー 1 2 が定義されたパスに沿ってウェーハを確実に切断するように調整する。顕微鏡 5 6 は例えば $1\mu\text{m}$ 程度の高い解像度を有している。ウェーハの切断経路は直線であるため、切断の始点が移動経路を直接決定する。顕微鏡 5 6 は高解像度なので、実際の切断位置をできる限り設計された切削経路に近づけることができる。ウェーハ搬送機構 5 8 はウェーハをしっかりと保持し、切断およびステージの回転中にウェーハを安定させる。制御システム 6 0 は、切断サイクルと 2 つの切断経路間の変位距離を登録できるため、ウェーハダイシングにより、ウェーハを変位方向に同じ寸法の部品に自動的に切断できる。チャックテーブル 6 2 は、切断対象となるウェーハが載置されるもので、回転軸を中心に回転自在に位置決めされる。

【0066】

なお、本実施の形態においては、機能的構造としては、自立型の S i N x または S i C よりなる膜であり、自立型の S i N x または S i C よりなる膜は電子顕微鏡用チップ用の電子透過性の窓の場合を示しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、機能的構造としては、シリコンウェーハの S i N x もしくは S i C 層上に堆積された A l、A g、A u、C、C r、C u、G e、I r、I n、M o、N i、P t、P d、S i、T i、W、A u G e、A l₂O₃、I T O（I n d i u m T i n O x i d e）、G a A s、S i N、S i O₂、M g O、T i N、T i O₂、T a₂O₅、H f O₂、エポキシベースのフォトレジスト、またはポリイミドでもよい。

【産業上の利用可能性】

【0067】

以上詳細に説明したように、本発明のウェーハ切断方法によれば、走査／透過型電子顕微鏡（S／TEM）及び液体セル走査／透過型電子顕微鏡（LC-S／TEM）用のセンサ、並びに集積回路用のチップに使用するのに好適な三次元形状のシリコンチップが製造される。

本発明のウェーハ切断方法は、例えば液体セル電子顕微鏡用の試料観察セルを製造するのに用いて好適な、個々のチップの表面に三次元的な機能的構造を形成する、MEMS 用チップの製造方法に用いて好適である。

【符号の説明】

【0068】

- 1 1、2 1、2 1 b、3 1 自立膜
- 1 2、2 2、3 2、4 2 貫通穴（縦方向位置決め用）
- 1 3、2 3、3 3、4 3 貫通穴（横方向位置決め用）
- 1 4、2 4、3 4、4 4 切断基準線（縦方向）
- 1 5、2 5、3 5、4 5 切断基準線（横方向）

10

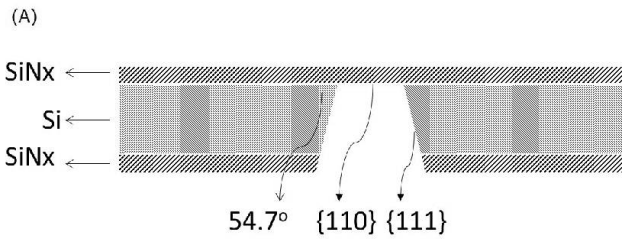
20

30

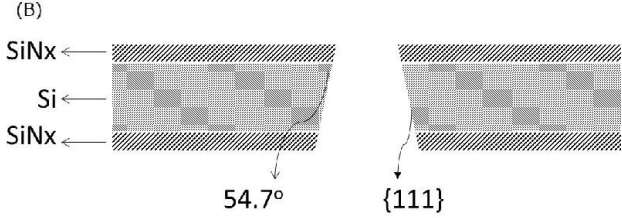
40

50

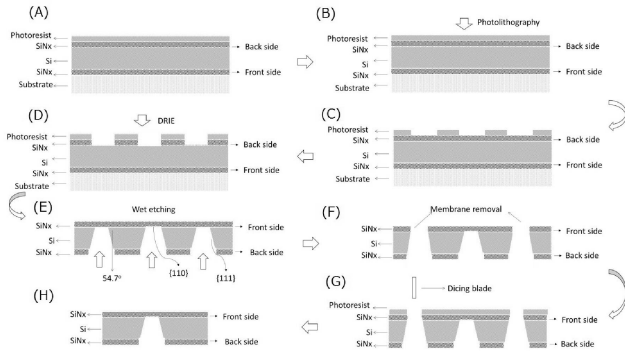
【図 2 A】



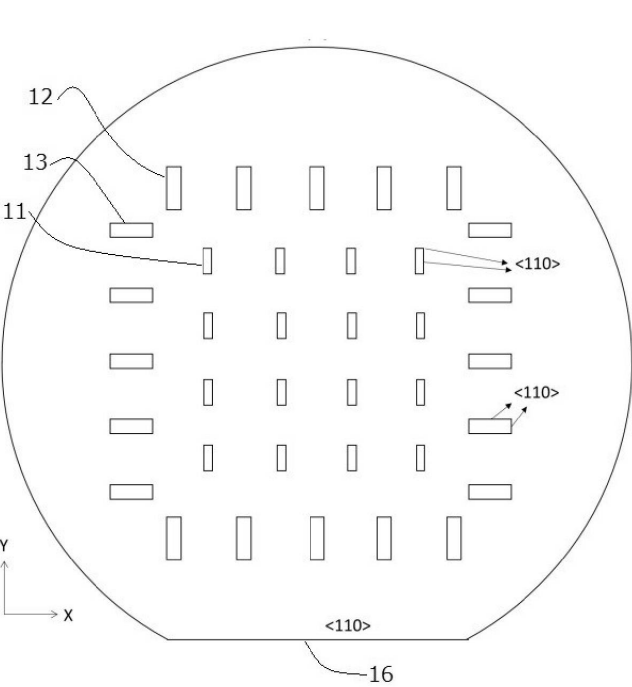
【図 2 B】



【図 3】



【図 4】



10

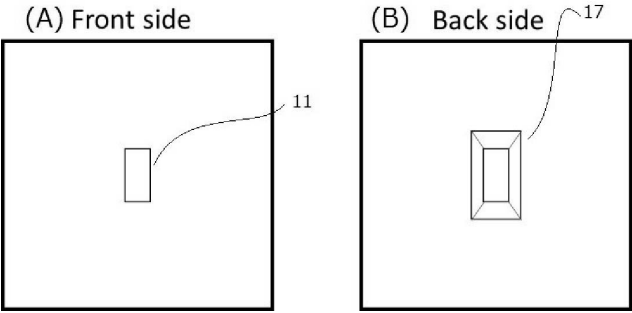
20

30

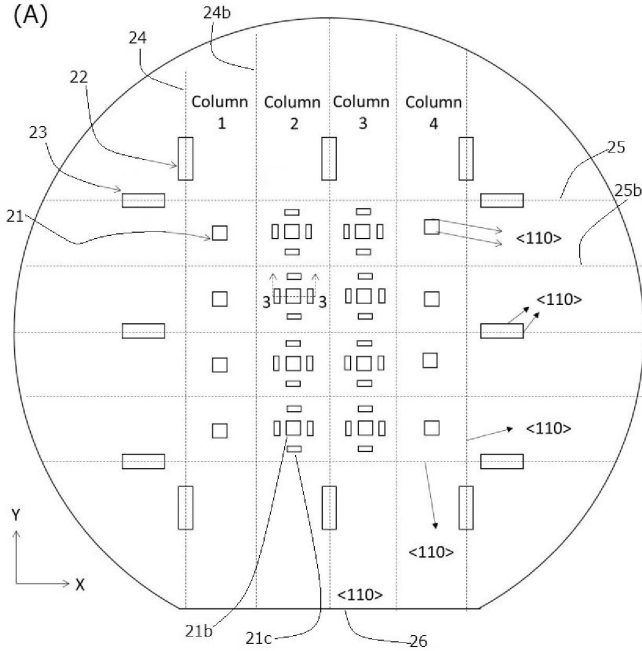
40

50

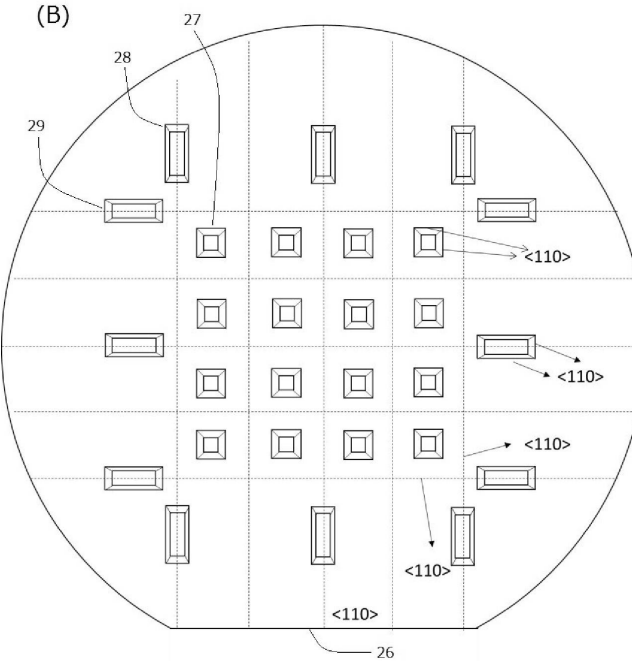
【図 5】



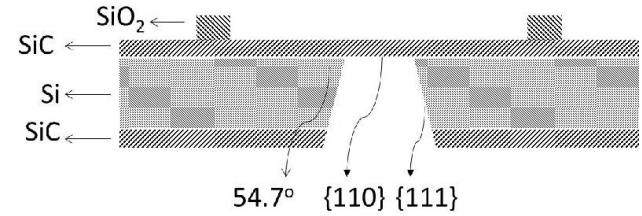
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7】



10

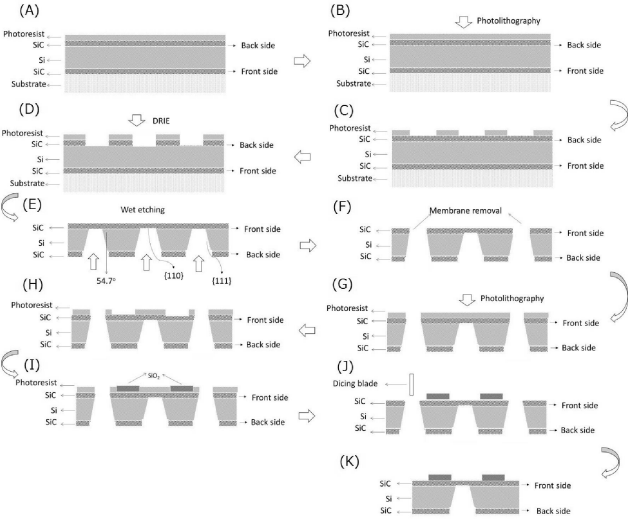
20

30

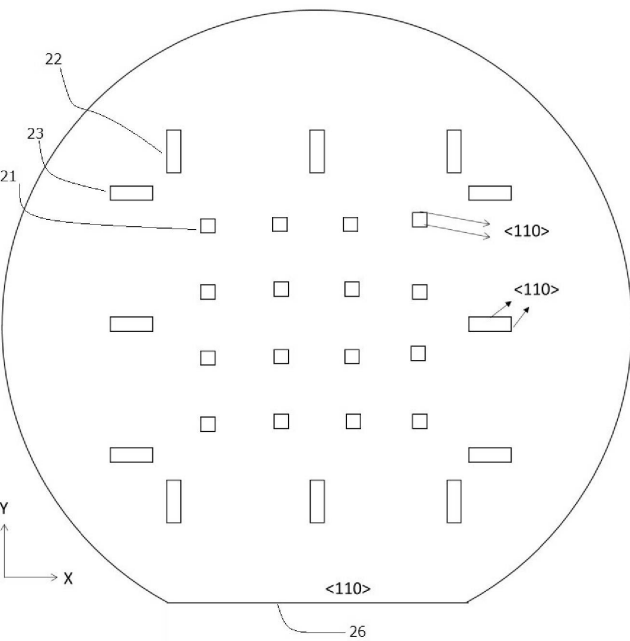
40

50

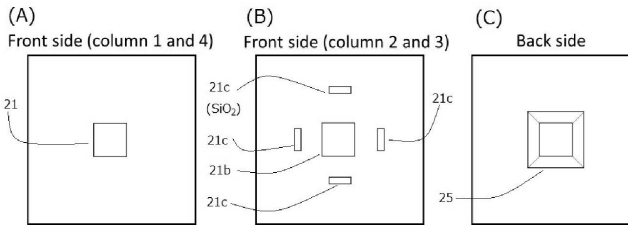
【図 8】



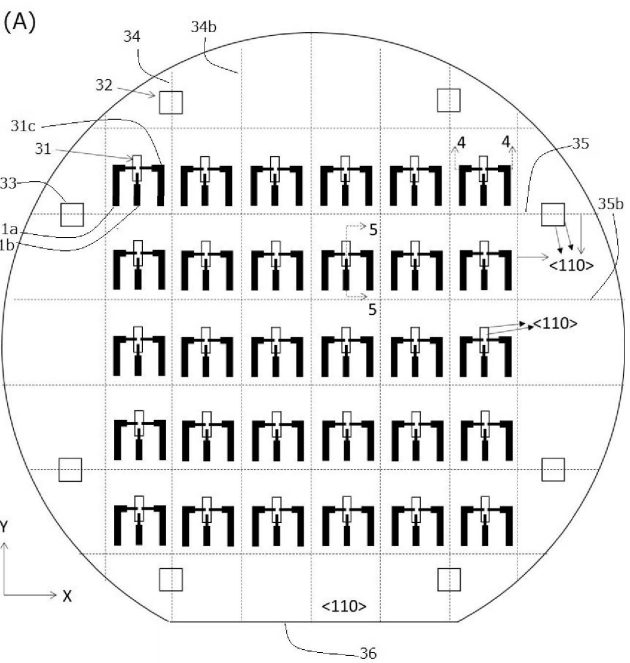
【図 9】



【図 10】



【図 11 A】



10

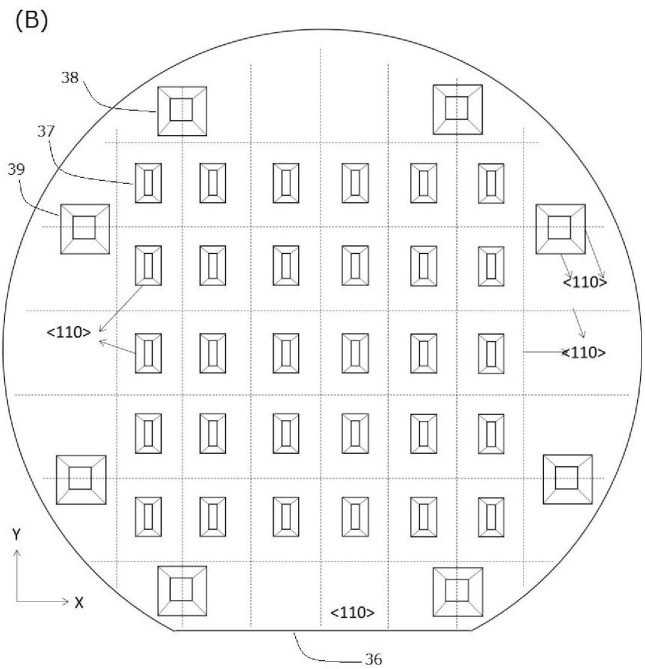
20

30

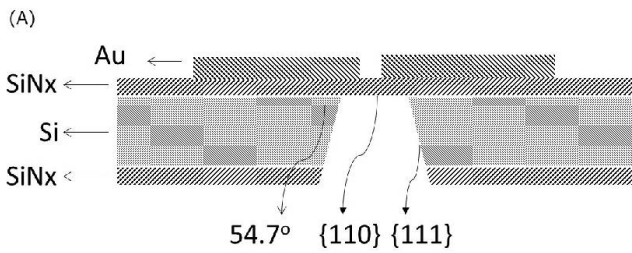
40

50

【図 1 1 B】



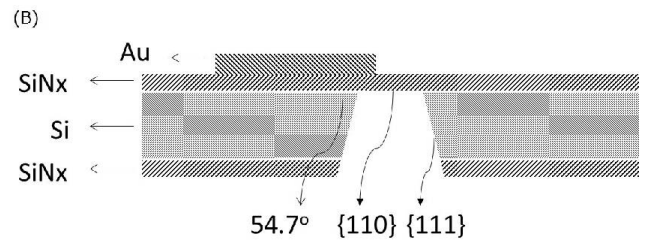
【図 1 2 A】



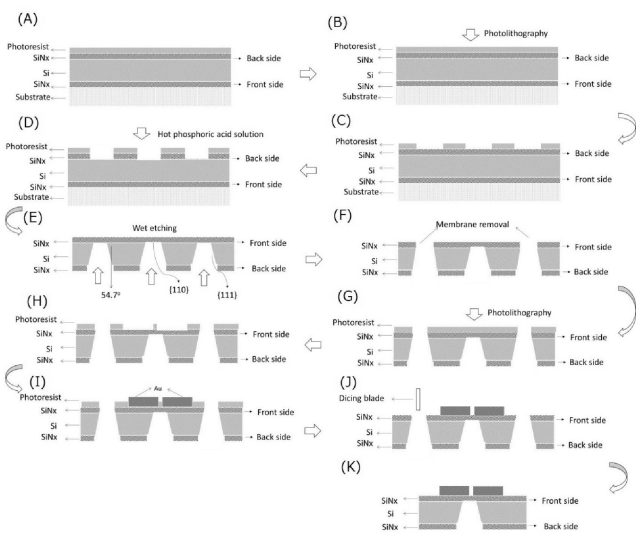
10

20

【図 1 2 B】



【図 1 3】

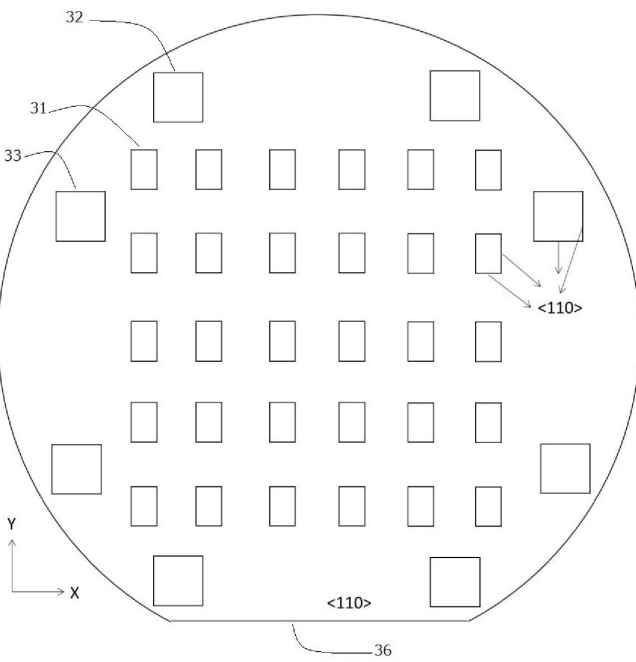


30

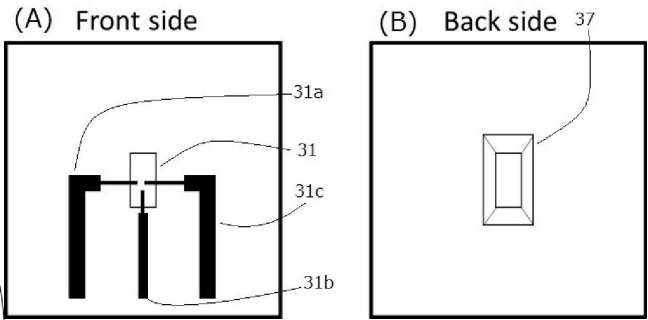
40

50

【図 1 4】



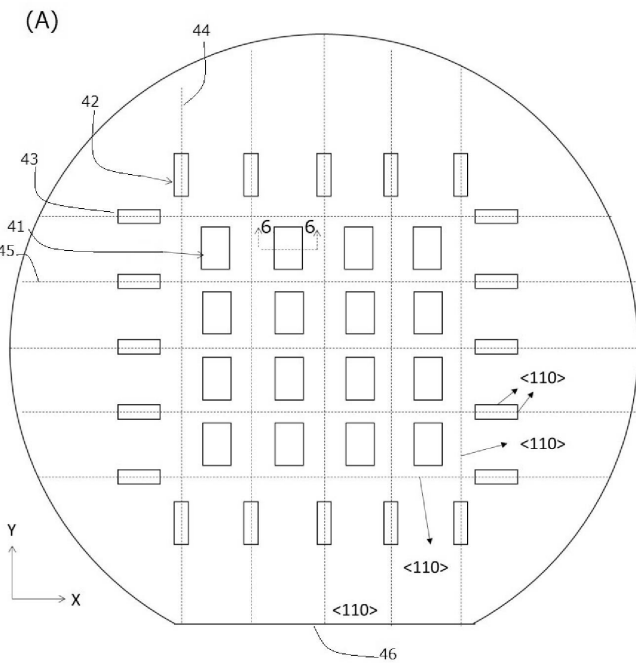
【図 1 5】



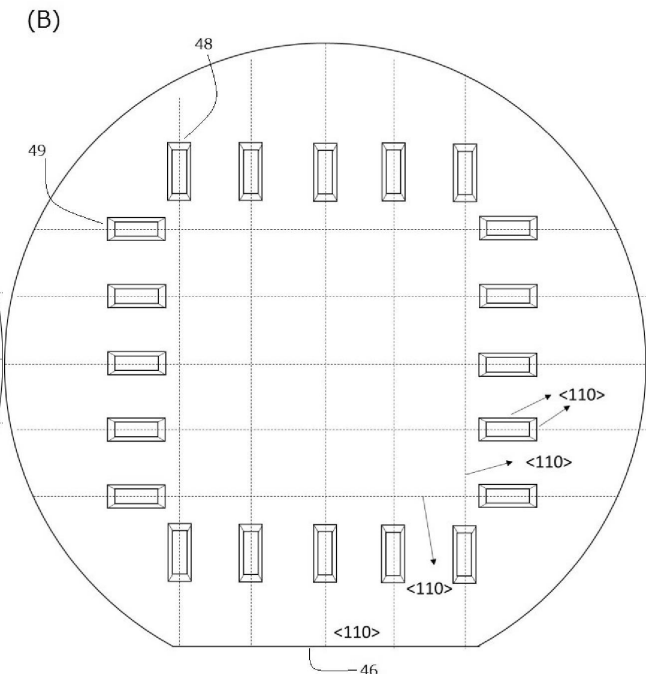
10

20

【図 1 6 A】



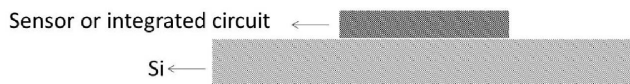
【図 1 6 B】



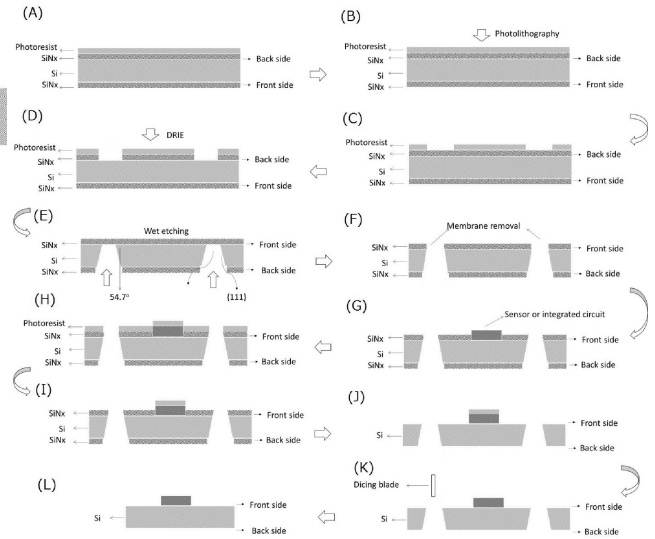
30

40

【図 17】

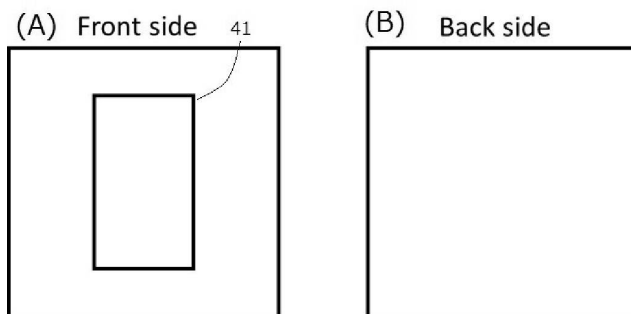


【圖 18】

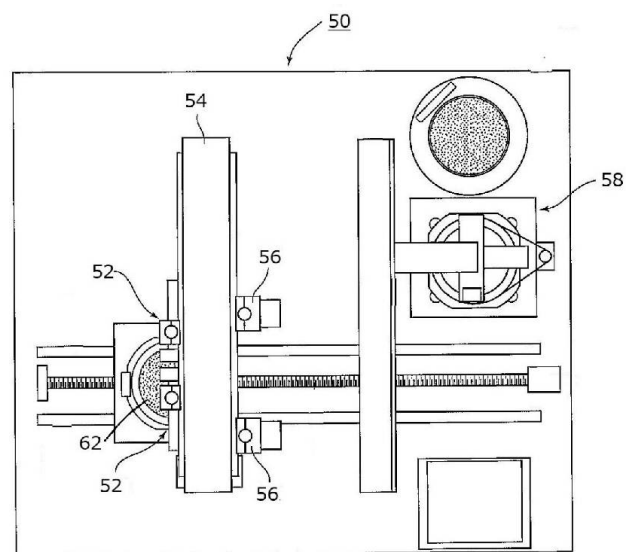


10

【図 19】



【図 20 A】



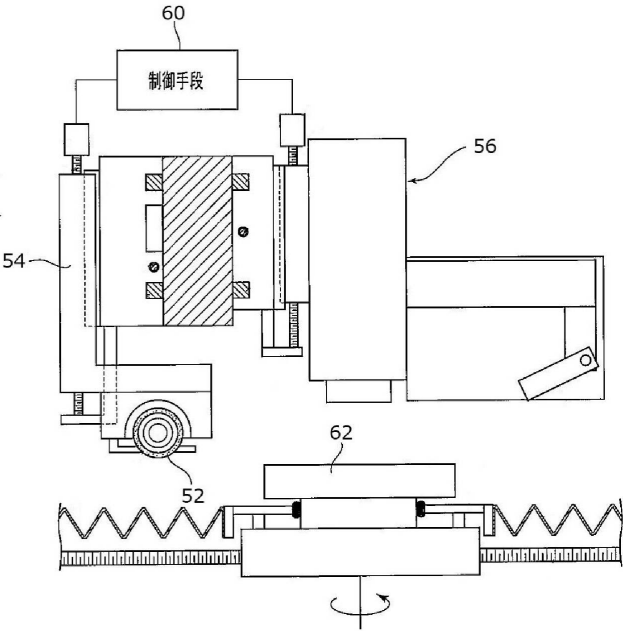
20

30

40

50

【図 20 B】



10

20

30

40

50