

(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2018-137483

(P2018-137483A)

(43) 公開日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/3065 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/302	1 O 1 C 2 G O 8 4
<b>H O 1 L 21/301 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/302	1 O 5 4 G O 7 7
<b>C 3 O B 33/12 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/78	S 5 F O O 4
<b>H O 5 H 1/46 (2006.01)</b>	C 3 O B 33/12	5 F O 6 3
	H O 5 H 1/46	L
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)		

(21) 出願番号	特願2018-98774 (P2018-98774)	(71) 出願人	511265154
(22) 出願日	平成30年5月23日 (2018.5.23)		S P Pテクノロジー株式会社
(62) 分割の表示	特願2017-28763 (P2017-28763) の分割		東京都千代田区大手町一丁目3番2号経団 連会館15階
原出願日	平成29年2月20日 (2017.2.20)	(74) 代理人	100104662 弁理士 村上 智司
		(72) 発明者	田中 雅彦 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 S P Pテ クノロジー株式会社内
		(72) 発明者	野沢 善幸 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 S P Pテ クノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	2G084 AA02 BB11 CC13 CC33 DD03 DD13 DD38 DD55 FF02 FF07 4G077 AA03 FB07 FG02 FG18 HA12 最終頁に続く

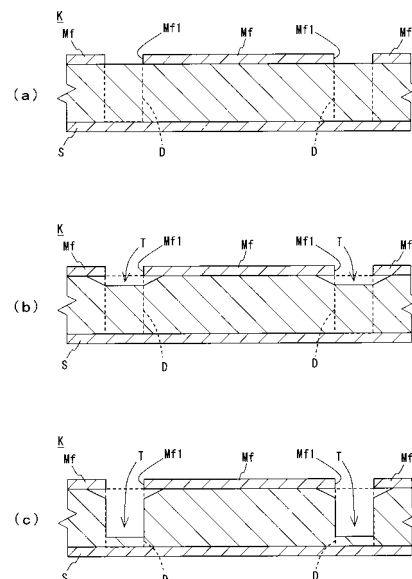
(54) 【発明の名称】 プラズマ加工方法及びこの方法を用いて製造された基板

## (57) 【要約】

【課題】プラズマエッチング処理を利用することで、外周縁部が面取りされた基板を切り出すことができ、外周縁部が面取りされた基板の製造コストを抑えることができるプラズマ加工方法及びこの方法を用いて製造された基板を提供する。

【解決手段】基板Kの表面に、加工領域Dに対応した開口部M f 1を有する表面側マスクM fを形成する表面側マスク形成工程と、基板Kを基台上に載置して、表面側マスクM fの開口部M f 1を通して基板Kを等方的にエッチングする表面側エッチング工程と、表面側エッチング工程を実施した後、基板Kの裏面に貫通するまで、表面側マスクM fの開口部M f 1を通して基板Kを異方的にエッチングする貫通工程とを行う。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

処理チャンバ内の基台上に載置された基板に設定されている加工領域をプラズマエッチングによって除去し、該基板よりも小さい基板を切り出すプラズマ加工方法であって、

前記基板の表面に、前記加工領域に対応した開口部を有する表面側マスクを形成する表面側マスク形成工程と、

前記基板を前記基台上に載置して、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする表面側エッチング工程と、

前記表面側エッチング工程を実施した後、前記基板の裏面に貫通するまで、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする貫通工程とを行うことを特徴とするプラズマ加工方法。

10

**【請求項 2】**

前記貫通工程を実施した後、前記基板を等方的にエッチングする仕上げ工程を実施することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ加工方法。

**【請求項 3】**

前記基板の裏面には、絶縁層が形成されている又は絶縁性テープが接着されており、

前記貫通工程では、ノッチングを発生させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ加工方法。

**【請求項 4】**

前記基板の裏面に、前記加工領域に対応した開口部を有する裏面側マスクを形成する裏面側マスク形成工程と、

前記貫通工程を実施した後、前記基板を表裏反転させて前記基台上に載置して、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする裏面側エッチング工程とを更に行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ加工方法。

20

**【請求項 5】**

処理チャンバ内の基台上に載置される基板に設定されている加工領域をプラズマエッチングによって除去し、該基板よりも小さい基板を切り出すプラズマ加工方法であって、

前記基板の表面に、前記加工領域に対応した開口部を有する表面側マスクを形成する表面側マスク形成工程と、

前記基板の裏面に、前記加工領域に対応した開口部を有する裏面側マスクを形成する裏面側マスク形成工程と、

前記基板を前記基台上に載置して、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする表面側エッチング工程と、

前記表面側エッチング工程を実施した後、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする深掘り工程と、

前記深掘り工程実施後に、前記基板を表裏反転させて前記基台上に載置して、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする裏面側エッチング工程と、

前記裏面側エッチング工程を実施した後、前記深掘り工程で形成されたトレンチの底面に貫通するまで、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする貫通工程とを行うことを特徴とするプラズマ加工方法。

30

40

**【請求項 6】**

前記深掘り工程及び前記貫通工程の内の少なくともいずれか一方を実施した後、前記基板を等方的にエッチングする仕上げ工程を実施することを特徴とする請求項 5 記載のプラズマ加工方法。

**【請求項 7】**

前記表面及び裏面の内の少なくともいずれか一方の面にマスクが形成されていない基板における、前記マスクが形成されていない面の全面をエッチングするシンニング工程を、前記表面側エッチング工程の前に実施することを特徴とする請求項 1 乃至 6 記載のいずれかのプラズマ加工方法。

**【請求項 8】**

50

表面及び裏面の内の少なくとも一方の面における外周縁部が面取りされるとともに、外周面にスキヤロップ形状を有していることを特徴とする基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、基板からこの基板よりも小さい基板をプラズマエッチングによって切り出すプラズマ加工方法及びこの方法を用いて製造された基板に関する。

【背景技術】

【0002】

20

半導体チップの製造に用いられる基板には種々のサイズがあり、例えば、同種の半導体チップを大量生産する際には、一枚の基板からできるだけ多くの半導体チップが得られるようにして生産性を高めるために比較的大径の基板が用いられるのに対し、異種の半導体チップを少量生産する際には、大径の基板にエッチング等の処理を施すための設備よりも安価な設備で必要な処理を施すことができる比較的小径の基板が用いられている。そして、これらの基板は、一般的に、所望の基板径に対応する直径のインゴットをスライスした後、外周縁部にベベリング加工が施される。

【0003】

ところで、上記小径の基板は、例えば、レーザ法などを利用して大径の基板から切り出すことで製造されることもある。このようにして製造された基板であっても、一般的な基板と同様に、その表裏面の外周縁部が角張ったものになっている。そのため、基板をハンドリングした際に、当該外周縁部にチッピングが生じるという問題があった。

【0004】

また、基板の外周縁部が角張っていると、スピンコート法によって表面にレジストを塗布した際に、表面張力でレジストが盛り上がるエッジビードという現象が基板表面の外周縁部で発生する場合がある。この場合、エッジビードが発生した部分（エッジビード部）は、均一な処理に適さない部分であり、当該エッジビード部を半導体チップの製造に用いることができない。そのため、一枚の基板から得られる半導体チップの数が少なくなり、生産効率が低下するという問題も発生していた。

30

【0005】

更に、単元素半導体の種類は限られるのに対し、化合物半導体の元素の組み合わせは多く、多品種少量生産への対応も求められる。

【0006】

そこで、従来から、大径の基板からレーザ法などによって小径の基板を切り出す切出工程を実施した後、この切り出した小径の基板の外周縁部をゴム砥石によって面取りする研磨工程を実施するようにした半導体単結晶ウェハの製造方法が提案されている（特許文献1）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-33190号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1に開示された方法で小径の基板を製造するためには、切出工程と、研磨工程とを別々に行う必要であるため、製造に要する時間が長くなるという

50

問題がある。

【 0 0 0 9 】

更に、レーザ法によって基板を切り出す場合、切り出す基板の形状に沿ってレーザを走査して基板を一枚ずつ切り出さなければならない。そのため、切り出す基板のサイズを小さくし、一枚の基板から切り出すことのできる基板の枚数を多くするほど、切り出し長さが長くなり、切出工程に要する時間が長くなる。

【 0 0 1 0 】

また、研磨工程においては、切り出した基板それぞれを研磨する必要があるため、切り出した基板の枚数が多くなるほど、当該工程に要する時間が長くなる。更に、レーザ法を用いて基板を切り出した場合、レーザによる基板の切断によって発生した残渣を除去する必要があるため、研磨工程に要する時間がより長くなることもある。また、研磨工程は、作業者によって一枚ずつ手作業で行われることもあり、この場合、研磨工程に要する手間や時間が膨大なものとなる。

【 0 0 1 1 】

以上の問題から、一枚の基板から当該基板よりサイズの小さい基板を切り出し、切り出した基板を研磨するような方法で基板を製造する場合、製造コストの増加が避けられず、基板一枚の価格が高くならざるを得ない。

【 0 0 1 2 】

本発明は以上の実情に鑑みなされたものであり、プラズマエッチング処理を利用することで、外周縁部が面取りされた形状の基板を切り出すことができ、外周縁部が面取りされた基板の製造コストを抑えることができるプラズマ加工方法及びこの方法を用いて製造された基板の提供を、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

上記課題を解決するための本発明は、

処理チャンバ内の基台上に載置された基板に設定されている加工領域をプラズマエッチングによって除去し、該基板よりも小さい基板を切り出すプラズマ加工方法であって、

前記基板の表面に、前記加工領域に対応した開口部を有する表面側マスクを形成する表面側マスク形成工程と、

前記基板を前記基台上に載置して、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする表面側エッチング工程と、

前記表面側エッチング工程を実施した後、前記基板の裏面に貫通するまで、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする貫通工程とを行うプラズマ加工方法に係る。

【 0 0 1 4 】

このプラズマ加工方法によれば、まず、基板の表面に表面側マスクを形成し、ついで、この表面側マスクが形成された基板を基台上に載置し、表面側エッチング工程を実施する。尚、基板は、静電吸着を利用して基台上に保持させるようにしても良いし、テープを用いて基台上に保持させるようにしても良い。

【 0 0 1 5 】

この表面側エッチング工程では、前記表面側マスクの開口部を通して基板が等方的にエッチングされる、即ち、前記基板は、開口部の下方に位置する加工領域がエッチングによって除去されるとともに、表面側マスク直下部がエッチングされ、トレンチが形成される。

【 0 0 1 6 】

尚、前記加工領域は、切り出す基板の平面形状に応じて適宜設定されるものであり、切り出す基板の平面形状としては、円形や四角形を例示することができる。

【 0 0 1 7 】

次に、貫通工程を実施する。この貫通工程では、基板の裏面に貫通するまで、表面側マスクの開口部を通して基板が異方的にエッチングされる。これにより、加工領域がエッチ

10

20

30

40

50

ングによって除去され、基板の表裏に貫通したトレンチが形成されるため、基板から当該基板よりも小さい基板が切り出された状態となる。

【 0 0 1 8 】

尚、基板を異方的にエッチングする方法としては、例えば、エッチング処理と保護膜形成処理とを交互に行う方法や、エッチングガス及び保護膜形成ガスを同時に用いたエッチング処理において、基台に印加するバイアス電力を徐々に大きくする方法を例示することができる。また、エッチング処理と保護膜形成処理とを交互に行う方法を用いた場合、トレンチの側壁には所謂スキャロップ形状が現れる。

【 0 0 1 9 】

そして、このプラズマ加工方法では、表面側エッチング工程において、表面側マスクの直下部もエッチングされるようにしており、当該表面側マスクの直下部は、切り出される基板の表面外周縁部に相当する部分である。したがって、切り出された基板は、その表面外周縁部がエッチングによって面取りされた状態になっている。尚、表面側エッチング工程でエッチングされた表面側マスク直下部の形状、即ち、切り出された基板の表面外周縁部の形状は処理条件によって変化する。したがって、表面側エッチング工程における処理条件を調整することにより、基板の表面外周縁部を所望の形状を適正化することが可能である。

【 0 0 2 0 】

このように、上記プラズマ加工方法においては、等方性エッチングと異方性エッチングとを組み合わせた一連のプラズマエッチング処理によって、表面外周縁部が面取りされた形状の基板を切り出すことができる。したがって、従来のように、基板を切り出す工程と切り出した基板を研磨する工程とを別々に行うことなく、表面外周縁部が面取りされた形状の基板を製造することができ、更に、基板を一枚一枚切り出すことなく、プラズマエッチング処理によって複数の基板を一括して切り出すことができるため、当該基板の製造コストを低く抑えることができる。

【 0 0 2 1 】

また、上記プラズマ加工方法において、前記貫通工程で加工領域を異方的にエッチングする際に、エッチング処理と保護膜形成処理とを交互に繰り返す方法を採用すれば、トレンチの側壁にスキャロップ形状が現れる。したがって、この場合、切り出された基板は、トレンチ側壁に相当する外周面にスキャロップ形状を有したものとなる。

【 0 0 2 2 】

尚、処理チャンバ内からの基板の搬出は、切り出された各基板を一体的に吸着するように構成された搬送機構によって行うようにすれば、切り出された基板が四散するのを防止できる。

【 0 0 2 3 】

また、基板の裏面に、予めエッチングされ難い支持層を形成しておく、或いは、予めエッチングされ難いテープを接着しておけば、吸着手段を備えた複雑な搬送機構を用いることなく、切り出された基板が四散するのを防止しつつ、処理チャンバ内から切り出された基板を搬出することが可能である。

【 0 0 2 4 】

尚、上記プラズマ加工方法においては、前記貫通工程を実施した後、前記基板を等方的にエッチングする仕上げ工程を実施することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

このようにすれば、例えば、表面側エッチング工程でエッチングした部分と、貫通工程でエッチングした部分との間に角部があるような場合、この角部を等方的なエッチングによって丸めることができ、切り出される基板の表面外周縁部をラウンド化することができる。尚、前記仕上げ工程は、表面側マスクを除去した後に行っても良いし、除去する前に行っても良いが、切り出された基板の表面と表面側エッチング工程でエッチングした部分との間に角部があるような場合には、当該角部を丸めるために、表面側マスクを除去した後に行うことが好ましい。また、この仕上げ工程の処理条件を調整することで、切り出され

10

20

30

40

50

た基板の表面粗さを低減することもできる。

【0026】

また、上記プラズマ加工方法において、前記表面側マスクが形成された基板の裏面には、絶縁層が形成されている、或いは、絶縁性テープが接着されており、前記貫通工程では、ノッチングを発生させることが好ましい。

【0027】

「ノッチング」とは、基板をエッチングした際に、前記絶縁層又は絶縁性シールの表面がチャージアップし、プラズマ中に含まれるイオンの進行方向が曲げられて、絶縁層又は絶縁性シール近傍のトレンチ側壁がエッチングされる現象、及びこれにより生じた形状をいい、一般的なエッチング加工においては、処理条件を調整することによって極力発生しないようにされるものである。本願発明者らは、ノッチング現象が発生した場合にエッチングされる部分が、切り出される基板の裏面外周縁部に相当する部分であることに着目し、上記プラズマ加工方法において、このノッチング現象を意図的に発生させ、基板の裏面外周縁部がエッチングされるようにしている。これにより、上記プラズマ加工方法によれば、切り出された基板の裏面外周縁部が面取りされた状態となるため、表面及び裏面の外周縁部が面取りされた基板を切り出すことができる。また、このプラズマ加工方法においては、基板の裏面に絶縁層が形成、或いは絶縁性テープが接着されているため、切り出された基板が四散しないようになっている。

10

【0028】

更に、ノッチング形状は処理条件によって変化するため、上記プラズマ加工方法においては、処理条件を調整して基板の裏面外周縁部を所望の形状に適正化することも可能である。

20

【0029】

尚、前記絶縁層としては、レジスト膜や二酸化珪素膜などを例示することができる。また、前記絶縁性テープとしては、ポリイミドやポリオレフィンなどからなる所謂ダイシング用テープなどを例示することができる。

【0030】

本発明に係るプラズマ加工方法は、シリコン基板の他、ガリウムヒ素（GaAs）基板などの化合物半導体基板や、化合物半導体の中でもバンドギャップの大きい炭化珪素（SiC）基板などの所謂ワイドギャップ半導体基板にも適用することができるが、例えば、シリコン基板とSiC基板とを比較すると、SiC基板は、上記ノッチング現象が発生し難いため、切り出された基板の裏面外周縁部の面取りが不十分になる場合がある。

30

【0031】

そこで、上記プラズマ加工方法においては、前記基板の裏面に、前記加工領域に対応した開口部を有する裏面側マスクを形成する裏面側マスク形成工程と、前記貫通工程を実施した後、前記基板を表裏反転させて前記基台上に載置して、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする裏面側エッチング工程とを更に行うようにしても良い。

【0032】

このようにすれば、切り出される基板の裏面外周縁部に相当する裏面側マスク直下部をエッチングすることができるため、ノッチング現象が発生し難い基板から、裏面外周縁部がエッチングによって面取りされた基板を切り出すことができる。

40

【0033】

尚、前記裏面側マスク形成工程は、前記貫通工程実施後に行うようにしても良いし、前記表面側エッチング工程を実施する前に行うようにしても良い。

【0034】

また、前記表面側マスクの除去は、前記貫通工程実施後、裏面側エッチング工程実施前に行うようにしても良いし、全工程完了後に裏面側マスクの除去と合わせて行うようにしても良い。

【0035】

50

また、上記課題を解決するための本発明は、処理チャンバ内の基台上に載置される基板に設定されている加工領域をプラズマエッチングによって除去し、該基板よりも小さい基板を切り出すプラズマ加工方法であって、

前記基板の表面に、前記加工領域に対応した開口部を有する表面側マスクを形成する表面側マスク形成工程と、

前記基板の裏面に、前記加工領域に対応した開口部を有する裏面側マスクを形成する裏面側マスク形成工程と、

前記基板を前記基台上に載置して、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする表面側エッチング工程と、

前記表面側エッチング工程を実施した後、前記表面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする深掘り工程と、

前記深掘り工程実施後に、前記基板を表裏反転させて前記基台上に載置して、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を等方的にエッチングする裏面側エッチング工程と、

前記裏面側エッチング工程を実施した後、前記深掘り工程で形成されたトレンチの底面に貫通するまで、前記裏面側マスクの開口部を通して前記基板を異方的にエッチングする貫通工程とを行うプラズマ加工方法に係る。

#### 【0036】

このプラズマ加工方法によれば、まず、基板の表面に表面側マスクを形成する。次に、この表面側マスクが形成された基板を基台上に載置し、表面側エッチング工程を実施する。尚、上記と同様に、基板を基台上に保持させる方法としては、静電吸着を利用する方法や、テープを用いる方法を例示することができる。

#### 【0037】

この表面側エッチング工程においては、表面側マスクの開口部を通して基板が等方的にエッチングされるため、開口部の下方に位置する加工領域がエッチングによって除去されるとともに、表面側マスク直下部がエッチングされ、トレンチが形成される。

#### 【0038】

ついで、深掘り工程を実施し、表面側マスクの開口部を通して基板を異方的にエッチングし、深さ方向にエッチングを進行させる。

#### 【0039】

次に、裏面側エッチング工程を実施する。尚、前記裏面側マスク形成工程は、裏面側エッチング工程を実施する前に行うようにしても良いし、前記表面側エッチング工程を実施する前に、表面側マスク形成工程と合わせて行うようにしても良い。

#### 【0040】

この裏面側エッチング工程では、切り出される基板の裏面外周縁部に相当する裏面側マスク直下部がエッチングされる。

#### 【0041】

しかる後、前記深掘り工程で形成されたトレンチの底面に貫通するまで、裏面側マスクの開口部を通して基板を異方的にエッチングする（貫通工程）。これにより、基板の表裏面にかけて加工領域がエッチングによって除去され、基板の表裏に貫通したトレンチが形成されるため、基板から当該基板よりも小さい基板が切り出された状態となる。

#### 【0042】

そして、このプラズマ加工方法においては、基板を等方的にエッチングする工程である表面側エッチング工程及び裏面側エッチング工程を実施し、表面側マスクの直下部（切り出される基板の表面外周縁部に相当）及び裏面側マスクの直下部（切り出される基板の裏面外周縁部に相当）をエッチングするようにしているため、切り出された基板は、その表裏面の外周縁部がエッチングによって面取りされた状態となっている。

#### 【0043】

このように、上記プラズマ加工方法においては、外周縁部の面取りと基板の切り出しとをプラズマエッチング処理でまとめて行うことができ、従来のように、基板を切り出す工程と切り出した基板を研磨する工程とを別々に行う必要がなく、更に、基板全面にプラズ

10

20

30

40

50

マエッチング処理を施すことによって、従来のように基板を一枚一枚切り出すことなく、複数の基板を一括して切り出すことができる。したがって、このプラズマ加工方法によれば、コストを低く抑えつつ、表裏面の外周縁部が面取りされた基板を製造することができる。

【 0 0 4 4 】

尚、このプラズマ加工方法においては、深掘り工程を実施した後、表面側マスクを除去するようにしても良いし、全工程終了後に表面側マスク及び裏面側マスクを除去するようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

また、このプラズマ加工方法において、前記深掘り工程及び前記貫通工程の内の少なくともいずれか一方を実施した後、前記基板を等方的にエッチングする仕上げ工程を実施するようにしても良い。

【 0 0 4 6 】

このようにすれば、表面側エッチング工程でエッチングした部分と、深掘り工程でエッチングした部分との間や、裏面側エッチング工程でエッチングした部分と、貫通工程でエッチングした部分との間に生じた角部を等方的なエッチングによって丸めることができる。したがって、切り出される基板における表裏面の外周縁部をラウンド化することができる。また、この仕上げ工程の処理条件を調整することで、切り出された基板の表面粗さを低減することもできる。

【 0 0 4 7 】

また、本発明に係るプラズマ加工方法においては、切り出される基板の厚みを予め所望の厚さに調整するために、前記表面及び裏面の内の少なくともいずれか一方の面にマスクが形成されていない状態の基板における、前記マスクが形成されていない面の全面をエッチングするシンニング工程を、前記表面側エッチング工程の前に実施するようにしても良い。

【 0 0 4 8 】

尚、本発明に係るプラズマ加工方法は、半導体素子の製造に用いられる基板（半導体素子形成前の基板）の製造に好適に用いることができ、また、複数の半導体素子が形成された基板から個々の半導体素子を切り出す際にも用いることが可能である。

【発明の効果】

【 0 0 4 9 】

以上のように、本発明のプラズマ加工方法によれば、外周縁部の面取りと基板の切り出しとをプラズマエッチング処理でまとめて行うことができ、従来のように、基板を切り出す工程と切り出した基板を研磨する工程とを別々に行う必要がないため、コストを低く抑えつつ、外周縁部が面取りされた基板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図 1】一実施形態に係るプラズマ加工方法の実施に用いるプラズマ加工装置の概略構成を示す断面図である。

【図 2】表面側マスク形成後の基板を模式的に示す上面図である。

【図 3】一実施形態に係るプラズマ加工方法によって基板を切り出す過程を説明するための基板の部分断面図である。

【図 4】一実施形態に係るプラズマ加工方法によって基板を切り出す過程を説明するための基板の部分断面図である。

【図 5】図 4（c）における A 部の拡大図である。

【図 6】一実施形態に係るプラズマ加工方法を適用した実験における各工程の処理条件をまとめた表である

【図 7】表面側マスク形成後の基板を模式的に示す上面図である。

【図 8】ノッチングが発生していない状態を示す基板の部分断面図である。

【図 9】他の実施形態に係るプラズマ加工方法によって基板を切り出す過程を説明するた

10

20

30

40

50



めの基板の部分断面図である。

【図 1 0】他の実施形態に係るプラズマ加工方法によって基板を切り出す過程を説明するための基板の部分断面図である。

【図 1 1】他の実施形態に係るプラズマ加工方法によって基板を切り出す過程を説明するための基板の部分断面図である。

【図 1 2】半導体素子が形成された基板から個々の半導体素子を切り出す態様について説明するための説明図であり、(a)は表面側マスク形成前の基板、(b)は表面側マスク形成後の基板を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0051】

10

以下、本発明の具体的な実施の形態につき、図面を参照しつつ説明する。

【0052】

[プラズマ加工装置]

まず、本発明の一実施形態に係るプラズマ加工方法の実施に用いるプラズマ加工装置 1 について説明する。図 1 に示すように、本例のプラズマ加工装置 1 は、内部空間の上方にプラズマ生成空間 5 が設定され、このプラズマ生成空間 5 よりも下方に処理空間 6 が設定される円筒状の処理チャンバ 2 と、前記プラズマ生成空間 5 に処理ガスを供給する処理ガス供給機構 10 と、前記プラズマ生成空間 5 内に誘導電界を発生させるための環状のコイル 15 と、このコイル 15 に高周波電力を供給するコイル電力供給機構 20 と、前記処理空間 6 内に配設され、基板 K を載置するための基台 25 と、この基台 25 に高周波電力を供給する基台電力供給機構 30 と、処理チャンバ 2 内の気体を排気する排気装置 35 とを備えている。

20

【0053】

前記処理チャンバ 2 は、アルミ合金からなる上チャンバ 3 及び下チャンバ 4 から構成されている。また、上チャンバ 3 及び下チャンバ 4 は、相互に連通した内部空間をそれぞれ有しており、上チャンバ 3 の内部空間がプラズマ生成空間 5 であり、下チャンバ 4 の内部空間が処理空間 6 である。尚、上チャンバ 3 は下チャンバ 4 よりも小さく形成される。

【0054】

前記処理ガス供給機構 10 は、処理ガスが貯留された処理ガス供給源 11 と、一方端が処理ガス供給源 11 に接続し、他方端が前記上チャンバ 3 の天板に形成された吐出口に接続した供給管 12 とからなる。この処理ガス供給機構 10 によれば、処理ガス供給源 11 から供給管 12 を介し、前記吐出口から垂直下方に向けて処理ガスが吐出され、上チャンバ 3 の内部空間に処理ガスが供給される。尚、前記処理ガスは、エッチングされる基板の種類によって異なるものであり、基板がシリコン基板である場合には、 $\text{SF}_6$  ガスや  $\text{IF}_5$  ガス、 $\text{NF}_3$  ガス、 $\text{F}_2$  ガスなどのエッチングガス、 $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスや  $\text{O}_2$  ガス、2, 3, 3, 3 - テトラフルオロプロペンガス ( $\text{HFO}-1234\text{yf}$ ) などの保護膜形成ガスを例示することができる。保護膜形成ガスとしては、温室効果ガス排出削減及びエッチングレート向上の観点から、2, 3, 3, 3 - テトラフルオロプロペンガスが好ましい。また、炭化珪素基板である場合には、エッチングガスとして  $\text{SF}_6$  ガスや  $\text{SiF}_4$  ガス、 $\text{CF}_4$  ガス、 $\text{CH}_3\text{F}$  ガス、保護膜形成ガスとして  $\text{O}_2$  ガスや  $\text{SiF}_4$  ガス、 $\text{SiCl}_4$  ガスなどを例示することができ、前記処理ガス供給源 11 は、用いられる処理ガスの数に応じて 1 つ以上設けられる。

30

40

【0055】

前記コイル 15 は、前記上チャンバ 3 の外周に巻回されており、コイル電力供給機構 20 によって高周波電力が供給されるようになっている。

【0056】

また、前記コイル電力供給機構 20 は、前記コイル 15 に接続されたマッチングユニット 21 や、このマッチングユニット 21 に接続された高周波電源 22 からなり、前記コイル 15 に高周波電力を供給する機構である。このコイル電力供給機構 20 によれば、コイル 15 に高周波電力が供給されることで、プラズマ生成空間 5 内に誘導電界が発生し、当

50

該プラズマ生成空間 5 内に供給された処理ガスがプラズマ化され、所謂誘導結合プラズマ（ICP）が生成される。

【0057】

前記基台 25 は、基板 K が載置される上部材 26 と、昇降シリンダ 28 が接続された下部材 27 とから構成され、前記下チャンバ 4 の内部空間（処理空間 6）に配置されている。

【0058】

前記基台電力供給機構 30 は、前記基台 25 に接続されたマッチングユニット 31 と、このマッチングユニット 31 に接続された高周波電源 32 とからなり、前記基台 25 に高周波電力を供給する機構である。この基台電力供給機構 30 によれば、基台 25 に高周波電力が供給されることで、基台 25 とプラズマとの間にバイアス電位が与えられる。

【0059】

前記排気装置 35 は、気体を排気する真空ポンプ 36 と、一端が前記真空ポンプ 36 に接続し、他端が下チャンバ 4 の側面に開口する排気口に接続した排気管 37 とからなる。この排気装置 35 によれば、真空ポンプ 36 によって処理チャンバ 2 内の気体を排気し、処理チャンバ 2 の内部空間が所定圧力に維持される。

【0060】

[ プラズマ加工方法 ]

次に、以上の構成を備えたプラズマ加工装置 1 を用いて、基板 K をプラズマエッチングし、当該基板 K からより小さい基板 K1 を切り出す過程について、図 2 ~ 図 4 を参照して説明する。尚、本例において、基板 K は半導体素子が形成される前のシリコン基板である。また、図 2 は基板 K の平面図であり、図 3 及び図 4 は基板 K1 を切り出す過程を模式的に示した図であり、図 2 ~ 図 4 中の各符号は、K が基板、K1 が切り出される（切り出された）基板、Mf が表面側マスク、S がテープ、D が加工領域、T がトレンチ、T1, T2 がトレンチ T の角部をそれぞれ示している。

【0061】

まず、切り出される基板 K1 の厚みを所望の厚さにするために、基板 K をプラズマ加工装置 1 内に搬入して基台 25 上に載置し、基板 K の表面全体をエッチングする（シンニング（薄化）工程）。具体的には、処理ガス供給機構 10 によって処理チャンバ 2 内に SF<sub>6</sub> ガスを所定の流量で供給し、コイル電力供給機構 20 及び基台電力供給機構 30 によってコイル 15 及び基台 25 に高周波電力を印加する。尚、処理チャンバ 2 内の圧力は、前記排気装置 35 によって所定の圧力まで減圧されている。

【0062】

これにより、処理チャンバ 2 内に供給した SF<sub>6</sub> ガスがプラズマ化され、当該プラズマに含まれるエッチング種とシリコン原子との化学反応によって基板 K の表面全面がエッチングされる。

【0063】

次に、基板 K を処理チャンバ 2 から搬出し、表面側マスク形成工程を実施する。この表面側マスク形成工程では、例えば、蒸着法（化学気相蒸着法（CVD）や物理気相蒸着法（PVD））、フォトレジストの塗布などによって、加工領域 D に対応する部分にのみ開口部 Mf1 が形成された所定パターンの表面側マスク Mf を形成させる（図 2 参照）。尚、図 2 では、加工領域 D を網掛けで示した。また、表面側マスク Mf としては、レジストマスクや酸化膜、メタルマスク、積層膜などを例示することができる。

【0064】

本例においては、切り出された基板 K1 の平面形状が円形となるように、上面視環状の加工領域 D を設定しているが、要求される基板 K1 の平面形状に応じて適宜設定すれば良い。また、加工領域 D の幅 h や、加工領域 D 間の最小間隔 p は、切り出すことのできる基板の枚数と、エッチングレートやエッチングの均一性を考慮して、均一な基板を効率良く切り出すことができるように適宜設定すれば良く、例えば、加工領域 D の幅 h は 10 ~ 200 μm 程度、加工領域 D 間の最小間隔 p は 1 ~ 2 mm 程度である。

10

20

30

40

50

## 【0065】

次に、表面側マスクMfを形成させた基板Kを処理チャンバ2内の基台25上に載置して、当該基板Kに対して表面側エッチング工程を実施する。尚、本例においては、基板Kの裏面に絶縁性を有するテープSを貼付するようにし（図3（a）参照）、切り出した際に基板K1が四散しないようにしている。

## 【0066】

表面側エッチング工程においては、処理ガス供給機構10によって、処理チャンバ2内にSF<sub>6</sub>ガス、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス及びO<sub>2</sub>ガスを所定の流量で供給し、コイル電力供給機構20及び基台電力供給機構30によってコイル15及び基台25に高周波電力を印加し、また、処理チャンバ2内の圧力が所定の圧力となるように、排気装置35によって処理チャンバ2内の気体を排気する。

10

## 【0067】

これにより、処理チャンバ2内に供給したSF<sub>6</sub>ガス、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス及びO<sub>2</sub>ガスがプラズマ化され、表面側マスクMfの開口部を通して、基板Kへの保護膜の形成及び除去が並行して行われつつ、SF<sub>6</sub>ガスのプラズマ化により生成したエッチング種（例えばフッ素ラジカル）がシリコン原子と化学反応することによって基板Kが等方的にエッチングされる。この表面側エッチング工程を所定時間実施することで、図3（b）に示すように、加工領域Dがエッチングされるとともに、表面側マスクMfの直下部もエッチングされ、基板Kにテーパ形状のトレンチTが形成される。尚、表面側エッチング工程でエッチングされたマスク直下部の形状は処理条件によって変化するため、当該表面側エッチング工程の処理条件を調整して表面外周縁部を所望の形状にすることができる。

20

## 【0068】

ついで、貫通工程を実施する。具体的に、この貫通工程では、前記表面側エッチング工程で形成されたトレンチTに保護膜を形成する処理（保護膜形成処理）と、前記トレンチTの底部から保護膜を除去するとともに、前記加工領域Dをエッチングする（エッチング処理）とを繰り返すサイクルを複数回行う。

## 【0069】

まず、保護膜形成処理では、処理チャンバ2内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを所定の流量で供給し、コイル電力供給機構20によってコイル15に高周波電力を印加し、また、処理チャンバ2内の圧力が所定の圧力となるように、排気装置35によって処理チャンバ2内の気体を排気する。これにより、前記表面側エッチング工程で形成されたトレンチTの内壁に保護膜が形成される。

30

## 【0070】

ついで、エッチング処理を行う。このエッチング処理では、処理チャンバ2内にSF<sub>6</sub>ガスを所定流量で供給し、コイル電力供給機構20及び基台電力供給機構30によってコイル15及び基台25に高周波電力を供給し、また、処理チャンバ2内の圧力が所定の圧力となるように、排気装置35によって処理チャンバ2内の気体を排気する。

## 【0071】

これにより、処理チャンバ2内に供給したSF<sub>6</sub>ガスがプラズマ化され、当該SF<sub>6</sub>ガスのプラズマ化により生成したフッ素イオンが基板Kに入射することで、トレンチT底部の保護膜が除去される。また、生成したフッ素イオンが基板Kに入射する、又はSF<sub>6</sub>ガスのプラズマ化により生成したエッチング種がシリコン原子と化学反応することによって、基板Kがエッチングされる（図3（c）参照）。

40

## 【0072】

以降、加工領域Dがエッチングによって除去され、基板Kに表裏面に貫通するトレンチTが形成されるまで、保護膜形成処理及びエッチング処理を一定回数繰り返し実施する。

## 【0073】

ここで、一般的に、基板の裏面に絶縁性テープが接着されていたり、絶縁層が形成されていたりすると、所定の処理条件を採用しない限り、この絶縁性テープや絶縁層の表面がチャージアップして、プラズマ中に含まれるイオンの進行方向が曲げられ、当該絶縁性テ

50

ープや絶縁層近傍のトレンチ側壁がエッチングされるというノッチング現象が発生する。一般的なエッチング加工においては、パルス状の基台高周波電力を印加するなどの対策を講じることによって、ノッチング現象の発生を抑えるようにしているが、本実施形態においては、基板Kの裏面に絶縁性のテープSを接着し、パルスを印加しない状態でエッチング処理を行うようにして、意図的にノッチング現象を発生させる。

#### 【0074】

即ち、本実施形態においては、基板Kの裏面に絶縁性のテープSが接着されているため、このテープSの表面がチャージアップして、プラズマ中に含まれるイオンの進行方向が曲げられ、当該テープS近傍のトレンチT側壁がエッチングされる。これにより、切り出された基板K1の裏面外周縁部が丸面取りされた状態となる(図4(a)参照)。

10

#### 【0075】

その後、表面側マスクMfを除去し、仕上げ工程を行う(図4(b)参照)。この仕上げ工程では、処理チャンバ2内にSF<sub>6</sub>ガス、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス及びO<sub>2</sub>ガスを所定流量で供給し、コイル電力供給機構20及び基台電力供給機構30によってコイル15及び基台25に高周波電力を供給し、また、処理チャンバ2内の圧力が所定の圧力となるように、排気装置35によって処理チャンバ2内の気体を排気する。

#### 【0076】

これにより、表面側エッチング工程でエッチングされた部分と、貫通工程でエッチングされた部分との間の角部T1や、基板K表面と表面側エッチング工程でエッチングされた部分との間の角部T2が等方的なエッチングによって丸められ、切り出された基板K1の表面外周縁部が丸面取りされた状態となる。尚、この仕上げ工程の処理条件を適宜調整することによって、基板K1の表面粗さを低減することもできる。

20

#### 【0077】

斯くして、図4(c)に示すように、基板Kから、表裏面の外周縁部が丸面取りされた基板K1が切り出される。そして、このプラズマ加工方法においては、貫通工程において、保護膜形成処理及びエッチング処理を交互に行ってトレンチTを形成するようにしているため、切り出された基板K1の外周面(トレンチTの側壁に相当)は、図5に示すように、所謂スキャロップ形状を有したものとなる。

#### 【0078】

尚、このプラズマ加工方法によれば、例えば、直径100~450mm程度の半導体素子が形成されていない基板から直径12.5~150mm程度の基板を切り出すことができる。

30

#### 【0079】

因みに、本願発明者らは、本実施形態のプラズマ加工方法を適用して、各工程を図6にまとめた処理条件で行ったところ、シリコン基板から当該シリコン基板よりも小さいシリコン基板を切り出すことに成功した。尚、切り出された基板の外周面に形成されたスキャロップ形状は、その高さt及びピッチps(図5参照)が、それぞれ約250~400nm、約400~600nmであった。

#### 【0080】

また、基板Kの厚みが200μmの場合、表面側エッチング工程に要した時間は2分、貫通工程に要した時間は深さ方向へのエッチングに10分、ノッチング形状の形成に1分の計11分、仕上げ工程に要した時間は2分であり、これらの工程に要した時間(総エッチング時間)は15分であった。また、基板Kの厚みが600μmの場合、表面側エッチング工程に要した時間は2分、貫通工程に要した時間は深さ方向へのエッチングに30分、ノッチング形状の形成に3分の計33分、仕上げ工程に要した時間は2分であり、総エッチング時間は37分であった。尚、深さ方向へのエッチングに要した時間には、均一性を考慮したオーバーエッチングに要した時間も含まれる。

40

#### 【0081】

以上のように、本実施形態に係るプラズマ加工方法によれば、等方的なエッチングを行う表面側エッチング工程と異方的なエッチングを行う貫通工程とを組み合わせるとともに

50

、貫通工程においてノッチング現象を発生させるようにしていることで、表裏面の外周縁部が丸面取りされた基板 K 1 を切り出すことができる。したがって、従来のように、基板を切り出す工程と切り出した基板を研磨する工程とを別々に行うことなく、表裏面外周縁部が面取りされた形状の基板を製造することができ、更に、基板を一枚一枚切り出すことなく、プラズマエッチング処理によって複数の基板を一括して切り出すことができるため、基板の製造コストを低く抑えることができる。

【 0 0 8 2 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る態様は何らこれに限定されるものではない。

【 0 0 8 3 】

上例においては、シンニング工程を実施するようにしているが、切り出される基板 K 1 の厚さがもとの基板 K の厚さと同じで良い場合などのように、厚みを調整する必要がない場合には、シンニング工程を省略しても良い。

【 0 0 8 4 】

また、上例では、表面側マスク M f のパターンを加工領域 D に対応する部分にのみ開口部 M f 1 を有するパターンとし、加工領域 D 以外の部分は、基板が切り出されない部分についてもマスクで覆うようにしている。しかし、例えば、図 7 に示すように、エッチングによって所定の平面形状（図 7 では円形）の基板 K 1 のみが残るように、切り出される基板 K 1 に対応する部分以外を加工領域 D として設定し、切り出される基板 K 1 に対応する部分のみがマスクに覆われるようにしても良い。尚、図 7 において、網掛けを付した領域が加工領域 D である。

【 0 0 8 5 】

更に、上例では、表面側エッチング工程においてテーパ形状のトレンチを形成するようにしているが、表面側マスクの直下部がエッチングされ、切り出された基板の表面外周縁部が面取りされた状態になるのであれば、表面側エッチング工程において形成されるトレンチの形状は特に限定されるものではない。したがって、表面側エッチング工程における基板を等方的にエッチングする手法及びその処理条件は、基板の材質や目的とするトレンチの形状等に合わせて適宜選択すれば良い。

【 0 0 8 6 】

また、上例の貫通工程においては、保護膜形成処理とエッチング処理と繰り返すことによって、基板 K を異方的にエッチングするようにしているが、貫通工程において異方的なエッチングを行う他の態様としては、保護膜の形成と基板 K のエッチングとを同時に行うようにし、基台 2 5 に印加する電圧を徐々に大きくする方法などを例示することができ、貫通工程における基板を異方的にエッチングする手法や処理条件は、基板の材質等に合わせて適宜選択し得る。

【 0 0 8 7 】

また、上例においては、ノッチング現象を発生させるようにして、基板 K の裏面外周縁部が丸面取りされた状態になるようにしているが、基板 K の裏面外周縁部を面取りする必要がない場合もある。その場合には、意図的にノッチング現象を発生させる必要はなく、貫通工程で基板 K に表裏面に貫通するトレンチ T を形成することで、基板 K の表面外周縁部が面取りされた状態の基板 K 1 を切り出すようにしても良い。

【 0 0 8 8 】

更に、上例では、仕上げ工程を実施するようにして、表裏面外周縁部が丸面取りされた状態、言い換えれば、角部のない滑らかな状態にするようにしているが、丸面取りである必要がない場合や表面側エッチング工程及び貫通工程の処理条件を調整することによって対応できる場合には、仕上げ工程を実施しなくとも良い。

【 0 0 8 9 】

また、上例においては、基板 K の裏面に絶縁性のテープ S を貼付するようにしているが、例えば、基板 K の裏面に絶縁層を形成するようにしても良い。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

更に、上例では、貫通工程で意図的にノッチング現象を発生させることにより、切り出される基板の裏面外周縁部が面取りされた状態になるようにしている。しかしながら、炭化珪素基板などの比較的エッチングし難い基板では、ノッチングが発生し難いため、切り出された基板の裏面外周縁部が面取りされていない状態になる場合がある（図8参照）。そこで、貫通工程を行った後、裏面側から基板を等方的にエッチングする裏面側エッチング工程を更に行うようにしても良い。

【0091】

具体的には、図9（a）に示すように、貫通工程実施後に表面側マスクMfを除去してから基板Kの表面にテープSを貼付して、切り出された基板K1が四散するのを防止するようにした上で、当該基板Kを表裏反転させて裏面側マスク形成工程を実施する。この裏面側マスク形成工程では、表面側マスク形成工程と同様、所定の方法によって、加工領域Dに対応する部分に開口部Mb1が形成された所定パターンの裏面側マスクMbを形成させる（図9（b）参照）。尚、この場合、表面に貼付するテープSは、絶縁性を有している必要はない。また、裏面側マスクMbとしては、レジストマスクや酸化膜、メタルマスク、積層膜などを例示することができる。

10

【0092】

ついで、裏面側マスクMbを形成させた基板Kを処理チャンバ2内の基台25上に載置し、この基板Kを等方的にエッチングする裏面側エッチング工程を実施し、前記裏面側マスクMbの開口部Mb1を通して基板Kにおける裏面側マスクMbの直下部をエッチングする。尚、この裏面側エッチング工程において、基板Kを等方的にエッチングする手法及びその処理条件は、前記表面側エッチング工程と同様に基板の材質等に合わせて適宜選択すれば良い。

20

【0093】

これにより、図9（c）に示すように、切り出された基板K1の表裏面外周縁部が面取りされた状態となる。

【0094】

尚、この場合も、表面側マスクMf除去後に仕上げ工程を行うようにすれば、切り出された基板K1の表裏面外周縁部が丸面取りされた状態にすることもでき、処理条件を調整することで、表面粗さの低減を図ることもできる。

【0095】

以上のように、このプラズマ加工方法によっても、基板の切り出し工程と切り出した基板一枚一枚を研磨する工程とを別々に行うことなく、表裏面外周縁部が面取りされた基板を製造することができ、また、基板を一枚一枚切り出すことなく、複数の基板を一括して切り出すことができる。したがって、コストを抑えつつ、表裏面の外周縁部が面取りされた基板を製造することができる。

30

【0096】

また、上例のプラズマ加工方法においては、表面側エッチング工程と貫通工程とを実施することで、基板K1を切り出すようにしているが、これに限られるものではなく、表面側エッチング工程を実施した後、深掘り工程、裏面側エッチング工程及び貫通工程を行うようにしても良い。これについて、図10及び図11を参照して以下説明する。

40

【0097】

上例における表面側エッチング工程を実施した後、表面側マスクMfの開口部Mf1を通して基板Kを異方的にエッチングする深掘り工程を実施し、図10（a）に示すように、基板KにトレンチTを形成する。尚、この深掘り工程において、基板Kを異方的にエッチングする手法としては、前記貫通工程と同様に、保護膜形成処理及びエッチング処理を繰り返す手法などを例示することができ、当該深掘り工程において、基板Kを異方的にエッチングする手法及びその処理条件は、適宜選択することができる。

【0098】

ついで、基板Kの表面からマスクMfを除去した後、基板Kの表面にテープSを貼付して、基板Kを表裏反転させて裏面側マスク形成工程を実施する（図10（b）参照）。こ

50

の裏面側マスク形成工程では、表面側マスク形成工程と同様、所定の方法によって加工領域Dに対応する部分に開口部Mb1が形成された裏面側マスクMbを形成させる(図10(c)参照)。この裏面側マスクMbは、上記と同様、レジストマスクや酸化膜、メタルマスク、積層膜などである。

#### 【0099】

次に、裏面側マスクMbを形成させた基板Kを基台25上に載置し、この基板Kを等方的にエッチングする裏面側エッチング工程を実施して、裏面側マスクMbの開口部Mb1を通して基板Kの裏面側マスクMb直下部をエッチングする。これにより、図11(a)に示すように、基板Kの裏面側にテーパ形状のトレンチTが形成される。尚、この裏面側エッチング工程においても、基板Kを等方的にエッチングする手法及びその処理条件は、

10

#### 【0100】

その後、貫通工程を実施する。この貫通工程では、前記深掘り工程で形成されたトレンチTの底部に貫通するまで、裏面側マスクMbの開口部Mb1を通して基板Kを異方的にエッチングする。これにより、基板Kには、表裏面に貫通し、上部及び下部がテーパ形状となったトレンチTが形成され、表裏面外周縁部が面取りされた基板K1が切り出される(図11(b)参照)。

#### 【0101】

尚、このプラズマ加工方法において、表面側マスクMfを除去した後、基板Kの表面側に仕上げ工程を実施するとともに、貫通工程実施後、裏面側マスクMbを除去してから基板Kの裏面側に仕上げ工程を実施するようにし、切り出された基板K1の表裏面外周縁部を丸面取りされた状態にするようにしても良い。また、この仕上げ工程の処理条件を調整すれば、基板Kの表面粗さを低減することも可能である。

20

#### 【0102】

以上のように、このプラズマ加工方法においても、上記と同様の作用効果を奏する。

#### 【0103】

また、上例では、半導体素子形成前の基板からより小さい基板を切り出すようにしているが、本発明に係るプラズマ加工方法は、例えば、図12(a)に示すような複数の半導体素子Hが形成された基板Kから個々の半導体素子(「ダイ」ともいう)Hを切り出す場合にも用いることができる。具体的には、図12(b)に示すように、基板Kに形成された各半導体素子H間に設定された加工領域Dに対応する部分にのみ開口部Mf1を有する表面側マスクMfを形成し、上例における各工程を実施することによって、マスクMfの開口部Mf1を通して加工領域Dをエッチングして除去することで、半導体素子Hを個片化すること(「プラズマダイシング」ともいう)ができる。そして、このプラズマ加工方法を用いて個片化された半導体素子Hは、その表面側や裏面側の外周縁部が面取りされた状態になる。

30

#### 【0104】

以上のように、このプラズマ加工方法によれば、コストを低く抑えつつ、外周縁部が面取りされた基板たる半導体素子を製造することができる、より具体的に言えば、外周縁部が面取りされていることによって抗折強度の向上が図られた半導体素子を低コストで製造することができる。

40

#### 【0105】

尚、この場合において、各工程の処理条件は、表面側や裏面側の面取り幅が半導体素子Hの抗折強度の向上を図ることができる幅となるように調整すれば良く、例えば、面取り幅は1 $\mu$ m程度であっても良い。また、個片化される半導体素子Hは、比較的小さく、ダイシングラインが長くなる、言い換えれば、加工領域Dが広くなるため、処理に必要なガス量も多くなる。したがって、温室効果ガス排出削減の観点から、保護膜形成ガスとして、2,3,3,3-テトラフルオロプロペンガスを用いることが好ましい。

#### 【符号の説明】

#### 【0106】

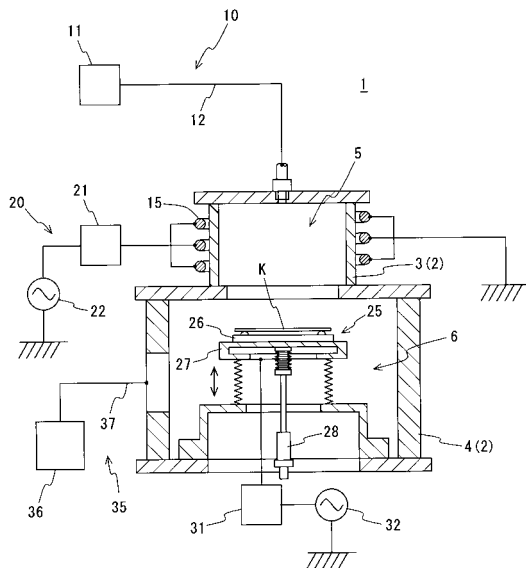
50

- 1 プラズマ加工装置
- 2 処理チャンバ
- 5 プラズマ生成空間
- 6 処理空間
- 10 処理ガス供給機構
- 15 コイル
- 20 コイル電力供給機構
- 25 基台
- 30 基台電力供給機構
- K 基板
- K 1 切出し基板
- D 加工領域
- M f 表面側マスク
- M f 1 開口部
- M b 裏面側マスク
- M b 1 開口部
- T トレンチ
- T 1 , T 2 角部
- S テープ

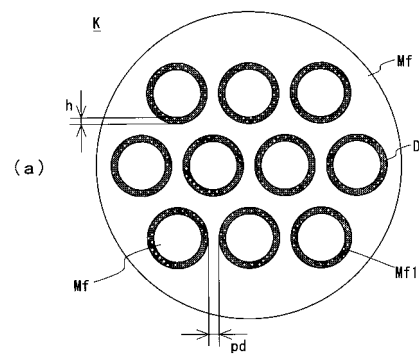
10

20

【図 1】

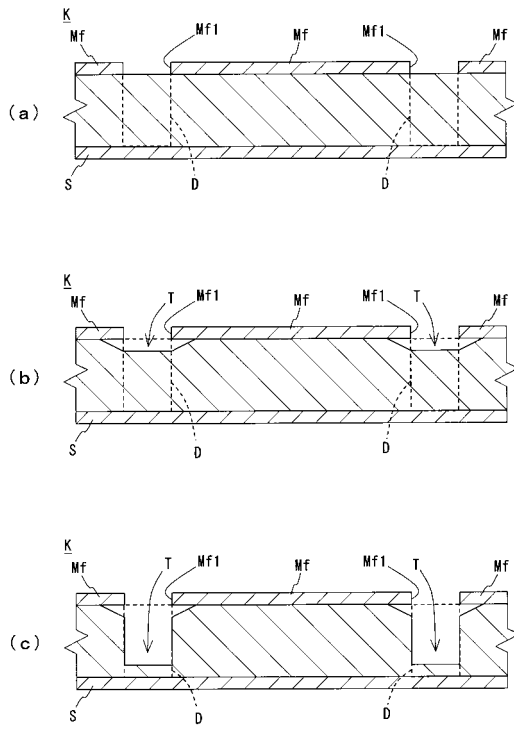


【図 2】

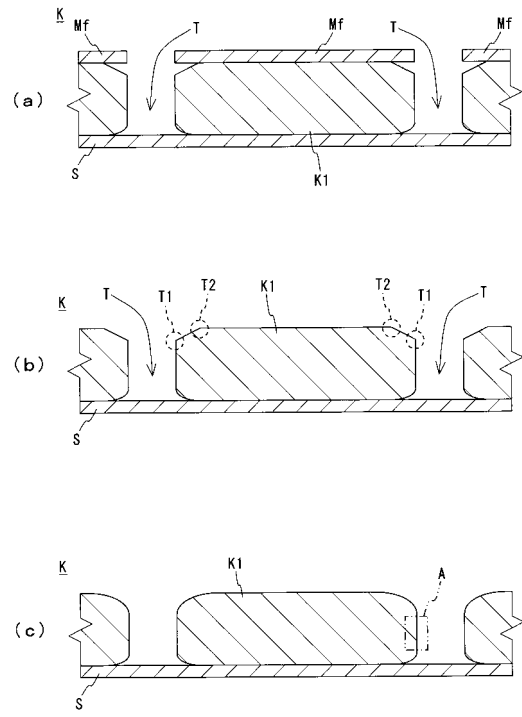




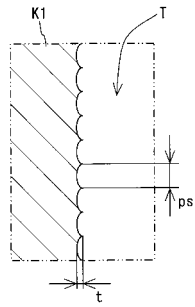
【図 3】



【図 4】



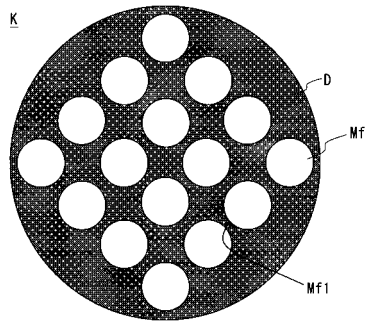
【図 5】



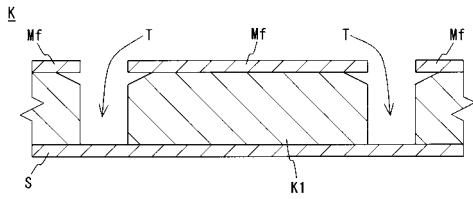
【図 6】

	エッチング レート ( $\mu\text{m}/\text{min}$ )	基台 印加電力 (W)	コイル 印加電力 (W)	圧力 (Pa)	時間	$\text{O}_2$ ガス 流量 (sccm)	$\text{CF}_4$ ガス 流量 (sccm)	$\text{SF}_6$ ガス 流量 (sccm)		
シニング工程	6	45	2600	6.0	—	—	—	700	—	—
表面エッチング工程	10	45	1500	13.0	2 min	30	110	700	—	—
露光工程	20	55	2600	8.0	5 sec	—	—	450	エッチング処理	—
	—	0	2600	6.0	3 sec	—	400	—	保護膜形成処理	—
仕上げ工程	10	45	1500	13	2 min	30	110	700	—	—

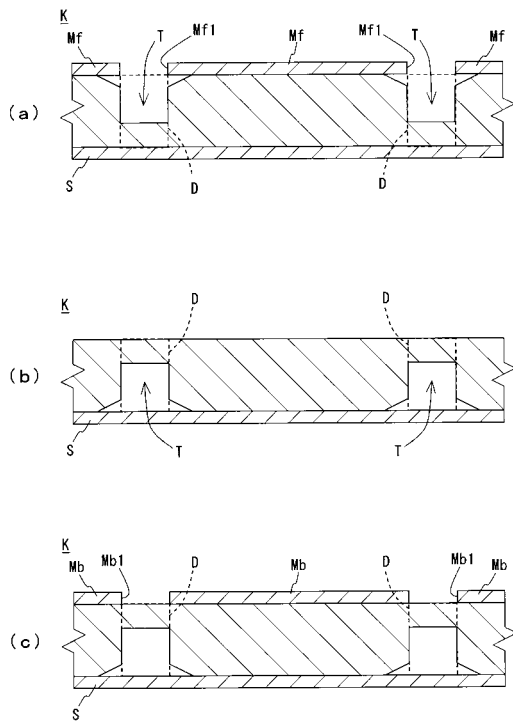
【図 7】



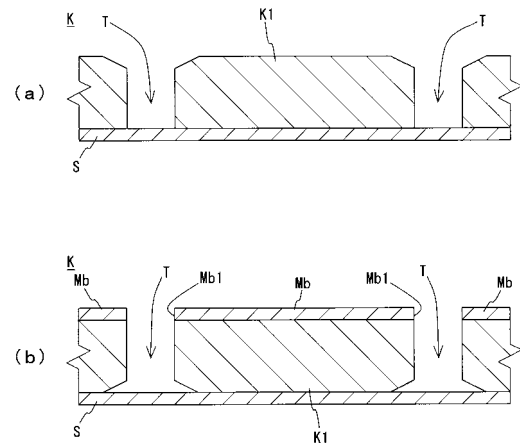
【図 8】



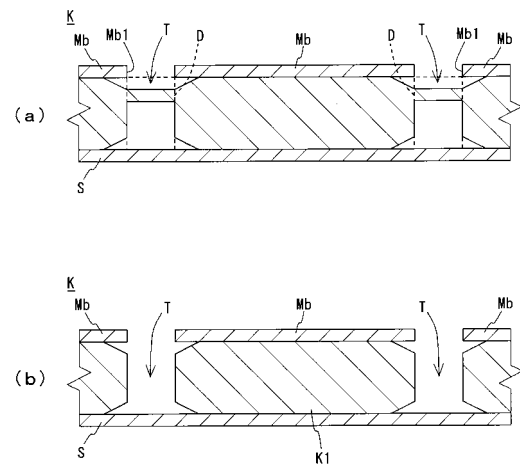
【図 10】



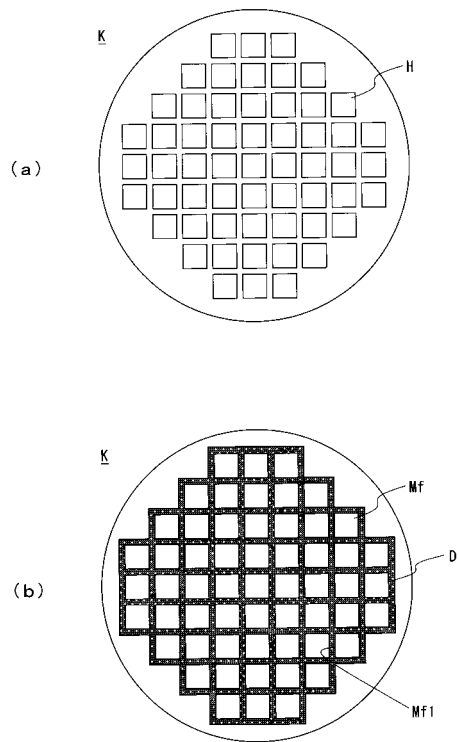
【図 9】



【図 11】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5F004 AA01 AA16 BA20 BB13 BB18 CA01 CA06 DA00 DA18 DA26  
DB01 DB19 DB20 EA28 EA29 EA37 FA07  
5F063 AA43 BA43 BA45 BB02 CB02 CB08 CB12 CB18 CB23 CB27  
DD42 DD45 DD46 DD47 DD48