

(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2013-8731

(P2013-8731A)

(43) 公開日 平成25年1月10日(2013.1.10)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 5 A 5 F 0 0 4
 HO 1 L 31/04 (2006.01) HO 1 L 31/04 H 5 F 1 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-138631 (P2011-138631)
 (22) 出願日 平成23年6月22日 (2011. 6. 22)

(71) 出願人 000000033
 旭化成株式会社
 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番23号
 (74) 代理人 100121083
 弁理士 青木 宏義
 (72) 発明者 前田 雅俊
 静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 勝
 静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成株式会社内
 (72) 発明者 山口 布士人
 静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工方法

(57) 【要約】

【課題】加工対象物の部位に応じて異なるエッチング量を実現可能な加工方法を提供すること。

【解決手段】チャンバー(11)内に設けられた一対の電極の一方の表面に加工対象物(20)を配置するステップと、チャンバー(11)内にエッチングガスを導入するステップと、一対の電極間に電圧を印加して一対の電極間にプラズマを発生させることで加工対象物(20)をエッチングするステップと、を備え、加工対象物(20)が、その第1部位より第2部位において高いエッチングレートで加工されるように、少なくとも一方の電極として、電極表面の第1部位に対応する位置に凹部(13a)が設けられ、電極表面の第2部位に対応する位置に凸部(13b)が設けられた電極を用いることを特徴とする。

【選択図】 図1

図 1A

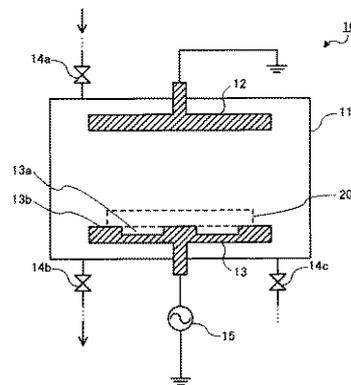
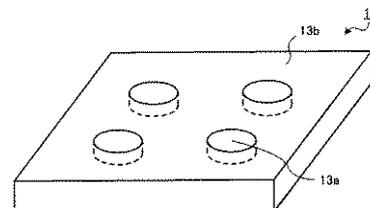


図 1B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

チャンバー内に設けられた一対の電極の一方の表面に加工対象物を配置するステップと

、前記チャンバー内にエッチングガスを導入するステップと、

前記一対の電極間に電圧を印加して前記一対の電極間にプラズマを発生させることで前記加工対象物をエッチングするステップと、を備え、

前記加工対象物が、その第 1 部位より第 2 部位において高いエッチングレートで加工されるように、前記加工対象物の前記第 1 部位近傍における電界強度より前記第 2 部位近傍における電界強度を高めたことを特徴とする加工方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 部位における前記加工対象物の加工表面と前記一方の電極の表面との距離を、前記第 2 部位における前記加工対象物の加工表面と前記一方の電極の表面との距離より大きくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の加工方法。

【請求項 3】

前記一方の電極として、電極の表面の前記第 1 部位に対応する位置に凹部を有する電極、又は電極の表面の前記第 2 部位に対応する位置に凸部を有する電極を用いることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の加工方法。

【請求項 4】

前記一方の電極の凹部又は凸部は、前記プラズマ中のプラズマイオンが前記加工対象物の加工表面に略垂直に入射するよう形成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の加工方法。

20

【請求項 5】

前記一方の電極の凹部又は凸部は、円柱、角柱、楕円柱のいずれかの形状を有し、六方格子、正方格子、直線のいずれかの態様で配列されたことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の加工方法。

【請求項 6】

前記一方の電極は、平板、曲面、半円筒のいずれかの形状を有することを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の加工方法。

【請求項 7】

前記一方の電極の凹部、又は凸部と凸部との間に、誘電体が充填されたことを特徴とする請求項 3 から請求項 6 のいずれかに記載の加工方法。

30

【請求項 8】

前記加工対象物は、酸化シリコン、シリコン、アルミニウム、鉄、クロムのいずれかを含有材料で構成されたことを特徴とする請求項 3 から請求項 7 のいずれかに記載の加工方法。

【請求項 9】

前記エッチングガスは、フロン系ガス又は塩素系ガスであることを特徴とする請求項 3 から請求項 8 のいずれかに記載の加工方法。

【請求項 10】

前記加工対象物は、石英、酸化シリコン、シリコンのいずれか構成されており、前記エッチングガスは、フロン系ガスであることを特徴とする請求項 3 から請求項 9 のいずれかに記載の加工方法。

40

【請求項 11】

前記フロン系ガスは、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 C_3F_8 、 C_xF_y (x は 2 から 4 の整数、 y は $2x$)、 SF_6 のいずれか一、又は複数を含有ガスであることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の加工方法。

【請求項 12】

前記加工対象物の加工表面にドライエッチング用のマスクパターンが形成されたことを特徴とする請求項 3 から請求項 11 のいずれかに記載の加工方法。

50

【請求項 13】

前記マスクパターンが有する複数の孔の平面形状が、多角形、円形、楕円形のいずれかであり、前記複数の孔が、六方格子、正方格子、直線、ランダムいずれかの態様で配列されたことを特徴とする請求項 12 に記載の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、ドライエッチングにより加工対象物を加工する加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体プロセスなどにおける微細加工技術として、ドライエッチングを用いるものが知られている。ドライエッチングに用いられるドライエッチング装置は、一般に、エッチング処理室を構成するチャンバーの内部空間において略平行に配置された一对の平板状電極を備え、当該電極に高周波電力（RF 電力）を供給可能に構成されている（例えば、特許文献 1）。

10

【0003】

このようなドライエッチング装置を用いてドライエッチングを行う場合、まず、チャンパー下部に配置された下部電極の表面に、エッチングマスクが形成された加工対象物を配置してチャンパー内にエッチングガスを導入する。チャンパー内の圧力を所定範囲に保った状態で電極に高周波電力を供給すると、電極間にプラズマが発生する。加工対象物表面のエッチングマスクに覆われない領域がプラズマに曝されると、プラズマを構成するプラズマイオンなどによって当該領域の化学反応が進行し、その結果、エッチングマスクのマスクパターンに対応して加工対象物の表面が削り取られる。

20

【0004】

このようなドライエッチングにおいては通常、微細加工精度を担保するために面内におけるエッチング均一性が求められる。エッチング均一性は、面内におけるエッチング量の最大値と最小値とを用いて次の式により求まる値である。エッチング均一性の値が小さい場合、エッチングの面内ばらつきが小さいことを示し、エッチング均一性の値が大きい場合、エッチングの面内ばらつきが大きいことを示す。例えば、特許文献 1 では、排気の時間間隔を短くして反応生成物等をチャンパー内から除去することによりエッチング均一性の値を小さく保っている。

30

$$\text{エッチング均一性 (\%)} = (\text{最大値} - \text{最小値}) / (\text{最大値} + \text{最小値}) \times 100$$

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 5 - 136088 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年では、光の表面反射防止を目的として微細な凹凸構造（モスアイ構造）を備えた光学素子が実用化されている。このような光学素子において所望の光学特性を得るため、例えば、ある領域において凹凸構造の高低差を大きくし、別の領域において凹凸構造の高低差を小さくしたい場合がある。しかしながら、従来のドライエッチング技術を用いて凹凸構造を形成する場合、面内において略一定のエッチング量は実現されるものの、領域毎にエッチング量を異ならせることは困難であった。異なるパターンのエッチングマスクを用い、エッチング処理を複数回行うことで凹凸構造の高低差を異ならせることは可能だが、マスクパターンの作り分けやエッチング処理等に手間がかかるという問題がある。

40

【0007】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、加工対象物の部位に応じて異なるエッ

50

チング量を実現可能な加工方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の加工方法は、チャンバー内に設けられた一对の電極の一方の表面に加工対象物を配置するステップと、前記チャンバー内にエッチングガスを導入するステップと、前記一对の電極間に電圧を印加して前記一对の電極間にプラズマを発生させることで前記加工対象物をエッチングするステップと、を備え、前記加工対象物が、その第1部位より第2部位において高いエッチングレートで加工されるように、前記加工対象物の前記第1部位近傍における電界強度より前記第2部位近傍における電界強度を高めたことを特徴とする。

10

【0009】

この構成によれば、加工対象物の第1部位より第2部位において高いエッチングレートが実現されるように、加工対象物の第1部位近傍における電界強度より第2部位近傍における電界強度を高めているため、プラズマイオンの照射量は、第1部位より第2部位において増大する。これにより、加工対象物において、第1部位より第2部位におけるエッチング量を大きくすることができる。すなわち、加工対象物の部位に応じて異なるエッチング量を実現可能である。

【0010】

本発明の加工方法において、前記第1部位における前記加工対象物の加工表面と前記一方の電極の表面との距離を、前記第2部位における前記加工対象物の加工表面と前記一方の電極の表面との距離より大きくしても良い。この構成によれば、加工対象物の第1部位近傍における電界強度より第2部位近傍における電界強度が高まるため、加工対象物において、第1部位より第2部位におけるエッチング量を大きくすることができる。

20

【0011】

本発明の加工方法において、前記一方の電極として、電極の表面の前記第1部位に対応する位置に凹部を有する電極、又は電極の表面の前記第2部位に対応する位置に凸部を有する電極を用いても良い。この構成によれば、加工対象物の第1部位近傍における電界強度より第2部位近傍における電界強度が高まるため、加工対象物において、第1部位より第2部位におけるエッチング量を大きくすることができる。

【0012】

本発明の加工方法において、前記一方の電極の凹部及び凸部は、前記プラズマ中のプラズマイオンが前記加工対象物の加工表面に略垂直に入射するよう形成されても良い。この構成によれば、プラズマイオンが加工対象物の加工表面に対して略垂直に入射するため、エッチングの異方性を高め、十分な高低差のあるパターンを形成することができる。

30

【0013】

本発明の加工方法において、前記一方の電極の凹部又は凸部は、円柱、角柱、楕円柱のいずれかの形状を有し、六方格子、正方格子、直線のいずれかの態様で配列されても良い。

【0014】

本発明の加工方法において、前記一方の電極は、平板、曲面、半円筒のいずれかの形状を有しても良い。

40

【0015】

本発明の加工方法において、前記一方の電極の凹部、又は凸部と凸部との間に、誘電体が充填されても良い。

【0016】

本発明の加工方法において、前記加工対象物は、酸化シリコン、シリコン、アルミニウム、鉄、クロムのいずれかを含む材料で構成されても良い。

【0017】

本発明の加工方法において、前記エッチングガスは、フロン系ガス又は塩素系ガスであっても良い。

50

【 0 0 1 8 】

本発明の加工方法において、前記加工対象物は、石英、酸化シリコン、シリコンのいずれかで構成されており、前記エッチングガスは、フロン系ガスであっても良い。

【 0 0 1 9 】

本発明の加工方法において、前記フロン系ガスは、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 C_3F_8 、 C_xF_y （ x は2から4の整数、 y は $2x$ ）、 SF_6 のいずれか一、又は複数を含むガスであっても良い。

【 0 0 2 0 】

本発明の加工方法において、前記加工対象物の加工表面にドライエッチング用のマスクパターンが形成されても良い。

10

【 0 0 2 1 】

本発明の加工方法において、前記マスクパターンが有する複数の孔の平面形状が、多角形、円形、楕円形のいずれかであり、前記複数の孔が、六方格子、正方格子、直線、ランダムいずれかの態様で配列されても良い。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、加工対象物の部位に応じて異なるエッチング量を実現可能な加工方法を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】本実施の形態に係る加工方法に用いられるエッチング装置の構成例を示す模式図である。

20

【 図 2 】本実施例に係る加工方法の各ステップを示す模式図である。

【 図 3 】実験例に係る実験系の構成及び実験結果を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 4 】

本発明者らは、ドライエッチングを用いる加工方法において、加工対象物近傍の電界強度（セルフバイアスの強度）を制御することで加工対象物の部位に応じたエッチング量を実現可能であることを見出した。加工対象物近傍における電界強度を部位に応じて相対的に異ならせることで、加工対象物に対するプラズマイオンの照射量を部位に応じて異ならせることができるためである。この技術思想を実現するためには、例えば、加工対象物が配置されるエッチング装置の電極に所定の凹凸構造を設けることにより、加工対象物表面と電極表面との距離を部位に応じて異ならせれば良い。

30

【 0 0 2 5 】

より具体的には、例えば、エッチング量を小さくしたい部位に対応する位置に凹部を有する電極を用いる。又は、エッチング量を大きくしたい部位に対応する位置に凸部を有する電極を用いる。これにより、加工対象物の加工表面に照射されるプラズマイオンの量が凹凸構造に応じて異なってくるため、加工対象物の部位に応じてエッチングレート（エッチング速度）を変えてエッチング量を異ならせることができる。以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

40

【 0 0 2 6 】

図 1 は、本実施の形態に係る加工方法に用いられるエッチング装置の構成例を示す模式図である。図 1 A に示されるように、本実施の形態に係るエッチング装置 10 はいわゆる反応性イオンエッチング装置であり、エッチング処理室を構成するチャンパー 11 と、チャンパー 11 内の上方に配置されたアノード（接地電極、上部電極）12 と、チャンパー 11 内の下方に配置されたカソード（印加電極、下部電極）13 とを有する。

【 0 0 2 7 】

チャンパー 11 は、ステンレスやアルミニウムなどの金属材料を用いて、チャンパー 11 内の圧力を所定範囲に保つことができるよう構成されている。チャンパー 11 は、バルブ 14 a を介して不図示のガス供給源と接続されており、チャンパー 11 内にガス供給源

50

からエッチングガスなどが供給される。また、チャンバー 11 は、バルブ 14 b を介して不図示の排気系と接続されており、エッチングガスや反応生成物などを排気可能になっている。チャンバー 11 は、チャンバー 11 内の圧力を所定範囲に保つことができるようにバルブ 14 c を介して不図示の圧力調整機構と接続されている。

【0028】

アノード 12 は、接地電位と接続されている。カソード 13 は高周波電源 15 と接続されており、カソード 13 に対して高周波電源 15 から高周波電力が供給されることでアノード 12 とカソード 13 との間に高周波電圧を印加できるようになっている。カソード 13 は、その表面に基材等の加工対象物 20 を配置可能になっており、加工対象物 20 の設置台としても機能する。

10

【0029】

図 1 B に示されるように、カソード 13 において加工対象物 20 が配置される表面（上方の表面）には、所定の凹部 13 a 及び凸部 13 b でなる凹凸構造が設けられている。これにより、カソード 13 の表面に配置される加工対象物 20 の加工表面（上方の表面）とカソード 13 の表面との距離は、凹部 13 a 上方において大きくなり、凸部 13 b 上方において小さくなるようになっている。加工表面とカソード 13 表面との距離が大きくなると、加工表面におけるカソード 13 による電界（セルフバイアス）の影響が小さくなってプラズマイオンを加工表面に照射する力が弱くなり、プラズマイオンの照射量は減少する。加工表面とカソード 13 表面との距離が小さくなると、加工表面におけるカソード 13 による電界（セルフバイアス）の影響が大きくなってプラズマイオンを加工表面に照射する力が強くなり、プラズマイオンの照射量は増大する。このように、カソード 13 の表面に凹部 13 a 及び凸部 13 b を設けることで、凹部 13 a 上方において加工対象物 20 のエッチングレートを小さくでき、凸部 13 b 上方において加工対象物 20 のエッチングレートを大きくできる。

20

【0030】

凹部 13 a 及び凸部 13 b の形状、数量、大きさ等は特に限定されない。図 1 B では、平板状のカソード 13 の一部に凹部 13 a を形成することで、凹部 13 a が形成されていない部分が凸部 13 b となる凹凸構造を設けているが、カソード 13 の一部に凸部 13 b を形成して、凸部 13 b が形成されていない部分が凹部 13 a となる凹凸構造を設けても良い。

30

【0031】

凹部 13 a 及び凸部 13 b は、アノード 12 とカソード 13 との間に発生したプラズマイオンが、カソード 13 の表面に配置される加工対象物の加工表面に対して略垂直に入射するように形成されることが望ましい。プラズマイオンが加工表面に対して略垂直に入射することで、エッチングの異方性を高め、十分な高低差のあるパターンを形成することができる。

【0032】

プラズマイオンが加工表面に対して略垂直に入射する凹部 13 a 又は凸部 13 b の形状としては、円柱、角柱、楕円柱等を挙げることができる。このような形状の場合、凹部 13 a の底又は凸部 13 b の頂上加工表面に対して略平行になり、凹部 13 a の側面形状又は凸部 13 b の側面形状が加工表面に対して略垂直になる。このような形状では、加工表面に対する斜め方向の電界（セルフバイアス）が殆ど発生しないため、プラズマイオンを加工表面に対して略垂直に入射させることができる。なお、凹部 13 a 及び凸部 13 b の角の部分は、多少丸みを帯びていても良い。図 1 B では、凹部 13 a の形状が円柱である場合を例示している。

40

【0033】

また、凹部 13 a 又は凸部 13 b の配列は、六方格子、正方格子、直線、ランダムのおのれかであることが望ましい。凹部 13 a 又は凸部 13 b をこのように配列させることで、加工表面のエッチングレートを凹部 13 a 又は凸部 13 b の配列によって調節することができる。

50

【 0 0 3 4 】

なお、本実施の形態において、カソード 1 3 の全体形状は略平板状であるが、曲面状、半円筒状などであっても良い。カソード 1 3 の全体形状は、カソード 1 3 に配置される加工対象物の形状等に応じて適宜変更することができる。同様に、アノード 1 2 の形状も適宜変更することができる。

【 0 0 3 5 】

また、カソード 1 3 の凹部 1 3 a (又は、凸部 1 3 b と隣接する凸部 1 3 b との間の領域)には、誘電体が充填されても良い。凹部 1 3 a に誘電体を充填することで、凹部 1 3 a の誘電率が変化するため、誘電体の充填による誘電率の変化を利用して加工表面における電界強度を調節できる。これにより、凹部 1 3 a を含む加工表面のエッチングレートを調節可能である。充填される誘電体としては、例えば、シリコンの酸化物、窒化物、ハロゲン化物、アルミニウムをはじめとする各種金属の酸化物、窒化物、ハロゲン化物など挙げることができる。

10

【 0 0 3 6 】

このように構成されたエッチング装置 1 0 において、チャンバー 1 1 内にエッチングガスを導入し、所定圧力下においてカソード 1 3 に高周波電力を供給すると、アノード 1 2 とカソード 1 3 との間に高周波電圧が印加されて、これら一対の電極間にプラズマが発生する。プラズマ中の電子はプラズマイオンと比較して軽いため、直ちにアノード 1 2 及びカソード 1 3 に移動する。アノード 1 2 は接地されているため、移動した電子による電位変動は生じない。一方で、カソード 1 3 の電位は移動した電子によって低下し、カソード 1 3 の近傍には当該電位低下に起因する電界(セルフバイアス)が生じる。このセルフバイアスにより、陽イオンであるプラズマイオンはカソード 1 3 側に移動して、カソード 1 3 の表面に配置された加工対象物 2 0 に照射される。

20

【 0 0 3 7 】

上述したように、カソード 1 3 の表面には、凹部 1 3 a 及び凸部 1 3 b でなる凹凸構造が設けられており、加工対象物 2 0 の加工表面とカソード 1 3 の表面との距離は、凹部 1 3 a 上方と凸部 1 3 b 上方とで異なっている。このため、加工表面におけるセルフバイアスの影響は、凹部 1 3 a 上方の領域と凸部 1 3 b 上方の領域とで異なる。具体的には、凹部 1 3 a 上方においてセルフバイアスの影響は小さくなり、凸部 1 3 b 上方においてセルフバイアスの影響は大きくなる。これにより、凹部 1 3 a 上方の領域において、プラズマイオンは加工表面に弱く引き寄せられて加工対象物 2 0 のエッチングレートは小さくなり、凸部 1 3 b 上方の領域において、プラズマイオンは加工表面に強く引き寄せられて加工対象物 2 0 のエッチングレートは大きくなる。

30

【 0 0 3 8 】

その結果、凹部 1 3 a 上方の領域において加工対象物 2 0 のエッチング量は小さくなり、凸部 1 3 b 上方の領域において加工対象物 2 0 のエッチング量は大きくなる。このように、所望のエッチング量に対応するようカソード 1 3 表面に凹凸構造を設けることで、加工対象物の部位に応じた異なるエッチング量を実現できる。

【 0 0 3 9 】

なお、本実施の形態に係るエッチング装置 1 0 では、カソード 1 3 の表面のみに凹凸構造を設けているが、アノード 1 2 の表面に凹凸構造を設けても良い。また、本実施の形態に係るエッチング装置 1 0 では、カソード 1 3 の表面に凹部 1 3 a と凸部 1 3 b とを設けることで、カソード 1 3 表面と加工表面との距離を 2 段階で異ならせているが、カソード 1 3 表面と加工表面との距離を 3 段階以上の多段階で異ならせても良い。このようにカソード 1 3 と加工表面との距離を多段階で異ならせることにより、エッチング量を多段階で制御することができる。

40

【 0 0 4 0 】

図 2 は、上述したエッチング装置 1 0 を用いて行う本実施の形態の加工方法について示す模式図である。図 2 A ~ 図 2 E は、加工方法の各ステップに対応しており、各図の左側は上述した凹部 1 3 a に対応する領域の状態を示し、各図の右側は上述した凸部 1 3 b に

50

対応する領域の状態を示している。

【0041】

図2Aに示されるように、まず、加工対象物を用意する。ここでは、加工対象物として平板状の基材21を用いる。基材21としては、例えば、酸化シリコン、シリコン、アルミニウム、鉄、クロムなどを含む材料で構成されたものを用いることができる。基材21の表面には、基材21と同様の材料、又は基材21と異なる材料でなる膜が形成されていても良い。

【0042】

なお、本実施の形態の加工方法によって光学素子又は光学素子の原版を製造する場合、基材21は、所定の波長領域において実質的に透明であることが望ましい。光学素子の原版が所定の波長領域において実質的に透明の場合、紫外線硬化樹脂などの光硬化性の樹脂を用いて光学素子を製造できるようになる。このような基材21として、酸化シリコン、酸化シリコンを主成分とする石英、シリコンなどを挙げることができる。ただし、本実施の形態の加工方法に用いることができる基材21はこれに限られない。

10

【0043】

基材21の形状は、代表的には上述した平板状である。ただし、基材21の形状は、曲面状、半円筒状などであっても良い。このように、基材21の形状を変更する場合、エッチング装置10におけるカソード13の形状も基材21の形状に合わせて変更することが望ましい。

【0044】

その後、図2Bに示されるように、基材21の表面(基材21に膜が形成されている場合には膜の表面)に所定のマスクパターンを有するエッチングマスク22を形成する。エッチングマスク22は、ドライエッチングに対してある程度の耐性を有する材料で構成されていれば特に限定されない。エッチングマスク22は、例えば、フォトリソグラフィによって形成することができる。

20

【0045】

エッチングマスク22のマスクパターンは、所望する加工形状に応じて適宜設定することができる。例えば、モスアイ構造の光学素子又は光学素子の原版を製造する場合、多角形、円形、楕円形などの複数の穴を有するマスクパターンを用いることが望ましい。また、複数の孔が、六方格子、正方格子、直線のいずれかの態様で配列されたマスクパターンを用いることが望ましい。

30

【0046】

次に、図2Cに示されるように、エッチング装置10のカソード13表面に、エッチングマスク22がアノード12の方向を向くように基材21を配置する。そして、バルブ14aを通じてエッチング装置10のチャンバー11内にエッチングガスを供給する。

【0047】

エッチングガスとしては、フロン系ガス、塩素系ガスなどを用いることができる。フロン系ガスとしては、例えば、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 C_3F_8 、 C_xF_y (x は2から4の整数、 y は $2x$)、 SF_6 を含むガスを挙げることができる。塩素系ガスとしては、例えば、 Cl_2 、 BCl_3 、 CCl_4 を含むガスを挙げることができる。なお、モスアイ構造の光学素子又は光学素子の原版を製造する場合のように、基材21として、酸化シリコン、酸化シリコンを主成分とする石英、シリコンなどを用いる場合には、エッチングガスとしてはフロン系ガスを用いることが望ましい。

40

【0048】

次に、図2Dに示されるように、チャンバー内の圧力を所定範囲に保った状態でカソード13に高周波電源15から高周波電力を供給し、電極間に高周波電圧を印加してプラズマを発生させる。チャンバー内の圧力、高周波電源15から供給する電力、電力の周波数などは、プラズマを発生させることができる範囲内において適宜設定できる。このように発生したプラズマ(プラズマイオン)は、セルフバイアスによりカソード13に向かって移動する。プラズマイオンが基材21表面のエッチングマスク22に覆われていない領域

50

に到達すると、当該プラズマイオンにより基材 2 1 表面の化学反応が進行して基材 2 1 表面から反応生成物が脱離する。これにより、基材 2 1 表面のエッチングマスク 2 2 に覆われていない領域が削り取られて基材 2 1 表面に凹凸構造が形成される。

【 0 0 4 9 】

ここで、カソード 1 3 の表面には凹部 1 3 a 及び凸部 1 3 b が設けられているため、基材 2 1 表面の凹部 1 3 a に対応する領域においてセルフバイアスの影響は小さくなり、基材 2 1 表面の凸部 1 3 b に対応する領域においてセルフバイアスの影響は大きくなる。このため、基材 2 1 表面の凹部 1 3 a に対応する部位（第 1 部位）において、プラズマイオンが弱く引き寄せられてエッチングレートが低くなり、基材 2 1 表面の凸部 1 3 b に対応する部位（第 2 部位）において、プラズマイオンが強く引き寄せられてエッチングレートが高くなる。このため、エッチング処理の時間が同じでも、凹部 1 3 a 上方の部位（第 1 部位）のエッチング量は小さくなり、凸部 1 3 b 上方の部位（第 2 部位）のエッチング量は大きくなる。その結果、凹部 1 3 a 上方の部位（第 1 部位）において浅い凹部 2 1 a が形成され、凸部 1 3 b 上方の部位（第 2 部位）において深い凹部 2 1 b が形成される。

10

【 0 0 5 0 】

その後、図 2 E に示されるように、エッチング装置 1 0 のチャンバー 1 1 から基材 2 1 を取り出して、基材 2 1 表面のエッチングマスク 2 2 をアッシング等により除去する。このようにして、表面に浅い凹部 2 1 a と深い凹部 2 1 b とによる凹凸構造が形成された基材 2 1 が得られる。

【 0 0 5 1 】

以上のように、本実施の形態に係る加工方法では、加工対象物である基材 2 1 の第 1 部位より第 2 部位において高いエッチングレートが実現されるように、基材 2 1 が配置されるカソード 1 3 表面の第 1 部位に対応する領域に凹部 1 3 a を設け、基材 2 1 が配置されるカソード 1 3 表面の第 2 部位に対応する領域に凸部 1 3 b を設けている。このように、基材 2 1 の部位に応じてカソード 1 3 からのセルフバイアスの強度を異ならせることで、基材 2 1 の部位に応じて異なるエッチング量を実現可能である。

20

【 0 0 5 2 】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することができる。例えば、エッチング装置 1 0 は、本発明の技術思想を逸脱しない範囲内において、他の構成を備えることができる。また、同様に、エッチング装置 1 0 の構成の一部を省略することもできる。

30

【 0 0 5 3 】

以下、本発明の加工方法を想定した実験例により本発明の効果について説明する。ただし、本発明は以下の記載に限定されるものではない。

【 0 0 5 4 】

図 3 は、本実験例において用いた実験系の構成及び実験結果について示す図である。図 3 A に示されるように、本実験例では、上部電極であるアノード 1 1 2 と下部電極であるカソード 1 1 3 とを有する平行平板型のエッチング装置 1 1 0 を用いた。エッチング装置 1 1 0 のカソード 1 1 3 には厚さの異なる複数の石英ガラス基材 1 1 6 を配置し、石英ガラス基材 1 1 6 の上面にエッチング対象となる基材 1 2 1 を配置して基材 1 2 1 をエッチングした。アノード 1 2 と基材 1 2 1 との距離はエッチングレートにはほとんど影響しないため、カソード 1 1 3 表面と基材 1 2 1 表面との距離が異なる場合のエッチングレートが確認できる。

40

【 0 0 5 5 】

エッチング対象の基材 1 2 1 として、スパッタリング法により成膜された厚さ 3 0 0 n m の SiO_2 膜を用いた。基材 1 2 1 の表面には部分的にエッチングマスクを形成した。エッチングマスクとしては、フォトレジスト又はカプトンテープを用いた。エッチングは、エッチングガスとして SF_6 を用い、高周波電力を 3 0 0 W とし、チャンバー内の圧力を 1 Pa 又は 5 Pa として行った。

【 0 0 5 6 】

50

エッチングの後、基材 1 2 1 表面のエッチングマスクに覆われた領域とエッチングマスクに覆われていない領域との段差を段差計 (K L A - T e n c o r 社製 A l p h a - S t e p I Q) を用いて測定した。当該測定結果をエッチング処理時間で除してエッチングレート (n m / m i n) を算出した。

【 0 0 5 7 】

図 3 B に、カソード 1 1 3 と基材 1 2 1 との距離 (m m) と、エッチングレート (n m / m i n) との関係を示す。図 3 B から、カソード 1 1 3 と基材 1 2 1 との距離が小さい場合にはエッチングレートは高くなり、カソード 1 1 3 と基材 1 2 1 との距離が大きい場合にはエッチングレートは低くなることを確認できる。このことから、カソード表面に凹凸構造を設けることで、凹部に対応する領域ではエッチングレートを低くでき、凸部に対応する領域ではエッチングレートを高くできるのが分かる。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 8 】

本発明の加工方法は、例えば、モスアイ構造の光学素子又は光学素子の原版を製造する際に好適に用いることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

- 1 0 エッチング装置
- 1 1 チャンバー
- 1 2 アノード
- 1 3 カソード
- 1 3 a 凹部
- 1 3 b 凸部
- 1 4 a、1 4 b、1 4 c バルブ
- 1 5 高周波電源
- 2 0 加工対象物
- 2 1 基材
- 2 2 エッチングマスク

20

【 図 1 】

図 1A

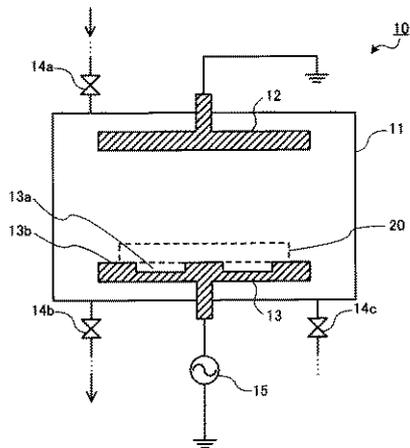
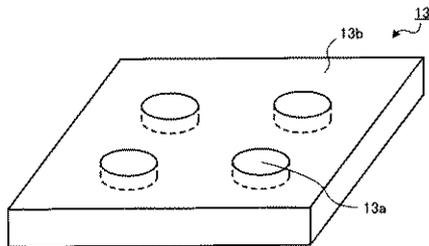


図 1B



【 図 2 】

図 2A

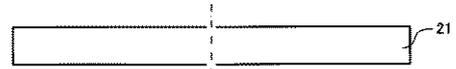


図 2B



図 2C

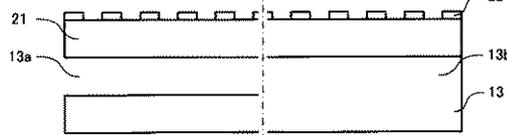


図 2D

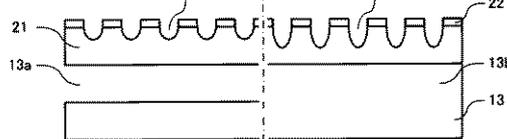
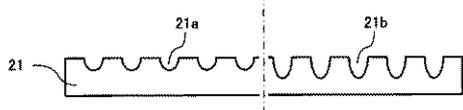


図 2E



【 図 3 】

図 3A

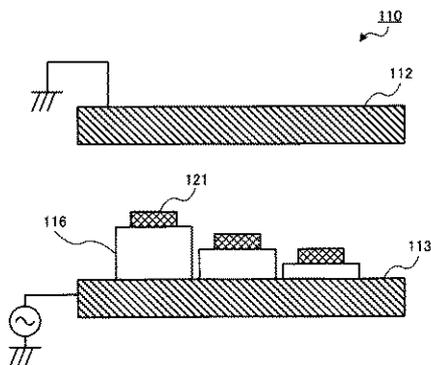
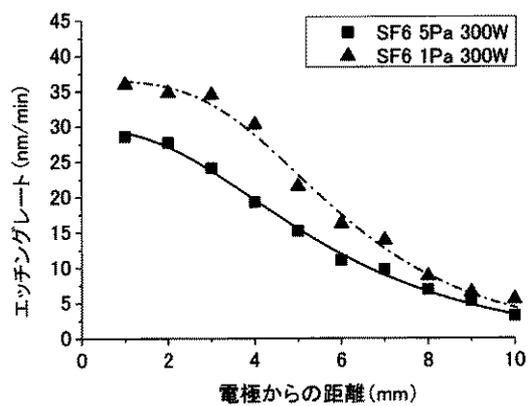


図 3B



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F004 AA09 BA04 BB13 BB18 BB32 CA06 DA03 DA15 DA16 DA18
DB01 DB03 DB08 DB09 EB08
5F151 CB22 GA03 GA04 GA14