

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011年5月5日(05.05.2011)



PCT



(10) 国際公開番号
WO 2011/052296 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065203
- (22) 国際出願日: 2010年9月6日(06.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-246096 2009年10月27日(27.10.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友精密工業株式会社(SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大石 明光(OISHI, Akimitsu) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP). 村上 彰一(MURAKAMI, Shoichi) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号

号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP). 畑下 晶保(HATASHITA, Masayasu) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP).

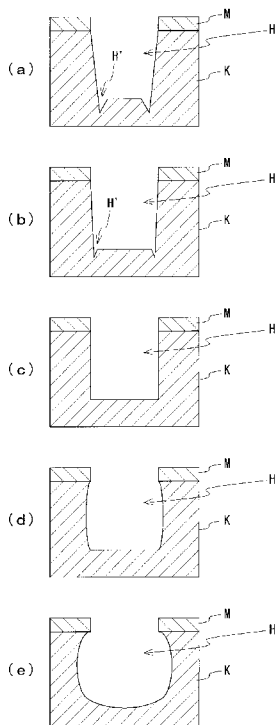
- (74) 代理人: 村上 智司, 外(MURAKAMI, Satoshi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満二丁目6番8号 堂島ビルディング7階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: PLASMA ETCHING METHOD

(54) 発明の名称: プラズマエッチング方法

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a plasma etching method, by which a wide gap semiconductor substrate can be highly accurately etched. An inert gas is supplied to the inside of a processing chamber and is brought into the plasma state, and at the same time, a bias potential is applied to a table having the wide gap semiconductor substrate placed thereon, and the semiconductor substrate is heated by having the ions enter the semiconductor substrate on the table, said ions having been generated when the inert gas was brought into the plasma state. When the temperature of the semiconductor substrate is at an etching temperature of 200-400°C, an etching gas is supplied to the inside of the processing chamber and is brought into the plasma state, and at the same time, a bias potential is applied to the table, and the semiconductor substrate is etched, while maintaining the temperature of the semiconductor substrate at the above-mentioned etching temperature.

(57) 要約: 本発明は、ワイドギャップ半導体基板を高精度にエッチングすることができるプラズマエッチング方法に関する。不活性ガスを処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、ワイドギャップ半導体基板が載置される基台にバイアス電位を与え、不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを基台上の半導体基板に入射させて半導体基板を加熱し、半導体基板の温度が200°C~400°Cの温度でエッチング時の温度になった後、エッチングガスを処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、基台にバイアス電位を与え、半導体基板の温度を前記エッチング時の温度に維持しながら半導体基板をエッチングする。



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： プラズマエッチング方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワイドギャップ半導体基板をプラズマエッチングするプラズマエッチング方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体の分野では、従来から、シリコン基板（S i 基板）が基板材料として広く用いられているが、近年、このシリコン基板よりも物性の優れたワイドギャップ半導体基板が着目されている。このワイドギャップ半導体基板は、一般にシリコンやガリウムヒ素（G a A s）に比べて結晶の格子定数が小さくバンドギャップが大きいという特徴を持っており、例えば、炭化珪素（S i C）、窒化ガリウム（G a N）、窒化アルミニウム（A l N）、酸化亜鉛（Z n O）、窒化ホウ素（B N）及びリン化ホウ素（B P）等、ホウ素（B）、炭素（C）、窒素（N）及び酸素（O）のうちの少なくとも1種を含んで構成されるものである。

[0003] そして、このワイドギャップ半導体基板は、結晶の格子定数が小さい、つまり、原子間の結合が強く、優れた物性を有する反面、原子間の結合が強いためエッチング加工を行い難いという欠点を有している。そこで、従来、このような半導体基板をプラズマエッチングする方法として、例えば、特開2008-294210号公報に開示された、炭化珪素基板に関するプラズマエッチング方法が提案されている。

[0004] このプラズマエッチング方法は、所定形状のマスクパターンを備えた二酸化珪素膜（S i O₂膜）を炭化珪素基板の表面に形成するマスク形成工程と、S F₆ガス、O₂ガス及びA rガスの混合ガスをエッチングガスとして用い、前記二酸化珪素膜をマスクとして、前記炭化珪素基板をプラズマエッチングする第1エッチング工程と、A rガス及びO₂ガスの混合ガスをエッチングガスとして用い、前記二酸化珪素膜をマスクとして、前記炭化珪素基板をプラ

ズマエッチングする第2エッチング工程とを順次実施するというものであり、前記第1エッチング工程では、 SF_6 ガス、 O_2 ガス及びArガスの割合を所定の割合とし、雰囲気圧力を0.5Pa以下とし、炭化珪素基板を70℃～100℃に加熱し、前記第2エッチング工程では、Arガス及び O_2 ガスの割合を所定の割合とし、雰囲気圧力を0.5Pa以下とし、炭化珪素基板を70℃～100℃に加熱するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-294210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、例えば、シリコン(Si)をプラズマエッチングする場合、基板の温度は、通常、100℃までの温度に制限される。これは、基板の温度が100℃を超えると、エッチングが等方的に進み易くなることや保護膜が形成され難くなることによってエッチング形状が悪化する（異方性エッチングを行い難くなる）、マスクとなるレジスト膜の耐熱性が低いため、レジスト膜の軟化によってマスクパターンの形状精度が低下する、といった問題を生じるからである。また、二酸化珪素(SiO_2)をプラズマエッチングする場合においても、マスクとなるレジスト膜の耐熱性が低いという問題から、上記と同様、当該基板の加熱温度は100℃までの温度に制限されるのが一般的である。

[0007] そして、上記従来のプラズマエッチング方法においても、炭化珪素基板は70℃～100℃に加熱されてエッチングされており、前記シリコンや二酸化珪素と同様に、100℃までの温度に制御されている。

[0008] しかしながら、本願発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、プラズマエッチングの対象となる基板が、原子間の結合が強いワイドギャップ半導体基板であるときには、当該半導体基板を100℃よりも更に高い温度に加熱してエ

ツチングすると、エッチング加工精度が向上することを知見するに至った。

- [0009] 本発明は、本願発明者らが、精度の良いプラズマエッチングを実施可能なワイドギャップ半導体基板の加熱温度について実験を重ねた結果なされたものであり、ワイドギャップ半導体基板を高精度にエッチングすることができるプラズマエッチング方法の提供をその目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記目的を達成するための本発明は、

エッチングガスを処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、前記処理チャンバ内に配置された、ワイドギャップ半導体基板が載置される基台にバイアス電位を与え、前記基台上のワイドギャップ半導体基板をプラズマエッチングする方法であって、

前記半導体基板を $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱してエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法に係る。

- [0011] この発明によれば、ワイドギャップ半導体基板（以下、単に「半導体基板」と言う。）をプラズマエッチングするに当たり、当該半導体基板を $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱している。このようにしているのは、本願発明者らの研究の結果、原子間の結合が強い半導体基板をエッチングする際には、当該半導体基板の加熱温度は $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ であることが好ましいと判明したからである。

- [0012] 即ち、本願発明者らの研究によると、半導体基板Kの加熱温度が低いときには、図2（a）に示すように、エッチングにより形成された穴Hや溝Hの底面の側壁側に溝H'が更に形成され、精度の良いエッチング形状を得ることができない。ところが、半導体基板Kの加熱温度を徐々に高くしていくと、図2（b）に示すように、形成される溝H'の大きさが徐々に小さくなり、最終的には、図2（c）に示すように、溝H'が形成されなくなる。

- [0013] また、溝H'が形成されなくなった加熱温度から半導体基板Kの加熱温度を徐々に高くしていくと、エッチングが等方的に進み易くなり、図2（d）及び図2（e）に示すように、穴Hや溝Hの側壁までエッチングされてしま

う。半導体基板Kを構成する原子は、その結合が切れてからでないと、エッチングガスのプラズマ化により生成されたラジカルやイオンと反応しないのであるが、当該半導体基板Kの温度が高いほど、原子間の結合が切れ易く、エッチングガスのプラズマ化により生成されたラジカルやイオンと、半導体基板Kを構成する原子とが反応し易いため、この反応によるエッチングが効率的に進む。尚、半導体基板Kを構成し得る上述した材料の内、特に炭化珪素については、シリコン（Si）と炭素（C）との結合が強固である一方、その温度が高くなることによって両者の結合が切れ易く、エッチングされ易い。したがって、半導体基板Kの加熱温度が高いほど、ワイドギャップ半導体基板Kのエッチングが等方的に進み、穴Hや溝Hの側壁がエッチングされ易くなる。尚、図2（d）と図2（e）では、図2（e）の方が半導体基板Kの加熱温度が高いときのエッチング形状を図示している。また、図2において、符号Mはマスクを示している。

[0014] そして、このような点を踏まえ、半導体基板の加熱温度とエッチング形状との関係について調べたところ、半導体基板の加熱温度が $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ であれば、プラズマエッチングを行った際に、穴Hや溝Hの底面に溝H'が全く形成されないか、形成されたとしても非常に小さなものであり、また、穴Hや溝Hの側壁についても、全くエッチングされないか、エッチングされたとしてもごく僅かであることが確認された。したがって、半導体基板を $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱すれば、半導体基板を高精度にエッチングすることができる。尚、半導体基板の加熱温度は $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ の範囲であれば、更に好ましい。

[0015] 斯くして、本発明に係るプラズマエッチング方法によれば、半導体基板をプラズマエッチングする際に、この半導体基板を $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱しているので、精度良く半導体基板をエッチングすることができる。

[0016] ところで、半導体基板の温度を、加熱前の温度 T_0 からエッチング処理時の温度 T_1 （ $200^{\circ}\text{C}\leq T_1\leq 400^{\circ}\text{C}$ ）まで温度上昇させるには、図3に示すように、一定の時間がかかる。そして、半導体基板の温度がエッチング処理

温度 T_1 に達する前からエッチングガスを処理チャンバ内に供給して半導体基板のエッチングを開始すると、エッチングの開始から半導体基板の温度がエッチング処理温度 T_1 に達するまでの間は、当該半導体基板の温度変化によってエッチング処理条件が変動するため、半導体基板を高精度にエッチングすることができない（例えば、半導体基板の温度が低い時間帯でのエッチングによって形成された、図2（a）や図2（b）に示すような溝 H' が、半導体基板の温度がエッチング処理温度 T_1 になってからのエッチングによっても完全にはなくなる）という問題や、エッチング速度が不均一になるという問題を生じる。

[0017] そこで、前記半導体基板を、その温度がエッチング時の温度に達するまで予め加熱した後、前記半導体基板の温度を前記エッチング時の温度に維持しながら、プラズマ化したエッチングガスによって前記半導体基板をエッチングするようにすれば、エッチング処理開始後における半導体基板の温度変化を防止してエッチング処理を安定させることができるので、半導体基板を精度良くエッチングしたり、エッチング速度が不均一になるのを防止することができる。

[0018] 尚、前記半導体基板の温度をエッチング時の温度にすべく加熱する際には、不活性ガスを前記処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、前記基台にバイアス電位を与え、前記不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを前記半導体基板に入射させて該半導体基板を加熱するようにしても良い。このようにすれば、イオン入射によるエッチングを防止しつつ半導体基板を所定温度まで上昇させることができる。また、半導体基板を加熱する加熱手段を新たに設けることなく、不活性ガスのプラズマを生成するだけで半導体基板を加熱することができる。

[0019] また、半導体基板の温度を一定温度に維持するには、エッチングガスのプラズマ化により生成されたイオンの入射によって半導体基板を加熱すると良い。

[0020] この他、半導体基板の加熱に当たっては、ヒータにより加熱するようにし

ても良いし、イオン入射とヒータの両方で加熱するようにしても良い。また、半導体基板の温度が上昇し過ぎるような場合には、半導体基板の冷却を組み合わせても良い。

[0021] 尚、前記半導体基板としては、上述のように、例えば、炭化珪素、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、窒化ホウ素及びリン化ホウ素等、ホウ素、炭素、窒素及び酸素のうちの少なくとも１種を含んで構成されるものを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

発明の効果

[0022] 以上のように、本発明に係るプラズマエッチング方法によれば、半導体基板の加熱温度を 200°C ～ 400°C とすることで、精度の高いプラズマエッチングを実施することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施形態に係るプラズマエッチング方法を実施するためのエッチング装置の概略構成を示した断面図である。

[図2]基板のエッチング形状と加熱温度との関係を説明するための断面図である。

[図3]基板の温度と加熱時間との関係を示したグラフである。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の具体的な実施形態について、添付図面に基づき説明する。尚、本実施形態では、ワイドギャップ半導体基板の１つである炭化珪素基板Kのプラズマエッチングを、図1に示すようなエッチング装置1によって実施する場合を一例に挙げて説明する。また、この炭化珪素基板Kは、例えば、 4H-SiC の結晶構造を持つものであり、その表面には、エッチングマスクとして、例えば、二酸化珪素膜が形成されているものとし、この二酸化珪素膜には、所定形状をしたマスクパターンが形成されている。

[0025] まず、前記エッチング装置1について説明する。このエッチング装置1は、図1に示すように、閉塞空間を有する処理チャンバ11と、処理チャンバ11内に昇降自在に配設され、前記炭化珪素基板Kが載置される基台15と

、基台 15 を昇降させる昇降シリンダ 18 と、処理チャンバ 11 内の圧力を減圧する排気装置 20 と、処理チャンバ 11 内にエッチングガス及び不活性ガスを供給するガス供給装置 25 と、処理チャンバ 11 内に供給されたエッチングガス及び不活性ガスをプラズマ化するプラズマ生成装置 30 と、基台 15 に高周波電力を供給する高周波電源 35 とを備える。

[0026] 前記処理チャンバ 11 は、相互に連通した内部空間を有する下チャンバ 12 及び上チャンバ 13 から構成され、上チャンバ 13 は、下チャンバ 12 よりも小さく形成される。前記基台 15 は、炭化珪素基板 K が載置される上部材 16 と、昇降シリンダ 18 が接続される下部材 17 とから構成され、下チャンバ 12 内に配置されている。

[0027] 前記排気装置 20 は、下チャンバ 12 の側面に接続した排気管 21 を備え、排気管 21 を介して処理チャンバ 11 内の気体を排気し、処理チャンバ 11 の内部を所定圧力にする。

[0028] 前記ガス供給装置 25 は、エッチングガスとして、例えば、 SF_6 ガス、又は SF_6 ガスと O_2 ガスとの混合ガスを供給するエッチングガス供給部 26 と、例えば、 He ガスなどの不活性ガスを供給する不活性ガス供給部 27 と、一端が上チャンバ 13 の上面に接続し、他端が分岐してエッチングガス供給部 26 及び不活性ガス供給部 27 にそれぞれ接続した供給管 28 とを備え、エッチングガス供給部 26 から供給管 28 を介して処理チャンバ 11 内にエッチングガスを供給し、不活性ガス供給部 27 から供給管 28 を介して処理チャンバ 11 内に不活性ガスを供給する。

[0029] 前記プラズマ生成装置 30 は、上チャンバ 13 の外周部に上下に並設される、複数の環状をしたコイル 31 と、各コイル 31 に高周波電力を供給する高周波電源 32 とから構成され、高周波電源 32 によってコイル 31 に高周波電力を供給することで、上チャンバ 13 内に供給されたエッチングガス及び不活性ガスをプラズマ化する。前記高周波電源 35 は、基台 15 に高周波電力を供給することで、基台 15 とプラズマとの間に電位差（バイアス電位）を生じさせ、エッチングガス及び不活性ガスのプラズマ化により生成され

たイオンを炭化珪素基板Kに入射させる。

[0030] 次に、以上のように構成されたエッチング装置1を用いて炭化珪素基板Kをプラズマエッチングする方法について説明する。

[0031] まず、前記炭化珪素基板Kをエッチング装置1内に搬入して基台15上に載置し、この炭化珪素基板Kの温度が200℃～400℃の温度でエッチング時の温度（エッチング処理温度）に達するまで炭化珪素基板Kを加熱する。このとき、エッチング装置1では、不活性ガス供給部27から処理チャンバ11内に不活性ガスが供給され、排気装置20によって処理チャンバ11内が所定圧力にされ、高周波電源32、35によりコイル31及び基台15に高周波電力がそれぞれ供給される。処理チャンバ11内に供給された不活性ガスはプラズマ化され、このプラズマ化により生成されたイオンはバイアス電位により炭化珪素基板Kに入射、衝突する。これにより、炭化珪素基板Kは加熱されて温度上昇し、やがてエッチング処理温度で平衡になる。

[0032] 尚、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度に達したかどうかは、例えば、炭化珪素基板Kの加熱時間や温度測定により判断することができる。また、エッチングマスクである二酸化珪素膜は、レジストと比べて耐熱性が高いため、炭化珪素基板Kを200℃～400℃に加熱しても、軟化してマスクパターンの形状精度が低下することはない。

[0033] そして、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度で平衡になると、前記二酸化珪素膜をマスクとして炭化珪素基板Kをエッチングする。このとき、エッチング装置1では、エッチングガス供給部26から処理チャンバ11内にエッチングガスが供給され、排気装置20によって処理チャンバ11内が所定圧力にされ、高周波電源32、35によりコイル31及び基台15に高周波電力がそれぞれ供給される。処理チャンバ11内に供給されたエッチングガスはプラズマ化され、このプラズマ化により生成されたラジカルやイオンによって炭化珪素基板Kがエッチングされる。そして、この炭化珪素基板Kには、前記二酸化珪素膜のマスクパターンに応じた穴や溝が形成される。

- [0034] 尚、炭化珪素基板Kをエッチングする際にも、炭化珪素基板Kがバイアス電位により入射、衝突するイオンによって加熱されるので、この炭化珪素基板Kの温度は一定（前記エッチング処理温度）に維持される。
- [0035] ところで、上述のように、本例では、炭化珪素基板Kを200℃～400℃に加熱してエッチングしている。このようにしているのは、本願発明者らの研究の結果、原子間の結合が強い炭化珪素基板Kをエッチングする際には、当該炭化珪素基板Kを200℃～400℃の温度に加熱することが好ましいと判明したからである。
- [0036] 即ち、本願発明者らの研究によると、炭化珪素基板Kの加熱温度が低いときには、図2（a）に示すように、エッチングにより形成された穴Hや溝Hの底面の側壁側に溝H'が更に形成され、精度の良いエッチング形状を得ることができない。ところが、炭化珪素基板Kの加熱温度を徐々に高くしていくと、図2（b）に示すように、形成される溝H'の大きさが徐々に小さくなり、最終的には、図2（c）に示すように、溝H'が形成されなくなる。
- [0037] また、溝H'が形成されなくなった加熱温度から炭化珪素基板Kの加熱温度を徐々に高くしていくと、エッチングが等方的に進み易くなり、図2（d）及び図2（e）に示すように、穴Hや溝Hの側壁までエッチングされてしまう。炭化珪素基板Kを構成するシリコン（Si）及び炭素（C）は、両者の結合が切れてからでないと、エッチングガスのプラズマ化により生成されたラジカルやイオンと反応しないのであるが、当該炭化珪素基板Kの温度が高いほど、シリコンと炭素との結合が切れ易く、エッチングガスのプラズマ化により生成されたラジカルやイオンとシリコンや炭素とが反応し易いため、この反応によるエッチングが効率的に進む。したがって、炭化珪素基板Kの加熱温度が高いほど、炭化珪素基板Kのエッチングが等方的に進み、穴Hや溝Hの側壁がエッチングされ易くなる。
- [0038] そして、このような点を踏まえ、炭化珪素基板Kの加熱温度とエッチング形状との関係について調べたところ、炭化珪素基板Kの加熱温度が200℃～400℃（更に好ましくは、300℃～400℃）であれば、エッチング

を行った際に、穴Hや溝Hの底面に溝H' が全く形成されないか、形成されたとしても非常に小さなものであり、また、穴Hや溝Hの側壁についても、全くエッチングされないか、エッチングされたとしてもごく僅かであることが確認された。したがって、炭化珪素基板Kを $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ （更に好ましくは、 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ ）に加熱すれば、炭化珪素基板Kを高精度にエッチングすることができる。

[0039] 斯くして、本例のプラズマエッチング方法によれば、炭化珪素基板Kをプラズマエッチングする際に、この炭化珪素基板Kを $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱しているので、精度良く炭化珪素基板Kをエッチングすることができる。

[0040] また、本例では、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度に達した後、エッチング処理を開始するようにしているが、これは、図3に示すように、炭化珪素基板Kの温度を、加熱前の温度 T_0 からエッチング処理温度 T_1 （ $200^{\circ}\text{C}\leq T_1\leq 400^{\circ}\text{C}$ ）まで温度上昇させるには一定の時間がかかるため、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度 T_1 に達する前から炭化珪素基板Kのエッチングを開始すると、エッチングの開始から炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度 T_1 に達するまでの間は、当該炭化珪素基板Kの温度変化によってエッチング処理条件が変動し、炭化珪素基板Kを高精度にエッチングすることができない（例えば、炭化珪素基板Kの温度が低い時間帯でのエッチングによって形成された、図2（a）や図2（b）に示すような溝H' が、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度 T_1 になってからのエッチングによっても完全にはなくなる）という問題や、エッチング速度が不均一になるという問題を生じるからである。

[0041] したがって、本例のように、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度 T_1 になった後、エッチング処理を開始するようにすれば、エッチング処理開始後における炭化珪素基板Kの温度変化を防止してエッチング処理を安定させることができ、炭化珪素基板Kを精度良くエッチングでき、エッチング速度が不均一になるのを防止することができる。

[0042] また、不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを炭化珪素基板K

に入射，衝突させて炭化珪素基板Kを加熱しているので、イオン入射によるエッチングを防止しつつ炭化珪素基板Kを温度上昇させることができる。また、炭化珪素基板Kを加熱するための加熱機構を処理チャンバ11に設けることなく、単に不活性ガスのプラズマを生成するだけで炭化珪素基板Kを加熱することができる。

[0043] 因みに、本例のプラズマエッチング方法を適用して、マスクたる二酸化珪素膜が表面に形成された炭化珪素基板Kをエッチングしたところ、図2(a)や図2(b)のように、溝H'が形成されることもなく、また、図2(d)や図2(e)に示すように、側壁がエッチングされることもなく、図2(c)に示すような、精度の良いエッチング形状が得られた。尚、不活性ガスをプラズマ化することによって炭化珪素基板Kを加熱し、この炭化珪素基板Kの温度を200℃～400℃のエッチング処理温度にする際の処理条件は、不活性ガスたるHeガスの供給流量を50sccmと、処理チャンバ11内の圧力を3Paと、コイル31に供給する高周波電力を2.5kWと、基台15に供給する高周波電力を700Wとし、炭化珪素基板Kの温度がエッチング処理温度に達した後、この炭化珪素基板Kをエッチングする際の処理条件は、エッチングガスたるSF₆ガスの供給流量を50sccmと、処理チャンバ11内の圧力を3Paと、コイル31に供給する高周波電力を2.5kWと、基台15に供給する高周波電力を700Wとした。また、このときの、炭化珪素基板Kのエッチング処理温度は約400℃であった。

[0044] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る具体的な態様は、何らこれに限定されるものではない。

[0045] 上例では、不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを炭化珪素基板Kに入射，衝突させることで、炭化珪素基板Kの温度を上昇させるようにしたが、どのような手法で炭化珪素基板Kを加熱しても良い。例えば、基台15にヒータを埋め込んで、このヒータにより炭化珪素基板Kを加熱するようにしても良いし、イオン入射とヒータの両方で炭化珪素基板Kを加熱するようにしても良い。また、加熱によって炭化珪素基板Kの温度が400℃を

超える温度にまで上昇するような場合には、炭化珪素基板Kの冷却を組み合わせて炭化珪素基板Kの温度を200℃～400℃の範囲に制御すると良い。

[0046] また、エッチング対象基板Kとして、4H-SiCの結晶構造を持つ炭化珪素基板を一例に挙げたが、エッチング対象基板Kは、4H-SiC以外の結晶構造を持つ炭化珪素基板であっても良く、この他、例えば、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、窒化ホウ素及びリン化ホウ素などの化合物半導体基板であっても良い。また、炭化珪素基板Kのエッチングマスクには、上述した二酸化珪素膜の他、例えば、ニッケル膜などのメタルマスクを採用することができる。

[0047] 更に、上例では、前記エッチング装置1を用いて本発明に係るプラズマエッチング方法を実施したが、このプラズマエッチング方法の実施には、他の構造を備えたエッチング装置を用いるようにしても良い。

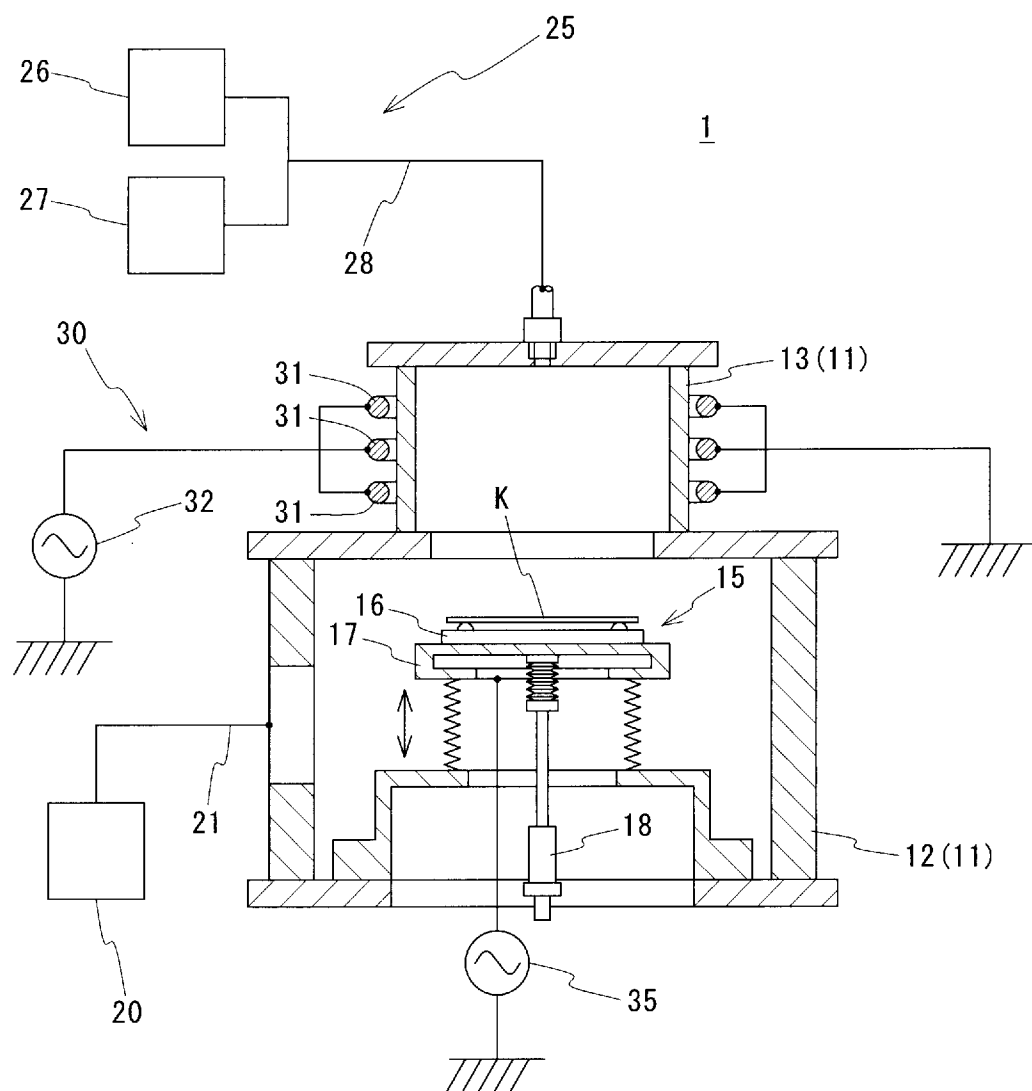
符号の説明

- [0048]
- 1 エッチング装置
 - 11 処理チャンバ
 - 15 基台
 - 20 排気装置
 - 25 ガス供給装置
 - 26 エッチングガス供給部
 - 27 不活性ガス供給部
 - 30 プラズマ生成装置
 - 31 コイル
 - 32 高周波電源
 - 35 高周波電源
 - K 炭化珪素基板（ワイドギャップ半導体基板）

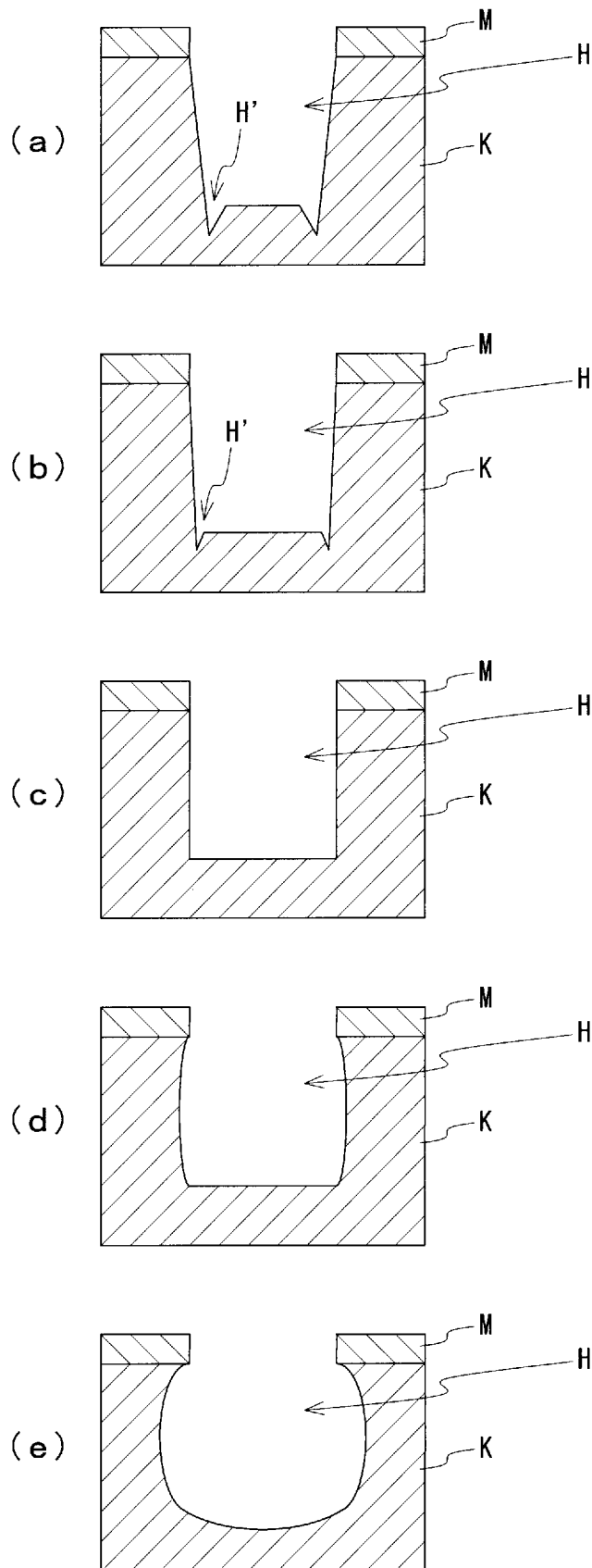
請求の範囲

- [請求項1] エッチングガスを処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、前記処理チャンバ内に配置された、ワイドギャップ半導体基板が載置される基台にバイアス電位を与え、前記基台上のワイドギャップ半導体基板をプラズマエッチングする方法であって、
- 前記半導体基板を200℃～400℃に加熱してエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法。
- [請求項2] 前記半導体基板は、炭化珪素基板であることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング方法。
- [請求項3] 前記半導体基板を、その温度がエッチング時の温度に達するまで予め加熱した後、
- 前記半導体基板の温度を前記エッチング時の温度に維持しながら、プラズマ化したエッチングガスによって前記半導体基板をエッチングするようにしたことを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング方法。
- [請求項4] 前記半導体基板の温度をエッチング時の温度にすべく加熱する際には、不活性ガスを前記処理チャンバ内に供給してプラズマ化するとともに、前記基台にバイアス電位を与え、前記不活性ガスのプラズマ化により生成されたイオンを前記半導体基板に入射させて該半導体基板を加熱するようにしたことを特徴とする請求項3記載のプラズマエッチング方法。

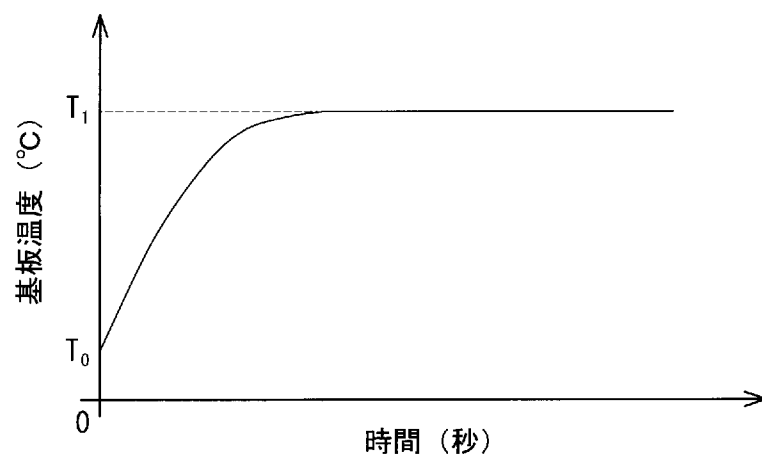
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065203

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	J.R.Flemish, Smooth etching of single crystal	1-3
Y	6H-SiC in an electron cyclotron resonance plasma reactor, Applied Physics Letters, 1994. 04.25, Vol.64, No.17, pp.2315-2317	4
Y	JP 06-169018 A (NEC Corp.), 14 June 1994 (14.06.1994), paragraphs [0019] to [0026]; fig. 2 & US 5512512 A & EP 600423 A1 & KR 10-0134326 B	4
A	JP 2009-064998 A (Ulvac, Inc.), 26 March 2009 (26.03.2009), paragraphs [0010], [0030], [0032] (Family: none)	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 December, 2010 (02.12.10)

Date of mailing of the international search report

14 December, 2010 (14.12.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065203

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-194194 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraph [0038]; fig. 1 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JST Plus (J Dream II)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J. R. Flemish, Smooth etching of single crystal 6H-SiC in an electron cyclotron resonance plasma reactor,	1-3
Y	Applied Physics Letters, 1994. 04. 25, Vol. 64, No. 17, pp. 2315-2317	4
Y	JP 06-169018 A (日本電気株式会社) 1994. 06. 14, 【0019】 - 【0026】、第2図 & US 5512512 A & EP 600423 A1 & KR 10-0134326 B	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 4 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長谷部 智寿

4 R

3 3 3 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-064998 A (株式会社アルバック) 2009. 03. 26, 段落【0010】、【0030】、【0032】 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2009-194194 A (住友精密工業株式会社) 2009. 08. 27, 段落【0038】、第1図 (ファミリーなし)	1-4