(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2019-12802
(P2019-12802A)
(43)公開日　平成31年1月24日(2019.1.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/308	***(2006.01)***	H01L	21/308	D	5F043
H01L 21/304	***(2006.01)***	H01L	21/304	643A	5F157

審査請求 未請求　請求項の数 10　OL　（全 16 頁）

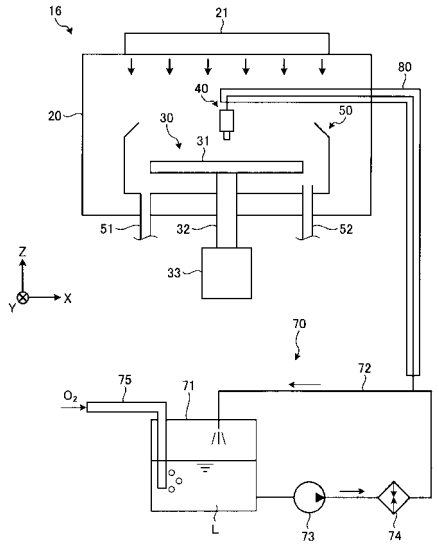
(21)出願番号　特願2017-130027 (P2017-130027)
(22)出願日　平成29年7月3日 (2017.7.3)

(71)出願人　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番１号
(74)代理人　110002147
特許業務法人酒井国際特許事務所
(72)発明者　東　博之
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　大塚　貴久
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　篠原　和義
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理方法および基板処理装置

(57)【要約】
【課題】ウェハの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させること。
【解決手段】実施形態に係る基板処理方法は、低温溶解工程と、エッチング工程とを含む。低温溶解工程は、室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液に酸素を溶解させる。エッチング工程は、酸素を溶解させたアルカリ性水溶液を基板に供給して基板をエッチングする。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液に酸素を溶解させる低温溶解工程と、
酸素を溶解させた前記アルカリ性水溶液を基板に供給して前記基板をエッチングするエッチング工程と、
を含むことを特徴とする基板処理方法。
【請求項２】
前記アルカリ性水溶液は、
ＴＭＡＨ（水酸化テトラメチルアンモニウム）、コリン水溶液、ＫＯＨ（水酸化カリウム）水溶液、およびアンモニア水のうち少なくとも１つを含むこと
を特徴とする請求項１に記載の基板処理方法。
【請求項３】
前記エッチング工程の前に、前記基板の表面に形成された自然酸化膜を除去する酸化膜除去工程を含むこと
を特徴とする請求項１または２に記載の基板処理方法。
【請求項４】
前記エッチング工程は、
前記酸化膜除去工程の後、予め設定された時間内に行うこと
を特徴とする請求項３に記載の基板処理方法。
【請求項５】
前記低温溶解工程の後、かつ前記エッチング工程の前または前記エッチング工程と同時に、前記アルカリ性水溶液を昇温させる昇温工程を含むこと
を特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の基板処理方法。
【請求項６】
前記昇温工程は、
前記アルカリ性水溶液を前記基板に供給する供給ラインを昇温する工程、および前記アルカリ性水溶液が供給される前記基板を昇温する工程のうち少なくとも１つを含むこと
を特徴とする請求項５に記載の基板処理方法。
【請求項７】
前記低温溶解工程は、
前記アルカリ性水溶液内の溶存酸素が飽和するように酸素を溶解させること
を特徴とする請求項１～６のいずれか一つに記載の基板処理方法。
【請求項８】
前記エッチング工程は、
酸素を含有する雰囲気下で行われること
を特徴とする請求項１～７のいずれか一つに記載の基板処理方法。
【請求項９】
室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液に酸素を溶解させる低温溶解部と、
酸素を溶解させた前記アルカリ性水溶液を基板に供給する供給部と、
を備え、
前記基板に対して前記供給部から前記アルカリ性水溶液を供給することにより、前記基板をエッチングすること
を特徴とする基板処理装置。
【請求項１０】
前記低温溶解部と前記供給部との間に設けられる前記アルカリ性水溶液の供給ラインには、ヒータが設けられること
を特徴とする請求項９に記載の基板処理装置。
【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
開示の実施形態は、基板処理方法および基板処理装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、半導体の製造工程において、半導体ウェハ（以下、ウェハとも呼称する。）等の基板にアルカリ性水溶液を供給することにより、基板上に形成されたポリシリコン層をエッチングする基板処理方法が知られている（特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開平９－２４６２５４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、従来の基板処理方法では、ウェハの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性が十分でないという課題がある。
【０００５】
実施形態の一態様は、上記に鑑みてなされたものであって、ウェハの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる基板処理方法および基板処理装置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】
【０００６】
実施形態の一態様に係る基板処理方法は、低温溶解工程と、エッチング工程とを含む。前記低温溶解工程は、室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液に酸素を溶解させる。前記エッチング工程は、酸素を溶解させた前記アルカリ性水溶液を基板に供給して前記基板をエッチングする。
【発明の効果】
【０００７】
実施形態の一態様によれば、ウェハの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】図１は、実施形態に係る基板処理システムの概略構成を示す模式図である。
【図２】図２は、処理ユニットおよび低温溶解部の構成を示す模式図である。
【図３】図３は、処理ユニットの具体的な構成例を示す模式図である。
【図４】図４は、アルカリ性水溶液の酸素溶解温度とエッチング量の面内分布との関係を示す図である。
【図５】図５は、アルカリ性水溶液における酸素ガスのバブリング時間と溶存酸素濃度との関係を示す図である。
【図６】図６は、参考例１におけるウェハの表面状態について説明するための図である。
【図７】図７は、実施形態に係るウェハの表面状態について説明するための図である。
【図８Ａ】図８Ａは、参考例２におけるエッチング量の面内分布を示す図である。
【図８Ｂ】図８Ｂは、実施形態に係るエッチング量の面内分布を示す図である。
【図９】図９は、酸化膜除去処理後の待機時間とエッチング量との関係を示す図である。
【図１０】図１０は、酸化膜除去処理後の待機時間とエッチング量の面内分布との関係を示す図である。
【図１１】図１１は、基板処理システムが実行する基板処理の手順を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】

【０００９】
以下、添付図面を参照して、本願の開示する基板処理方法および基板処理装置の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。
【００１０】
＜基板処理システムの概要＞
まずは、図１を参照しながら、実施形態に係る基板処理システム１の概略構成について説明する。図１は、実施形態に係る基板処理システム１の概略構成を示す図である。以下では、位置関係を明確にするために、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸およびＺ軸を規定し、Ｚ軸正方向を鉛直上向き方向とする。
【００１１】
図１に示すように、基板処理システム１は、搬入出ステーション２と、処理ステーション３とを備える。搬入出ステーション２と処理ステーション３とは隣接して設けられる。
【００１２】
搬入出ステーション２は、キャリア載置部１１と、搬送部１２とを備える。キャリア載置部１１には、複数枚の基板、実施形態では半導体ウェハＷ（以下、ウェハＷと呼称する。）を水平状態で収容する複数のキャリアＣが載置される。
【００１３】
搬送部１２は、キャリア載置部１１に隣接して設けられ、内部に基板搬送装置１３と、受渡部１４とを備える。基板搬送装置１３は、ウェハＷを保持するウェハ保持機構を備える。また、基板搬送装置１３は、水平方向および鉛直方向への移動ならびに鉛直軸を中心とする旋回が可能であり、ウェハ保持機構を用いてキャリアＣと受渡部１４との間でウェハＷの搬送を行う。
【００１４】
処理ステーション３は、搬送部１２に隣接して設けられる。処理ステーション３は、搬送部１５と、複数の処理ユニット１６とを備える。複数の処理ユニット１６は、搬送部１５の両側に並べて設けられる。
【００１５】
搬送部１５は、内部に基板搬送装置１７を備える。基板搬送装置１７は、ウェハＷを保持するウェハ保持機構を備える。また、基板搬送装置１７は、水平方向および鉛直方向への移動ならびに鉛直軸を中心とする旋回が可能であり、ウェハ保持機構を用いて受渡部１４と処理ユニット１６との間でウェハＷの搬送を行う。
【００１６】
処理ユニット１６は、基板搬送装置１７によって搬送されるウェハＷに対して所定の基板処理を行う。かかる処理ユニット１６には、室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液Ｌに酸素を溶解させて処理ユニット１６に供給する低温溶解部７０が接続される。処理ユニット１６および低温溶解部７０の構成例については後述する。
【００１７】
また、基板処理システム１は、制御装置４を備える。制御装置４は、たとえばコンピュータであり、制御部１８と記憶部１９とを備える。記憶部１９には、基板処理システム１において実行される各種の処理を制御するプログラムが格納される。制御部１８は、記憶部１９に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって基板処理システム１の動作を制御する。
【００１８】
なお、かかるプログラムは、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御装置４の記憶部１９にインストールされたものであってもよい。コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体としては、たとえばハードディスク（ＨＤ）、フレキシブルディスク（ＦＤ）、コンパクトディスク（ＣＤ）、マグネットオプティカルディスク（ＭＯ）、メモリカードなどがある。
【００１９】

上記のように構成された基板処理システム１では、まず、搬入出ステーション２の基板搬送装置１３が、キャリア載置部１１に載置されたキャリアＣからウェハＷを取り出し、取り出したウェハＷを受渡部１４に載置する。受渡部１４に載置されたウェハＷは、処理ステーション３の基板搬送装置１７によって受渡部１４から取り出されて、処理ユニット１６へ搬入される。

【００２０】

処理ユニット１６へ搬入されたウェハＷは、処理ユニット１６によって処理された後、基板搬送装置１７によって処理ユニット１６から搬出されて、受渡部１４に載置される。そして、受渡部１４に載置された処理済のウェハＷは、基板搬送装置１３によってキャリア載置部１１のキャリアＣへ戻される。

【００２１】

＜処理ユニットおよび低温溶解部の概要＞

次に、処理ユニット１６および低温溶解部７０の概要について、図２を参照しながら説明する。図２は、処理ユニット１６および低温溶解部７０の構成を示す模式図である。図２に示すように、処理ユニット１６は、チャンバ２０と、基板保持機構３０と、処理流体供給部４０と、回収カップ５０とを備える。

【００２２】

チャンバ２０は、基板保持機構３０と処理流体供給部４０と回収カップ５０とを収容する。チャンバ２０の天井部には、ＦＦＵ（Fan Filter Unit）２１が設けられる。ＦＦＵ２１は、チャンバ２０内にダウンフローを形成する。

【００２３】

基板保持機構３０は、保持部３１と、支柱部３２と、駆動部３３とを備える。保持部３１は、ウェハＷを水平に保持する。支柱部３２は、鉛直方向に延在する部材であり、基端部が駆動部３３によって回転可能に支持され、先端部において保持部３１を水平に支持する。駆動部３３は、支柱部３２を鉛直軸まわりに回転させる。

【００２４】

かかる基板保持機構３０は、駆動部３３を用いて支柱部３２を回転させることによって支柱部３２に支持された保持部３１を回転させ、これにより、保持部３１に保持されたウェハＷを回転させる。

【００２５】

処理流体供給部４０は、供給部の一例であり、ウェハＷに対して処理流体を供給する。また、処理流体供給部４０は、低温溶解部７０に接続される。

【００２６】

回収カップ５０は、保持部３１を取り囲むように配置され、保持部３１の回転によってウェハＷから飛散する処理液を捕集する。回収カップ５０の底部には、排液口５１が形成されており、回収カップ５０によって捕集された処理液は、かかる排液口５１から処理ユニット１６の外部へ排出される。また、回収カップ５０の底部には、ＦＦＵ２１から供給される気体を処理ユニット１６の外部へ排出する排気口５２が形成される。

【００２７】

低温溶解部７０は、薬液貯蔵容器７１と、循環ライン７２と、ポンプ７３と、温度調節器７４と、バブリングライン７５とを有する。

【００２８】

薬液貯蔵容器７１には、エッチング液として用いられるアルカリ性水溶液Ｌが貯蔵される。かかるアルカリ性水溶液Ｌは、たとえば、ＴＭＡＨ（TetraMethylAmmonium Hydroxide：水酸化テトラメチルアンモニウム）、コリン水溶液、ＫＯＨ（水酸化カリウム）水溶液、およびアンモニア水のうち少なくとも１つを含む。

【００２９】

薬液貯蔵容器７１には、貯留されたアルカリ性水溶液Ｌを循環する循環ライン７２が接続される。この循環ライン７２が、上述の処理流体供給部４０に接続される。

【００３０】

循環ライン７２には、ポンプ７３と温度調節器７４とが設けられる。そして、かかる温度調節器７４により室温より低い所定の温度に冷却されたアルカリ性水溶液Ｌが、ポンプ７３により循環ライン７２を循環する。さらに、薬液貯蔵容器７１には、貯留されたアルカリ性水溶液Ｌに酸素ガスをバブリングすることにより酸素を溶解させるバブリングライン７５が設けられる。

【００３１】

ここまで説明した低温溶解部７０によって、室温より低い所定の温度に冷却されたアルカリ性水溶液Ｌに酸素を溶解させる低温溶解処理が行われる。また、かかる低温溶解部７０から処理流体供給部４０まで接続されるアルカリ性水溶液Ｌの供給ラインには、かかる供給ラインを通過するアルカリ性水溶液Ｌを昇温するインラインヒータ８０が設けられる。

【００３２】

次に、処理ユニット１６の具体的な構成例について図３を参照して説明する。図３は、処理ユニット１６の具体的な構成例を示す模式図である。なお、図３では、インラインヒータ８０の記載を省略する。

【００３３】

図３に示すように、基板保持機構３０が備える保持部３１の上面には、ウェハＷを側面から保持する保持部材３１１が設けられる。ウェハＷは、かかる保持部材３１１によって保持部３１の上面からわずかに離間した状態で水平保持される。なお、ウェハＷは、エッチング処理が行われる表面を上方に向けた状態で保持部３１に保持される。

【００３４】

処理流体供給部４０は、複数（ここでは３つ）のノズル４１ａ、４１ｂ、４１ｃと、かかるノズル４１ａ、４１ｂ、４１ｃを水平に支持するアーム４２と、アーム４２を旋回および昇降させる旋回昇降機構４３とを備える。

【００３５】

ノズル４１ａは、バルブ４４ａと流量調整器４５ａとを介して上述の低温溶解部７０に接続される。ノズル４１ｂは、バルブ４４ｂと流量調整器４５ｂとを介してＤＩＷ供給源４６ｂに接続される。ＤＩＷ（DeIonized Water：脱イオン水）は、たとえば、リンス処理に用いられる。ノズル４１ｃは、バルブ４４ｃと流量調整器４５ｃとを介してＤＨＦ供給源４６ｃに接続される。ＤＨＦ（Diluted HydroFluoric acid：希フッ酸水溶液）は、たとえば、酸化膜除去処理に用いられる。

【００３６】

ノズル４１ａからは、低温溶解部７０より供給されるアルカリ性水溶液Ｌが吐出される。ノズル４１ｂからは、ＤＩＷ供給源４６ｂより供給されるＤＩＷが吐出される。ノズル４１ｃからは、ＤＨＦ供給源４６ｃより供給されるＤＨＦが吐出される。なお、図２に示したインラインヒータ８０を動作させることによって、アルカリ性水溶液Ｌを昇温させて吐出することができる。

【００３７】

処理ユニット１６は、下面供給部６０をさらに備える。下面供給部６０は、保持部３１および支柱部３２の中空部３２１に挿通される。下面供給部６０の内部には上下方向に延在する流路６１が形成されており、かかる流路６１には、流量調整器６３ａ、加熱部６５ａおよびバルブ６２ａを介してＤＩＷ供給源６４ａが接続される。また、かかる流路６１には、流量調整器６３ｂ、加熱部６５ｂおよびバルブ６２ｂを介してＴＭＡＨ供給源６４ｂが接続される。

【００３８】

ＤＩＷ供給源６４ａから供給されるＤＩＷは、加熱部６５ａによって室温よりも高い温度に加熱されて流路６１に供給される。また、ＴＭＡＨ供給源６４ｂから供給されるＴＭＡＨは、加熱部６５ｂによって室温よりも高い温度に加熱されて流路６１に供給される。

【００３９】

ここまで説明した処理ユニット１６を用いて、アルカリ性水溶液ＬによるウェハＷのエ

ッチング処理が行われる。ここで、実施形態に係るエッチング処理は、低温溶解部７０で室温より低い所定の温度に冷却され、かかる冷却された状態で酸素を溶解させたアルカリ性水溶液ＬをウェハＷに供給して行われる。

【００４０】

図４は、アルカリ性水溶液Ｌの酸素溶解温度とエッチング量の面内分布との関係を示す図であり、エッチング処理後のウェハＷ表面におけるエッチング量を径方向に測定した結果を示している。なお、図４は、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いた場合の結果であり、ノズル４１ａをウェハＷの中央上方に固定して、かかるノズル４１ａからアルカリ性水溶液Ｌを吐出した場合のエッチング量を示している。

【００４１】

図４に示すように、室温（２５℃）で酸素溶解処理されたアルカリ性水溶液Ｌを用いた場合に比べて、室温より低い温度である２０℃および１８℃で酸素溶解処理されたアルカリ性水溶液Ｌを用いることによって、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる。とりわけ、より低温である１８℃で酸素溶解処理されたアルカリ性水溶液Ｌを用いた場合には、エッチング量の面内均一性をさらに向上させることができる。

【００４２】

つづいて、図４に示した結果が得られた要因について、図５～図７を参照しながら説明する。図５は、アルカリ性水溶液Ｌにおける酸素ガスのバブリング時間と溶存酸素濃度との関係を示す図であり、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いた場合の結果である。

【００４３】

図５に示すように、循環温度がいずれの場合においても、１５分～２０分程度酸素ガスをバブリングすると、アルカリ性水溶液Ｌ中の溶存酸素が飽和状態となる。そして、かかる溶存酸素の飽和状態において、循環温度を室温（２５℃）より低い温度にした場合には、循環温度を室温以上にした場合と比べて、溶存酸素濃度を増加させることができる。

【００４４】

図６は、参考例１におけるウェハＷの表面状態について説明するための図である。図６は、たとえば、循環温度が室温以上であり、アルカリ性水溶液Ｌ中の溶存酸素量が十分でない場合について示した図である。先に説明したように、ウェハＷの中心部に向けてアルカリ性水溶液Ｌを吐出した場合、ウェハＷの中心部ではアルカリ性水溶液Ｌ中の酸素濃度が比較的濃くなっている。

【００４５】

一方で、かかるアルカリ性水溶液ＬがウェハＷの周縁部に向かって広がる際に、液中の酸素はウェハＷ表面のポリシリコン層と反応してSiO_2膜を形成し、酸素濃度が徐々に薄くなる。ここで、参考例１では、アルカリ性水溶液Ｌ中の溶存酸素量が十分でないことから、図６の（ａ）に示すように、少なくともウェハＷの周縁部側では液中の酸素がほぼ枯渇してしまう。これにより、ウェハＷの周縁部側ではポリシリコン層の表面にSiO_2膜が形成されず、ポリシリコン層が露出した状態となる。

【００４６】

ここで、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いる場合、かかるＴＭＡＨにおけるポリシリコンのエッチングレートは、SiO_2のエッチングレートよりも大きいことから、図６の（ｂ）に示すように、SiO_2膜ではエッチングがあまり進行しない一方、露出したポリシリコン層ではエッチングが進行する。すなわち、参考例１では、ウェハＷの中心部に比べて周縁部側でエッチングが進行することから、エッチング量の面内均一性を向上させることが困難である。

【００４７】

図７は、実施形態に係るウェハＷの表面状態について説明するための図である。図７は、たとえば、アルカリ性水溶液Ｌの循環温度が室温より低い所定の温度であり、アルカリ性水溶液Ｌ中の溶存酸素量が十分である場合について示した図である。

【００４８】

参考例１と同様、実施形態でも、アルカリ性水溶液ＬがウェハＷの中心部から周縁部に向かって広がる際に、液中の酸素はウェハＷ表面のポリシリコン層と反応してSiO_2膜を形成し、酸素濃度が徐々に薄くなる。しかしながら、実施形態では、アルカリ性水溶液Ｌ中の溶存酸素量が十分であることから、ウェハＷの周縁部側でも液中の酸素が枯渇することはない。

【００４９】

これにより、図７の（ａ）に示すように、ウェハＷの全域においてポリシリコン層上にSiO_2膜が均等に形成され、図７の（ｂ）に示すように、ウェハＷの全域においてかかるSiO_2膜が均等に成長する。したがって、実施形態では、ウェハＷの中心部から周縁部までエッチングを均等に進行させることができることから、エッチング量の面内均一性を向上させることができる。

【００５０】

＜エッチング処理の処理条件＞

つづいては、実施形態におけるエッチング処理の処理条件について説明する。図８Ａは、参考例２におけるエッチング量の面内分布を示す図であり、図８Ｂは、実施形態に係るエッチング量の面内分布を示す図である。

【００５１】

ここで、図８Ａは、エッチング処理が酸素を含有しない雰囲気下（ここでは、窒素雰囲気下）で行われた場合の面内分布を示し、図８Ｂは、エッチング処理が酸素を含有する雰囲気下（ここでは、大気条件下）で行われた場合の面内分布を示している。なお、かかるエッチング処理は、上述と同様に、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いて行っている。

【００５２】

図８Ａおよび図８Ｂに示すように、酸素を含有しない雰囲気下でエッチング処理が行われた場合に比べ、酸素を含有する雰囲気下でエッチング処理を行うことにより、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる。これは、図７の（ａ）などに示したように、アルカリ性水溶液Ｌの表面からも雰囲気に含有する酸素が溶け込むことにより、アルカリ性水溶液Ｌ中に酸素が補充され、ウェハＷの周縁部側で液中の酸素が枯渇することを抑制していることを示している。

【００５３】

すなわち、実施形態によれば、酸素を含有する雰囲気下でエッチング処理を行うことにより、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性をさらに向上させることができる。

【００５４】

図９は、酸化膜除去処理後の待機時間とエッチング量との関係を示す図であり、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いた場合の例である。先に説明したように、アルカリ性水溶液ＬとしてＴＭＡＨを用いる場合、かかるＴＭＡＨにおけるポリシリコンのエッチングレートは、SiO_2のエッチングレートよりも大きいことから、ポリシリコン層の表面に形成される自然酸化膜の影響が無視できない。

【００５５】

したがって、図９に示すように、エッチング処理の前にかかる自然酸化膜の除去処理を行った後、ＴＭＡＨによるエッチング処理を行うまでの待機時間が長くなるほど、エッチング量が低下してしまう。

【００５６】

図１０は、酸化膜除去処理後の待機時間とエッチング量の面内分布との関係を示す図である。図１０に示すように、エッチング処理の前に自然酸化膜の除去処理を行った後、ＴＭＡＨによるエッチング処理を行うまでの待機時間が長くなるほど、エッチング量の面内均一性も低下してしまう。

【００５７】

したがって、実施形態によれば、エッチング処理が行われる処理ユニット１６において

、エッチング処理の前に自然酸化膜の除去処理を行えばよい。これにより、ポリシリコン層の表面に形成される自然酸化膜の影響を抑えられることから、ＴＭＡＨによるエッチング処理を安定して行うことができる。

【００５８】

さらに、実施形態によれば、処理ユニット１６において、自然酸化膜の除去処理を行った後、予め設定された時間内にＴＭＡＨによるエッチング処理を行えばよい。これにより、自然酸化膜の影響を最小限に抑えられることから、ＴＭＡＨによるエッチング処理をさらに安定して行うことができる。

【００５９】

実施形態では、アルカリ性水溶液Ｌとして、ＴＭＡＨを用いるのが好ましい。ＴＭＡＨを用いることにより、低温溶解処理で低温状態となったエッチング液をそのまま用いた場合でも、高いエッチングレートでポリシリコン層をエッチングすることができる。

【００６０】

さらに、実施形態では、低温溶解処理後、エッチング処理の前またはエッチング処理と同時に、アルカリ性水溶液Ｌを昇温させる昇温処理を行うとよい。これにより、エッチング反応の反応速度定数を増加させることができることから、エッチングレートをさらに増加させることができる。

【００６１】

実施形態に係る昇温処理は、たとえば、アルカリ性水溶液Ｌの供給ラインに設けられるインラインヒータ８０を昇温することにより、アルカリ性水溶液Ｌを供給する供給ラインを昇温させて行えばよい。また、実施形態に係る昇温処理は、たとえば、アルカリ性水溶液Ｌを供給するウェハＷを昇温して行ってもよい。

【００６２】

かかるウェハＷの昇温は、たとえば、加熱部６５ａにより加熱されたＤＩＷをウェハＷの裏面に吐出して行ってもよいし、加熱部６５ｂにより加熱されたＴＭＡＨをウェハＷの裏面に吐出して行ってもよい。これらの手法を用いることにより、基板処理システム１の構成を大幅に変更することなく、アルカリ性水溶液Ｌの昇温処理を行うことができる。したがって、実施形態によれば、低コストでアルカリ性水溶液Ｌの昇温処理を行うことができる。

【００６３】

なお、アルカリ性水溶液Ｌを昇温することにより、液中の溶存酸素濃度が減少することが考えられるが、供給ライン内ではアルカリ性水溶液Ｌは周囲が供給管に覆われていることから、溶存酸素が外部に放出されることはない。また、ウェハＷ上では溶存酸素が外部に放出される前にエッチングが進行することから、液中の溶存酸素濃度低下の影響を最小限に抑えることができる。

【００６４】

また、実施形態にかかるエッチング処理は、アルカリ性水溶液Ｌを吐出するノズル４１ａをウェハＷの中央上方に固定して行ってもよいし、かかるノズル４１ａを所定の動作で移動させながらアルカリ性水溶液Ｌを吐出して行ってもよい。

【００６５】

なお、実施形態では、ノズル４１ａをウェハＷの中央上方に固定して行った場合でも、図４に示したように、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を良好に保つことができる。したがって、実施形態によれば、ノズル４１ａをウェハＷの中央上方に固定してエッチング処理を行うことにより、エッチング処理のレシピを簡素化することができる。

【００６６】

＜基板処理の手順＞

つづいて、実施形態に係る基板処理の手順について、図１１を参照しながら説明する。図１１は、基板処理システム１が実行する基板処理の手順を示すフローチャートである。

【００６７】

図１１に示すように、処理ユニット１６では、まず、搬入処理が行われる（ステップＳ１０１）。搬入処理では、制御部１８が、基板搬送装置１７を制御して、処理ユニット１６のチャンバ２０内にウェハＷを搬入させる。ウェハＷは、エッチング処理される表面を上方に向けた状態で保持部材３１１に保持される。その後、制御部１８は、駆動部３３を制御して、基板保持機構３０を所定の回転速度で回転させる。

【００６８】

次に、処理ユニット１６では、酸化膜除去処理が行われる（ステップＳ１０２）。酸化膜除去処理では、制御部１８が、処理流体供給部４０のノズル４１ｃをウェハＷの中央上方に移動させる。その後、制御部１８が、バルブ４４ｃを所定時間開放することにより、ウェハＷの表面に対してエッチング液であるＤＨＦを供給する。

【００６９】

ウェハＷの表面に供給されたＤＨＦは、ウェハＷの回転に伴う遠心力によってウェハＷの表面全体に広がる。これにより、ウェハＷのポリシリコン層に形成された自然酸化膜がＤＨＦによって除去される。かかる酸化膜除去処理では、たとえば、ポリシリコン層に形成された自然酸化膜を２０（Å）程度除去すればよい。

【００７０】

次に、処理ユニット１６では、リンス処理が行われる（ステップＳ１０３）。リンス処理では、制御部１８が、処理流体供給部４０のノズル４１ｂをウェハＷの中央上方に移動させ、バルブ４４ｂを所定時間開放することにより、ウェハＷの表面にＤＩＷを供給する。

【００７１】

ウェハＷの表面に供給されたＤＩＷは、ウェハＷの回転に伴う遠心力によってウェハＷの表面全体に広がる。これにより、ウェハＷの表面に残存するＤＨＦがＤＩＷに置換される。

【００７２】

ここまで説明したステップＳ１０１～Ｓ１０３の処理と平行して、低温溶解部７０では、低温溶解処理が行われる（ステップＳ１０４）。低温溶解処理では、制御部１８が、ポンプ７３、温度調節器７４およびバブリングライン７５などを制御して、室温より低い所定の温度に冷却されたアルカリ性水溶液Ｌに酸素を溶解させる。

【００７３】

かかる低温溶解処理では、アルカリ性水溶液Ｌ内の溶存酸素が飽和するように酸素を溶解させるとよい。これにより、ウェハＷの周縁部側で液中の酸素が枯渇することを抑制することができることから、エッチング量の面内均一性をさらに向上させることができる。

【００７４】

かかる低温溶解処理につづいて、基板処理システム１では、昇温処理が行われる（ステップＳ１０５）。昇温処理では、たとえば、制御部１８が、インラインヒータ８０を昇温させることにより、供給ラインを通ってウェハＷに吐出されるアルカリ性水溶液Ｌを昇温させる。この場合、昇温処理は、図１１に示すように、後述するエッチング処理の前に行われる。

【００７５】

なお、かかる昇温処理は、後述するエッチング処理と同時に行ってもよい。この場合は、制御部１８が、バルブ６２ａやバルブ６２ｂを所定時間開放することにより、ウェハＷの裏面に加熱されたＤＩＷやＴＭＡＨを供給すればよい。

【００７６】

そして、処理ユニット１６では、エッチング処理が行われる（ステップＳ１０６）。エッチング処理では、制御部１８が、処理流体供給部４０のノズル４１ａをウェハＷの中央上方に移動させる。その後、制御部１８が、バルブ４４ａを所定時間開放することにより、ウェハＷの表面に対してエッチング液であるアルカリ性水溶液Ｌを供給する。

【００７７】

ウェハＷの表面に供給されたアルカリ性水溶液Ｌは、ウェハＷの回転に伴う遠心力によ

ってウェハＷの表面全体に広がる。これにより、ウェハＷのポリシリコン層がアルカリ性水溶液Ｌによってエッチングされる。

【００７８】

なお、実施形態に係るエッチング処理は、ステップＳ１０３の処理後、所定の時間内に行うとよく、また、酸素を含有する雰囲気下で行うとよい。

【００７９】

次に、処理ユニット１６では、リンス処理が行われる（ステップＳ１０７）。リンス処理では、制御部１８が、処理流体供給部４０のノズル４１ｂをウェハＷの中央上方に移動させ、バルブ４４ｂを所定時間開放することにより、ウェハＷの表面にＤＩＷを供給する。

【００８０】

ウェハＷの表面に供給されたＤＩＷは、ウェハＷの回転に伴う遠心力によってウェハＷの表面全体に広がる。これにより、ウェハＷの表面に残存するアルカリ性水溶液ＬがＤＩＷに置換される。

【００８１】

つづいて、処理ユニット１６では、ウェハＷを乾燥させる乾燥処理が行われる（ステップＳ１０８）。乾燥処理では、たとえば、制御部１８が、駆動部３３を制御して基板保持機構３０を所定の回転速度で回転させることにより、保持部材３１１に保持されるウェハＷをスピン乾燥させる。

【００８２】

なお、かかる乾燥処理はＤＩＷを直接スピン乾燥する場合に限られない。たとえば、図示しないＩＰＡ供給部によりウェハＷの表面にＩＰＡ（IsoPropyl Alcohol）を供給して、ウェハＷの表面に残存するＤＩＷをＩＰＡに置換し、かかるＩＰＡをスピン乾燥するＩＰＡ乾燥を行ってもよい。

【００８３】

その後、処理ユニット１６では、搬出処理が行われる（ステップＳ１０９）。搬出処理では、制御部１８が、駆動部３３を制御して、ウェハＷの回転を停止させた後、基板搬送装置１７を制御して、ウェハＷを処理ユニット１６から搬出させる。かかる搬出処理が完了すると、１枚のウェハＷについての一連の基板処理が完了する。

【００８４】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。たとえば、実施形態では、循環ライン７２によりアルカリ性水溶液Ｌを循環させながら低温溶解処理を行う例について示したが、アルカリ性水溶液Ｌを循環させずに低温溶解処理を行ってもよい。

【００８５】

また、実施形態では、アルカリ性水溶液Ｌの昇温処理として、アルカリ性水溶液Ｌをウェハ Ｗに供給する供給ラインを昇温する処理や、アルカリ性水溶液Ｌが供給されるウェハＷを昇温する処理について示したが、かかる２つの処理を両方行ってもよい。

【００８６】

実施形態に係る基板処理方法は、低温溶解処理（ステップＳ１０４）と、エッチング処理（ステップＳ１０６）とを含む。低温溶解処理（ステップＳ１０４）は、室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液Ｌに酸素を溶解させる。エッチング処理（ステップＳ１０６）は、酸素を溶解させたアルカリ性水溶液Ｌを基板（ウェハＷ）に供給して基板（ウェハＷ）をエッチングする。これにより、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる。

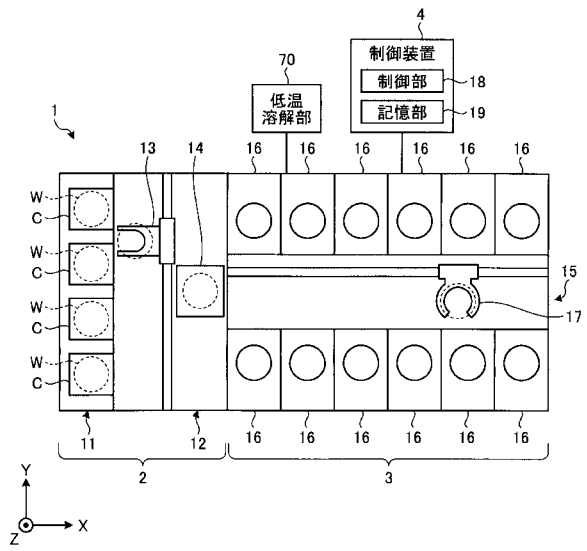
【００８７】

また、実施形態に係る基板処理方法において、アルカリ性水溶液Ｌは、ＴＭＡＨ（水酸化テトラメチルアンモニウム）、コリン水溶液、ＫＯＨ（水酸化カリウム）水溶液、およびアンモニア水のうち少なくとも１つを含む。これにより、ウェハＷ上のポリシリコン層

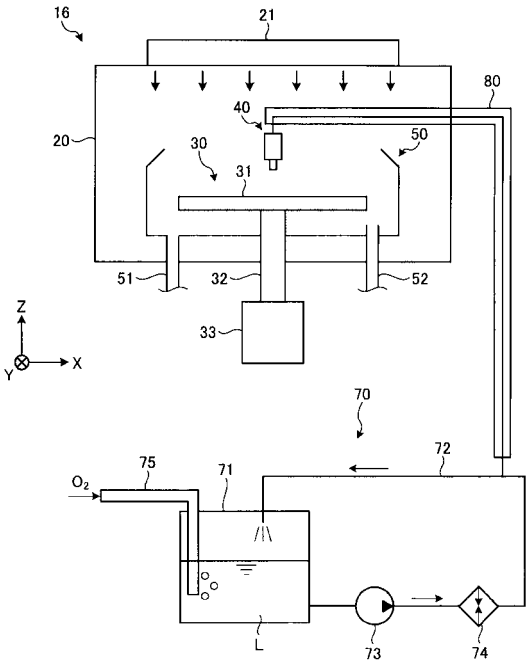
をエッチング処理することができる。
【００８８】
また、実施形態に係る基板処理方法は、エッチング処理（ステップＳ１０６）の前に、基板（ウェハＷ）の表面に形成された自然酸化膜を除去する酸化膜除去処理（ステップＳ１０２）を含む。これにより、自然酸化膜の影響を抑えられることから、ＴＭＡＨによるエッチング処理を安定して行うことができる。
【００８９】
また、実施形態に係る基板処理方法において、エッチング処理（ステップＳ１０６）は、酸化膜除去処理（ステップＳ１０２）の後、予め設定された時間内に行う。これにより、自然酸化膜の影響を最小限に抑えられることから、ＴＭＡＨによるエッチング処理をさらに安定して行うことができる。
【００９０】
また、実施形態に係る基板処理方法は、低温溶解処理（ステップＳ１０４）の後、かつエッチング処理（ステップＳ１０６）の前またはエッチング処理（ステップＳ１０６）と同時に、アルカリ性水溶液Ｌを昇温させる昇温処理（ステップＳ１０５）を含む。これにより、エッチングレートをさらに増加させることができる。
【００９１】
また、実施形態に係る基板処理方法において、昇温処理（ステップＳ１０５）は、アルカリ性水溶液Ｌを基板（ウェハＷ）に供給する供給ラインを昇温する処理、およびアルカリ性水溶液Ｌが供給される基板（ウェハＷ）を昇温する処理のうち少なくとも１つを含む。これにより、低コストでアルカリ性水溶液Ｌの昇温処理を行うことができる。
【００９２】
また、実施形態に係る基板処理方法において、低温溶解処理（ステップＳ１０４）は、アルカリ性水溶液Ｌ内の溶存酸素が飽和するように酸素を溶解させる。これにより、エッチング量の面内均一性を向上させることができる。
【００９３】
また、実施形態に係る基板処理方法において、エッチング処理（ステップＳ１０６）は、酸素を含有する雰囲気下で行われる。これにより、エッチング量の面内均一性をさらに向上させることができる。
【００９４】
また、実施形態に係る基板処理装置は、低温溶解部７０と、供給部（処理流体供給部４０）とを備える。低温溶解部７０は、室温より低い所定の温度に冷却したアルカリ性水溶液Ｌに酸素を溶解させる。供給部（処理流体供給部４０）は、酸素を溶解させたアルカリ性水溶液Ｌを基板（ウェハＷ）に供給する。そして、基板（ウェハＷ）に対して供給部（処理流体供給部４０）からアルカリ性水溶液Ｌを供給することにより、基板（ウェハＷ）をエッチングする。これにより、ウェハＷの中心部から周縁部までのエッチング量の面内均一性を向上させることができる。
【００９５】
また、実施形態に係る基板処理装置において、低温溶解部７０と供給部（処理流体供給部４０）との間に設けられるアルカリ性水溶液Ｌの供給ラインには、ヒータ（インラインヒータ８０）が設けられる。これにより、エッチングレートをさらに増加させることができる。
【００９６】
さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。
【符号の説明】
【００９７】

W	ウェハ
L	アルカリ性水溶液
1	基板処理システム
１６	処理ユニット
１８	制御部
４０	処理流体供給部
７０	低温溶解部

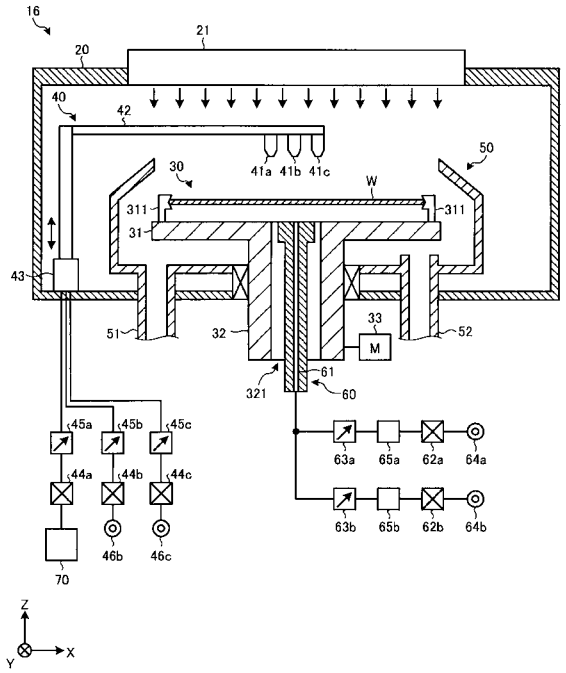
【図１】



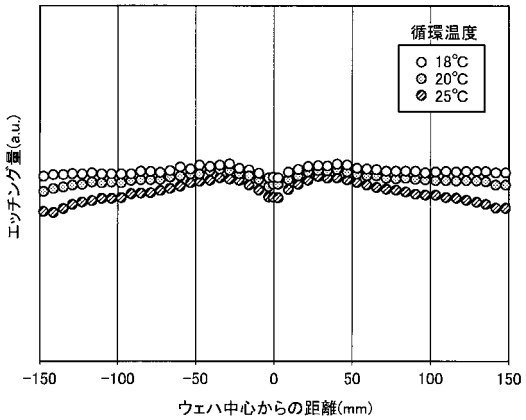
【図２】



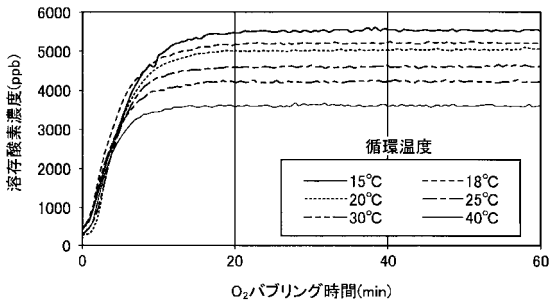
【図３】


16
21
20
40
42
41a 41b 41c
50
30
W
311
311
31
43
51
32
33
M
52
61
321
60
45a 45b 45c
44a 44b 44c
63a 65a 62a 64a
63b 65b 62b 64b
46b 46c
70
Z
Y
X

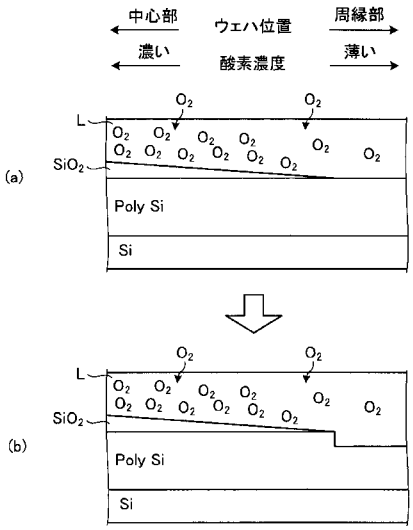
【図４】


循環温度
18℃
20℃
25℃
エッチング量(a.u.)
−150 −100 −50 0 50 100 150
ウェハ中心からの距離(mm)

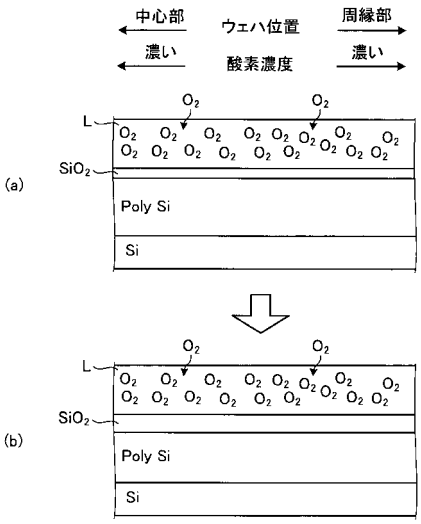
【図５】


6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
溶存酸素濃度(ppb)
循環温度
15℃
18℃
20℃
25℃
30℃
40℃
0 20 40 60
O2バブリング時間(min)

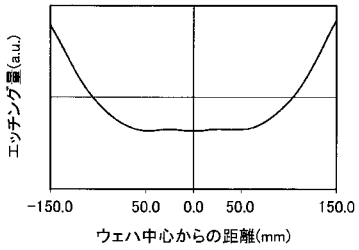
【図６】


中心部
ウェハ位置
周縁部
濃い
酸素濃度
薄い
O2
L
SiO2
(a)
Poly Si
Si
(b)

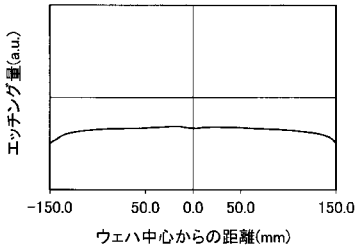
【図７】


中心部
ウェハ位置
周縁部
濃い
酸素濃度
濃い
O2
L
SiO2
(a)
Poly Si
Si
(b)

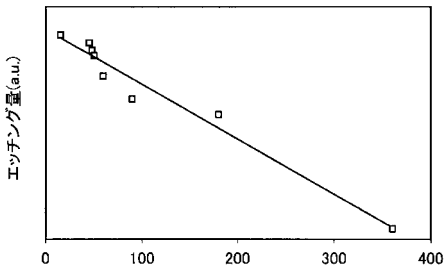
【図８Ａ】



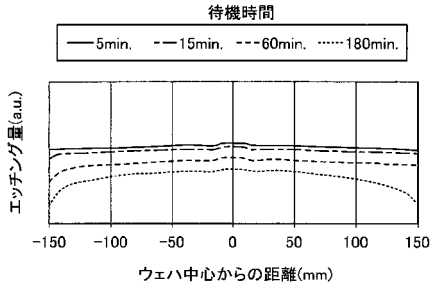
【図８Ｂ】



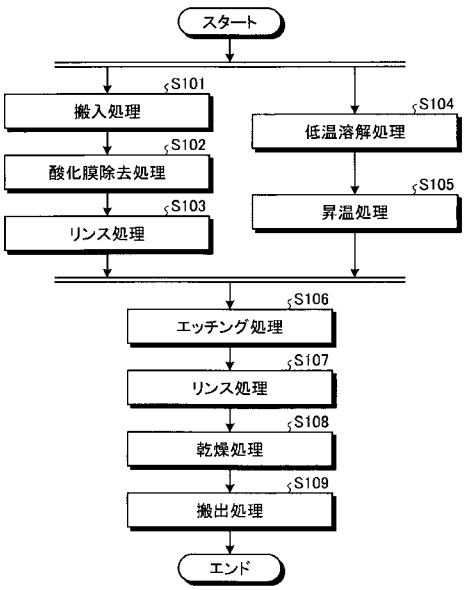
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　中澤　貴士
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　藤本　誠也
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　道木　裕一
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内

Ｆターム(参考) 5F043 AA10 BB03 DD02 DD07 DD13 EE07 EE08 EE31 GG10
5F157 AA28 AA29 AA77 AB02 AB13 AB33 AB48 AB51 AB90 BB22
CB03 CB13