

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/150547 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年12月29日(29.12.2010)

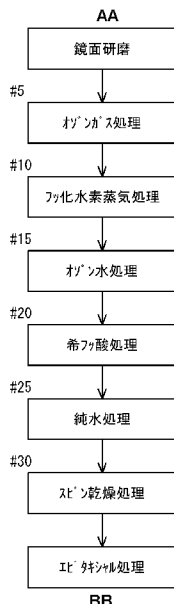
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004204
- (22) 国際出願日: 2010年6月24日(24.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-152898 2009年6月26日(26.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 S U M C O (SUMCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川崎智憲 (KAWASAKI, Tomonori) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森道雄, 外 (MORI, Michio et al.); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目17番23号森道雄特許事務所 Hyogo (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, JP, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF WASHING SILICON WAFER AND METHOD OF PRODUCING EPITAXIAL WAFER USING METHOD OF WASHING

(54) 発明の名称: シリコンウェーハの洗浄方法、およびその洗浄方法を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法

[図3]



AA MIRROR POLISHING
#5 OZONE GAS BASED TREATMENT
#10 HYDROGEN FLUORIDE VAPOR BASED TREATMENT
#15 OZONE WATER BASED TREATMENT
#20 DILUTE HYDROGEN FLUORIDE BASED TREATMENT
#25 PURE WATER BASED TREATMENT
#30 SPIN DRYING TREATMENT
BB EPITAXIAL TREATMENT

(57) Abstract: After applying mirror polishing but before forming an epitaxial layer, an ozone gas based treatment of using ozone gas to oxidize the surface of a silicon wafer, a hydrogen fluoride vapor based treatment of using hydrogen fluoride vapor to dissolve and remove the oxidized surface of the silicon wafer, and a cleaning step for removing the foreign substances remaining on the surface of the silicon wafer, are implemented and PIDs (Polishing Induced Defects) generated in mirror polishing are thereby forcefully oxidized, dissolved, and removed. By applying epitaxial treatment after the above, bump defects on the surface of the epitaxial wafer resulting from the PIDs can be prevented.

(57) 要約: 鏡面研磨を施した後、エピタキシャル層を形成する前に、オゾンガスを用いてシリコンウェーハの表面を酸化させるオゾンガス処理、フッ化水素蒸気を用いてシリコンウェーハの酸化した表面を溶解させ除去するフッ化水素蒸気処理、およびシリコンウェーハの表面に残存する異物を除去する洗浄を行うことにより、鏡面研磨で発生したPID (Polishing Induced Defect) が強制酸化されるとともに溶解して除去され、その後にエピタキシャル処理を施すことにより、エピタキシャルウェーハの表面でPIDに起因した凸欠陥の発生を防止することができる。

WO 2010/150547 A1

WO 2010/150547 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類:
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

シリコンウェーハの洗浄方法、およびその洗浄方法を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、鏡面研磨後のシリコンウェーハの洗浄方法、およびその洗浄方法を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法に関し、特に、エピタキシャルウェーハの表面品質の確保を図ったシリコンウェーハの洗浄方法、およびエピタキシャルウェーハの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスに用いられるシリコンウェーハは、チョクラスキー法などによって育成されたシリコン単結晶のインゴットから製造される。通常、単結晶インゴットは、外周研削工程で円柱状に加工され、スライス工程で円板状の素材ウェーハにスライスされる。素材ウェーハは、面取り工程で外周部を面取りして製品直径に仕上げられ、粗研磨（ラッピング）工程で両面を研磨して平行度が整えられ、エッチング工程で加工ひずみを化学的に除去し、その後、鏡面研磨（ポリッシング）工程でコロイダルシリカ液などの研磨剤を用いたメカノケミカル研磨により高平坦度の鏡面に仕上げられる。鏡面研磨後のシリコンウェーハは、表面に残存するパーティクルやメタルなどの異物を除去するため、洗浄工程を経て洗浄される。

[0003] 洗浄工程では、例えば、特許文献 1 に開示されるように、オゾン水を用いてウェーハ表面を酸化させるオゾン水処理、および希フッ酸（フッ化水素の希釈水溶液）を用いてウェーハ表面の酸化膜を除去する希フッ酸処理を行い、場合によってはこれらの処理を交互に繰り返し、ウェーハ表面を洗浄する。その後、純水を用いた純水処理を行い、最後にスピン乾燥処理を施す。

[0004] 洗浄を完了したシリコンウェーハは、適用される半導体デバイスの用途に応じ、表面や表面近傍の性質を調整する特殊な処理が施されることが多い。

その代表格として、シリコンウェーハの表面にエピタキシャル層を形成したエピタキシャルウェーハを製造するため、エピタキシャル層を気相成長させるエピタキシャル処理がある。エピタキシャルウェーハは結晶の完全性が高く、その優れた特質から高集積半導体デバイスに多用される。

[0005] 近年、検査装置技術の進展に伴って欠陥の検出能が著しく向上したため、シリコンウェーハの表面において、従来検出されていなかった微小な凸欠陥が問題視されている。この凸欠陥は、ウェーハ表面欠陥検査装置（例：レーザーテック社製のMAGICS、ケーエルエー・テンコール社製のSurfscan SP2）を用いて検出することが可能であり、点状または線状に現れる。

[0006] このような微小な凸欠陥は、鏡面研磨工程で発生することが明らかになってきており、PID（Polishing Induced Defect）と称される。また、PIDは、その多くが洗浄工程で除去されることなく残存し、エピタキシャル層を形成する場合に、エピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥を誘発する。

[0007] 特許文献2には、鏡面研磨工程における最終段階の仕上げ研磨で研磨速度を10nm/min以下とするシリコンウェーハの仕上げ研磨方法が記載されている。この仕上げ研磨方法では、研磨速度を制限することにより、PIDの発生を抑制できるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-273911号公報

特許文献2：特開2008-205147号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 前記特許文献2に記載の仕上げ研磨方法では、鏡面研磨工程でのPIDの発生をある程度抑制できるが、完全に防止することは困難である。一方、上述の通り、鏡面研磨後のシリコンウェーハにPIDが存在している場合、P

I Dの多くは洗浄工程を経た後も残存し、エピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥を誘発する。これらのことから、前記特許文献2に記載の仕上げ研磨方法は、エピタキシャルウェーハの表面品質を確保するには不十分である。

[0010] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、エピタキシャルウェーハの表面でP I Dに起因した凸欠陥の発生を防止し、エピタキシャルウェーハの表面品質を十分に確保することができるシリコンウェーハの洗浄方法、およびエピタキシャルウェーハの製造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

[0011] 本発明者は、上記目的を達成するため、シリコンウェーハの製造プロセスを詳細に検討し、種々の試験を行った結果、下記の知見を得た。

[0012] 鏡面研磨工程でP I Dが発生するメカニズムは、以下のように推察される。鏡面研磨の際、研磨剤中には、コロイダルシリカなどの遊離砥粒のほかに、遊離砥粒がゲル化した凝集砥粒や遊離砥粒以外の粒子などが異物として存在する。ウェーハ表面は、その異物によって局所的に圧力集中が発生し、圧力を受けた局所部分がアモルファス状の酸化物 (SiO_x) に変質する。アモルファス状酸化物に変質した局所部分は、その周囲で変質していない正常なSi部と比較し、研磨され難く、研磨が遅延するため、微小な凸欠陥 (P I D) として顕在化する。

[0013] 図1は、P I Dに起因してエピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥が発生する状況を説明する模式図であり、図1 (a) は鏡面研磨後、図1 (b) は洗浄後、および図1 (c) はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。

[0014] 図1 (a) に示すように、鏡面研磨工程でシリコンウェーハ1の表面1aにP I D4が発生している場合、このシリコンウェーハ1に対して通常の洗浄工程のようにオゾン水処理および希フッ酸処理を施すと、図1 (b) に示すように、P I D4は除去されることなく、むしろ高くなって残存する。P I D4は、アモルファス状酸化物に変質しているため、P I D4の周囲で変質していないSi部と比較し、オゾン水処理で酸化し難く、希フッ酸処理で

も溶解し難いことによる。すなわち、変質したP I D 4のエッチングレートがその周囲のS i 部よりも低いことによる。

[0015] そして、エピタキシャルウェーハを得るため、P I D 4が残存したシリコンウェーハ1にエピタキシャル処理を施すと、図1 (c)に示すように、シリコンウェーハ1の表面1 aには、P I D 4の部分も含めた全域にわたり、エピタキシャル層3が気相成長する。これにより、エピタキシャルウェーハ2におけるエピタキシャル層3の表面3 aには、P I D 4の位置に対応して、なだらかに突出した凸欠陥5が発生する。

[0016] 図2は、P I Dに起因してエピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥が発生する様子を示す観察画像であり、図2 (a)は鏡面研磨後、および図2 (b)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。ここで、図2 (a) および (b) は、前記M A G I C Sを用いて、鏡面研磨後のシリコンウェーハの表面、および洗浄工程を経てエピタキシャル処理を完了した後のエピタキシャルウェーハの表面を同一の視野で観察した結果を示している。なお、エピタキシャル層の厚さは5 μ mとしている。

[0017] 図2 (a) および (b) から、エピタキシャルウェーハの表面には、鏡面研磨後のシリコンウェーハの表面に発生したP I Dの位置に対応して、なだらかに突出した凸欠陥が発生することがわかる。

[0018] これらのことから、本発明者は、鏡面研磨工程でP I Dが発生した場合に、変質したP I Dをエピタキシャル処理の前に除去することが可能になれば、エピタキシャルウェーハの表面でP I Dに起因した凸欠陥の発生を防止できるとの推論を導き出し、さらに検討を重ねた。その結果、洗浄工程の前段階で、オゾンガスにより、アモルファス状酸化物 (S i O_x) に変質したP I Dを強制的にS i O₂に酸化させることができ、さらにフッ化水素蒸気により、S i O₂化したP I Dを完全に溶解させて除去することができ、その結果、P I Dに起因した凸欠陥がなく表面品質に優れたエピタキシャルウェーハを製造できることを見出した。

[0019] 本発明は、上記の知見に基づいて完成させたものであり、下記 (1) のシ

リコンウェーハの洗浄方法、および（２）のエピタキシャルウェーハの製造方法を要旨としている。

[0020] （１）シリコンウェーハに鏡面研磨を施した後、エピタキシャル層を形成する前にシリコンウェーハの表面を洗浄する方法であって、オゾンガスを用いてシリコンウェーハの表面を酸化させるオゾンガス処理工程と、フッ化水素蒸気を用いてシリコンウェーハの酸化した表面を溶解させ除去するフッ化水素蒸気処理工程と、を含むことを特徴とするシリコンウェーハの洗浄方法である。

[0021] 上記（１）の洗浄方法において、前記オゾンガス処理工程では、シリコンウェーハをオゾンガスの雰囲気中に保持し、前記フッ化水素蒸気処理工程では、シリコンウェーハをフッ化水素蒸気の雰囲気中に保持することが好ましい。

[0022] また、上記（１）の洗浄方法では、前記フッ化水素蒸気処理工程を経た後に、シリコンウェーハの表面に残存する異物を除去する洗浄工程を経ることが好ましい。この場合、前記洗浄工程では、シリコンウェーハにオゾン水処理および希フッ酸処理を施す構成とすることができる。オゾン水処理および希フッ酸処理の後には、純水処理を施すことが好ましい。

[0023] （２）上記（１）の洗浄方法により洗浄したシリコンウェーハの表面に、エピタキシャル層を気相成長させることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法である。

発明の効果

[0024] 本発明のシリコンウェーハの洗浄方法によれば、エピタキシャル処理の前に、オゾンガス処理工程を経ることによってPIDを強制酸化させ、フッ化水素蒸気処理工程を経ることによってそのPIDを溶解して除去することができる。このため、その後にエピタキシャル処理を施すことにより、エピタキシャル層の表面でPIDに起因した凸欠陥の発生を防止ことができ、表面品質に優れたエピタキシャルウェーハを製造することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1] 図1は、PIDに起因してエピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥が発生する状況を説明する模式図であり、図1(a)は鏡面研磨後、図1(b)は洗浄後、および図1(c)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。

[図2] 図2は、PIDに起因してエピタキシャルウェーハの表面で凸欠陥が発生する様子を示す観察画像であり、図2(a)は鏡面研磨後、および図2(b)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。

[図3] 図3は、本発明のシリコンウェーハの洗浄方法における処理工程の一例を示すフロー図である。

[図4] 図4は、本発明のシリコンウェーハの洗浄方法を採用した場合のPIDの挙動を説明する模式図であり、図4(a)は鏡面研磨後、図4(b)は洗浄後、および図4(c)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。

[図5] 図5は、本発明例における各処理後のウェーハ表面の観察画像であり、図5(a)は鏡面研磨後、図5(b)は洗浄処理後、および図5(c)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。

[図6] 図6は、本発明例と比較例とに区分して鏡面研磨後およびエピタキシャル処理後のウェーハ表面での凸欠陥の分布状況を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に、本発明のシリコンウェーハの洗浄方法、およびエピタキシャルウェーハの製造方法について、その実施形態を詳述する。

[0027] 図3は、本発明のシリコンウェーハの洗浄方法における処理工程の一例を示すフロー図である。本発明の洗浄方法では、シリコンウェーハに鏡面研磨を施した後、まず、ステップ#5にて、オゾン(O_3)ガスを用いてシリコンウェーハの表面を酸化させるオゾンガス処理を行う。

[0028] このとき、ウェーハ表面に前工程の鏡面研磨でアモルファス状酸化物(SiO_x)に変質したPIDが発生している場合、PIDは、オゾンガスによって強制的に酸化され組成が SiO_2 になる。オゾンガスは、通常の洗浄工程で

用いられるオゾン水よりもはるかに O_3 濃度が高く、酸化力が著しく高いことによる。例えば、オゾン水の O_3 濃度が通常 15 ppm (15 g/m^3) 程度であるのに対し、オゾンガスの O_3 濃度は 105 g/m^3 以上である。

[0029] このオゾンガス処理は、密閉容器内にシリコンウェーハを配置し、その容器内をオゾンガスの雰囲気に維持することで効率良く行える。また、オゾンガス処理の際、密閉容器内に配置したシリコンウェーハの表面にオゾンガスを吹き付けるようにすることもできる。

[0030] 次に、ステップ#10にて、フッ化水素 (HF) 蒸気を用いてオゾンガス処理後のシリコンウェーハの酸化した表面を溶解させ除去するフッ化水素蒸気処理を行う。

[0031] このとき、オゾンガス処理で SiO_2 となったPIDは、フッ化水素蒸気によって溶解し除去される。フッ化水素蒸気は、通常の洗浄工程で用いられる希フッ酸よりもはるかに HF 濃度が高く、エッチングレートが著しく高いことによる。例えば、希フッ酸の HF 濃度が通常 $1\text{ wt}\%$ 程度であるのに対し、フッ化水素蒸気の前液の HF 濃度は $48\text{ wt}\%$ 以上である。この前液を用いて窒素ガスにてバブリングさせることで、フッ化水素蒸気を発生させる。

[0032] このフッ化水素蒸気処理は、密閉容器内にシリコンウェーハを配置し、その容器内をフッ化水素蒸気の雰囲気に維持することで効率良く行える。また、フッ化水素蒸気処理の際、密閉容器内に配置したシリコンウェーハの表面にフッ化水素蒸気を吹き付けるようにすることもできる。

[0033] その後、下記のステップ#15～#30を経て、ウェーハ表面に残存する酸化物やパーティクルやメタルなどの異物を除去する洗浄を行う。

[0034] すなわち、通常の洗浄工程と同様に、ステップ#15では、オゾン水を用いてウェーハ表面を酸化させるオゾン水処理を行い、続くステップ#20では、希フッ酸を用いてウェーハ表面の酸化膜を除去する希フッ酸処理を行い、これらによりウェーハ表面を洗浄する。さらに、ステップ#25にて、純水を用いた純水処理によりウェーハ表面をリンス洗浄し、最後にステップ#30にて、スピン乾燥処理を行う。

- [0035] これらのオゾン水処理、希フッ酸処理および純水処理は、各処理液にシリコンウェーハを浸漬させたり、各処理液をウェーハ表面に噴射させることで行える。
- [0036] また、ステップ# 15のオゾン水処理とステップ# 20の希フッ酸処理とを交互に繰り返すこともでき、さらに、ステップ# 25の純水処理の直前に、ステップ# 15のオゾン水処理を組み込むこともできる。
- [0037] オゾン水処理で用いるオゾン水は、 O_3 濃度が10～15 ppm (10～15 g/m³) 程度のものを採用し、希フッ酸処理で用いる希フッ酸は、HF濃度が0.5～1 wt %程度のものを採用することができる。ステップ# 15のオゾン水処理とステップ# 20の希フッ酸処理に代え、オゾン水と希フッ酸の混合液を用いた処理で、ウェーハ表面を洗浄することもできる。
- [0038] また、ステップ# 15のオゾン水処理とステップ# 20の希フッ酸処理に代え、アンモニア水 (NH_4OH) と過酸化水素 (H_2O_2) を混合させたいわゆるSC-1洗浄液を用いた処理で、ウェーハ表面を洗浄しても構わない。このSC-1洗浄液は、 $NH_4OH : H_2O_2 : H_2O = 1 : 1 \sim 5 : 5 \sim 50$ の配合比で混合させたものである。
- [0039] これらの一連の処理を完了した後、エピタキシャル処理を行う。エピタキシャル処理では、枚葉式の反応炉内に洗浄後のシリコンウェーハを配置して1000℃以上に加熱し、Siを含有する原料ガス（例：四塩化珪素 ($SiCl_4$)、トリクロロシラン ($SiHCl_3$)）とともにキャリアガス（例：水素 (H_2)）を炉内に導入する。これにより、ウェーハ表面に単結晶シリコン膜であるエピタキシャル層を気相成長させることができる。
- [0040] 図4は、本発明のシリコンウェーハの洗浄方法を採用した場合のPIDの挙動を説明する模式図であり、図4（a）は鏡面研磨後、図4（b）は洗浄後、および図4（c）はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。
- [0041] 図4（a）に示すように、鏡面研磨工程でシリコンウェーハ1の表面1aにPID4が発生している場合、このシリコンウェーハ1に対して上記のオ

ゾンガス処理およびフッ化水素蒸気処理を施すと、図4（b）に示すように、P I D 4は、オゾンガス処理によって強制酸化され、フッ化水素蒸気処理によって完全に溶解して除去される。これにより、シリコンウェーハ1の表面1 aには、P I D 4が存在していた位置に、凹部6が形成される。

[0042] さらに、上記のオゾン水処理、希フッ酸処理、純水処理およびスピン乾燥処理を行った後、シリコンウェーハ1にエピタキシャル処理を施すと、図4（c）に示すように、シリコンウェーハ1の表面には、凹部6の部分も含めた全域にわたり、エピタキシャル層3が気相成長する。これにより、エピタキシャルウェーハ2は、エピタキシャル層3の表面3 aでP I Dに起因した凸欠陥が発生することなく、表面品質を十分に確保することができる。ここで、P I D 4と比較してシリコンウェーハ1の方が、オゾンガスで酸化され易くフッ化水素蒸気によって溶解除去され易い。この結果、P I D 4が除去された時点ではシリコンウェーハ1の表面1 aの除去が進行しているため、凹部6の深さは浅くなる。したがって、エピタキシャル層3の表面3 aは、凹部6に対応する位置において凹みが発生することなく、平坦な表面が得られる。

[0043] 本発明のシリコンウェーハの洗浄方法では、オゾンガス処理に要する時間は特に規定しないが、短時間にし過ぎると、P I Dの強制酸化が不十分となるため、60秒以上とするのが好ましい。より好ましくは150秒以上である。

[0044] また、フッ化水素蒸気処理に要する時間も特に規定しないが、短時間にし過ぎると、強制酸化させたP I Dの溶解が不十分となるのに伴い、P I Dの凹部化が不十分となるため、120秒以上とするのが好ましい。一方、長時間にし過ぎると、ウェーハ表面にヘイズ（肌荒れ）が生じるため、300秒以下とするのが好ましい。

[0045] 本発明のシリコンウェーハの洗浄方法は、エピタキシャル層の厚さが0.5～10 μm と薄いエピタキシャルウェーハを製造するのに好適である。ウェーハ表面にP I Dが存在する場合であっても、エピタキシャル層の成長に

伴って、P I Dに起因する凸欠陥は次第に平坦化していくため、エピタキシャル層が厚い場合よりも薄い場合にP I D起因の凸欠陥が顕在化し易いからである。

実施例

[0046] 本発明のシリコンウェーハの洗浄方法およびエピタキシャルウェーハの製造方法の効果を確認するため、下記の試験を行った。

[0047] 本発明例として、鏡面研磨を施した直径300mmの供試ウェーハを5枚準備し、各供試ウェーハに前記図3に示す各処理を施して洗浄を行い、その後エピタキシャル処理を施した。洗浄では、60秒のオゾンガス処理および120秒のフッ化水素蒸気処理を行い、次に、10秒のオゾン水処理および3秒の希フッ酸処理を2回繰り返し行い、再度10秒のオゾン水処理を行った後に、10秒の純水処理および25秒のスピン乾燥処理を行った。エピタキシャル処理では、原料ガスに SiHCl_3 を用い、反応炉内温度を1130℃とし、厚さ5μmのエピタキシャル層を気相成長させた。

[0048] その際、鏡面研磨処理後、洗浄処理後およびエピタキシャル処理後の各段階において、前記MAGICSを用いて各供試ウェーハの表面を観察するとともに、前記Surfscan SP2を用いて各供試ウェーハの表面での凸欠陥の個数を調査した。

[0049] また、比較例として、鏡面研磨を施した直径300mmの供試ウェーハを5枚準備し、各供試ウェーハを洗浄した後、エピタキシャル処理を施した。比較例の洗浄では、本発明例の洗浄処理のうちでオゾンガス処理およびフッ化水素蒸気処理を省略した。そして、本発明例と同様に、各供試ウェーハの表面観察と、各供試ウェーハ表面での凸欠陥の個数調査を実施した。

[0050] 図5は、本発明例における各処理後のウェーハ表面の観察画像であり、図5(a)は鏡面研磨後、図5(b)は洗浄処理後、および図5(c)はエピタキシャル処理後のそれぞれの状態を示している。ここで、図5(a)～(c)は、各処理後の同一ウェーハに対し同一の視野で観察した結果を示している。

[0051] 鏡面研磨で発生したP I D（図5（a）参照）は、オゾンガス処理およびフッ化水素蒸気処理を含む洗浄によって除去され、その位置に凹部が形成されるのが確認できた（図5（b）参照）。これにより、図5（c）に示すように、エピタキシャル層の表面には、P I Dに起因した凸欠陥が発生しないことが明らかになった。

[0052] 図6は、本発明例と比較例とに区分して鏡面研磨後およびエピタキシャル処理後のウェーハ表面での凸欠陥の分布状況を示す図である。同図に黒点で示すように、本発明例および比較例では、鏡面研磨後のウェーハ表面の全域にわたり、凸欠陥としてP I Dが発生していた。

[0053] しかし、本発明例のエピタキシャル処理後のウェーハ表面には、凸欠陥が一切認められなかった。一方、比較例のエピタキシャル処理後のウェーハ表面には、鏡面研磨後のP I Dの発生位置に対応して凸欠陥が認められ、鏡面研磨後のP I Dの約30%が凸欠陥を誘発した。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明のシリコンウェーハの洗浄方法によれば、エピタキシャル処理の前に、オゾンガス処理によってP I Dを強制酸化させ、フッ化水素蒸気処理によってそのP I Dを溶解して除去することができ、さらに洗浄処理によってウェーハ表面に残存する異物を除去することができる。このため、その後にエピタキシャル処理を施すことにより、エピタキシャル層の表面でP I Dに起因した凸欠陥の発生を防止ことができ、表面品質に優れたエピタキシャルウェーハを製造することが可能になる。

符号の説明

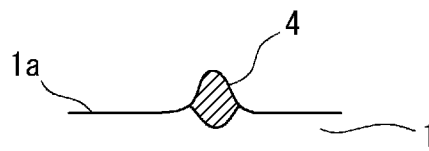
[0055] 1：シリコンウェーハ、 1a：シリコンウェーハの表面、
2：エピタキシャルウェーハ、 3：エピタキシャル層、
3a：エピタキシャル層の表面、 4：P I D、
5：P I D起因の凸欠陥、 6：凹部

請求の範囲

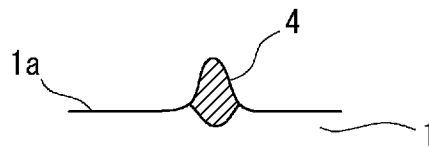
- [請求項1] シリコンウェーハに鏡面研磨を施した後、エピタキシャル層を形成する前にシリコンウェーハの表面を洗浄する方法であって、
オゾンガスを用いてシリコンウェーハの表面を酸化させるオゾンガス処理工程と、
フッ化水素蒸気を用いてシリコンウェーハの酸化した表面を溶解させ除去するフッ化水素蒸気処理工程と、を含むことを特徴とするシリコンウェーハの洗浄方法。
- [請求項2] 前記オゾンガス処理工程では、シリコンウェーハをオゾンガスの雰囲気中に保持し、前記フッ化水素蒸気処理工程では、シリコンウェーハをフッ化水素蒸気の雰囲気中に保持することを特徴とする請求項1に記載のシリコンウェーハの洗浄方法。
- [請求項3] 前記フッ化水素蒸気処理工程を経た後に、シリコンウェーハの表面に残存する異物を除去する洗浄工程を経ることを特徴とする請求項1または2に記載のシリコンウェーハの洗浄方法。
- [請求項4] 前記洗浄工程では、シリコンウェーハにオゾン水処理および希フッ酸処理を施すことを特徴とする請求項3に記載のシリコンウェーハの洗浄方法。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれかに記載のシリコンウェーハの洗浄方法により洗浄したシリコンウェーハの表面に、エピタキシャル層を気相成長させることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

[図1]

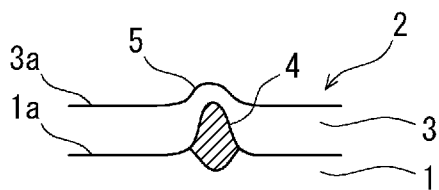
(a) 鏡面研磨後



(b) 洗浄処理後

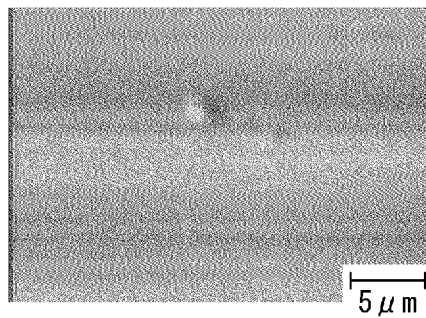


(c) 11° 珪酸処理後

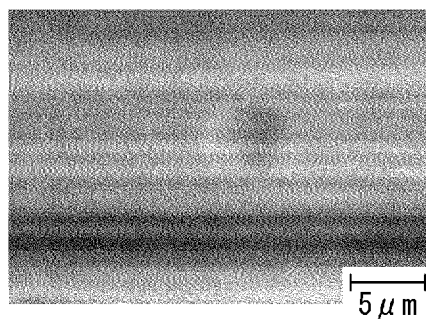


[図2]

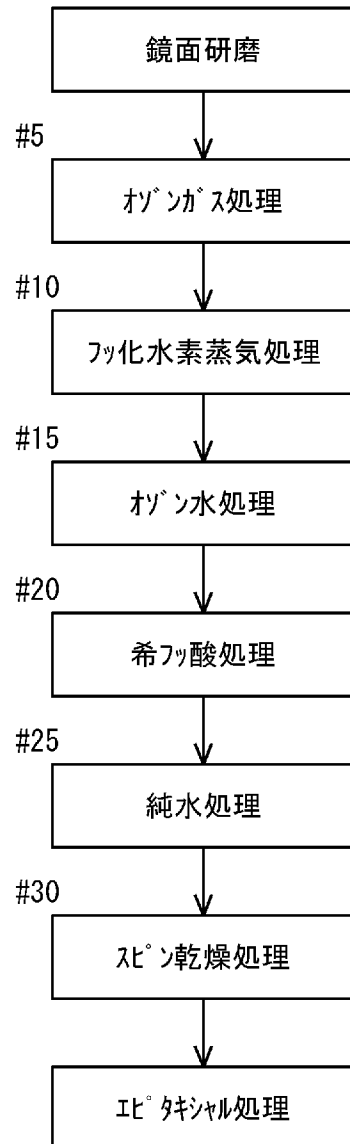
(a) 鏡面研磨後



(b) 11° 珪酸処理後

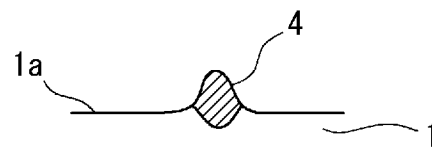


[図3]

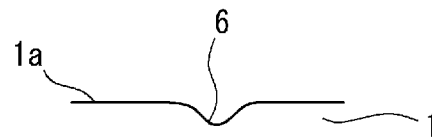
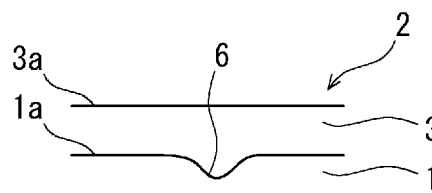


[図4]

(a) 鏡面研磨後

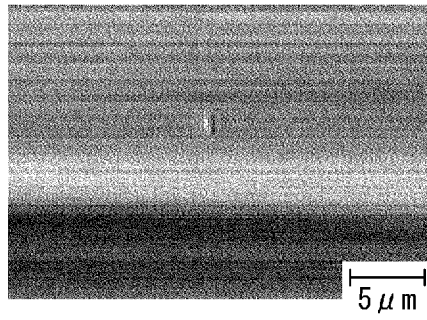


(b) 洗浄処理後

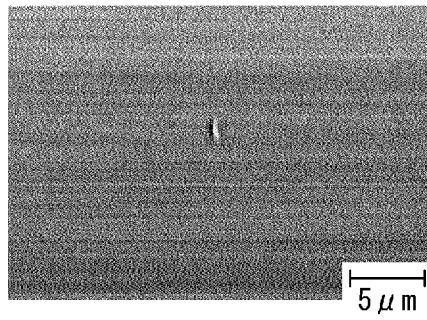
(c) 比^π対シヤル処理後

[図5]

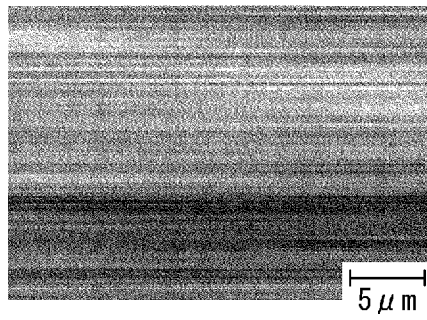
(a) 鏡面研磨後



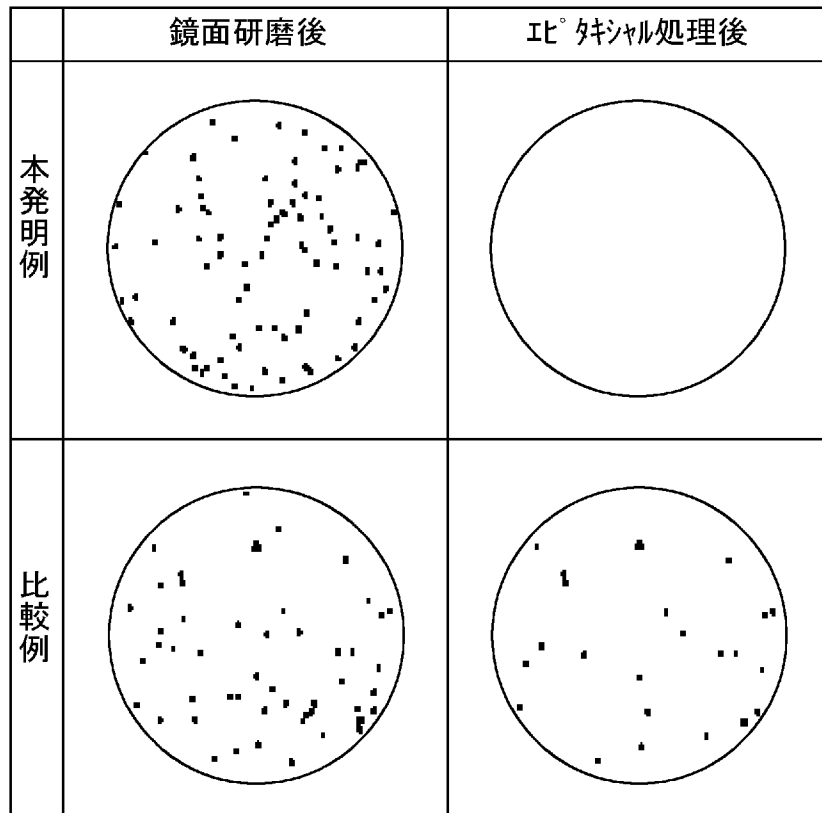
(b) 洗浄処理後



(c) 比色処理後



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304 (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)

H01L21/304

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-273911 A (Sumco Techxiv Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings & US 2007/0228524 A1	1-5
Y	JP 2000-331976 A (Kurita Water Industries Ltd.), 30 November 2000 (30.11.2000), paragraphs [0005] to [0006] (Family: none)	1-5
Y	JP 2008-159892 A (Nagoya University), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraph [0048]; fig. 1 & US 2010/0093179 A & WO 2008/078637 A1 & KR 10-2009-0096472 A	1-5



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
03 September, 2010 (03.09.10)

Date of mailing of the international search report
14 September, 2010 (14.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/304 (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. H01L21/304

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）

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
Y	JP 2007-273911 A (SUMCO TECHXIV株式会社) 2007.10.18, 全文, 全図 & US 2007/0228524 A1	1-5
Y	JP 2000-331976 A (栗田工業株式会社) 2000.11.30, 段落【0005】 - 【0006】 (ファミリーなし)	1-5

☒ 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 3 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 9 . 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）

早房 長隆

3 K

3 5 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 2

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
Y	JP 2008-159892 A (国立大学法人名古屋大学) 2008.07.10, 段落【0048】, 第1図 & US 2010/0093179 A & WO 2008/078637 A1 & KR 10-2009-0096472 A	1-5