

(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 8 月 25 日(25.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/102279 A1

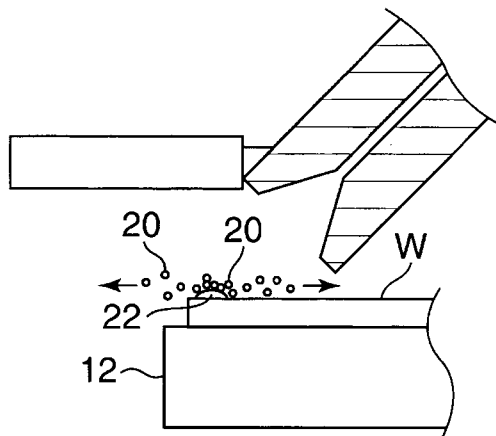
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/052797
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 3 日(03.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-035053 2010 年 2 月 19 日(19.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP). 岩谷産業株式会社(Iwatani Corporation) [JP/JP]; 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町 3 丁目 6 番 4 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松井 英章(MATSUI, Hidefumi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 守屋 剛(MORIYA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂 5-3-1 赤坂 Biz タワー 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 成島 正樹(NARUSHI-MA, Masaki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 別役 重尚, 外(BECCHAKU, Shigehisa et al.); 〒1050004 東京都港区新橋 5 丁目 2 2 番 1 0 号 松岡田村町ビル 7 階 Tokyo (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, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE CLEANING METHOD AND SUBSTRATE CLEANING DEVICE

(54) 発明の名称: 基板洗浄方法及び基板洗浄装置

第 2 B 図



(57) Abstract: Disclosed is a substrate cleaning method which removes foreign materials attached to a substrate while preventing deterioration of the substrate and any film formed on or above the substrate. A cleaning gas at a pressure between 0.3 MPa and 2.0 MPa is sprayed towards a wafer (W) with attached foreign material (22) placed in a near-vacuum, producing clusters (21) made up of a multitude of gas molecules (20), and the clusters (21) collide with the wafer (W) without undergoing ionisation.

(57) 要約: 基板に付着した異物を取り除きつつ、基板や該基板上に形成された膜の劣化を防止することができる基板洗浄方法を提供する。異物 (22) が付着し且つほぼ真空の雰囲気中に配されるウエハ (W) に向けて 0.3 MPa ~ 2.0 MPa のいずれかの圧力で洗浄ガスを噴霧して複数のガス分子 (20) からなるクラスター (21) を形成し、該クラスター (21) をイオン化することなくウエハ (W) へ衝突させる。

(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] 基板洗浄方法及び基板洗浄装置

[技術分野]

[0001]

- 5 本発明は、基板洗浄方法及び基板洗浄装置に関し、特に、液体を用いずに基板を洗浄する基板洗浄方法及び基板洗浄装置に関する。

[背景技術]

[0002]

- 複数の工程を経て基板、例えば、ウエハ上に電子デバイスを製造する場合、
- 10 各工程においてウエハに成膜処理やエッチング処理を施してウエハ上に、例えば、トレンチやホールからなる所望のパターンを形成していく。このとき、成膜処理やエッチング処理において反応生成物や意図しない異物が生じ、ウエハ上に付着することがある。ウエハ上の異物等は次の工程の処理に悪影響を及ぼすので、極力除去する必要がある。

- 15 [0003]

従来、ウエハ上の異物除去方法として、薬液槽にウエハを浸漬して異物を洗い流す方法や、ウエハに純水や薬液を噴霧して異物を洗い流す方法が用いられていた。これらの方法では、ウエハの洗浄後、ウエハ上に純水や薬液が残るため、スピン乾燥等によってウエハを乾燥させていた。

- 20 [0004]

ところが、ウエハの乾燥の際、図4Aに示すようにトレンチ41、42に、例えば、薬液43が残っていると、薬液43の表面において気液界面張力Fが発生し、該気液界面張力Fはパターンの凸部44a～44cに作用し、図4Bに示すように、パターンの凸部44aや44cを倒すおそれがある。

- 25 [0005]

パターンの凸部の倒れを防止するためには、純水や薬液を用いずにウエハ

を洗浄するドライ洗浄方法が適しており、ドライ洗浄方法としては、ウエハ上にレーザを照射して異物を蒸発させる方法や、プラズマによるスパッタリングによって異物を物理的に除去する方法が知られているが、レーザを照射するとウエハ上に形成された膜が変質するおそれがあり、また、プラズマは
5 エネルギーが高いため、異物だけでなくパターンをスパッタリングによって削ってしまうおそれがある。

[0 0 0 6]

そこで、近年、ウエハへ付与するエネルギーがさほど高くないドライ洗浄方法として、G C I B (Gas Cluster Ion Beam) を利用する方法が開発され
10 ている（例えば、特許文献 1 参照。）。G C I B とは、真空雰囲気に向けてガスを吹き付けてガス分子のクラスターを形成し、さらに該クラスターをイオン化し、ウエハにバイアス電圧を印加することでイオン化されたクラスターをウエハに衝突させる方法である。ウエハに衝突したクラスターはウエハへ運動エネルギーを付与した後、分解されてガス分子となり飛散する。この
15 とき、ウエハ上では運動エネルギーによって異物とガス分子との化学反応が促進されて反応物が生成され、該反応物が昇華することにより、異物が除去される。

[先行技術文献]

[特許文献]

20 [0 0 0 7]

[特許文献 1] 特開 2 0 0 9 - 2 9 6 9 1 号公報

[発明の概要]

[発明が解決しようとする課題]

[0 0 0 8]

25 しかしながら、G C I B ではイオン化されたクラスターがバイアス電圧によって加速されてウエハに衝突するため、クラスター中のガス分子がウエハ

上に形成された膜やウエハそのものに欠陥を生じさせたり、所定量のガス分子がドーピングされて膜やウエハが劣化することがある。

[0 0 0 9]

本発明の目的は、基板に付着した異物を取り除きつつ、基板や該基板上に
5 形成された膜の劣化を防止することができる基板洗浄方法及び基板洗浄装置を提供することにある。

[課題を解決するための手段]

[0 0 1 0]

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様によれば、異物が付着し
10 且つ低圧の雰囲気中に配される基板に向けて前記低圧の雰囲気より高圧のガスを噴霧して複数のガス分子からなるクラスターを形成し、該クラスターをイオン化することなく前記基板へ衝突させる基板洗浄方法が提供される。

[0 0 1 1]

本発明の第1の態様において、前記クラスターが到達した前記基板から除
15 去された前記異物を前記基板とは別の場所に配された冷却部に捕捉させることが好ましい。

[0 0 1 2]

本発明の第1の態様において、前記高圧のガスを前記基板に対して斜めに噴霧することが好ましい。

20 [0 0 1 3]

本発明の第1の態様において、前記異物は自然酸化膜であり、前記ガスは三弗化塩素ガスであることが好ましい。

[0 0 1 4]

本発明の第1の態様において、前記異物は有機物であり、前記ガスは二酸化炭素ガスであることが好ましい。
25

[0 0 1 5]

本発明の第 1 の態様において、前記異物は金属であり、前記ガスはハロゲン化水素ガスであることが好ましい。

[0 0 1 6]

本発明の第 1 の態様において、前記クラスターが前記基板へ衝突する際、
5 前記基板を加熱することが好ましい。

[0 0 1 7]

本発明の第 1 の態様において、前記ガスの噴霧時の圧力は 0 . 3 M P a ~
2 . 0 M P a のいずれかであることが好ましい。

[0 0 1 8]

10 上記目的を達成するために、本発明の第 2 の態様によれば、異物が付着した基板を収容する内部が低圧の雰囲気である処理室と、前記基板に向けて前記低圧の雰囲気より高圧のガスを噴霧して複数のガス分子からなるクラスターを形成し、該クラスターをイオン化することなく前記基板へ衝突させるガス噴霧部とを備える基板洗浄装置が提供される。

15 [0 0 1 9]

本発明の第 2 の態様において、前記基板よりも低温であって、前記クラスターが到達した前記基板から除去された前記異物を捕捉する冷却部をさらに備え、前記冷却部は前記基板とは別の場所に配されることが好ましい。

[0 0 2 0]

20 本発明の第 2 の態様において、前記ガス噴霧部が前記高圧のガスを噴霧しつつ前記基板の表面に沿って移動することが好ましい。

[0 0 2 1]

本発明の第 2 の態様において、前記ガス噴霧部は前記高圧のガスを前記基板に対して斜めに噴霧することが好ましい。

25 [0 0 2 2]

本発明の第 2 の態様において、前記基板を加熱する加熱部をさらに備える

ことが好ましい。

[0 0 2 3]

本発明の第 2 の態様において、前記冷却部に向けて CO_2 ブラストまたは複数のガス分子からなる他のクラスターを噴出する噴出部をさらに備える

5 ことが好ましい。

[0 0 2 4]

本発明の第 2 の態様において、前記ガス噴霧部は直径が $0.02\text{ mm} \sim 1.0\text{ mm}$ の穴から前記高圧のガスを噴霧することが好ましい。

[0 0 2 5]

10 本発明の第 1 の態様において、前記高圧のガスを前記基板に対して複数の方向から噴霧することが好ましい。

[0 0 2 6]

本発明の第 1 の態様において、前記複数の方向から噴霧される前記各高圧のガスの圧力を互いに異なるように設定し、及び／又は前記各高圧のガスの噴霧タイミングを互いにずらすことが好ましい。

15 噴霧タイミングを互いにずらすことが好ましい。

[0 0 2 7]

本発明の第 2 の態様において、前記ガス噴霧部を複数備え、前記各ガス噴霧部は前記高圧のガスを前記基板に対して複数の方向から噴霧することが好ましい。

20 [0 0 2 8]

本発明の第 2 の態様において、前記各ガス噴霧部が前記複数の方向から噴霧する前記各高圧のガスの圧力は互いに異なり、及び／又は前記各ガス噴霧部が前記各高圧のガスの噴霧タイミングを互いにずらすことが好ましい。

[発明の効果]

25 [0 0 2 9]

本発明によれば、異物が付着した基板にイオン化されていない複数のガス

分子からなるクラスターが衝突する。イオン化されていないクラスターはバイアス電圧等によって加速されることがないので、クラスターが分解して飛散するガス分子は基板上に形成された膜や基板そのものにドーピングされることがない。一方、クラスターは加速されなくても質量が大きいので、衝突時に基板へ付与する運動エネルギーは、1つのガス分子が基板に付与する運動エネルギーよりも大きく、これにより、異物とガス分子との化学反応を促進することができる。したがって、基板に付着した異物を取り除きつつ、基板や該基板上に形成された膜の劣化を防止することができる。

[0030]

10 本発明によれば、基板から除去されて飛散する異物は、熱泳動力によって、低温に設定された冷却部（パーティクル回収部）に引き寄せられて捕捉される。したがって、基板から除去された反応物が再び基板に到達して付着するのを防止することができる。

[0031]

15 本発明によれば、高圧のガスが基板に対して斜めに噴霧される。クラスターが基板に衝突すると基板から反射波が発生するが、クラスターが基板に対して斜めに衝突するため、反射波はクラスターの移動方向とは別の方向に向けて発生する。したがって、反射波が他のクラスターと正対して衝突することがなく、該他のクラスターが分解することがないので、クラスター及び基板の衝突を継続することができ、基板からの異物の除去の効率が低下するのを防止することができる。

[0032]

本発明によれば、異物は自然酸化膜であり、ガスは三弗化塩素ガスである。自然酸化膜は三弗化塩素と化学反応を起こして反応物を生成する。したがって、基板から異物としての自然酸化膜を確実に除去することができる。

[0033]

本発明によれば、異物は有機物であり、ガスは二酸化炭素ガスである。有機物は二酸化炭素と化学反応を起こして反応物を生成する。したがって、基板から異物としての有機物を確実に除去することができる。

[0 0 3 4]

- 5 本発明によれば、異物は金属であり、ガスはハロゲン化水素ガスである。金属はハロゲン化水素と化学反応を起こして反応物を生成する。したがって、基板から異物としての金属を確実に除去することができる。

[0 0 3 5]

- 10 本発明によれば、クラスターが基板へ衝突する際、基板が加熱される。基板が加熱されると、異物とガス分子との化学反応が促進される。したがって、基板から異物を確実に除去することができる。

[0 0 3 6]

- 15 本発明によれば、ガスの噴霧時の圧力は 0 . 3 M P a ~ 2 . 0 M P a のいずれかであるので、ガスが噴霧された際、低圧の雰囲気において急激な断熱膨張を起こして複数のガス分子が急冷される。その結果、クラスターの形成を促進することができる。

[0 0 3 7]

本発明によれば、ガス噴霧部が高圧のガスを噴霧しつつ基板の表面に沿って移動するので、基板の表面全体から異物を除去することができる。

- 20 [0 0 3 8]

- 本発明によれば、冷却部に向けて C O ₂ ブラストまたは複数のガス分子からなる他のクラスターが噴出され、冷却部に捕捉された異物は冷却部から剥離する。これにより、冷却部へ多量の反応物が付着するのを防止することができ、もって、基板から除去された異物の冷却部による回収の効率が低下するのを防止することができる。
- 25

[0 0 3 9]

本発明によれば、ガス噴霧部は直径が0.02mm～1.0mmの穴からガスを噴霧するので、噴霧時のガスの膨張率を大きくすることができ、もって、クラスターの形成をより促進することができる。

[0040]

- 5 本発明によれば、高圧のガスが基板に対して複数の方向から噴霧されるので、基板においてクラスターが衝突しない箇所が発生するのを防止することができる。

[0041]

- 10 本発明によれば、複数の方向から噴霧される各高圧のガスの圧力は互いに異なり、及び／又は各高圧のガスの噴霧タイミングが互いにずらされるので、高圧のガスに脈動を与えることができ、もって、高圧のガスによる洗浄能力を飛躍的に向上させることができる。

[図面の簡単な説明]

[0042]

- 15 [図1] 本発明の実施の形態に係る基板洗浄方法を実行する基板洗浄装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図2A]～[図2D] 図1の基板洗浄装置が実行する基板洗浄方法の各工程を示す工程図である。

- 20 [図3A]、[図3B] 図1におけるパーティクル回収部の洗浄方法の各工程を示す工程図である。

[図4A]、[図4B] 従来のウェハ洗浄方法の各工程を示す工程図である。

[発明を実施するための形態]

[0043]

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

- 25 [0044]

図1は、本実施の形態に係る基板洗浄方法を実行する基板洗浄装置の構成

を概略的に示す断面図である。

[0 0 4 5]

図 1 において、基板洗浄装置 1 0 は、内部雰囲気がほぼ真空、例えば、1 P a まで減圧されて基板としての半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）W を収容するチャンバ 1 1 （処理室）と、該チャンバ 1 1 内に配されてウエハを載置するテーブル状の載置台 1 2 と、該載置台 1 2 に載置されたウエハに対向するようにチャンバ 1 1 内に配されるガス噴霧ノズル 1 3 （ガス噴霧部）と、載置台 1 2 の近傍に配されるクリーニングノズル 1 4 （噴出部）と、チャンバ 1 1 内のガスを排気する排気管 1 5 とを備える。

10 [0 0 4 6]

載置台 1 2 は、例えば、紐状のカーボンヒータ（加熱部）（図示しない）を内蔵し、該載置台 1 2 に載置されたウエハ W （以下、「載置ウエハ W 」という。）を加熱する。ガス噴霧ノズル 1 3 は、筒状の基部 1 6 と、該基部 1 6 を中心軸方向に沿って貫通する、例えば、直径が 0 . 0 2 m m ~ 1 . 0 m m であるガス噴出穴 1 7 と、基部 1 6 におけるウエハ W 側端部に穿孔されて該端部に向けて漏斗状に直径が大きくなるガス膨張穴 1 8 と、基部 1 6 におけるウエハ W 側端部において載置ウエハ W と略平行に延出する板状のパーティクル回収部 1 9 とを有する。

[0 0 4 7]

20 基部 1 6 は載置ウエハ W に対し、例えば、4 5 ° だけ傾けて配され、ガス噴出穴 1 7 は圧力が 0 . 3 M P a ~ 2 . 0 M P a のいずれかでガス膨張穴 1 8 を介してガスを噴霧する。したがって、ガス噴霧ノズル 1 3 はウエハ W に対して 4 5 ° でガスを噴霧する。

[0 0 4 8]

25 パーティクル回収部 1 9 は冷却装置、例えば、ペルチェ素子を内蔵し、該ペルチェ素子はパーティクル回収部 1 9 の表面の温度を、載置ウエハ W の温

度よりも低下、例えば、10℃まで低下させる。

[0049]

- また、ガス噴霧ノズル13は、載置ウエハWの表面に対して平行に移動することでき、その移動量は載置ウエハWの直径よりも大きい。したがって、
- 5 ガス噴霧ノズル13は載置ウエハWの表面全体に向けてガスを噴霧することができる。ガス噴霧ノズル13では、該ガス噴霧ノズル13が移動可能範囲において図中の最も左側に移動した際、パーティクル回収部19が載置ウエハWと対向しないように、基部16の図中の左側に設けられる。

[0050]

- 10 クリーニングノズル14は筒状のノズルであり、チャンバ11内において図中上方に向けて開口し、クリーニングノズル14の開口部14aは、ガス噴霧ノズル13が移動可能範囲において図中の最も左側に移動した際、パーティクル回収部19と対向する。

[0051]

- 15 排気管15は下流側においてドライポンプ(DP)やターボ分子ポンプ(TMP)と接続され、チャンバ11内を排気してチャンバ11内の雰囲気をはほぼ真空まで減圧するとともに、チャンバ11内に浮遊するパーティクルを排出する。

[0052]

- 20 図2A～図2Dは、図1の基板洗浄装置が実行する基板洗浄方法の各工程を示す工程図である。

[0053]

- 載置ウエハWから異物22を除去する際、まず、ガス噴霧ノズル13はウエハWに向けてガス噴出穴17から圧力が0.3MPa～2.0MPaのい
- 25 ずれかで洗浄ガス（高圧のガス）を噴霧する。このとき、ガス膨張穴18内の雰囲気はチャンバ11内の雰囲気と同様にほぼ真空であるため、洗浄ガス

の圧力が急激に低下するとともに、該ガス膨張穴 18 の直径もガス分子 20 の進路に沿って急激に大きくなるため、洗浄ガスの体積が急激に大きくなる。すなわち、ガス噴出穴 17 から噴霧された洗浄ガスは急激な断熱膨張を起こして各ガス分子 20 が急冷される。当初 1 つ 1 つ独立して移動していた各ガス分子 20 は急冷されると、運動エネルギーが低下し各ガス分子 20 間に作用する分子間力（ファンデルワールス力）によって互いに密着し、これにより、多数のガス分子 20 からなるクラスター 21 が形成される（図 2 A）。

[0 0 5 4]

次いで、クラスター 21 はイオン化されることなくそのままウエハ W に付着した異物 22 に衝突する。このとき、クラスター 21 は異物 22 へ運動エネルギーを付与した後、分解されて複数のガス分子 20 となり飛散する（図 2 B）。

[0 0 5 5]

ここでクラスター 21 はイオン化されていないため、例え、載置台 12 へ載置ウエハ W を吸着するためにバイアス電圧が印加されていても、該バイアス電圧によって加速されることがない。その結果、クラスター 21 は異物 22 へ穏やかに衝突する。一方、クラスター 21 は加速されていなくても質量が大きいので、1 つのガス分子 20 が異物 22 に付与するエネルギーよりも大きいエネルギーを異物 22 に付与することができる。したがって、クラスター 21 から飛散した各ガス分子 20 は異物 22 や載置ウエハ W へ穏やかに衝突し、載置ウエハ W 上に形成された膜や載置ウエハ W そのものに欠陥を生じさせたり、ドーピングされることがない一方、クラスター 21 が衝突した異物 22 では付与された大きい運動エネルギーによって異物 22 とガス分子 20 の一部との化学反応が促進されて反応物 23 が生成される。ここで、載置台 12 に内蔵されたカーボンヒータがウエハ W を介して反応物 23 を加熱するため、これによっても、異物 22 とガス分子 20 の一部との化学反応

が促進される。

[0 0 5 6]

次いで、反応物 2 3 は、続いて衝突する他のクラスターによって運動エネルギーを付与され続けるとともに、載置台 1 2 に内蔵されたカーボンヒータ
5 によって加熱され続ける。また、反応物 2 3 の周りの雰囲気はほぼ真空である。したがって、反応物 2 3 は容易に昇華し、載置ウエハ W から剥離してチャンバ 1 1 内を漂う。ここで、パーティクル回収部 1 9 の表面が内蔵するペルチェ素子によって載置ウエハ W よりも低温に設定されるので、昇華した反応物 2 3 は熱泳動力によってパーティクル回収部 1 9 へ向けて移動し、該パ
10 ーティクル回収部 1 9 へ付着する（図 2 C）。すなわち、パーティクル回収部 1 9 は載置ウエハ W から剥離した反応物 2 3 を回収する（図 2 D）。

[0 0 5 7]

上述した図 2 A 乃至図 2 D の工程は、ガス噴霧ノズル 1 3 が載置ウエハ W の表面に対して平行に移動する間、繰り返して実行される。

15 [0 0 5 8]

ガス噴霧ノズル 1 3 が噴霧する洗浄ガスの種類は、ウエハ W に付着している異物 2 2 の種類に応じて適宜決定される。例えば、異物 2 2 が自然酸化膜、例えば、二酸化硅素（ SiO_2 ）であれば、三弗化塩素（ ClF_3 ）は自然酸化膜と化学反応を起こして反応物 2 3 を生成するので、洗浄ガスとして三弗
20 化塩素ガスを用いればよく、異物 2 2 が有機物であれば、二酸化炭素（ CO_2 ）は有機物と化学反応を起こして反応物 2 3 を生成するので、洗浄ガスとして二酸化炭素ガスを用いればよく、異物 2 2 が金属であれば、ハロゲン化水素、例えば、弗化水素（ HF ）や塩化水素（ HCl ）は金属と化学反応を起こして反応物 2 3 を生成するので、洗浄ガスとしてハロゲン化水素ガスを用
25 いればよい。

[0 0 5 9]

また、ガス噴霧ノズル 1 3 の基部 1 6 は載置ウエハ W に対し、例えば、4 5° だけ傾けて配されるので、ガス噴霧ノズル 1 3 から噴霧された洗浄ガスから形成されたクラスター 2 1 は載置ウエハ W に対して 4 5° の方向で衝突する。仮に、クラスター 2 1 が載置ウエハ W に対して垂直に衝突すると、クラスター 2 1 の衝突の反作用として発生する反射波がウエハ W に対して垂直に発生する。したがって、反射波が続く他のクラスターと正対して衝突するため、該他のクラスターが分解してしまう。一方、図 2 の基板洗浄方法ではクラスター 2 1 が載置ウエハ W に対して 4 5° の方向で衝突するので、クラスター 2 1 の衝突の反作用として発生する反射波が 1 3 5° の方向で発生し、反射波が続く他のクラスターと正対して衝突することがなく、該他のクラスターが分解することがない。

[0 0 6 0]

図 2 の基板洗浄方法を継続すると、パーティクル回収部 1 9 に付着する反応物 2 3 の量が多くなり、パーティクル回収部 1 9 の表面が殆ど反応物 2 3 によって覆われることになるため、続いて発生する反応物 2 3 がパーティクル回収部 1 9 に付着することができず、チャンバ 1 1 内を漂い続けるおそれがある。

[0 0 6 1]

本実施の形態では、これに対応して、パーティクル回収部 1 9 を定期的に洗浄する。具体的には、所定枚数のウエハ W を洗浄した後、チャンバ 1 1 内にウエハ W が存在しない状況でガス噴霧ノズル 1 3 を移動可能範囲において図中の最も左側に移動させ、パーティクル回収部 1 9 をクリーニングノズル 1 4 の開口部 1 4 a と対向させる（図 3 A）。

[0 0 6 2]

次いで、クリーニングノズル 1 4 の開口部 1 4 a からパーティクル回収部 1 9 へ向けてたとえば、CO₂ ブラストまたはガス分子のクラスターが噴出

される。パーティクル回収部 19 に付着している反応物 23 は吹き付けられた CO₂ ブラストまたはガス分子のクラスターによってパーティクル回収部 19 から剥離する（図 3 B）。剥離した反応物 23 は排気管 15 によってチャンバ 11 から排出される。これにより、パーティクル回収部 19 の表面が殆ど反応物 23 によって覆われるのを防止することができ、もって、反応物 23 のパーティクル回収部 19 による回収の効率が低下するのを防止することができる。

[0 0 6 3]

本実施の形態に係る基板洗浄方法によれば、異物 22 が付着した載置ウエハ W にイオン化されていない複数のガス分子 20 からなるクラスター 21 が衝突する。イオン化されていないクラスター 21 はバイアス電圧等によって加速されることがないので、クラスター 21 が分解して飛散した各ガス分子 20 は載置ウエハ W 上に形成された膜や載置ウエハ W そのものに欠陥を生じさせたり、ドーブされることがない。一方、クラスター 21 は加速されなくても質量が大きいので、衝突時に異物 22 へ付与する運動エネルギーは、1 つのガス分子 20 が異物 22 に付与する運動エネルギーよりも大きく、これにより、異物 22 とガス分子 20 の一部との化学反応を促進することができる。したがって、載置ウエハ W に付着した異物 22 を取り除きつつ、載置ウエハ W や該載置ウエハ W 上に形成された膜の劣化を防止することができる。

[0 0 6 4]

上述した本実施の形態に係る基板洗浄方法では、載置ウエハ W から除去された反応物 23 が載置ウエハ W とは別の場所に配されたパーティクル回収部 19 に引き寄せられ捕捉される。したがって、載置ウエハ W から除去された反応物 23 が再び載置ウエハ W に到達して付着するのを防止することができる。

[0 0 6 5]

また、上述した本実施の形態に係る基板洗浄方法では、洗浄ガスが載置ウエハWに対し、例えば、 45° の方向で噴霧されるので、クラスター 2 1 の衝突の反作用として発生する反射波は 135° の方向で発生する。したがって、反射波が他のクラスターと正対して衝突することがなく、該他のクラスターが分解することがないので、クラスター 2 1 及び載置ウエハWの衝突を継続することができ、載置ウエハWからの異物 2 2 の除去の効率が低下するのを防止することができる。

[0 0 6 6]

さらに、上述した本実施の形態に係る基板洗浄方法では、洗浄ガスの噴霧時の圧力は $0.3 \text{ MPa} \sim 2.0 \text{ MPa}$ のいずれかであるので、ガスが噴霧された際、洗浄ガスの圧力を急激に低下させることができ、また、洗浄ガスは直径が $0.02 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$ であるガス噴出穴 1 7 から噴霧されるので、噴霧時のガスの膨張率を大きくすることができ、もって、急激な断熱膨張を起こして複数のガス分子 2 0 を急冷することができる。その結果、クラスター 2 1 の形成をより促進することができる。

[0 0 6 7]

また、上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置では、クラスター 2 1 をイオン化する必要がないので、基板洗浄装置 1 0 はイオナイザー等のイオン化装置を備える必要がなく、基板洗浄装置 1 0 の構造を簡素化することができる。

[0 0 6 8]

さらに、上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置では、ガス噴霧ノズル 1 3 が洗浄ガスを噴霧しつつ載置ウエハWの表面に沿って移動するので、載置ウエハWの表面全体から異物 2 2 を除去することができる。

[0 0 6 9]

なお、洗浄ガスの種類によってはクラスター 2 1 を形成しにくいものもあるが、この場合、クラスター 2 1 の質量がさほど大きくならないので、異物 2 2 とガス分子 2 0 の一部との化学反応を促進するために、異物 2 2 をカーボンヒータによってより強く加熱するのが好ましい。一方、洗浄ガスがクラスター 2 1 を形成しやすいものである場合、クラスター 2 1 の質量が必要十分に大きくなるため、異物 2 2 をカーボンヒータによって加熱しなくても、異物 2 2 とガス分子 2 0 の一部との化学反応を促進することができる。

[0 0 7 0]

上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置では、1つのガス噴霧ノズル 1 3 が載置ウエハ W に対して 4 5° で洗浄ガスを噴霧するように配置されたが、この場合、載置ウエハ W 上に形成されたパターンなどによって局所的に洗浄ガスが遮られてクラスター 2 1 が衝突しない箇所が発生する虞がある。したがって、これに対応して、載置ウエハ W に対して複数方向からそれぞれ洗浄ガスを噴霧できるように複数のガス噴霧ノズル（例えば、載置ウエハ W に対して 4 5° 及び 8 5° からそれぞれガスを噴霧するように 2 つのガス噴霧ノズル）を配置してもよい。これにより、載置ウエハ W に対して複数方向から洗浄ガスを噴霧することができ、もって、局所的に洗浄ガスが遮られるのを防止してクラスター 2 1 が衝突しない箇所が発生するのを防止することができる。また、複数方向から洗浄ガスを噴霧することにより、クラスター 2 1 と異物 2 2 との衝突の頻度を向上することもできる。

[0 0 7 1]

複数のガス噴霧ノズルを配置する場合、各ガス噴霧ノズルのガス噴出穴の直径や噴霧される洗浄ガスの圧力を互いに異なるように設定してもよい。また、各ガス噴霧ノズルの洗浄ガスの噴霧タイミングを互いにずらしてもよい。これにより、洗浄ガスに脈動を与えることができ、もって、洗浄ガスによる洗浄能力を飛躍的に向上させることができる。

[0 0 7 2]

さらに、上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置では、ガス噴霧ノズル
1 3 を載置ウエハWの表面に沿って移動させるが、ガス噴霧ノズルの位置を
固定し、載置ウエハWを所定の方角へスライドさせる、若しくは、回転させ
5 てもよい。これによっても、載置ウエハWの表面全体から異物 2 2 を除去す
ることができる。

[0 0 7 3]

また、上述した実施の形態において基板洗浄方法が適用される基板は半導
体ウエハに限られず、L C D (Liquid Crystal Display) 等を含む F P D (Flat
10 Panel Display) 等に用いる各種基板や、フォトマスク、C D 基板、プリン
ト基板等であってもよい。

[符号の説明]

[0 0 7 4]

W ウエハ

- 15 1 0 基板洗浄装置
- 1 2 載置台
- 1 3 ガス噴霧ノズル
- 1 4 ヒータノズル
- 1 9 パーティクル回収部
- 20 2 0 ガス分子
- 2 1 クラスタ
- 2 2 異物
- 2 3 反応物

請求の範囲

[請求項 1]

異物が付着し且つ低圧の雰囲気中に配される基板に向けて前記低圧の雰囲気より高圧のガスを噴霧して複数のガス分子からなるクラスターを形成
5 し、

該クラスターをイオン化することなく前記基板へ衝突させることを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項 2]

前記クラスターが到達した前記基板から除去された前記異物を前記基板
10 とは別の場所に配された冷却部に捕捉させることを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。

[請求項 3]

前記高圧のガスを前記基板に対して斜めに噴霧することを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。

15 [請求項 4]

前記異物は自然酸化膜であり、前記ガスは三弗化塩素ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。

[請求項 5]

前記異物は有機物であり、前記ガスは二酸化炭素ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。
20

[請求項 6]

前記異物は金属であり、前記ガスはハロゲン化水素ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。

[請求項 7]

前記クラスターが前記基板へ衝突する際、前記基板を加熱することを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。
25

[請求項 8]

前記ガスの噴霧時の圧力は 0.3 MPa ~ 2.0 MPa のいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の基板洗浄方法。

[請求項 9]

- 5 異物が付着した基板を収容する内部が低圧の雰囲気である処理室と、
前記基板に向けて前記低圧の雰囲気より高圧のガスを噴霧して複数のガス分子からなるクラスターを形成し、該クラスターをイオン化することなく前記基板へ衝突させるガス噴霧部とを備えることを特徴とする基板洗浄装置。

10 [請求項 10]

前記基板よりも低温であって、前記クラスターが到達した前記基板から除去された前記異物を捕捉する冷却部をさらに備え、前記冷却部は前記基板とは別の場所に配されることを特徴とする請求項 9 記載の基板洗浄装置。

[請求項 11]

- 15 前記ガス噴霧部が前記高圧のガスを噴霧しつつ前記基板の表面に沿って移動することを特徴とする請求項 9 記載の基板洗浄装置。

[請求項 12]

前記ガス噴霧部は前記高圧のガスを前記基板に対して斜めに噴霧することを特徴とする請求項 9 記載の基板洗浄装置。

20 [請求項 13]

前記基板を加熱する加熱部をさらに備えることを特徴とする請求項 9 記載の基板洗浄装置。

[請求項 14]

- 25 前記冷却部に向けて CO₂ ブラストまたは複数のガス分子からなる他のクラスターを噴出する噴出部をさらに備えることを特徴とする請求項 10 記載の基板洗浄装置。

[請求項 15]

前記ガス噴霧部は直径が0.02mm～1.0mmの穴から前記高圧のガスを噴霧することを特徴とする請求項9記載の基板洗浄装置。

[請求項 16]

- 5 前記高圧のガスを前記基板に対して複数の方向から噴霧することを特徴とする請求項1記載の基板洗浄方法。

[請求項 17]

- 前記複数の方向から噴霧される前記各高圧のガスの圧力を互いに異なるように設定し、及び／又は前記各高圧のガスの噴霧タイミングを互いにずらすことを特徴とする請求項16記載の基板洗浄方法。
- 10

[請求項 18]

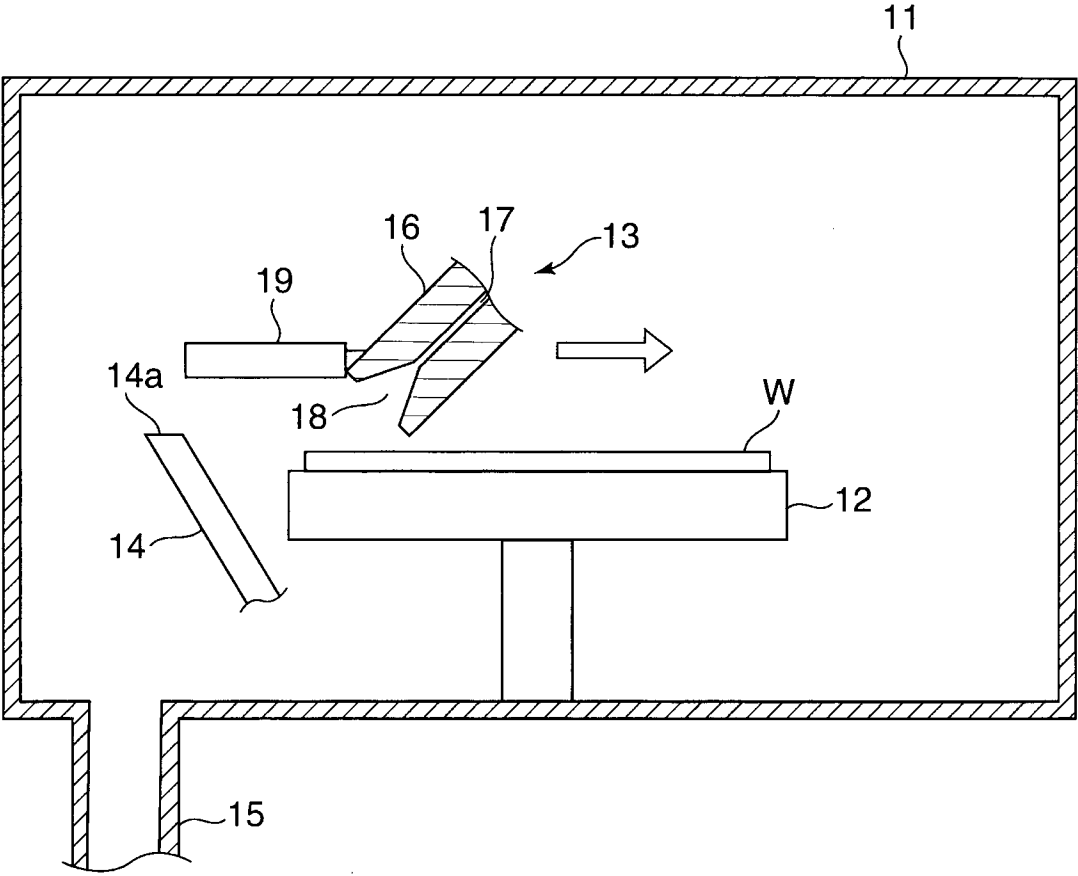
前記ガス噴霧部を複数備え、前記各ガス噴霧部は前記高圧のガスを前記基板に対して複数の方向から噴霧することを特徴とする請求項9記載の基板洗浄装置。

- 15 [請求項 19]

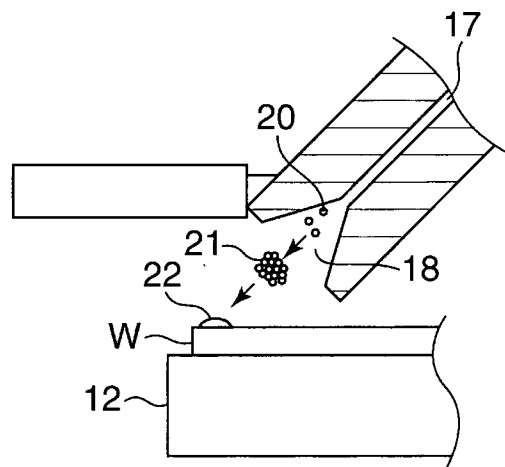
前記各ガス噴霧部が前記複数の方向から噴霧する前記各高圧のガスの圧力は互いに異なり、及び／又は前記各ガス噴霧部が前記各高圧のガスの噴霧タイミングを互いにずらすことを特徴とする請求項18記載の基板洗浄装置。

第 1 図

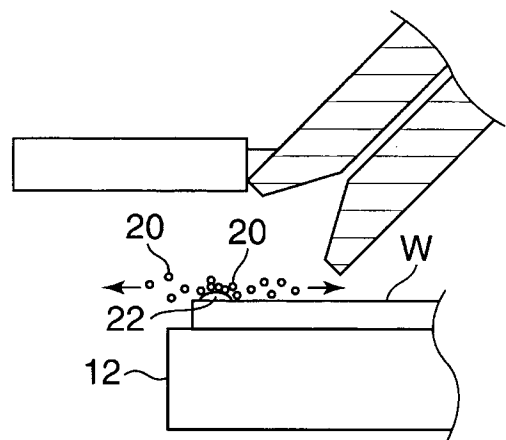
10



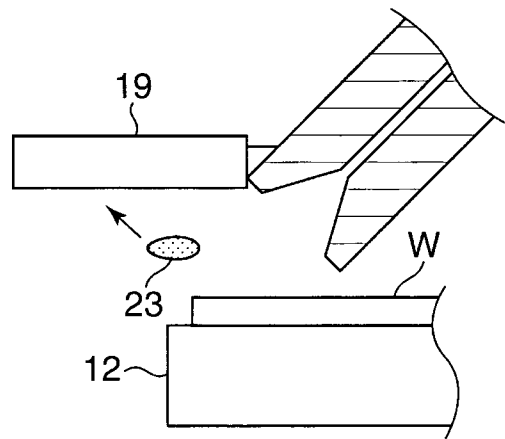
第 2 A 図



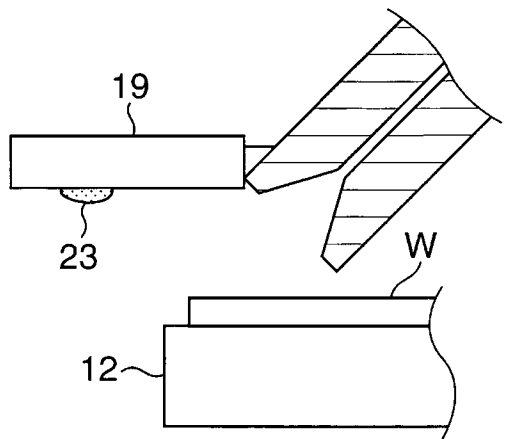
第 2 B 図



第 2 C 図

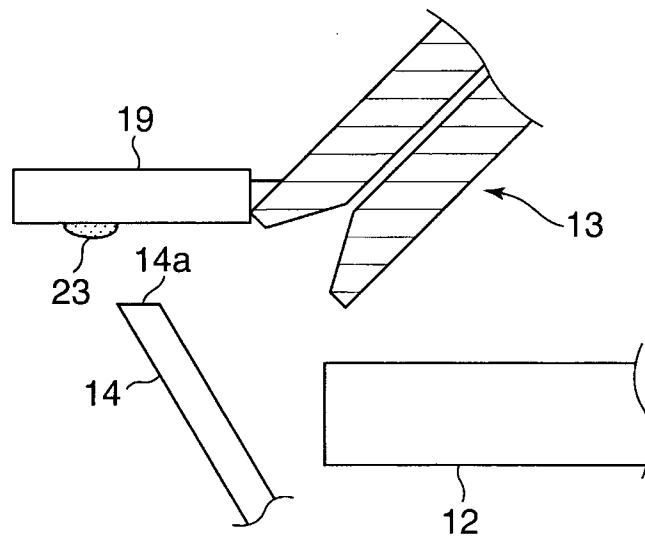


第 2 D 図

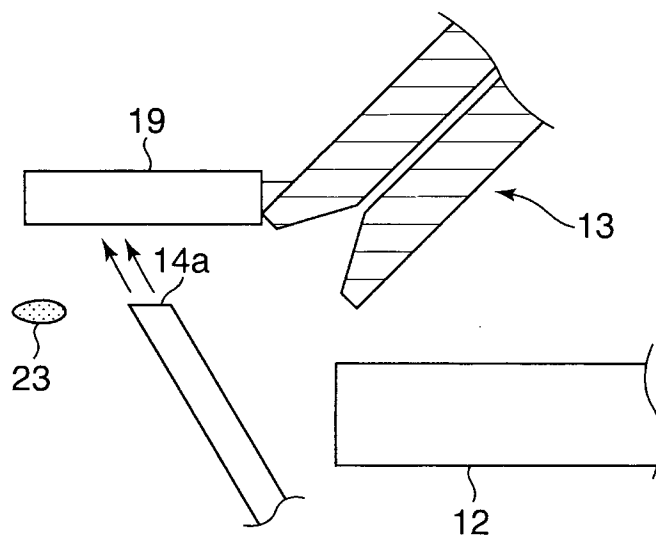


3/4

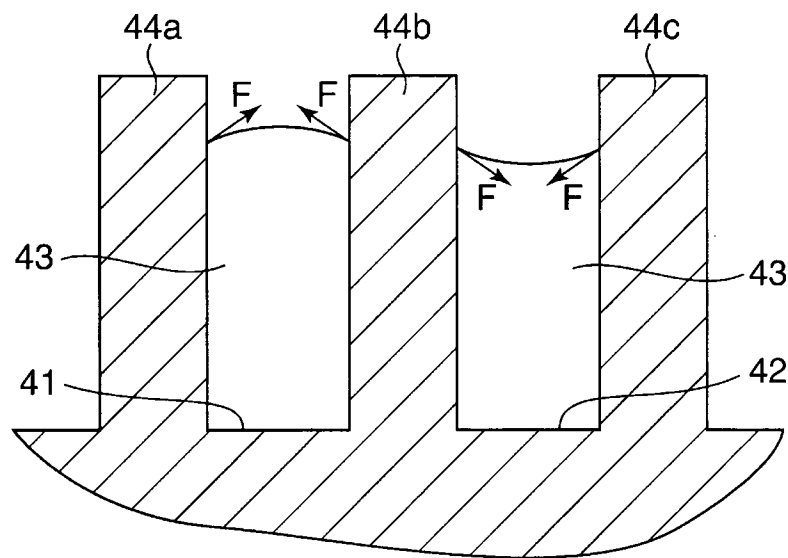
第 3 A 図



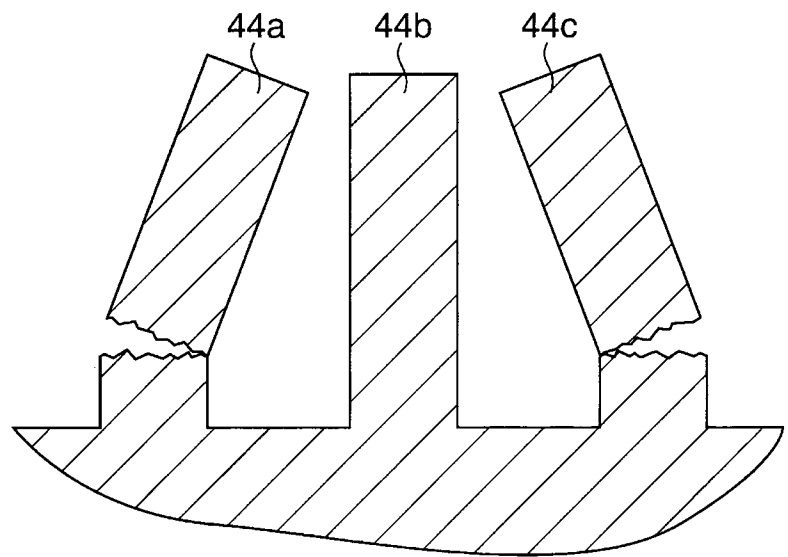
第 3 B 図



第 4 A 図



第 4 B 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/052797

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
A	JP 6-145969 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 May 1994 (27.05.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2003-218028 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 July 2003 (31.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
P, X	WO 2010/021265 A1 (Iwatani & Co., Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1, 3-6, 8, 9, 11, 12, 15

☐ 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
23 March, 2011 (23.03.11)Date of mailing of the international search report
05 April, 2011 (05.04.11)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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 6-145969 A (三菱電機株式会社) 1994. 05. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2003-218028 A (三菱電機株式会社) 2003. 07. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
P, X	WO 2010/021265 A1 (岩谷産業株式会社) 2010. 02. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3-6, 8, 9, 11, 12, 15

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

2 3 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 4 . 2 0 1 1

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)

長馬 望

3 K

9 2 3 6

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