(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4056204号
(P4056204)

(45)発行日　平成20年3月5日(2008.3.5)　(24)登録日　平成19年12月21日(2007.12.21)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/02	(2006.01)	H01L	21/02	D
B65G 49/00	(2006.01)	B65G	49/00	A
F24F 7/06	(2006.01)	F24F	7/06	C
H01L 21/677	(2006.01)	H01L	21/68	A

請求項の数 4　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2000-243927(P2000-243927)
(22)出願日　平成12年8月11日(2000.8.11)
(65)公開番号　特開2001-338853(P2001-338853A)
(43)公開日　平成13年12月7日(2001.12.7)
審査請求日　平成16年1月21日(2004.1.21)
(31)優先権主張番号　特願2000-83634(P2000-83634)
(32)優先日　平成12年3月24日(2000.3.24)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100096415
弁理士　松田　大
(72)発明者　藤井　敏昭
東京都大田区羽田旭町１１番１号株式会社荏原製作所内
(72)発明者　深作　善郎
神奈川県藤沢市本藤沢４丁目２番１号　株式会社荏原総合研究所内
(72)発明者　横山　新
広島県東広島市高屋高美が丘４丁目３番８号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体の製造方法と装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

半導体の製造ラインに、光電子による粒子状物質を捕集するシステム及び／又は光触媒によるガス状有害成分を分解するシステムを用いる清浄化システムにより清浄化した空気を、循環して使用する半導体の製造方法において、前記清浄化システムにより清浄化する空気は、乾燥剤を用いて湿度を露点－３．２℃～－３２℃とすると共に、吸着材を用いて酸性ガスとアルカリ性ガスをNO_X、SO_X又はNH_3を指標として５ｐｐｂ以下にした空気であることを特徴とする半導体の製造方法。

【請求項２】

前記半導体の製造ラインに、半導体収納空間としてストッカを有することを特徴とする請求項１記載の半導体の製造方法。

【請求項３】

半導体の製造ラインに、光電子による粒子状物質を捕集するシステム及び／又は光触媒によるガス状有害成分を分解するシステムを用いる清浄化装置を配備し、清浄化した空気を循環して使用する半導体の製造装置において、前記半導体の製造ラインに、前記清浄化装置に供給する空気を、乾燥材を用いて湿度を露点－３．２～－３２℃とする乾燥手段と、吸着材を用いて酸性ガスとアルカリ性ガスをNO_X、SO_X又はNH_3を指標として５ｐｐｂ以下にする吸着手段とを設けたことを特徴とする半導体の製造装置。

【請求項４】

前記半導体の製造ラインに、半導体収納空間としてストッカを設けたことを特徴とする

請求項３記載の半導体の製造装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体の製造に係り、特に半導体、液晶、精密機械工業などの先端産業におけるＳｉウエハ、液晶、ガラス基板、金属被覆基板を製造する半導体の製造方法と装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来の半導体の製造は、粒子（微粒子）除去フィルター（例、ＨＥＰＡフィルター）を用いて空気を清浄化したクリーンルームにおいて行われていた。今後、半導体製造は、製品の高品質化、精密化が進み、これに伴い、微粒子に加えてガス状物質が汚染物質として関与し、また、ウエハ表面の酸化も問題になり、加えて、省エネ（省コスト）で半導体を製造することが実用上重要になる。即ち、今後の半導体製造は、汚染物質を効果的に制御できる省エネタイプの方式でなければ、実用が困難になる。即ち、多種類の汚染物質を制御できる省エネタイプの製造方式が期待されている。
上記汚染物質をクリーンルーム全体にわたり除去（制御）すること（大部屋全体の超クリーン化）は、技術や省エネの点から限界がある。そこで、今後は、必要な所（製造工程）を必要なだけのクリーン度に保持する製造方式が重要になると考えられる。
【０００３】
次に、従来の半導体製造が行われているクリーンルームにおける空気清浄を図７を用いて説明する。
図７において、外気４２は先ずプレフィルタ４３で粗粒子が除去され、次いで空調機４４で空調され、中性能フィルタ４５で除塵される。次に、クリーンルーム４１の天井部に設置されているＨＥＰＡフィルタ（高性能フィルタ）４６で微細な粒子が除去され、クリーンルーム４１はクラス１００～１，０００が維持される（「洗浄設計」ｐ．１１～２４、Summer１９８８）。47_{-1}、47_{-2}はファン、矢印は空気の流れを示す。
従来のクリーンルームにおける空気清浄は、微粒子除去を目的としているので、図７のように構成されていた。このような構成では、微粒子除去には効果的であるが、ガス状有害成分の除去には効果がない。
一方、図７のような大部屋方式のクリーンルームでは超クリーン化に対してコストがかかり過ぎるという課題がある（ＢＲＥＡＫ　ＴＨＲＯＵＧＨ、５号　ｐ．３８～４１、１９９３）。
【０００４】
ところで、今後半導体産業では製品の高品質化、精密化が増々進み、これに伴い、微粒子（粒子状物質）は当然のこと、微粒子に加えてガス状物質が汚染物質として関与する。即ち、従来は微粒子除去のみで十分であったのが、今後は、ガス状物質（ガス状有害成分や水分）の制御も重要となってくる。これは、前記図７に示した従来のクリーンルームのフィルタでは、微粒子のみしか除去されず、外気からのガス状有害成分や水分は、除去されずにクリーンルームに導入されてしまうので問題になるためである。
即ち、クリーンルームにおいては、微粒子（粒子状物質）や、今までの除塵フィルタ（例、ＨＥＰＡ、ＵＬＰＡフィルタ）では捕集、除去されず、クリーンルーム内に導入されてしまう自動車の排気ガス、民生品として広く使用されている高分子樹脂製品からの脱ガスなどに起因する炭化水素（Ｈ．Ｃ）と呼ばれる有機性ガスやNH_3、アミンのような塩基性（アルカリ性）ガス、SO_2、ＨＦ、ＨＣｌのような酸性ガスなどのガス状物質が、ガス状有害成分として問題となる。
【０００５】
この内、Ｈ．Ｃは、ガス状有害成分として通常の空気（室内空気及び外気）中の極低濃度のものが汚染をもたらすので、除去する必要がある。
また、最近ではクリーンルームの構成材や使用器具（例、ウエハ収納ボックス）の高分子

樹脂類からの脱ガスが、Ｈ．Ｃ発生源として問題となっている〔（社）日本機械工業連合会、平成６年度報告書、平成７年３月、ｐ．４１～４９、１９９５〕。
これらのガス状物質は、クリーンルーム内における作業で発生したものも問題となる。即ち、該ガス状物質の起因として通常のクリーンルームでは、外気から導入されたガス状物質（クリーンルームでのフィルタでは、ガス状物質は除去できないので、外気中のガス状物質は導入されてしまう）に、前記のクリーンルーム内で発生したガス状物質が加わるので、外気に比べてクリーンルーム中のガス状物質は高濃度となり、ウエハ基材や基板を汚染する。

【０００６】

即ち、上記の汚染物質（微粒子、ガス状有害成分）がウエハ、半製品、製品の基板表面に付着すれば、微粒子は、基板表面の回路（パターン）の断線や短絡を引き起こし欠陥を生じさせる。また、ガス状物質として、▲１▼　Ｈ．Ｃは、ウエハ（基板）表面に付着すると、接触角の増加をもたらし、Ｈ．Ｃは基板とレジストとの親和性（なじみ）に影響を与える。そして、親和性が悪くなるとレジストの膜厚に悪影響を与えたり、基板とレジストとの密着性に悪影響を与える（空気清浄、第３３巻、第１号、ｐ．１６～２１、１９９５）。また、Ｈ．Ｃはウエハの酸化膜の耐圧劣化（信頼性の低下）を引き起こす（第３９回応用物理学関係連合講演会予稿集、ｐ．６８６、１９９２）。
また、成長初期に膜成長が起こらない、すなわちインキュベーションタイムが長くなり、膜制御性に悪影響を及ぼす。

【０００７】

▲２▼　NH_3は、化学増幅型レジストのパターン変化や、アンモニウム塩の生成などをもたらし、ウエハにくもり（解像不良）を引き起こす（リアライス社、最新技術講座、資料集、半導体プロセスセミナー、１９９６年１０月２９日、ｐ．１５～２５、１９９６）。
▲３▼　SO_2のような酸性ガスは、酸化膜絶縁不良を引き起こす（前記▲２▼と同じ文献）。
また、水分は、ウエハ表面の自然酸化膜形成によるデバイス特性への悪影響、例えば、極薄ゲート酸化膜厚の制御性、シリサイド反応阻害、コンタクト抵抗の増大、エピ成長の阻害などの悪影響を及ぼし、歩留まりの低下を引き起こす。
このような原因により、微粒子はもとよりこれらのガス状汚染物質は、半導体製品の生産性（歩留り）を低下させる。
特に、ガス状有害成分としての上記のガス状物質は上述の発生起因により、また最近では省エネの観点でクリーンルーム空気の循環を多くして用いるので、クリーンルーム中のガス状物質の濃度は濃縮され、外気に比べかなりの高濃度となっており、基材や基板に付着し、該表面を汚染する。この汚染の程度は、基材や基板の接触角で表わすことができ、汚染が激しいと接触角が大きい。接触角が大きい基材や基板は、その表面に成膜しても膜の付着強度が弱く（なじみが悪い）、歩留りの低下をまねく。

【０００８】

ここで、接触角とは水によるぬれの接触角のことであり、基板表面の汚染の程度を示すものである。即ち、基板表面に疎水性（油性）の汚染物質が付着すると、その表面は水をはじき返してぬれにくくなる。すると基板表面と水滴との接触角は大きくなる。従って接触角が大きいと汚染度が高く、逆に接触角が小さいと汚染度が低い。
特に、最近省エネの点でクリーンルームの空気を循環使用するため、クリーンルーム内のガス状有害成分は徐々に高まってしまい、基材や基板を汚染することになる。
汚染物質としての微粒子は、フィルタ技術により除去でき、空間は、クラス１（$1ft^3$中に０．１μｍ以上の粒子が１個）よりも清浄な空間が達成し得るが、ガス状有害成分の除去は、現状のフィルタ技術では効果がない。
一方、省エネ技術が今後重要になっている。

【０００９】

今後の多様（多種類）な汚染物質の制御や省エネの点から、今後の汚染物質による汚染の

防止対策（空間のクリーン化）は、清浄空間を限定（局所化）する局所クリーン化（ミニエンバイロメント）が効果的であると提案されている（▲１▼NlKKEl MlCRODEVlCES、７月号、p.１３６～１４１、１９９５、▲２▼Proceedings of IES.p.３７３～３７８、１９９４）。
現在、このようなミニエンバイロメントとして、Ｓｉウエハを透明性の合成樹脂（プラスチック）製ボックスに収納し、搬送する方式が検討されているが、（１）内部から突発的に発塵が起きた場合、かえって粒子汚染が深刻になる、（２）ボックス材料からの脱ガス（発ガス）に対する対策が必要、（３）（１）（２）により、ボックス自身を定期洗浄する工程が増えるので、操作（手間）が煩雑になり、実用上問題である等の指摘がある（KANOMAXエアロゾルセミナー、ｐ.１～１０、１９９６）。

【００１０】
このような中にあって、本発明者らは、局所クリーン化技術として光電子や光触媒を用いる空間のクリーン化方式を提案してきた。
例えば、１）光触媒による清浄方式（ガス状有害成分の除去）：特許第２８６３４１９号公報、特許第２９９１９６３号公報、２）光電子による清浄方式（粒子状物質の除去）：特公平３－５８５９号、特公平６－７４９０９号、特公平８－２１１号、特公平７-１２１３６９号公報、３）光電子と光触媒の併用方式（粒子とガスの同時除去）：特許第２６２３２９０号公報がある。
これらの清浄方式は、適用先（装置の種類や使用条件）によっては、効果的に汚染物質が除去されるが、実用上一層効果的な使用方法が求められていた。

【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
そこで、本発明では、従来の一律のクリーン度のクリーンルームでの半導体製造方式に鑑み、半導体、液晶、精密機械工業などの先端産業において、製品の高品質化、精密化、微細化が進むにつれて要望が高まる省エネで汚染物質が効率良く制御できる効果的な半導体の製造方法と装置を提供することを課題とする。

【００１２】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明では、半導体の製造ラインに、光電子による粒子状物質を捕集するシステム及び／又は光触媒によるガス状有害成分を分解するシステムを用いる清浄化システムにより清浄化した空気を、循環して使用する半導体の製造方法において、前記清浄化システムにより清浄化する空気は、乾燥剤を用いて湿度を露点－３．２℃～－３２℃とすると共に、吸着材を用いて酸性ガスとアルカリ性ガスをNO_X、SO_X又はNH_3を指標として５ｐｐｂ以下にした空気であることを特徴とする半導体の製造方法としたものである。
また、本発明では、半導体の製造ラインに、光電子による粒子状物質を捕集するシステム及び／又は光触媒によるガス状有害成分を分解するシステムを用いる清浄化装置を配備し、清浄化した空気を循環して使用する半導体の製造装置において、前記半導体の製造ラインに、前記清浄化装置に供給する空気を、乾燥材を用いて湿度を露点－３．２～－３２℃とする乾燥手段と、吸着材を用いて酸性ガスとアルカリ性ガスをNO_X、SO_X又はNH_3を指標として５ｐｐｂ以下にする吸着手段とを設けたことを特徴とする半導体の製造装置としたものである。
前記半導体の製造ラインに、半導体収納空間としてストッカを設けることができる。

【００１３】
【発明の実施の形態】
本発明は、次の１０の知見に基づいてなされたものである。
（１）本発明の対象分野である先端産業においては、従来はＨＥＰＡフィルターなどで除去できる微粒子の除去だけで十分であったが、今後は製品が高品質化、精密化するので、微細な粒子状物質やガス状物質の影響を受けるようになる。
即ち、現状のクリーンルームは、フィルター技術により、例えば、０．１μｍサイズで考

えられる微粒子除去による清浄空間が得られるが、ガス状物質は該フィルターで除去できないので、クリーンルーム内は、ガス状汚染物質（ガス状有害成分）が処理されないまま存在している。
特に、ガス状汚染物質は、後述のような酸性ガス、アルカリ性ガス、炭化水素のようなガス状有害成分、そして、水分（H_2O）が半導体製造において歩留まり低下の原因となる。
（２）通常の空気（外気）中には、ガス状有害成分としてNO_X、SO_X、Ｈ．Ｃｌ、ＨＦのような酸性ガス、アンモニア（NH_3）、アミンのようなアルカリ性ガス、及び炭化水素（Ｈ．Ｃ）が存在し、クリーンルームに設置されているフィルターによってはこれらのガス状有害成分の捕集はできないので、これらの有害ガスはクリーンルームに導入されてしまう。このうち、通常の空気中の濃度レベルの場合、Ｈ．Ｃやアンモニアはウエハなどの基板を汚染し、生産性を著しく低下させる（▲１▼空気清浄、第３３巻、第１号、ｐ．１６～２１、１９９５、▲２▼空気清浄、第３６巻、第２号、ｐ.１～１６、１９９８）
【００１４】
（３）少なくとも一部が有機物（例えば高分子樹脂）で構成される（使用できる）クリーンルームや該クリーンルームで使用の器具（例、ウエハ収納ケース、ボックス）においては、該有機物から極く微量の有機性ガス（例えばＨ．Ｃ）が発生し、クリーンルーム内の収容物（ウエハやガラス基板などの原料や半製品）を汚染する。すなわち、クリーンルームにおいては、少なくともその一部に有機物（例えばプラスチック容器、パッキン材、シール材、接着材、壁面の材料）を使用していて、これら有機物から極く微量の有機性ガスが発生する。例えば、シール材からはシロキサン、収容容器の材料であるプラスチックからはフタル酸エステルなどが発生する。これら有機性ガスの発生量は極く少ないが、閉鎖系であるクリーンルーム内に閉じ込められる。特に最近のクリーンルームにおいては省エネを目的として空気を循環使用することが多いので、このようなことが生じる。従って有機性ガスの濃度は徐々に高くなり、クリーンルーム内の収容物の上に付着し、悪影響を与える。このように、クリーンルーム内のＨ．Ｃは、外気から導入されるＨ．Ｃに、内部で発生するガスが加わるので、多成分かつ高濃度になっていて、最近では、クリーンルームはＨ．Ｃに関してのダーティルームと言われていて、効果的なＨ．Ｃ処理法が必要となっている。
【００１５】
（４）前記の汚染物質の基板への汚染（影響の程度）は、半導体製造工程の種類によって相当異なる。即ち、汚染物質の影響が大きい製造工程で適切な汚染防止を図ることにより、省コストで効果的に半導体製造を行うことができる。
通常、製造工程で前記の汚染物質の影響が大きい所は、前工程（基板上にデバイスを完成させるまでの工程であり、▲１▼洗浄工程、▲２▼酸化前、▲３▼薄膜堆積前、例えば、ａ．ポリーシリコン堆積前、ｂ．エピタキシャル成長前、ｃ．メタル膜成膜前、ｄ．キャパシタ用の高誘電率膜成膜前、ｅ．キャパシタ用の強誘電率膜成膜前、ｆ．シリサイド薄膜成膜前、▲４▼イオン注入前である。
一方、後工程（でき上がったウエハを切り分けて製品にする工程）は、汚染物質の影響は受けない。
従って、前工程の該処理プロセスにおける汚染物質からの汚染防止は、汚染物質フリーのストッカやキャリアボックスを活用する（基板を収納し、汚染防止を図る）ことにより、また、汚染物質フリーの通路を設置し、該通路を用いて基板を搬送する（基板は、汚染物質フリーの通路で搬送されることにより汚染防止される）ことにより、歩留まりの低下を防止できる。
なお、前記通路をここでは便宜上トンネルと呼ぶ。
【００１６】
（５）炭化水素は、通常の空気（室内空気及び外気）中の濃度で汚染をもたらす。また種々の炭化水素のうち、接触角を増大させる成分は基材の種類（ウエハ、ガラス材など）や基板上の薄膜の種類・性状によって異なると考えられる。本発明者らは鋭意検討した結果

、非メタン炭化水素を指標として、これを光電子を用いる方式及び／又は光触媒を用いる方式により０．２ｐｐｍ以下、好ましくは０．１ｐｐｍ以下まで除去すれば効果があることを見いだした。
光電子を用いる方式では、後述のように、光電子放出材や電極材に光触媒材を用いるとＨ．Ｃ除去に効果がある。
（６）クリーンルームには多種類のＨ．Ｃが存在するが、この内ウエハやガラス基板に付着し、悪影響を及ぼすＨ．Ｃは、ごく一部のＨ．Ｃ、例えばフタル酸エステル（例ＤＯＰ、ＤＢＰ）である。該Ｈ．Ｃ成分に共通することは、化学構造として、－ＣＯ－、－ＣＯＯ－結合（親水性を有する）を持つことである（空気清浄、Ｖｏｌ．３３、Ｎｏ．１　ｐ．１６～２１、１９９５）。
即ち、該化学構造を他へ変換すると、Ｈ．Ｃはウエハやガラス基板に付着しない（付着しにくくなる）。

【００１７】
（７）通常のクリーンルーム空気中の湿度（相対湿度：４５±３％ＲＨ）では、Ｓｉウエハ表面には自然酸化膜が形成されてしまう。一方露点－１００℃（相対湿度：０．１％以下、２５℃）のような極低湿度空気を用いると、該酸化膜形成抑制には効果があるが、このような極低湿度空気を用いると基板は高電位に帯電してしまう。
即ち、前記のような極低湿度空気を使用すると高電位の帯電を生じ、微粒子汚染やＨ．Ｃ汚染を引き起こすので、実用的に問題がある。
前記に対して、本発明の乾燥剤（デシカント）を用いた湿度〔露点－３．２℃（２５℃、２０％ＲＨ）～露点－３２℃（２５℃、１％ＲＨ）〕の空気（除湿空気）の使用は、酸化膜形成と帯電の抑制の両面を考慮した場合の湿度として好適である。即ち、該除湿空気は、発生する電位による汚染と酸化膜形成の２つの点から、実用上許容しうる好適な温度範囲である。

【００１８】
（８）前記乾燥剤において、酸性ガスやアルカリ性ガス用吸着剤を付加すると、該有害ガスは低濃度まで捕集されるので（除湿に化学汚染物質除去機能が加わるので）、試料空気の条件、要求性能によっては実用上好適である。
ここで酸性ガスの除去は、NO_x及び／又はSO_2を指標として５ｐｐｂ以下、またアルカリ性ガスの除去は、NH_3を指標として５ｐｐｂ以下となるように抑制すると、実用上効果的な除去を長時間連続させて行うことができる。
（９）Ｈ．Ｃ除去は、活性炭のような吸着剤でも一時的には可能であるが、捕集効果や再飛散の問題がある。また、活性炭は可燃物であるので、使用は好ましくない。
一方、本発明で用いる光触媒では、Ｈ．ＣをCO_2まで無害化処理できるので、長時間連続した使用ができ、実用的に有効である。
前記、Ｈ．Ｃ除去に効果的な光触媒は、アルカリ性ガスや酸性ガスの除去に問題がある。例えば、酸性ガスとしてのNO_xは、長時間の運転で光触媒表面に酸化物を堆積し、光触媒性能を経時的に除々に低下させる。

【００１９】
（１０）前記のように、汚染物質の除去は、後述の光電子や光触媒を用いる方式及び乾燥剤に付加した吸着剤との組合せにより効果的に達成される。即ち、要求性能によるこれらの汚染物質除去技術の組合せにより、ガス状物質から微粒子まで汚染物質を広い範囲にわたり制御（除去）できる。
また、光電子を用いる方式は、粒子状物質とガス状汚染物質の同時除去に効果的である。ガス状汚染物質の除去を更に確実に行う場合には、光電子と光触媒の併用方式が好ましい。また、ガス状物質のみが問題の場合には、光触媒方式を用いることができる。
即ち、前記（４）の製造工程において、汚染物質の種類やその影響の程度によってこれらの汚染物質除去方式を適宜用いることで、基板を汚染させることなく、半導体を製造することができる（歩留まりを低下させずに半導体製造ができる）。

【００２０】

次に、本発明の半導体製造工程での、クリーンな半導体収納空間（クリーン空間）、及び製造ラインを循環する清浄化した空気を作る光電子及び光触媒を用いるシステムの構成について述べる。

１）光電子を用いるシステム

本システムは、光電子放出材に紫外線照射することにより発生する光電子（負イオン）による汚染物質（粒子状物質と一部のガス状有害成分）の除去を行う。

ここでは、本発明者らがすでに提案した光電子による清浄方式（特公平３－５８５９号、特公平６－７４９０９号、特公平７－１２１３６９号、特公平８－２１１号、特公平８－２２３９３号公報）を適宜に用いることができ、粒子状物質（微粒子）除去に効果的であるが、同時にSO_2やH．Cのようなイオン核形成により粒子状となるガス状有害成分も同時捕集される。

また、後述のように、光電子放出材の母材に光触媒材を用いることによりH．Cのようなガス状有害成分が同時除去される。

【００２１】

光電子放出材から放出する光電子による微粒子の荷電・捕集（除去）は、本発明者らが、既に提案した方法を適宜に用いて行うことができる（特公平３－５８５９号、特公平６－３４９４１号、特公平７－９３０９８号、特公平７－１２１３６９号、特公平８－２１１号各公報）。

光電子放出材は、紫外線の照射により光電子を放出するものであれば何れでも良く、光電的な仕事関数が小さなもの程好ましい。効果や経済性の面から、Ｂａ，Ｓｒ，Ｃａ，Ｙ，Ｇｄ，Ｌａ，Ｃｅ，Ｎｄ，Ｔｈ，Ｐｒ，Ｂｅ，Ｚｒ，Ｆｅ，Ｎｉ，Ｚｎ，Ｃｕ，Ａｇ，Ｐｔ，Ｃｄ，Ｐｂ，Ａｌ，Ｃ，Ｍｇ，Ａｕ，Ｉｎ，Ｂｉ，Ｎｂ，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｔａ，Ｕ，Ｂ，Ｅｕ，Ｓｎ，Ｐ，Ｗのいずれか、又はこれらの化合物、又は合金、又は混合物が好ましく、これらは単独で、又は２種以上を複合して用いられる。複合材としては、アマルガムの如く物理的な複合材も用いうる。

【００２２】

例えば、化合物としては、酸化物、ほう化物、炭化物があり、酸化物には、ＢａＯ、ＳｒＯ、ＣａＯ、Y_2O_3、Gd_2O_3、Nd_2O_3、ThO_2、ZrO_2、Fe_2O_3、ＺｎＯ、ＣｕＯ、Ag_2O、La_2O_3、ＰｔＯ、ＰｂＯ、Al_2O_3、ＭｇＯ、In_2O_3、ＢｉＯ、ＮｂＯ、ＢｅＯなどがあり、また、ほう化物には、YB_6、GdB_6、LaB_5、CeB_6、EuB_6、PrB_6、ZrB_2などがあり、さらに、炭化物としては、ＵＣ、ＺｒＣ、ＴａＣ、ＴｉＣ、ＮｂＣ、ＷＣなどがある。

また、合金としては、黄銅、青銅、リン青銅、ＡｇとＭｇとの合金（Ｍｇが２～２０ｗｔ％）、ＣｕとＢｅとの合金（Ｂｅが１～１０ｗｔ％）及びＢａとＡｌとの合金を用いることができ、上記ＡｇとＭｇとの合金、ＣｕとＢｅとの合金及びＢａとＡｌとの合金が好ましい。酸化物は、金属表面のみを空気中で加熱したり、あるいは薬品で酸化することによっても得ることができる。

【００２３】

さらに、他の方法としては、使用前に加熱し、表面に酸化層を形成して長期にわたって安定な酸化層を得ることもできる。この例としては、ＭｇとＡｇとの合金を水蒸気中で３００～４００℃の温度の条件下で、その表面に酸化膜を形成させることができ、この酸化膜は長期間にわたって安定なものである。

これらの材料は、適宜の母材、例えば、金属材、セラミックス材に付加して用いることができる。

これらの材料の使用形状は、棒状、線状、格子状、板状、プリーツ状、曲面状、円筒状、金網状等の形状が使用でき紫外線の照射面積の大きな形状のものが好ましい。

本発明者が、すでに提案したように光電子放出材に保護膜を設け、多重構造としたものも好適に使用できる（特開平３－１０８６９８号公報）。

【００２４】

母材上への光電子放出材の付加として、適宜の母材上へ薄膜状に光電子を放出しうる物質

の付加がある（特開平４－１５２２９６号公報）。
また、石英ガラス上に光電子を放出し得る物質として、Ａｕを薄膜状に付加したものがある（特公平７－９３０９８号公報）。
光電子放出材を母材に付加して使用する場合は本発明者がすでに提案しているように、導電性物質の付加を併せて行い用いることができる（特許第２５９８７３０号明細書）。
また、前記の紫外線源との一体化、例えば紫外線ランプ表面への光電子放出材の付加がある（特開平４－２４３５４０号）。該一体化は、装置がコンパクト化するので適用先、要求性能によっては好ましい形態である。

【００２５】

また、後述の光触媒との一体化も用いることができる（特願平８－１３２５６３号）。該一体化では、微粒子に共存するガス状有害成分の同時除去はもちろんのこと、光電子放出材がセルフクリーニングされるので、長時間安定に使用できること（光電子放出材の使用環境中に、光電子放出材に対して有害なＨ．Ｃのような物質が共存しても、光触媒により、該Ｈ．Ｃは分解・除去される）から好ましい。
前記のように、光電子放出材は、適宜の形状の母材表面に、周知の方法、例えば、イオンプレーティング法、蒸着法、スパッタリング法、ＣＶＤ法、メッキ法、塗布による方法、スタンプ印刷による方法、スクリーン印刷による方法を適宜に用い、薄膜状、粒状、島状、帯状、網状、線状、格子状に付加し、用いることができる。

【００２６】

光電子放出材への紫外線照射による光電子の放出は、電場下で効果的である。電極はそのために用いられる。
該電極の材料、位置や形状は、光電子放出材との間に電場（電界）が形成できるものであれば何れでも使用できる。電極材料とその構造は、周知の荷電装置において使用されているもので良い。電極材料は導体であれば何れも使用でき、この例としてＳＵＳ材、Ｃｕ－Ｚｎ材、タングステンの線、棒状、網状、板状がある。これらを１種類又は２種類以上組合わせて光電子放出材の近傍に電場が形成できるように設置する（特開平２－３０３５５７号）。
該電場電圧は、２Ｖ／ｃｍ～２ｋＶ／ｃｍである。好適な電場の強さは、利用分野、条件、装置形状、規模、効果、経済性等で適宜予備試験や検討を行い決めることができる（特開平２－３０３５５７号）。
電極は後述光触媒と一体化したものも、装置の種類、要求性能によっては使用できる（特願平８－２３１２９０号）。本形態は、光触媒材が紫外線照射により、光触媒作用を発揮し、Ｈ．Ｃのようなガス状有害成分が除去されるので用途、要求性能によっては好ましい。

【００２７】

次に、荷電微粒子捕集材（集じん材）について説明する。
該集じん材は、前記の光電子により荷電された微粒子を捕集するものである。
荷電微粒子の捕集材（集じん材）は、通常の荷電装置における集じん板、集じん電極等各種電極材や静電フィルター方式が一般的であるが、スチールウール電極、タングステンウール電極のようなウール状構造のものも有効である。エレクトレック材も好適に使用できる。
光電子放出材、電極材、荷電微粒子の捕集材の好適な組合わせ方は、適用装置の形状、構造、要求性能、経済性などにより適宜決めることができる。
前記の電場用電極材は、用途、装置形状によっては集じん材と兼用、あるいは一体化して行うことができる（特公平８－２１１号）。

【００２８】

前記の光電子を用いる微粒子の荷電捕集（除去）では、微粒子濃度をクラス１０、好ましくはクラス１以下とすることで、基材又は基板の汚染防止が効果的となり、本発明の特徴である。
ここでクラスとは、微粒子濃度の単位であり、１ｆｔ^{3}中の粒径０．１μｍ以上の微粒子

の個数を表わす。
紫外線ランプは、その照射紫外線により光電子放出材及び／又は後述光触媒が夫々機能を発揮するものであれば何れでも良い。
通常、水銀灯が、コスト、効果、簡易な形状などから好ましい。水銀灯の例としては、殺菌ランプ（主波長：２５４ｎｍ）、ブラックライト、蛍光ケミカルランプ、ＵＶ－β紫外線ランプがある。
【００２９】
この内、殺菌ランプが好ましい。これは殺菌ランプは、光触媒への有効照射量を強くでき（光触媒作用が強くなる）、前記光電子放出材からの光電子放出にも効果的で、オゾンレスで実施できるためである。また、殺菌作用を有することから、微生物（増殖）や菌類が問題となる所は特に好ましい。
本清浄空間における気体の清浄化は、半導体製造工程の種類、試料ガス（空気）の条件、要求性能、経済性等により、適宜に光電子による清浄化システム及び／又は後述の光触媒による清浄化システムを組合せて用いることができ、本発明の特徴の一つである。
例えば、Ｈ．ＣやＮＨ$_3$、アミンのようなガス状有害成分に対する要求が厳しい場合は、光触媒によるシステムを、微粒子が問題になる場合は、光電子によるシステムを、更にガスと微粒子の両方が問題となる場合は、これらを一体化したシステムを用いることができる。
【００３０】
２）光触媒を用いるシステム
このシステムでは、光触媒に紫外線照射することにより汚染物質（Ｈ．Ｃのようなガス状有害成分）を除去する。
ここでは、本発明者らがすでに提案した光触媒による清浄方式（特許第２８６３４１９号、特許第２９９１９６３号各公報）を適宜に用いることができる。
光触媒は、ガス状有害成分の除去を行うものであり、光源からの光照射により励起され、親水性の基板（ウエハ）表面の接触角増加に関与する有機性ガス（非メタン炭化水素、Ｈ．Ｃ）を接触角の増加に関与しない形態に分解あるいは、付着しても影響を及ぼさない安定な形態に変換するものであればいずれでもよい。
通常、半導体材料が効果的であり、容易に入手出来、加工性も良いことから好ましい。効果や経済性の面から、Ｓｅ，Ｇｅ，Ｓｉ，Ｔｉ，Ｚｎ，Ｃｕ，Ａｌ，Ｓｎ，Ｇａ，Ｉｎ，Ｐ，Ａｓ，Ｓｂ，Ｃ，Ｃｄ，Ｓ，Ｔｅ，Ｎｉ，Ｆｅ，Ｃｏ，Ａｇ，Ｍｏ，Ｓｒ，Ｗ，Ｃｒ，Ｂａ，Ｐｂのいずれか、又はこれらの化合物、又は合金、又は酸化物が好ましく、これらは単独で、また２種類以上を複合して用いる。
【００３１】
例えば、元素としては、Ｓｉ，Ｇｅ，Ｓｅ、化合物としては、ＡｌＰ，ＡｌＡｓ，ＧａＰ，ＡｌＳｂ，ＧａＡｓ，ＩｎＰ，ＧａＳｂ，ＩｎＡｓ，ＩｎＳｂ，ＣｄＳ，ＣｄＳｅ，ＺｎＳ，MoS_2，WTe_2，Cr_2Te_3，ＭｏＴｅ，Cu_2S，WS_2、酸化物としては、TiO_2，Bi_2O_3，ＣｕＯ，Cu_2O，ＺｎＯ，MoO_3，InO_3，Ag_2O，ＰｂＯ，$SrTiO_3$，$BaTiO_3$，Co_3O_4，Fe_2O_3，ＮｉＯなどがある。
光触媒の設置形態は、半導体収納空間の空気中及びトンネル内の空気の流れる空気中への固定化、壁面への固定化、或いは空気中に浮遊させて用いることもできる。
光触媒の固定は、光触媒を板状、綿状、ファイバー状、網状、ハニカム状、膜、シート状或いは繊維状などの適宜の材料にコーティングしたり、或いは包み、又は挟み込んでユニット内に固定して用いてもよい。例えば、セラミック、フッ素樹脂、ガラス材に、ゾルーゲル法、焼結法、蒸着法、スパッタリング法などの周知の付加手段を適宜に用いて行うことができる。一般に、繊維状、網状、ハニカム状の形状が圧力損失が少ないことから好ましい。
【００３２】
一例として、ガラス繊維へのTiO_2のゾルーゲル法による付加がある。又、本発明者が既に提案した光透過性線状物品表面への光触媒の付加（特開平７－２５６０８９号）も適

宜に使用できる。又、本発明者が既に提案した光源との一体化（特開平９－２０５０４６号）も適宜用いることができる。
これらの使用は、適用(空間)の種類、形状、要求性能などにより適宜に選択して用いることができる。
付加の厚さは、ランプから放出される紫外線の照射により光触媒が光触媒作用を発揮する厚さであれば良く、光触媒の種類（例、母材の種類）等により適宜予備試験を行い決めることができる。通常、１０Å～３０００Åの厚さである。
また、光触媒作用の向上のために、上記光触媒にＰｔ，Ａｇ，Ｐｄ，RuO_2，Co_3O_4の様な物質を加えて使用することも出来る。該物質の添加は、光触媒による有機物の分解作用が加速されるので好ましい。これらは、一種類又は複数組合せて用いることができる。通常、添加量は、光触媒に対して、０．０１～１０重量％であり、適宜添加物質の種類や要求性能などにより、予備試験行い適正濃度を選択することができる。
【００３３】
次に、光触媒によるＨ．Ｃ除去について説明する。
ウエハやガラスなどの基板に付着し、歩留りを低下させる有機性ガスは、気体中の多成分の有機性ガスの内の一部の該基板に付着しやすい構造を有する有機性ガスのみである。光触媒は吸着作用を有するので、この基板に付着しやすい構造を有する有機性ガスが光触媒の表面に吸着し、光触媒作用により分解される。
この作用について、次に詳しく説明する。
有機性ガスによる汚染は、前記した接触角で表現される。接触角を増加させる有機性ガスは、基板（ウエハ、ガラス材など）の種類や基板上の薄膜の種類、性状によって異なるが、本発明者らの研究によると次のように考えられる。
すなわち、通常クリーンルームにおける基板表面の接触角を増加させる有機性ガス（Ｈ．Ｃ）で共通して言えることは、高分子量のＨ．Ｃが主であり、その構造として－ＣＯ、－ＣＯＯ結合（親水性を有する）を持つことである。このＨ．Ｃは親水部（－ＣＯ、－ＣＯＯ結合部）を有する疎水性物質（Ｈ．Ｃの基本構造の－Ｃ－Ｃ－の部分）と考えることができる。
【００３４】
具体例で説明すると、通常のクリーンルームにおけるガラス基板などの基板表面の接触角を増加させる有機性ガスは、C_{16}～C_{20}の高分子量Ｈ．Ｃ、例えばフタル酸エステル、高級脂肪酸フェノール誘導体であり、これらの成分に共通することは化学的構造として、－ＣＯ、－ＣＯＯ結合（親水性を有する）を持つことである。
これらの汚染有機性ガスの起因は、ウエハキャリアなどの高分子製品の可塑剤、離型剤、酸化防止剤などであり、高分子製品の存在する個所が発生源である（「空気清浄」第３３巻、第１号、ｐ１６～２１、１９９５）。
光触媒によるこれらの有機性ガスの処理メカニズムの詳細は不明であるが、次のように推定できる。すなわち、これらの有機性ガスは－ＣＯ、－ＣＯＯ結合の部分がウエハやガラス表面のＯＨ基と水素結合し、その上部は疎水面となり、結果としてウエハやガラス表面は疎水性になり、接触角が大きくなり、その表面に成膜すると膜の付着力は弱い。
【００３５】
有機性ガスが存在する雰囲気に光触媒を設置すると、その活性部である－ＣＯ、－ＣＯＯ結合部が、光触媒に吸着し、次いで光触媒作用により分解作用を受けて別の安定な形態に変換される。その結果として、有機性ガスは安定な形態となり、ウエハやガラス基板上には付着しないか、又は付着しても疎水性を示さない。（「空気清浄」第３５巻、第３号、ｐ５１～５８、１９９７）。
光触媒は、前記Ｈ．Ｃの分解・除去の他に、アンモニアやアミンのような塩基性ガス（ガス状有害成分）の除去にも効果的である。
光触媒は、Ｈ．Ｃやアンモニア、アミンのようなガス状有害成分の除去に効果的であるが、これらのガス状有害成分が高濃度で存在する場合や、酸性ガスのNO_XやSO_Xのような他のガス状有害成分の除去をも同時に行いたい場合には（要求性能によっては）、適宜周

知の吸着性を組合せて用いることができる。

【００３６】

例えば、これらのガス状有害成分が高濃度で存在の場合は、下記の吸着剤で、予め大まかに除去を行う。また、NO_XやSO_XのようにTiO_2上に堆積するとその触媒性能が低下する物質が高濃度で存在する場合（例えば、人工的な発生源がある場合）、後述の吸着剤で予め除去を行う。これにより、本発明の光触媒を用いる方式が長時間安定して使用できる。

前記光電子を用いる清浄化システムに光触媒を付加して用いるとガス状汚染物質除去が確実（より効果的、即ち表面が敏感なウエハなどの基板の汚染防止に有効）になることから好ましく、要求性能、経済性等から予備検討を行い、適宜組合せ用いることができる（特許第２６２３２９０号、特許第２８６３４１９号各公報）。

【００３７】

（３）乾燥剤（デシカント）による除湿システム。

本システムでは、トンネル内のへの供給空気を、露点－３．２℃～３２℃への除湿と、ガス状有害成分のNO_x、SO_x、ＨＣｌ、ＨＦのような酸性ガス、NH_3、アミンのようなアルカリ性ガスを乾燥剤に付加した吸着剤により吸着・捕集（除去）する。

前記において、酸性ガスやアルカリ性ガスは種類が多いので酸性ガスの除去でNO_x及び／又はSO_xはを指標として５ｐｐｂ以下、好ましくは１ｐｐｂ以下、また、アルカリ性ガスの除去ではNH_3を指標として５ｐｐｂ以下、好ましくは１ｐｐｂ以下になるように吸着剤の捕集時間の調整などを行い、ガス状有害成分除去を制御する。

前記乾燥剤の運転は、本発明者らの提案した方式を適宜に用いることができる（特願平１１－１４７３２号、特願平１１－６０３２４号、特願平１１－１４３６９３号、特願平１１－１６３２４１号、特願平１１－１９６９７８号、特願平１１－２４８２６０号）。

【００３８】

前記、NO_x、SO_x、NH_3は、周知の手段により安価で簡便に連続的に測定できるガス状有害成分である。即ち、NO_x、SO_x、NH_3は、簡便にモニターすることができるので、該モニターにより乾燥剤におけるガス状有害成分除去を長時間、安定して行うことができ、本発明の特徴の１つである。

なお、前記NO_x、SO_x、NH_3を指標として適宜モニターすることにより、共存する他のガス状有害成分の除去把握することができる。

乾燥剤（デシカント）は、収納空間及びトンネル用空気を露点－３．２℃～３２℃へ除湿できるものであれば何れでも良く、潮解性が無い材料が長時間安定して使用できるので好ましい。そのような材料としては、シリカゲル、ゼオライト、また本発明がすでに提案したアルミナ架橋粘土多孔体、構造状活性炭、多孔質リン酸アルミニウム等が好適に使用できる（特開平１１－１６５０６４号公報）。

【００３９】

アルミナ架橋粘土多孔体は、層状ケイ酸塩層間の交換性陽イオンをアルミニウムを含む多核金属水酸化イオンで交換し、これを加熱脱水したものである。

この層状ケイ酸塩層間の交換性陽イオンをアルミニウムを含む多核金属水酸化イオンで交換し、これを加熱脱水してアルミナ架橋粘土多孔体を製造し、デシカントに用いることによって、潮解性がなく、かつ吸着熱が従来のデシカントよりも少なく、かつ６５～７５℃の再生温度に適当な特性を有するデシカントが得られ、省エネルギでかつコンパクトな除湿を行うことができる。

構造状活性炭は、ポリビニルホルマールを炭化処理し、８５０℃以下の温度で賦活して得られるものである。

このポリビニルホルマールを炭化処理し、８５０℃以下の温度で賦活して構造状活性炭を製造し、デシカントに用いることによって、潮解性がなく、かつ吸着熱が従来のデシカントよりも少なく、かつ６５～７５℃の再生温度に適当な特性を有するデシルトが得られ、省エネルギでかつコンパクトな除湿を行うことができる。

【００４０】

多孔質リン酸アルミニウム（モレキュラシーブ）は、アルミナ水和物（例えば、水酸化アルミニウム、ベーマイト、擬ベーマイトなど）とリン酸とを熱解離性テンプレート剤（例えばトリプロピルアミンのような有機塩基）を用いて反応させて得られる物質である。
このように、多孔質リン酸アルミニウム（モレキュラシーブ）は、アルミナ水和物とリン酸とを熱解離性テンプレート剤を用いて反応させて得られる物質をデシカントに用いることによって、潮解性がなく、かつ吸着熱が従来のデシカントよりも少なく、かつ６５～７５℃の再生温度に適当な特性を有するデシカントが得られ、省エネルギでかつコンパクトな除湿を行うことができる。

【００４１】

次に、前記デシカント（乾燥剤）に付加して用いる吸着剤について説明する。該吸着剤は、要求性能により前記のごとく酸性ガス及び／又はアルカリ性ガスを、それぞれNO_x及び／又はSO_x、NH_3を５ｐｐｂ以下、好ましくは１ｐｐｂ以下、より好ましくは０．５ｐｐｂ以下とするものであれば、何れでも良く、周知の吸着剤を適宜用いることができる。
このような吸着材として、シリカゲル、ゼオライト、アルミナ、活性炭、イオン交換繊維があり、この内、活性炭、イオン交換繊維が効果的であることから好ましい。活性炭としては、捕集成分（対象ガスの種類）あるいは光触媒やイオン交換繊維を組合せる方法などにより、適宜、酸やアルカリの添着炭を用いることができる。
上記吸着材の形状は、適宜の形状で用いることができるが、一般に繊維状、網状、ハニカム状が圧力損失が少ないことから好ましい。

【００４２】

クリーンルーム空気中の上記酸性ガスやアルカリ性ガスの濃度は、通常少なくとも１０ｐｐｂ以上存在する。例えば、NO_Xは１０～５０ｐｐｂ、SO_Xは１０～５０ｐｐｂ、NH_3は１０～１００ｐｐｂ程度存在する。
通常、クリーンルーム内では、作業によりこれらのガスの発生がある場合が多く、また、省エネのためにクリーンルーム空気は循環使用されるために、少なくともガス状有害成分の内のいずれかの成分の濃度は更に高濃度になっている。
上記のように、クリーンルーム空気中には、酸性ガスやアルカリ性ガスが多種類（多成分）にわたり存在するが、本発明では、SO_X、NO_X及び／又はNH_3を指標に５ｐｐｂ以下、好ましくは１ｐｐｂ以下まで低減化すると通常効果的である。そして、指標の成分は、用途、利用先により、上記酸性ガスやアルカリ性ガスの成分や濃度は異なるので、それらを考慮して適宜に決めることができる。また、上記のSO_X、NO_X、NH_3は低濃度を簡易にモニター（測定）できるので、他の同分類のガス状有害成分の指標として好適に用いることができる。

【００４３】

用いる吸着材の種類や、酸性ガス、アルカリ性ガスをどこまで除去するかは、クリーンルームの種類、用途により気体中の該有害成分の種類、濃度が異なるので、それらの用途、装置の種類、装置の設置場所、形状、気体中の有害成分の種類、濃度、要求性能、経済性などにより適宜予備実験を行い決めることができる。
次に、イオン交換繊維について説明すると、これは天然繊維もしくは合成繊維又は、これらの混合体等の支持体表面に陽イオン交換体もしくは陰イオン交換体、又は陽イオン交換基と陰イオン交換基を併有するイオン交換体を支持させたものであり、その方法としては繊維状の支持体に直接支持させてもよく、織物状、編物状又は植毛状の形態にしたのち、これに支持させることもできる。いずれにしても最終的にイオン交換体を支持した繊維となっていればよい。

【００４４】

本発明に用いる、イオン交換繊維の製法として、グラフト重合特に放射線グラフト重合法を利用して製造したイオン交換繊維が好適である。種々の材質及び形状の素材を利用することができるからである。さて、前記天然繊維としては羊毛、絹等が適用でき、合成繊維としては炭化水素系重合体を素材とするもの、含フッ素系重合体を素材とするもの、ある

いはポリビニルアルコール、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリロニトリル、セルロース、酢酸セルロースなどが適用できる。
前記炭化水素系重合体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリブテン等の脂肪族系重合体、ポリスチレン、ポリα－メチルスチレン等の芳香族系重合体、ポリビニルシクロヘキサン等の脂環式系重合体あるいはこれらの共重合体が用いられる。
また、前記含フッ素系重合体としては、ポリ四フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデン、エチレン－四フッ化エチレン共重合体、四フッ化エチレン－六フッ化プロピレン共重合体、フッ化ビニリデン－六フッ化プロピレン共重合体等が用いられる。

【００４５】

いずれにしても、前記支持体としてはガス流との接触面積が大きく、抵抗が小さい形状で、容易にグラフト化が行え、機械的強度が大で、繊維くずの脱落、発生や熱の影響が少ない材料であれば良く、使用用途、経済性、効果等を考慮して適宜に選択出来るが、通常、ポリエチレンが一般的でありポリエチレンやポリエチレンとポリプロピレンとの複合体が特に好ましい。
次に、前記イオン交換体としては、特に限定されることなく種々の陽イオン交換体又は陰イオン交換体が使用できる。例えば、カチオン交換の場合を例にとると、カルボキシル基、スルホン酸基、リン酸基、フェノール性水酸基などの陽イオン交換基含有体、第一級～第三級アミノ基、第四アンモニウム基などの陰イオン交換基含有体、あるいは上記陽及び陰両者のイオン交換基を併有するイオン交換体が挙げられる。

【００４６】

具体的には、前記繊維上に、例えばアクリル酸、メタクリル酸、ビニルベンゼンスルホン酸、スチレン、ハロメチルスチレン、アシルオキシスチレン、ヒドロキシスチレン、アミノスチレン等のスチレン化合物、ビニルピリジン、２－メチル－５－ビニルピリジン、２－メチル－５－ビニルイミダゾール、アクリロニトリルをグラフト重合させた後、必要に応じ硫酸、クロルスルホン酸、スルホン酸などを反応させることにより、陽又は陰イオン交換基を有する繊維状イオン交換体が得られる。
また、これらのモノマーは、ジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ブタジエン、エチレングリコール、ジビニルエーテル、エチレングリコールジメタクリレート、などの２個以上の２重結合を有するモノマーの共存下に、繊維上にグラフト重合させてもよい。この様にして、イオン交換繊維が製造される。イオン交換繊維の直径は、１～１０００μｍ、好ましくは５～２００μｍであり、繊維の種類、用途等で適宜決めることが出来る。

【００４７】

これらのイオン交換繊維の内、陽イオン交換基と陰イオン交換基の用い方は、対象処理気体中の被除去成分の種類や濃度によって決めることができる。例えば被除去成分を予め測定・評価し、それに見合うイオン交換繊維の種類と量を用いれば良い。アルカリ性ガスを除去したい場合は、陽イオン交換基（カチオン交換体）を有するもの、また、酸性ガスを除去したい場合は陰イオン交換基（アニオン交換体）を有するもの、また両者の混合ガスでは陽と陰の両方の交換基を有する繊維を用いることができる。
イオン交換繊維への気体の流し方として、フィルター状イオン交換繊維に直交して流すと、効果的である。
イオン交換繊維への気体を流す流速は、予備試験を行い適宜に決めることができるが、該繊維は除去速度が早いので、通常ＳＶとして、１０００～１０万（h^{-1}）程度で用いることができる。イオン交換繊維は本発明者らが先に提案したように、放射線グラフト重合で製造したものを用いると、特に効果が高いので好ましく、適宜用いることができる（特公平５－９１２３号、特公平５－６７３２５号、特公平５－４３４２２号、特公平６－２４６２６号公報）。

【００４８】

イオン交換繊維は、イオン性物質（成分）の捕集に効果的であり、本発明の対象とする酸性ガスやアルカリ性ガスはイオン性物質と考えられることから、これらの物質を効率良く捕集・除去できる。

特に、放射線グラフト重合により製造されたイオン交換フィルター（繊維）は、前記支持体への照射が奥部まで均一になされるため、イオン交換体（アニオン及び／又はカチオン交換体）が広い面積（高密度に付加）に、しっかり（強固）と付加されるので、交換容量が大きくなり、かっ低濃度のイオン性物質が早い速度で高効率に除去できる効果があり、実用的に有効である。また、放射線グラフト重合による製造は、製品に近い形状でできること、室温でできること、気相でできること、グラフト率大にできること、不純物の少ない吸着フィルターができることなどの利点がある。このため、次のような特徴を有する。

▲１▼　放射線照射によるグラフト重合で製造したイオン交換繊維には、イオン交換体（吸着機能の部分）が均一に多く付加（付加密度が高い）するので吸着速度が早く、かつ吸着量が多い。

▲２▼　圧力損失が少ない。

【００４９】

本発明の製造工程に対応したクリーンな半導体収納空間の設置位置は、前記汚染物質の影響が大きい工程であり、適宜予備試験、例えば後述（実施例４）の
デバイスの信頼性試験（ＴＤＤＢ特性評価・試験）を行い、適宜決めることができる。
また、半導体収納空間は、製造工程における半導体表面をクリーンな状態に保つものであれば何れでも良い。
即ち、クリーンボックス、クリーン空間であれば良く、具体的には、ストッカ、キャリアボックスがある。

【００５０】

【実施例】

以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

実施例１

図１は、クラス１００のクリーンルームで半導体製造を行う本発明の方法の工程図である。図１では、製造工程に対応して（汚染の影響度合いに対応して）、クリーンストッカS_1～S_4を設置し、半導体の製造を行う省コストで安定した品質（歩留まりが高い）の製品を製造する半導体製造工程を示している。

半導体の製造ラインは、図１に示すように、シリコン（Ｓｉ）を「２．洗浄」から「１０．蒸着工程」よりなる前工程（基板上にデバイスを完成させるまでの工程）Ａと、後工程（でき上がったウエハを切り分けて製品とする工程）Ｂとに大別することができる。該前工程Ａの１部の工程では、ウエハはクリーンルームの空気の暴露により、該空気中の汚染物質の影響を受けるためストッカS_1～S_4を用いる。

【００５１】

即ち、前工程Ａでは、ウエハは、工程によりクリーンルーム空気中のガスと粒子の影響を受けやすく、クリーンルーム空気にウエハを暴露するとガスと粒子による汚染により歩留まり低下を引き起こすので、「２．洗浄」から「３．エピタキシャル成長」間、「３．エピタキシャル成長」から「４．酸化・拡散」間、「８．洗浄」から「９．不純物拡散工程」間及び「９．不純物拡散工程」から「１０．蒸着工程」間に、それぞれ後述のガスと粒子同時除去によるクリーンストッカ（クリーンな半導体収納空間）S_1～S_4を設置して、半導体製造を行う。例えば、「２．洗浄」後のウエハケースに収納されたウエハは、汚染防止のためのストッカS_1に収納され、順次「３．エピタキシャル成長」の装置に導入される。該ストッカS_1により、ウエハ表面の清浄度は、長時間保持されるので、洗浄後の表面が敏感な、汚染を受けやすいウエハは、その表面が一定以上のクリーン度に保たれて、「３．エピタキシャル成長」の装置に導入される。

即ち、エピタキシャル成長に供されるウエハは、クリーンな状態で、安定して供給されるので、処理後のウエハは品質が安定する（以後、ストッカS_1～S_4の使用法は同様）。

【００５２】

次に、ストッカS_1～S_4について説明する。

ストッカS_1～S_4は、図２にその構成図を示すように光電子放出材３１、光電子放出用電極３２、紫外線ランプ３３、荷電粒子捕集材３４、光触媒３５、遮光材３６より構成され

る。該ストッカS_1～S_4は、半導体製造工程におけるウエハを下記のような汚染物質から隔離するために設置されている。
クリーンルームには、汚染物質としてクラス１００の微粒子３７、ガス状有害成分３８としてH．CやNH$_3$が存在する。H．Cは外部から導入されるクリーンルーム用の空気中のH．C（クリーンルームのＨＥＰＡフィルタでは、ガス状有害成分は捕集できないので、導入されてしまう）に加えて、クリーンルーム構成材や器具類から脱ガス（発ガス）された非メタン炭化水素が、０．８～１．０ｐｐｍ存在する。
【００５３】
ストッカS_1～S_4内では、光電子放出材３１への紫外線ランプ３３からの紫外線照射により、光電子（負イオン）が放出され、空間中の微粒子（粒子状物質）３７は荷電され、荷電粒子捕集材３４に捕集・除去される。即ち、微粒子３７を含む空気は、紫外線照射により生じる空気の流れ39_{-1}～39_{-3}により、光電子放出材３１、電極３２、荷電粒子捕集材３４を設置した汚染物質除去部Ｃに順次送られ、ここで微粒子３７は、クラス１より高クリーン度まで除去される。
一方、紫外線ランプ３３は、光触媒３５を照射し、該光触媒３５は光触媒作用を発揮している。そこで、H．CやNH$_3$を含むガス状有害成分３８を含む空気は、前記のごとく空気の流れ39_{-1}～39_{-3}により、汚染物質除去部Ｃに順次送られ、ガス状汚染物質３８は、光触媒３５に接触し、H．CやNH$_3$は効果的に処理される。これにより接触角の増加に関与する分子量の大きいH．Cは、接触角が増加しない分子量の小さいH．Cもしくは二酸化炭素や水に分解される。
また、塩基性ガスのNH$_3$は、光触媒により１ｐｐｂ以下（クリーンルーム空気中のNH$_3$濃度：３０～５０ｐｐｂ）まで分解・除去される。
遮光材３６は、紫外線ランプ３３からのわずかなリーク紫外線のウエハ３０への照射を防ぐ。４０は反射面であり、紫外線ランプ３３からの放射紫外線を反射して効果的に光電子放出材３１及び光触媒３５を照射する。
【００５４】
このようにして、ウエハキャリア２９に収納されたウエハ３０が収納される被清浄空間Ｄは、超クリーン化される。
ウエハは、「２．洗浄」後、「４．酸化」前、「８．洗浄」後、「１０．蒸着」前にクリーンルーム空気に暴露するとその表面が敏感なために汚染され、歩留まりの低下をもたらすが，前記のごとく先ず、ストッカ保管を行い、順次夫々の次の工程へ送ることにより、すべてのウエハは、クリーンルーム空気への暴露が１分以内となり、安定して（ウエハ表面が清浄を保持した状態で）一連の処理が行われる。
このようにして、安定した品質の半導体製品が製造される。
本例の光電子放出材３１は、紫外線照射窓の石英ガラス上にＡｕ薄膜を付加した材料、紫外線ランプ３３は、殺菌灯（主波長：２５４ｎｍ）、光触媒３５は、アルミナ板にＴｉＯを付加したもの、光電子放出材３１からの光電子放出用の電極３２は、網状のＡｌ材、荷電粒子捕集材３４は、Ａｌ材より成る集じん板である。
【００５５】
実施例２
図３は、実施例１におけるストッカS_1～S_4（図２）の変形例である。
図３において、図２と同一符号は同じ意味を示す。
【００５６】
実施例３
図４は、クラス１００のクリーンルームで半導体として、ＭＯＳＩＣ（デバイス）の製造を行う本発明の半導体の製造方法の他の例を示す工程図である。
図４では、製造工程に対応して（汚染の影響度合いに対応し）クリーンストッカS_1～S_5を設置し、本発明の省コストで安定した品質（歩留まりが高い）の製品を製造する半導体製造工程を示している。
半導体の製造ラインは、図４に示すように、「１１．Ｐ－シリコン」を「１２．洗浄」か

ら「２１．メタル蒸着工程」よりなる前工程（Ａ）と、後工程（Ｂ）とに大別することができる。
該前工程Ａの１部の工程では、ウエハはクリーンルームの空気の暴露により、該空気中の汚染物質の影響を受けるためストッカS_1～S_5を用いる。
ストッカS_1～S_5の役割とその作用は、実施例１と（図１）と同じであり、ここでのストッカS_1～S_5の構成図は前記図３のものである。
【００５７】
ウエハは、「１２．洗浄」後、「１４．洗浄」後（１５．ゲート酸化前）、「１６．ポリーシリコンの堆積」前、「１７．Ｐのドープ」前、「２１．メタル蒸着工程」前にクリーンルーム空気に暴露するとその表面が敏感なために汚染されて、歩留まりの低下を起こすが，これらの工程では先ず、ストッカ保管を行い、ウエハを順次、次の工程へ送ることにより、全てのウエハは、クリーンルーム空気への暴露が１分以内となり、安定してウエハ表面が清浄を保持した状態で一連の処理が行われる。
このようにして、安定した品質のＭＯＳＩＣが製造される。
本例のストッカ(図３)の光電子放出材３１は、紫外線ランプ３３上にＡｕの薄膜を付加したもの、光触媒３５は、アルミナ板にTiO_2を付加したものであり、光電子放出材３１からの光電子放出用の電極３２と一体化している。
【００５８】
実施例４
実施例３の図４の製造工程に記載のごとくして製造されるＭＯＳＩＣにおいて、ＭＯＳデバイスの信頼性を調べるため、ＴＤＤＢ特性（定電流経時絶縁破壊特性）を測定した。
１）クリーンルーム；クラス１００の半導体工場、
２）ストッカ（S_1～S_5）の設置位置；
（１）S_1：１２の洗浄後、（２）S_2：１４の洗浄後、（３）S_3：１６のポリシリコンの堆積前、（４）S_4：１７のＰのドープ前、（５）S_5：２１のメタル蒸着工程前、（番号は、図４中の工程の番号を示す）。
３）ストッカ；図３の構成のもの
（１）紫外線ランプ；殺菌ランプ、
（２）光電子放出材；殺菌ランプ上にＡｕの薄膜を付加、
（３）光電子放出用電極；光触媒上に網状Ａｌ材を設置、５０Ｖ／ｃｍ、
（４）荷電粒子捕集材；Ａｌ電極材、８５０Ｖ／ｃｍ,
（５）光触媒；Ａｌ板にTiO_2を付加、
【００５９】
４）シリコンウエハ；Ｐ型（Ｐ－Ｓｉ）
５）ＭＯＳデバイスの製造工程の主な条件；
（１）Ｐ－Ｓｉの洗浄；ＲＣＡ洗浄、８０℃、１０分間後、ＨＦ処理、水洗後乾燥
（２）ＬＯＣＯＳ素子分離；窒化膜（Si_3N_4）を保護膜とし、１，０００℃、１８０分でフィールド酸化、
（３）（ゲート酸化前）洗浄；ＲＣＡ洗浄、８０℃、１０分後、ＨＦ処理、水洗後乾燥
（４）ゲート酸化；湿式酸化法による酸化（O_2とH_2を導入、８５０℃）
【００６０】
（５）ポリシリコンの堆積；ポリーＳｉをSiH_4の熱分解により（６５０℃）堆積（減圧ＣＶＤ法）、
（６）Ｐのドープ；$POcl_3$の熱分解（９００℃）により、Ｐをドープしたn^+ポリーＳｉを形成、
（７）ゲート加工；CF_4とO_2でエッチング（ケミカルドライエッチング法）、
（８）層間絶縁膜形成；SiH_4、PH_3、B_2H_6をN_2とO_2下で４５０℃加熱（常圧ＣＶＤ法）、
（９）コンタクト窓開け；ＢＨＦ処理で酸化膜除去（ウェットエッチング法）、
（１０）メタル蒸着工程；スパッタリングでＡｌを蒸着（スパッタリング法）、

【００６１】
結果
ストッカS_1～S_5へ、１、３、１２時間収納して製造したＭＯＳデバイスのＴＤＤＢ特性を、図５に示す。図５において、横軸は絶縁破壊に至るまでの注入電荷量、縦軸は絶縁破壊を起こしたＭＯＳデバイスの累積割合を特殊な関数を使ってプロット（ワイブルプロット）したものである。
図５において、－○－は１時間、－△－は３時間、－□－は１２時間収納の値、－●－はコントロール（ブランク）としてストッカに保管しないで、速やかに製造した値、－×－は３時間クリーンルーム空気に暴露した値（ストッカを使用しない値）を示す。
図５から、１～１２時間本ストッカへ収納したときの値は、コントロールの値と同じであること、即ちＭＯＳデバイスは、ストッカに保管することにより、歩留まりを低下させずに生産されることを示している。
ここでのＭＯＳデバイスのゲート酸化膜厚は４．６～４．８ｎｍ、ポリーＳｉゲートの厚さは２００ｎｍ、層間絶縁膜は６００ｎｍである。
【００６２】
比較例１
実施例４におけるS_1～S_5のストッカの内、いずれか１つのストッカを用いないで、同様に製造したＭＯＳデバイスのＴＤＤＢ特性を、図６に示す。収納時間は、３時間である。
図６における印は次のごとくである。
【表１】

印	使用ストッカ	未使用スットカ
○	S_2, S_3, S_4, S_5	S_1
△	S_1, S_3, S_4, S_5	S_2
▲	S_1, S_2, S_4, S_5	S_3
□	S_1, S_2, S_3, S_5	S_4
■	S_1, S_2, S_3, S_4	S_5

尚、図６中、－●－、－×－は図５と同じであり、夫々、コントロール（ブランク）、クリーンルーム空気暴露の値である。
これにより、S_1～S_5のストッカの内、いずれか１つのストッカを用いないと（いずれか１つの工程でクリーンルーム空気にウエハが暴露されると）、ＭＯＳデバイスの生産性が顕著に低下することが分かる。
【００６３】
実施例５
図８は、クラス１０，０００のクリーンルームに設置した本発明のトンネルＴ〔光電子及び光触媒を用いた粒子、ガス除去による超清浄空気を半導体製造プロセス（Ｅ，Ｆ，Ｇ，Ｈ，Ｊ，Ｋ）で循環使用〕を用いて、半導体の製造を行う工程図を示している。
トンネルＴには、光電子及び光触媒を用いた粒子及びガス除去部４１－１、４１－２が設置され、ここでトンネルＴ内での発生ガス状及び粒子状汚染物質が捕集・除去される。
トンネルＴでは、原料ウエハ（図９中の３０）はトンネルＴ内での搬送により、半導体製造プロセスにおける製造装置（Ｅ～Ｋ）に順次送られ加工されて行く（原料が製品となる）。
【００６４】
ここで、トンネルＴでは、ウエハからの汚染物質の発生（例、レジスト塗布のウエハはガスが発生）、ウエハ搬送器具からの発生〔例、合成樹脂製の搬送器具（キャリアボックス等）を用いると発生〕、トンネル材料からの発生（合成樹脂の材料や、シール材からのガス発生）等があり、そのままであればトンネル内は汚染物質の濃度が高くなる。トンネルＴ内では、前記のようにトンネル内の適宜の位置に、光電子及び光触媒を用いた清浄化部

４１－１、４１－２が設置することにより、トンネルＴ内は、粒子ではクラス１よりも清浄、ガスでは非メタン炭化水素濃度として０．１ｐｐｍ以下の超クリーン空間が維持されている。
矢印４２－１～４２－４は、トンネルＴ内の気流であり、後述の乾燥剤による除湿部４３から送られる空気の流れである。
【００６５】
図９は、トンネルＴに設置された汚染物質除去のための本発明の特徴である前記光電子及び光触媒を用いた清浄化部４１－１、４１－２の断面構成図である。
図９中、３１は光電子放出材（光触媒母材上にＡｕを薄膜状に被覆）、３３は紫外線ランプ（殺菌灯）、３４は荷電粒子状物質除去用電極材（荷電粒子捕集材）、３５はガス状汚染物質（特にＨ．Ｃ）除去のための光触媒（TiO_2）であり、光電子放出材３１が光電子放出を効果的に行うための電場形成用の電極材の役目を果たしている。
該清浄化部４１－１（４１－２）内に導入されたトンネル内の空気４２－１（４２－３）中の汚染物質として、粒子状物質は、電場下で紫外線ランプ３３から紫外線照射を受けた光電子放出材３１から発生される光電子（負イオン）により荷電され、荷電粒子は電極材３４に捕集される。ここで、SO_2など一部の汚染物質も同時に捕集・除去される。一方、ガス汚染物質としての例えば、Ｈ．Ｃは、紫外線照射を受けた光触媒３５により、CO_2のような無害ガスは変換される。
【００６６】
矢印３９－１、３９－２は、紫外線ランプ３３の照射により生ずる（清浄化部上下間の温度差によって生ずる）気流である。
汚染物質を含んだ空気の気流３９－１は、順次清浄化部４１－１（４１－２）に導入され、前記のように清浄化され、清浄化空気の気流３９－２がウエハ３０の搬送空間部へ供給される。３６は、紫外線ランプ３３からの放射紫外線のウエハ３０への照射を防ぐための遮光材である。
乾燥剤を用いる除湿部４３では、外気〔取り入れ空気４２－５：クラス１０，０００のクリーンルーム空気であり、相対湿度は４５ＲＨ％（２５℃）〕を除湿と除塵空気として、該空気４２－１をトンネルＴ内へ供給し、該トンネル内処理空気を一定品質に保持するものである。
ここでの乾燥剤は、シリカゲルで、湿度は露点－１５．５℃（５ＲＨ％、２５℃）である。
【００６７】
該乾燥剤には、吸着剤として活性炭及びイオン交換繊維が付加されており、これにより酸性ガスとアルカリ性ガスが捕集・除去された除湿空気４２－１となっている。ここで、該吸着剤出口の空気は、水分、SO_2、NH_3が自動分析計（水分：露点計、SO_2：溶液導伝法、NH_3：化学発光法）により、適正水分濃度（露点：－１５．５±３℃）及びSO_2とNH_3は１ｐｐｂ以下にモニターされる。これにより、本乾燥剤での好適条件での運転が長時間安定して行われ、本発明の特徴の一つである。除塵は、ＨＥＰＡフィルタでクラス１０よりも清浄に行われる。
前記のごとくして、トンネルＴ内は、ウエハにとって好適な環境〔汚染物質が除去され、自然酸化膜の生成抑制（０．１５Å以下）と電位発生が少ない（３００Ｖ以下）〕が創出され、該環境下でウエハは製造装置Ｅ～Ｋに送られ、製品へと加工されていく。
【００６８】
S_1、S_2は、前記図２及び図３と同様の構成である光電子と光触媒を用いた清浄化部を設置したストッカである。これは、半導体製造プロセスＥ～Ｋにおいて、待機（例えば、製造途中において、製造装置が何らかの原因により、中断した場合の緊急避難）先として重要である。即ち、実用のプロセスでは、一定の確率で製造装置がダウンするが、該ストッカへの収納（緊急避難）により、ウエハ表面は汚染防止され、清浄な状態が維持される。
４４は、ウエハ搬送手段であり、周知の方式、例えば磁気浮上方式：空気浮上方式、トレー搬送方式、ＲＧＶ（レイル搬送）方式等を適宜用いることができる。

前記乾燥剤４３により、除湿及び有害ガスの除去が行われた空気の流れ４２－１、４２－４は、空気流により搬送ウエハが汚染されにくい適正な流速の循環流が保持される。

【００６９】

即ち、流速が早い場合、発生気流や発生静電気による粒子やガス状物質による汚染をもたらす。一方、遅い場合は落下粒子（沈降）による粒子汚染、また発生ガス濃度が多いと、パージ（置換）不足によるガス状物質による汚染をもたらす。

通常、適正な流速は、０．１μｍ粒子を基準に考えることができる。即ち、本トンネルへの導入空気４２－５は、乾燥剤４３に取り付けたＨＥＰＡフィルタによる除塵を行っているが、ＨＥＰＡフィルタでは、およそ０．１μｍ粒子が粒子除去性能のボトム（およそ０．１μｍ粒径の除去性能が低いため、０．１μｍ粒子の存在濃度が高い）のためである。適正な流速は、上記考えに基づき、ウエハの搬送方式、規模、要求性能、経済性等により、適宜予備試験を行い決めることができる。通常、適正な流速は、１ｃｍ／秒～１００ｃｍ／秒、好ましくは５～３０ｃｍ／秒である。

【００７０】

【発明の効果】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

１）　半導体の製造ラインにおいて、製造工程に対応して（汚染物質の影響の程度に対応して）光電子及び／又は光触媒を用いた半導体収納（クリーン）空間を設置することにより、

（１）半導体は、クリーンルーム空気からの汚染物質の影響が効果的に防止されるので、半導体が高い歩留まりで生産できた。

（２）汚染物質の影響が大きい工程のみに、クリーンな収納空間を設ければ良いので、省コストで安定した品質の半導体が生産できるようになった。

（３）クリーン空間創出技術として、光電子及び／又は光触媒を用いることにより、粒子とガスの同時除去が効果的に行えた。

【００７１】

２）　前記により、本発明の製造方法を用いることにより、

（１）今後、製品の高品質化、高精密化が進み、それと共に微細な粒子やガス状有害成分の影響が大きくなるが、これらに対して効果的な汚染防止ができた。

（２）製品が低コストで製造できるので、実用性が向上した半導体の製造方法となった。また、実用性が高いので、適用し得る半導体の製造ラインが広がった。

３）　半導体製造ラインに清浄化した空気を循環させて使用したことにより、高品位の汚染にフリーな空気が有効利用されたので、省コストで半導体の製造ができた。

４）　前記において、乾燥剤による除湿空気を用いたことにより、自然酸化膜の生成抑制及びウエハなどの基板の帯電（電位発生）抑制効果が生じた。

【００７２】

５）　前記４）の乾燥剤において、吸着剤を付加したことにより、

（１）NH_3、アミンなどのアルカリ性ガス、NO_x、SO_x、ＨＣｌ、ＨＦのような酸性ガスも水分に加えて同時除去されるので、該有害ガスが高効率に除去された除湿空気が得られた。

（２）前記乾燥剤の出口空気中のNH_3、NO_x、SO_xを５ｐｐｂ以下とするようにモニター（測定）し、制御することにより、実用上効果的な有害ガスフリーの乾燥空気を長時間安定して得ることができた。

６）　前記で得られた高品位空気を循環使用したことにより、

（１）省コストの半導体製造システムができたので、実用性が向上した。

（２）次世代・高密度デバイスの製造方式が提供できた。

【図面の簡単な説明】

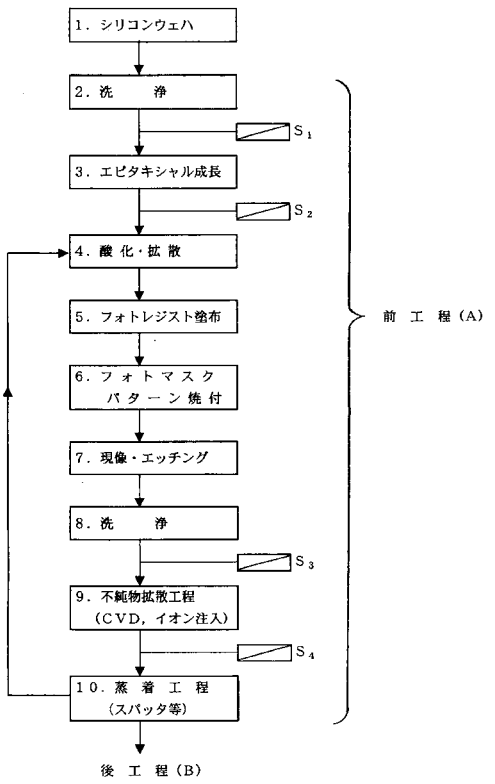
【図１】本発明の方法を用いる半導体製造の一例を示す工程図。

【図２】本発明の方法を用いるストッカの一例を示す断面構成図。

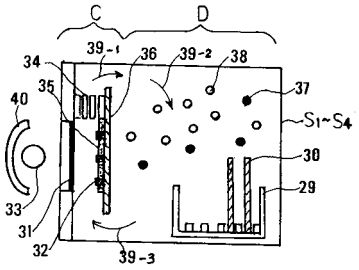
【図３】本発明の方法を用いるストッカの他の例を示す断面構成図。

【図４】本発明の方法を用いる半導体製造の他の例を示す工程図。
【図５】注入電荷量（Ｃ／ｃｍ^2）による累積故障率（％）の変化を示すグラフ。
【図６】注入電荷量（Ｃ／ｃｍ^2）による累積故障率（％）の変化を示すグラフ。
【図７】従来のクリーンルームにおける空気清浄の概略構成図。
【図８】本発明の方法の清浄化空気を循環使用する半導体製造の別の例を示す工程図。
【図９】図８に用いる清浄化部の一例を示す断面構成図。
【符号の説明】
１：シリコンウエハ、２：洗浄、３：エピタキシャル成長、４：酸化・拡散、５：フォトレジスト塗布、６：フォトマスクパターン焼付、７：現像エッチング、８：洗浄、９：不純物拡散工程、１０：蒸着工程、１１：Ｐ－シリコン、１２：洗浄、１３：ＬＯＣＯＳ素子分離、１４：洗浄、１５：ゲート酸化、１６：ポリーシリコンの堆積、１７：Ｐのドープ、１８：ゲート加工、１９：層間絶縁膜形成、２０：コンタクト窓開け、２１：メタル蒸着工程、S_1～S_5：クリーンストッカ、２９：ウエハキャリア、３０：ウエハ、３１：光電子放出材、３２：光電子放出用電極、３３：紫外線ランプ、３４：荷電粒子捕集材、３５：光触媒、３６：遮光材、３７：微粒子、３８：ガス状有害成分、39_{-1}～39_{-3}：空気の流れ、４０：反射面、４１－１、４１－２：清浄化部、４２－１～４２－４：トンネル内空気流、４２－５：導入空気、４３：乾燥剤、４４：ウエハ搬送手段、Ａ：前工程、Ｂ：後工程、Ｃ：汚染物質除去部、ｄ：被清浄空間、Ｅ、Ｆ、Ｇ、Ｈ、Ｊ、Ｋ：半導体製造プロセス、Ｔ：トンネル

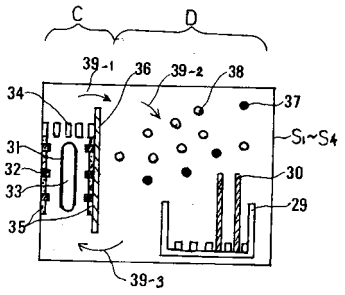
【図１】



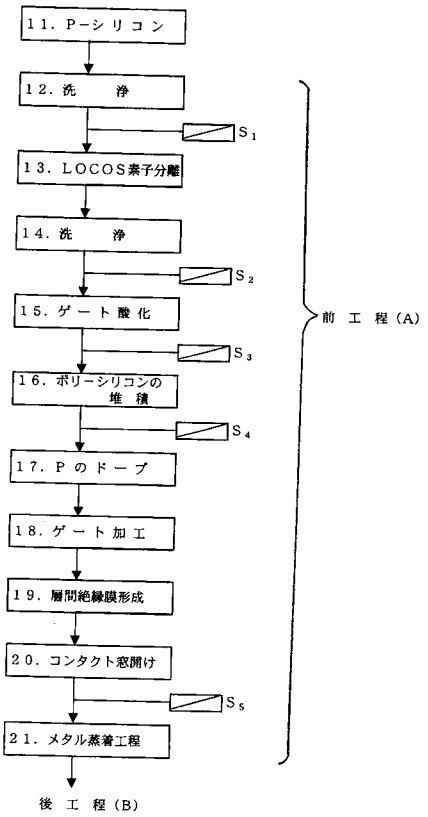
【図２】



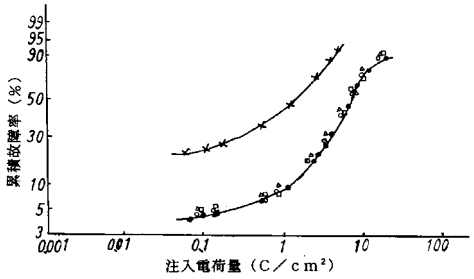
【図３】



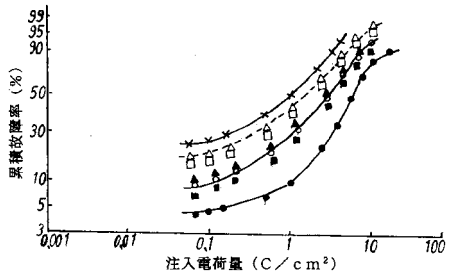
【図４】



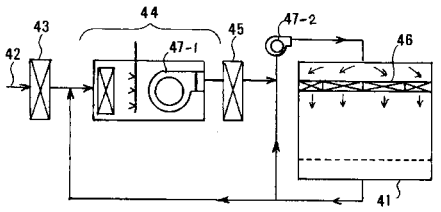
【図５】



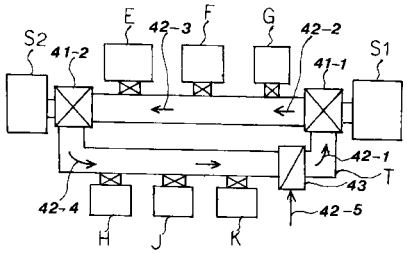
【図６】



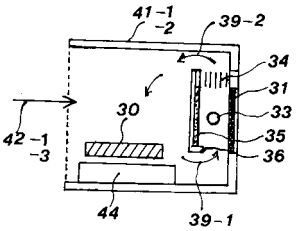
【図７】



【図８】



【図９】



フロントページの続き

(72)発明者　奥山　喜久夫
広島県東広島市鏡山２丁目３６５　広大ががら第一職員宿舎２－４０１号

審査官　河口　雅英

(56)参考文献　特開平０９－１６８７２２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０５７９８１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２２７９４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－００８７５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２６１５３６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L　21/02
B65G　49/00
F24F　 7/06
H01L　21/677