(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3802554号
(P3802554)
(45)発行日　平成18年7月26日(2006.7.26)　(24)登録日　平成18年5月12日(2006.5.12)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/302 (2006.01)　H01L 21/302

請求項の数 16　(全 29 頁)

(21)出願番号	特願平3-510150
(86)(22)出願日	平成3年4月19日(1991.4.19)
(65)公表番号	特表平5-507389
(43)公表日	平成5年10月21日(1993.10.21)
(86)国際出願番号	PCT/US1991/002956
(87)国際公開番号	WO1991/017897
(87)国際公開日	平成3年11月28日(1991.11.28)
審査請求日	平成10年4月20日(1998.4.20)
審判番号	不服2002-20847(P2002-20847/J1)
審判請求日	平成14年10月28日(2002.10.28)
(31)優先権主張番号	524,239
(32)優先日	平成2年5月15日(1990.5.15)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	526,052
(32)優先日	平成2年5月21日(1990.5.21)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　303002952
セミトゥール・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国モンタナ州５９９０１，カリスペル，ウエスト・リザーブ・ドライブ　６５５
(74)代理人　100089705
弁理士　社本　一夫
(74)代理人　100071124
弁理士　今井　庄亮
(74)代理人　100076691
弁理士　増井　忠弐
(74)代理人　100075236
弁理士　栗田　忠彦
(74)代理人　100075270
弁理士　小林　泰

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ウエーハの動的な気相処理および粒子気化を備える半導体製造装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

半導体ウエーハ、磁気ディスク、光ディスクなどのウエーハ（２０、１２０）を処理するウエーハ処理装置（１０、１１０）において、

少なくとも１つの処理ボウル（１４，１１４）と、

前記少なくとも１つの処理ボウルに対して処理用化学薬品を供給するため結合された少なくとも１つの化学薬品供給具（６０、６１、６８）と、

少なくとも１つの処理ヘッド（１２）であって、処理ヘッドが前記処理ボウルに対し、ウエーハを処理ボウル内のエッチャント蒸気に接触させるようにウエーハを下向きに置く少なくとも１つの処理位置と、ウエーハを装填し取外すため処理ヘッドが処理ボウルから取外される少なくとも１つの装填位置との間で、運動を行うように取付けられる処理ヘッド（１２）と、

ウエーハを取外し自在に載置するよう前記少なくとも１つの処理ヘッド（１２）に取付られた少なくとも１つのウエーハ支持部（３０）と、

エッチング処理後のウエーハを熱的に処理し、エッチング処理の副生物として生じた粒子を除去する熱処理ステーション（４００）と、

ウエーハ処理ヘッド（１２）へ又はウエーハ処理ヘッドから、及び熱処理ステーションへ又は熱処理ステーションから、ウエーハを移動させるロボット搬送機構（２１０）と、を設けてなり、

前記ウエーハ支持部（３０）は、ウエーハ処理の間ウエーハを回転させるように構成され

ることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項２】
請求項１に記載のウエーハ処理装置にして、前記熱処理ステーションは、エッチング処理の副生物として生じた粒子を除去する気化室（４００）を含むことを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項３】
請求項１に記載のウエーハ処理装置にして、前記少なくとも１つの化学薬品供給具は、エッチャントを提供することを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項４】
半導体ウエーハ、磁気ディスク、光ディスクなどのウエーハを処理するウエーハ処理装置において、
少なくとも１つの処理ボウルと、
前記少なくとも１つの処理ボウルに対して少なくとも１つの処理用化学薬品を供給する手段と、
少なくとも１つの処理ヘッド（１２）であって、前記処理ボウルに対し、ウエーハを処理ボウル内のエッチャント蒸気に接触させるようにウエーハを置く少なくとも１つの処理位置と、前記少なくとも１つの処理ヘッドに対してウエーハを装填し取外すため前記処理ヘッドが前記処理ボウルから取外される少なくとも１つの装填位置との間で、運動を行うように取付けられる処理ヘッドと、
ウエーハを取外し自在に載置するよう前記少なくとも１つの処理ヘッドに載置された少なくとも１つのウエーハ支持部（３０）であって、該少なくとも１つのウエーハ支持部は、前記処理ヘッドが前記少なくとも１つの処理位置にある時、ウエーハ支持部およびこれにより保持されたウエーハが回転運動するように前記処理ヘッドに載置されるウエーハ支持部と、
エッチング処理の副生物として生じた粒子を気化させる熱処理手段（４００）と、
ウエーハ支持部へ又はウエーハ支持部から、及び前記熱処理手段（４００）へ又は前記熱処理手段（４００）からウエーハを移動させるロボット搬送機構（２１０）と、を設けてなり、
前記熱処理手段は、少なくとも１つのウエーハ保護容器（４３０）を含み、該保護容器は、その内部にある、処理されるウエーハを保護するために、少なくとも部分的に閉鎖されていることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項５】
請求項４に記載のウエーハ処理装置にして、
前記熱処理手段（４００）は粒子の気化を引き起こすためにウエーハ上にエネルギを発する少なくとも１つの放射エネルギ源（４４０）を含むことを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項６】
請求項４に記載のウエーハ処理装置にして、
前記熱処理手段（４００）は、粒子の気化を引き起こすためにウエーハ上に赤外線放射エネルギを発するための少なくとも１つの赤外線放射エネルギ源（４４０）を含み、前記少なくとも１つのウエーハ保護容器（４３０）は、前記少なくとも１つの赤外線放射エネルギ源から発せられる赤外線放射エネルギが透過するようにしてあることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項７】
半導体ウエーハ、磁気ディスク、光ディスクなどの如きウエーハを処理するウエーハ処理装置において、
少なくとも１つの処理ボウル（１４）と、
前記少なくとも１つの処理ボウルに対して少なくとも１つの処理用化学薬品を供給する手段と、
少なくとも１つの処理ヘッド（１２）であって、処理ヘッド及び処理ボウルが実質的に閉

鎖された処理チャンバを画成する少なくとも１つの処理位置と、前記少なくとも１つの処理ヘッドに対してウエーハを装填し取外すため前記処理ヘッドが前記処理ボウルから取外される少なくとも１つの装填位置との間で、運動を行うように取付けられる処理ヘッドと、
ウエーハを取外し自在に載置するように前記少なくとも１つの処理ヘッドに取付られる少なくとも１つのウエーハ支持部（３０）であって、前記処理ヘッドが前記少なくとも１つの処理位置にある時、ウエーハ支持部およびこれにより保持されたウエーハが回転されるように前記処理ヘッドに取付られるウエーハ支持部と、
前記少なくとも１つの処理ボウルにおいて、前記少なくとも１つの処理用化学薬品をその均一性を維持するように混合する混合手段（７５）と、を設けてなり、
前記少なくとも１つの処理ボウルは液相の処理化学薬品を保持するための液相化学チャンバ（６０）を備えてなり、
該液相化学チャンバから前記処理チャンバ内の処理されるウエーハへの気相処理化学薬品の通路を制御するための化学薬品チャンバ弁手段（６８）を更に備えてなることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項８】
半導体ウエーハ、磁気ディスク、光ディスクなどの如きウエーハを処理するウエーハ処理装置において、
少なくとも１つの処理ボウル（３１４）と、
前記少なくとも１つの処理ボウルに対して少なくとも１つの処理用化学薬品を供給する手段（５４９）と、
少なくとも１つの処理ヘッド（３１２）であって、実質的に閉鎖された処理チャンバ（３１６）を画成する少なくとも１つの処理位置と、前記少なくとも１つの処理ヘッドに対してウエーハを装填し取外すため前記処理ヘッドが前記処理ボウルから取外される少なくとも１つの装填位置との間で、運動を行うように取付けられる少なくとも１つの処理ヘッドと、
ウエーハを取外し自在に載置するように前記少なくとも１つの処理ヘッド（３１２）に取付られた少なくとも１つのウエーハ支持部（３３０）であって、該少なくとも１つのウエーハ支持部は、ウエーハ支持部およびこれにより保持されたウエーハの回転運動をするように取付けられるウエーハ支持部と、を含み、
前記少なくとも１つの処理ボウルが、液相の処理用化学薬品を保持する液相化学薬品チャンバ（３８９）を有し、
更に前記液相化学薬品チャンバ（３８９）から前記処理チャンバ内で処理されるウエーハに対して気相の処理用化学薬品の通路を制御する化学薬品チャンバ弁手段（３８５）を含み、前記化学薬品チャンバ弁手段は、前記処理チャンバの可動壁であることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項９】
請求項８に記載のウエーハ処理装置にして、
前記化学薬品チャンバ弁手段（３８５）は、前記処理チャンバの可動の底壁であることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項１０】
請求項８に記載のウエーハ処理装置にして、
前記化学薬品チャンバ弁手段（３８５）は、前記処理チャンバの可動の底壁であり、前記液相化学薬品チャンバ（３８９）は、前記可動の底壁の回りに位置することを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項１１】
請求項８に記載のウエーハ処理装置にして、
前記実質的に閉鎖された処理チャンバから蒸気を制御可能に放出する少なくとも１つの蒸気排出装置（３９６）を更に有することを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項１２】

請求項８に記載のウエーハ処理装置にして、
前記少なくとも１つの処理ボウル（３１４）は、その内部に液相の処理化学薬品を保持するための環状の化学溝（３８９）を備え、該環状溝から前記処理チャンバ内の処理されるウエーハへの気相の処理化学薬品の通路を制御する環状溝弁手段（３８５）を更に備えることを特徴とするウエーハ処理装置。
【請求項１３】
個別に半導体ウエーハを処理する処理装置にして、
処理ベース（３１４）と、
ウエーハが処理される処理閉鎖体を形成するために前記処理ベースとの間で補完関係にある閉じ位置と、前記処理ヘッドからのウエーハの移動又は前記処理ヘッドへのウエーハの取り付けを許容するように前記処理ベースから分離される開き位置との間で前記処理ベースに対して移動するように搭載された処理ヘッド（３１２）と、
ウエーハを選択的に保持するように前記処理ヘッドに搭載されたウエーハホルダー（３３０）と、
前記処理ベースと前記処理ヘッドとが配置される空間を制限して閉鎖するカバー（３１３）と、
前記ウエーハホルダー（３３０）を前記処理ヘッドの他の部分に対して回転するための駆動手段（３５９）と、を具備し、
前記ウエーハホルダー（３３０）はウエーハと係合する複数の係合フィンガー（３３４）を有し、該係合フィンガーは、係合フィンガーがウエーハと選択的に係合あるいは係合解除するように移動するのを許容する可撓性ダイアフラム（３２３）によって設置されることを特徴とする処理装置。
【請求項１４】
請求項１３に記載の処理装置にして、
浄化ガスを前記空間に供給するために接続された浄化ガス供給装置（３１９）を更に有することを特徴とする処理装置。
【請求項１５】
請求項１３に記載の処理装置にして、
前記ウエーハホルダー（３３０）を前記処理ヘッドの他の部分に対して移動するための駆動手段を更に有することを特徴とする処理装置。
【請求項１６】
請求項１３に記載の処理装置にして、
前記ウエーハホルダー（３３０）はウエーハと係合する複数の係合フィンガー（３３８）を有することを特徴とする処理装置。
【発明の詳細な説明】
（技術分野）
本発明の技術分野は、半導体ウエーハおよび類似物品に対する気相処理方法および装置である。
（背景技術）
シリコン半導体ウエーハの処理においては、エッチャントを用いて二酸化ケイ素層の各部を除去しあるいはエッチングすることは周知である。一般的なエッチャントは、フッ化水素酸である。これは、典型的には１つのウエーハ、または多数のウエーハを含む１つ以上のキャリヤが処理液を含む所要のフッ化水素酸中に浸漬される浸漬プロセスを用いて行われる。
浸漬エッチング・プロセスの短所の１つは、典型的にウエーハがそれに固着あるいは埋没状態になる多数の粒子の増加を呈することである。半導体ウエーハの特徴サイズが現在典型的に０．１乃至０．５ミクロンの範囲内のサブミクロン・サイズに小さくなり続けるため、汚染を最小限に抑えることが更に重要になる。これらの小さな特徴サイズはまた、表面張力の作用がエッチングの均一性および結果として得る製品品質を低下させ得る故に、浸漬処理の別の問題を生じる。

フッ化水素酸（ＨＦ）を含有するガスを含むエッチャント・ガスを用いてシリコン・ウエーハを処理できることがこれまで知られている。Ｐ．Ａ．Ｍ．ｖａｎｄｅｒ　Ｈｅｉｄｅ等の論文「Ｅｔｃｈｉｎｇ　ｏｆ　Ｔｈｉｎ SiO_2 Ｌａｙｅｒｓ　Ｕｓｉｎｇ　Ｗｅｔ　ＨＦ　Ｇａｓ」は、ＨＦ、水および窒素の混合蒸気を用いることにより二酸化ケイ素層のエッチングについて記載している。この論文は、１０％のフッ化水素水溶液を含む容器中の窒素キャリヤ・ガス流の使用について述べている。窒素キャリヤは、エッチングされる小さなシリコン・ウエーハの表面に対してノズルを介して指向されたエッチャント・ガス流を生じた。実質的に開放大気プロセス下に置かれた空中湿度の影響を低減するため、乾燥窒素流がウエーハの反対側に送られた。ＨＦ溶液の温度表示は２５～４０℃であり、ウエーハは２５乃至約６０℃であった。また前記著者等は、エッチング後の真空下の高温度処理が酸素の完全な除去をもたらしたと報告している。

先に述べたプロセスの１つの欠点は、所定のプロセスの露出時間が終了した後もエッチングが継続することである。この結果、デバイスの差渡し特徴サイズのばらつきによる不均一なエッチング速度および結果として得る集積回路デバイスにおける諸問題をもたらした。エッチングの均一性もまた、プロセス装置が処理されるウエーハに対する反応ガスの均一な提供の保証ができない点で不充分である。流入するキャリヤ・ガス流による蒸気の取り込みのばらつきは、処理に影響を及ぼし得るエッチャント・ガス流における瞬間的なばらつきをもたらす結果となり得る。このような欠点は、これも非常に遅いエッチング速度をもたらす結果となったキャリヤ・ガスの実質的な希釈効果の故に、報告された処理においては重大ではなかった。

ｖａｎ　ｄｅｒ　Ｈｅｉｄｉが述べた処理の別の重大な欠点は、エッチング速度が非常に遅く、従って、大量の生産速度が維持されねばならない商業的処理の観点からは実用的ではないことである。著者達は初期湿潤時間を作る必要について述べ、僅かに１．２乃至３．５ナノメータの非常に薄い層を除去するためには３．５乃至５分の期間が受入れ得るとして報告された。結果として表示されたエッチング速度は約１分／ナノメータ（１分／１０Å）であった。これらの比較的遅いエッチング速度は、５０乃至１０００Åの層を除去する処理時間が５乃至１００分という商業的に実施不能なものとなる。このような処理時間は、広く用いられる浸漬処理を用いて可能なより早い処理時間に代わるものとしてｖａｎ　ｄｅｒ　Ｈｅｉｄｅの蒸気処理の受入れを妨げるほど遅いものである。

Ｂｌａｃｋｗｏｏｄ等の米国特許第４，７４９，４４０号は、無水ＨＦの供給を用いる基板から膜を除去するための気体プロセスを提示している。このプロセスは、間挿窒素流をウエーハ上に流し、次に無水フッ化水素ガスの如き無水ハロゲン化水素ガスが望ましい反応ガス流を導入すること含むものと記載される。水蒸気に伴われた窒素流もまた、無水ＨＦガス流を与える前にウエーハに対して流され、これが無水ＨＦガス流が停止するまで継続される。このような形式の処理は、約５乃至３０秒の短い処理期間中に不均一な混合の発生をもたらす。初期の期間中、専ら水に伴われたキャリヤ・ガスが最初に導入される。これは、非常に短い期間にわたり水表面を急に増す湿度に曝す。その直後に、水蒸気の前の導入およびＨＦの急激に終了する導入の故に、水蒸気を含む有効に均一な即ち平衡な状態に達し得ない無水ＨＦガスが存在し、これがウエーハ表面における地点間で変化する非常に反応性のある組合わせを生じる。結果として生じる非常に反応性は高いが不均一なエッチャント・ガスは高いエッチング速度を得ることができる。不都合にも、このプロセスを用いた結果は非常にばらつきが多く、デバイス間の不均一性と共に同じデバイスにおける不均一なエッチングが共通の問題であることが証明された。この処理システムの受入れは最初は熱心であったが、エッチング速度における不均一性問題のひどさの故にチップ製造者は略々放棄してきた。

この不均一性問題はまた、この種の処理の間に生じる高速エッチング反応中のチップ表面における有効な局在化されたＨＦ水濃度に対して非常に重要な影響を及ぼし得る処理される材料の基質に存在する水分量のばらつきの結果として生じる。同様な方法で他の処理を受けたウエーハは、数時間も周囲の条件下に置かれることにより大気の水分を炉外で早く処理され、あるいは他の水分除去処理法の他のウエーハよりも実質的に大きな程度に取込

む故に、非常に異なるエッチング速度を呈し得る。ウエーハのこのような水分のばらつきは典型的であり、どんな特別な大気中処理以前の処理は必ずや処理時間、処理手順あるいはその両方を増加させる。

ＨＦを用いるウエーハの蒸気エッチングに対する別の更に最近の試みが、Ａｄｖａｎｔａｇｅ　Ｐｒｏｄｕｃｔｉｏｎ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ社のＥＤＧＥ　２０００と呼ばれる処理装置に取入れられている。このシステムは、エッチャントによる処理に先立ちウエーハを真空処理する特別な形態の処理チャンバを使用する。この試みは、先に述べた不均一なエッチング速度の問題に対処するためウエーハから残留水分を除去しようとする。比較的短い期間の真空処理では、全ての水分のばらつきを取除くことができない。ウエーハは、ウエーハに対して片側または両側から縦方向に指向される非常に反応性の高いＨＦ水ガス流に曝される。流入する反応性ガス噴流が、ウエーハ表面の中心より偏った領域に衝突し、水での除去ための真空処理にも拘わらず、このような偏った衝突のため、典型的に質量輸送における不均一性を結果として生じる。

この発明は、半導体ウエーハ、基板および本文に述べた斬新な処理を用いる類似の装置の蒸気処理がある種の処理において望ましくない粒子の形成をもたらす結果となり得ることを発見した。粒子は局部的な析出物に、あるいはウエーハの全処理面上に全体的に析出した拡散層に著しかった。ある場合には、この粒子は目に見える霧を形成するほど集中する。他の場合には、粒子は単に拡大装置を用いて観察可能であるに過ぎない。

ウエーハ表面上に形成する粒子の正確な性質は確実には知られていない。しかし、これは、フッ化水素酸によりケイ素酸化物の除去に副反応作用を掛け合わせることにより形成される１種以上のフルオロケイ酸塩となるものと信じられる。形成され得る１つの可能なフルオロケイ酸塩はH_2SiF_6、即ちヘキサフルオロケイ酸である。他の化合物即ち固相混合物もまた存在し、形成される一次粒子である。

このため、低い汚染および粒子カウントを達成しながら非常に有効なエッチング速度で均一かつ反復可能な結果を提供する気相ＨＦおよび他の化学的処理のための技術の強い需要が依然として存在する。本発明の他の目的および利点についても本文に提示される。

本発明の望ましい実施態様は以下に簡単に述べる添付図面において示される。

【図面の簡単な説明】

図１は、本発明による蒸気処理ウエーハの望ましい形態を示す側面図、

図２は、本発明による蒸気処理ウエーハの他の望ましい形態を示す別の側面図、

図３は、本発明のプロセスを実施するため有効な処理装置の正面図、

図４は、自動転送装置がインベントリ状態からディスクを装填し外すための第１の位置にある状態の図３に示した処理装置の平面図、

図５は、自動転送装置がディスクが化学処理チャンバから装填され外される第２の位置にある状態の図３い示した処理装置の平面図、

図６は、自動転送装置がディスクが放射線気化処理装置から装填され外される第３の位置にある状態の図３に示した処理装置の平面図、

図７は、図３に示される処理装置の化学処理サブユニットを形成するウエーハ保持処理ヘッドおよび関連するベースの断面図、

図８は、分離状態で示した図７のウエーハ保持処理ヘッドの平面図、

図９は、図８のウエーハ保持処理ヘッドの側面図、

図１０は、図８のウエーハ保持処理ヘッドの底面図、

図１１は、図７の線１１－１１に関する断面図、

図１２は、図７の線１２－１２に関する断面図、

図１３は、図１１の線１３－１３に関する断面図、

図１４は、図７の処理ヘッドの一部を形成するウエーハ支持フィンガ構造を示す拡大断面図、

図１５は、関連するヘッド運動機構と共に図７の処理ヘッドおよびベースを示す側面図、

図１６は、処理ヘッドが降下位置にある図１５に示した機構の部分拡大断面図、

図１７は、処理ヘッドが揚上位置にある図１５に示した機構の部分拡大断面図、

図１８は、処理ヘッドが後方へ傾斜した更に揚上位置における図１５に示した機構の側面図、
図１９は、別の形式の処理ヘッド支持機構の図１５と類似の側面図、
図２０は、図３の処理装置の一部を形成する熱処理サブユニットの入口側を示す、内部構成要素を示すため一部が破断された拡大側面図、
図２１は、図２０に示した熱処理装置の平面図、
図２２は、図２０の熱処理装置の一部を形成する輻射熱シールドを単独で示す平面図、
図２３は、図２０の熱処理装置の一部を形成する支持リングを単独で示す平面図、
図２４は、図３の処理装置において使用される望ましい制御システムの各部を示す概略立面図、
図２５は、図３の処理装置において使用される望ましい制御システムの別の部分を示す概略立面図、
図２６は、図３の処理装置の流体処理動作を示す概略図である。
（実施例）
（気相処理）
本発明による新規な処理は、エッチャント・ガス即ち反応ガスとして使用される混合蒸気または溶液の生成を含む。処理において使用されるエッチャントは、望ましくは１種以上の酸、更に望ましくはハロゲン化水素酸、最も望ましくはフッ化水素である活性成分を含む。この最も望ましいエッチング混合蒸気は、フッ化水素酸と水蒸気を含む。水蒸気は、希釈剤として働き、フッ化水素酸の反応性を誘起する上で重要である。
混合蒸気を生成してエッチングされるウエーハあるいは類似の物品に供給する方法は、半導体チップ製造産業における使用を保証する適当な利点の商業的に実施可能なプロセスの達成において非常に重要となる。混合蒸気は、エッチャントあるいは他の反応性ガスとして働く活性エッチャントおよび希釈剤の略々均一な混合蒸気を生成する方法において作られることが望ましい。この混合蒸気は、反応蒸気を供給する液相ソースと平衡状態にあることが最も望ましい。この液相ソースもまた均一に混合されあるいは液状であることが望ましい。
この新規なプロセスの典型的な利用は、シリコン・ウエーハからの二酸化ケイ素の如き酸化物および窒化物の除去にある。これらプロセスもまた、半導体を含むヒ化ガリウムおよびインジウムの如き他のウエーハおよび基板材料の処理にも潜在的に適用し得る。エッチングまたは他の化学的処理を必要とする更に他の種類の半導体ディスク、ディスプレイ、磁気ディスクあるいはこの種の他の物品もまた、本文に述べる新規なプロセスを用いる処理におそらくは適しよう。
エッチャント・ガスは、均一な平衡蒸気エッチャントが作られることが望ましい液体ソースを形成する、均一な混合液体即ちフッ化水素酸と水の溶液から作られることが望ましい。少なくとも第１の化学薬物および第２の化学薬物を有する他のエッチャントおよび希釈剤ソースあるいは他の多重化学系もまたあり得る。
望ましい液相ソースは、１：１００乃至１：１（フッ化水素酸対水）の適当な範囲ないの相対モル濃度を生じる充分な量のフッ化水素酸および水からなることが望ましい。エッチャント蒸気の液体ソースは略々１：５０乃至１：５（フッ化水素酸対水）の範囲ないの相対モル濃度を生じるに充分な量を含むことが更に望ましい。
液体の処理流体即ちエッチャント・ソースを用意する際に使用されるフッ化水素酸および水は、有機または無機材料の汚染粒子のない非常に高純度のものであることが望ましい。現在使用可能な化学的精製法により得られる最高あるいは準最高の純度レベルが最も適当である。
処理混合液は、高速処理に対する良好な蒸気生成を生じる組成の蒸気圧力を生じるのに適する温度に維持されることが望ましい。略々１０乃至１００℃の範囲内の処理液体温度がフッ化水素エッチャント液に適当である。２０乃至４０℃の範囲内の温度が更に望ましく、２０乃至２５℃の周囲温度が最も典型的である。
蒸気処理は、処理液体の沸騰を阻止するに充分な高さである圧力の包囲された即ち密閉さ

れた処理チャンバ内で行われることが望ましい。混合液体の温度に従って、略々１００乃至２０００トールの範囲内の処理圧力が使用可能である。最も望ましい６００乃至９００トールの範囲内の大気圧では、５００乃至１５００トールの範囲内の圧力が更に望ましい。

液相の処理混合物は、望ましくは適当な蒸発強化装置によって蒸気形成が補佐される。液相の気化は、以下に述べる如き再循環システムによる循環および混合などによる適当な攪拌により、あるいは処理液体の他の攪拌および混合によって強化することができる。あるいはまた、蒸気形成を促進するため超音波攪拌を使用することが更に可能である。促進された蒸気形成は、処理能力および処理されるウエーハまたは他の装置に対する気相の混合物の可用性の増強に役立ち得る。

本発明の新規なプロセスにおいて使用される均一なエッチャント・ガスまたは他の反応ガスは、エッチングまたは他の化学的処理される表面と均一に接触するように処理されるウエーハに対して供給されることが望ましい。キャリヤ・ガスの使用は、このような試みの実質的に複雑かつ劣った効果を発明者が知る故に特に使用されない。キャリヤ・ガスは、蒸気を希釈してエッチング速度を低下するのみならず、処理されるウエーハ表面に対する均一かつ有効なエッチングの維持において大きな別の問題を生じる傾向を呈する。

望ましいエッチャント・ガスは、エッチャントおよび希釈剤、あるいは典型的なフッ化水素酸および水の如き他の構成薬剤の顕微鏡的な局部の集中における非均一性およびばらつきの可能性を最小限に抑えるように特に設計される方法でウエーハの処理面に対して接触させられる。フッ化水素酸混合液のエッチング速度は、これら組成の異なる相対濃度の関数として急激に変化する。ますます小さくなる特徴サイズを有するチップにおいて更に厄介となる不均一なエッチング速度をもたらす結果となるこのような変化は半導体産業を困惑させてきた。

反応蒸気を供給する望ましい方法は、均一な混合液体のプールから蒸気を生成することである。均一な混合液体は、処理されるウエーハ面に対して物理的に密に接近する上で最も望ましい。これは、望ましくは適当な攪拌により均一な状態に維持される液体ソースのプールを形成することにより有効に達成される。次に、ウエーハは、これをソース・プールに密に設置することにより、あるいは他の方法で液体ソースから処理される装置に対して反応性混合ガスを有効に送ることにより処理される。この送る方法は、処理されるウエーハ表面に均一なエッチャントまたは反応ガスを提供しなければならない。

エッチャント蒸気の処理されるウエーハ面への望ましい供給方法もまた、処理面を下方に向けることである。これは、処理面を重力による表面への粒子の移動を妨げるように処理面を提供する。下方に向けることはまた、蒸気の液体ソースに対してウエーハの処理面を更に近付けて並置させ、ソースと面間の質量輸送を改善して高いエッチング速度を維持するためにも有効に用いることができる。処理されるウエーハ面は、循環および質量輸送を容易にするためエッチャント液ソースの表面から２乃至１００ｍｍの適当な範囲内にあることが望ましい。

本発明の新規なプロセスはまた、ウエーハの全処理面上に反応ガスを均一に付着させるため、エッチング蒸気の供給中にウエーハを回転あるいは他の適当な運動を与えることを含む。処理されるウエーハの回転または他の相対的運動もまた、ソース、蒸気および処理面間に充分な質量輸送を生じる循環を生じる上で重要である。充分な回転速度では、所要の質量輸送および循環を生じるのに有意義であり得る渦作用が生じる。循環するエッチャント蒸気におけるこのような動的な流れもまた、ウエーハ全体のエッチング速度が均一となりウエーハ間で反復し得るように蒸気相に均一性および平衡状態を維持する上でも重要である。

ウエーハの動的作用は、少なくとも２０回転／分（ｒｐｍ）の回転速度であることが望ましい。２０ｒｐｍより低い速度は、システムの処理の必要を満たすには不充分であることが判った。更に、過度の速度がウエーハにおける粒子カウントに大きな悪影響を生じると考えられる故に、相対的なウエーハ回転速度は２０乃至１００ｒｐｍの適当な範囲内にある。正確には特定の機構は知られていないが、高い回転速度は粒子が液体ソースまたは処

理装置のいずれかからウエーハ表面まで移動させる点まで攪拌されるような過剰な乱流を生じるものと考えられる。高い回転速度はまた、処理されるウエーハ表面へ粒子を移動させる乱流により高められる可能性を促すおそれがある電荷（静電気）を生じさせることがある。

２０乃至１０００ｒｐｍの範囲内の回転速度は使用可能であるが、実験によれば、約３０乃至８００ｒｐｍの範囲内の回転速度が、この範囲外の回転速度と比較して粒子カウントを低く維持する上で改善されることが判った。回転速度が５０乃至４００ｒｐｍの範囲内にある時、更に重要な改善が示された。約５０乃至２５０ｒｐｍの範囲内の回転速度が更に望ましい。ここに示した速度は、直径が約２００㎜（８インチ）までのウエーハに妥当する。更に大きなウエーハ・サイズも、生じる遠心力が増加する故に更に注意を払えば、このような速度において適当に処理することができる。

本発明の斬新なプロセスは更に、先に述べたエッチングの如き気相の化学的処理の後にウエーハを乾燥することを含むことが望ましい。蒸気処理は、ウエーハ表面への蒸気の凝結をもたらし得る。この乾燥は、先に述べた気相処理の直後に酸処理後の回転サイクルを含むことが望ましい。ウエーハは、気相処理中あるいは１０００ｒｐｍ以上の如き大きな回転速度で回転される。約１０００乃至３０００ｒｐｍの範囲内の回転速度が適当であり、１０００乃至２０００ｒｐｍが最も望ましい。

スピン・ドライ処理は、乾燥プロセスを更に補いあるいは終わらせるため適当な乾燥ガス流を処理チャンバに流すことによっても助けることができる。乾燥ガスは、窒素または不活性ガスの如き非反応性ガスであることが望ましい。乾燥ガスは、加熱しあるいは周囲温度で供給することができる。０乃至２００℃の範囲内の温度を持つ乾燥ガスが適当であり、２０乃至１００℃の範囲内の温度が更に望ましい。乾燥ガスは、乾燥される処理面に対して衝突するように供給することができる。

（処理装置）

図１は、本発明の新規なプロセスを実施するための望ましい半導体処理装置の関連部分を示している。処理装置１０は、処理チャンバ１６を包囲する処理ボウル１４と係合する可動ヘッド１２を含む。処理ヘッド１２は、処理面を下方に向けた所要の姿勢のフィンガ３４を用いてディスク状のウエーハ２０を保持するための適当なウエーハ・ホルダー３０を含む。このウエーハ・ホルダー３０には、ウエーハを先に述べた所定の回転処理において回転させる駆動軸３１と結合されるモータまたは他の駆動部（図示せず）が設けられている。

図１に示した構成は、気相エッチャントを生成するため使用される下にある液体ソースのプール４０の上方に重ねた状態でウエーハ２０を含む。近接距離D_pは、液体エッチャント・ソースの高いレベルと処理される最も近いウエーハ面との間の離間量を定義する。D_pの望ましい範囲は、２乃至１００ｍｍである。ウエーハ２０の処理面は、下にあるプール４０と並んで正反対側にある。

処理装置１０はまた、均一な液相の組成混合物を維持するための手段が設けられることが望ましい。これは、液体がドレーン弁５５を経て廃棄管路５３へ排出されるシステムの流出管路５１を有する中心ドレーン５０の形態で適当に提供される。流出管路５１は、貯溜部６０に開く再循環管路５５を形成するよう分岐されることが望ましい。貯溜部６０には、処理液体を所要の温度で維持あるいは供給するための温度制御される電気抵抗加熱コイル６３の如き適当な温度制御装置が与えられることが望ましい。あるいはまた、コイル６３は貯溜部６０の内容物を冷却あるいは加熱するため使用される流体熱交換器でもよい。ＨＦおよびエッチャント液が使用される時、１０乃至１００℃の適当な範囲の温度が最も適当である。異なるエッチャントまたは他の処理流体が使用されるならば、別の処理温度も使用できあるいは必要とされよう。

貯溜部６０には、適当な混合ポンプ６５の流入側へ流体を循環させるポンプ供給管路６１の形態で流出路が設けられる。ポンプ６５および流出弁６８は、ある量の処理液を置くって処理チャンバ１６の下部にプール４０を形成するように制御される。再循環する液体ソースから粒子を取除くため、フィルタ６７がポンプ吐出管路６６に設けられている。貯溜

部再循環弁５６がプール４０のレベル制御を助けるため設けられる。
また、処理装置１０は、市販される適当な設計の超音波攪拌器７５が設けられる。攪拌器７５は、攪拌して蒸気の形成を促進するため酸処理中に付勢することができる。
図１はまた、処理チャンバ１６に乾燥ガス供給管路７７から窒素または他の乾燥ガスを受取る乾燥ガス導入ポート７６が更に設けられることを示している。乾燥ガスは、ウエーハと略々同じ高さあるいは僅かに下方にあって乾燥ガス流を処理されたウエーハ表面を横切って流れさせるよう指向される複数の周部に隔てられたポートを介して処理チャンバへ流入することができる。
（装置の動作）
処理装置１０は、本文に述べたプロセスを実施するため作動させられる。エッチングに先立ち、ウエーハ２０は、処理される特定の集積回路製品に応じて種々の関連処理ステップで他の方法で適当に処理される。ヘッド１２は、ウエーハ・ホルダーにより所定位置に保持されるウエーハ２０が装填される。このヘッドは、次にボウル１４と封止関係に配置されあるいは他の方法で適当に調整されて、処理されたウエーハ２０表面と接触してエッチングを行うため供給される均一な気相に影響を及ぼすおそれがある通気および他の実質的な漏洩を生じないように処理チャンバを封鎖する。
その後、ボウルはポンプ６５、供給管路６６および弁５２、５６、６８の適当な制御部を用いてエッチャント蒸気を生成するためソース液体が充填される。ウエーハは、図示の如く充填動作中適当な速度で回転され、エッチャント液ソースとウエーハ面と隣接する処理チャンバ内の気相エッチャント・ガスとの間に平衡状態を短時間良好に確立するため保持されることが望ましい。この平衡状態は、システムの大きさおよび接近間隔に応じて典型的には１０秒乃至１分以内確立することができる。攪拌器７５あるいは貯溜部６０内の再循環ループは、これから蒸気を生成するのを助けるためエッチャントの液相ソースを攪拌するため使用することができる。所定の速度でのウエーハの回転運動は、エッチングを実施するため継続される。エッチング時間は一般に略々３０秒乃至３分の範囲内であり、１分のエッチング時間が最も典型的である。ポンプ６５および弁５６、６８は、均一性を維持し、再循環中液体から粒子を取除くため０．１ミクロン以下のフィルタであることが望ましい再循環フィルタ６７で液体を濾過するためソース液を再循環させるように適当に制御することができる。
エッチングが適当に完了した後、弁５６が開かれてエッチャントのソース液体のプールが再使用のため貯溜部６０へ排出される。あるいはまた、このプールは消費されると弁５２を介して排出することができる。プール４０が排出された後、ウエーハの回転速度は、凝結蒸気の除去を助けて残渣の可能性を最小限に抑えるため、典型的に約１０００乃至２０００ｒｐｍの範囲内の速度に増せることが望ましい。このようなエッチング後の回転処理は、典型的には、３０秒乃至２分の期間、あるいは適当なだけ行われる。処理後の回転は、ポート７６を用いて乾燥ガスをチャンバ内に流しながら行うことも可能である。エッチング後の回転動作の後、ヘッドは上方へ移動され、ウエーハは以後の処理のため適当な方法で取外される。
図２は、先に述べた装置１０と似た別の処理装置１１０の各部を示している。大きな相違は、内部のエッチャントまたは他の処理流体プール１４０をウエーハ１２０の周囲に保持するため処理ボウル１１４に周部溝１１７が提供されることである。ウエーハおよびウエーハ支持ホルダーが、環状プールとウエーハ１２０の処理される下面との間に蒸気の循環を生じるよう密に接近状態に延長することが望ましい。ドレーン１５０および流出管路１５１は、図１に関して先に述べた如き再循環および排出システムに対して同様に接続されている。図２に示されるシステムは、先に述べたものと同じか同様なプロセスを用いて動作させられる。
（事例）
エッチャント液は、約１：２０（フッ化水素酸対水）のモル比を生じるに充分な量のフッ化水素酸と水を混合することにより調製される。この液体は、次に図１に関して説明し示したものと似た処理装置へ装入された。この水と酸の混合物は、次に均一性の保証を助け

るように循環させられ、貯溜部へ排出された。混合液は室温で使用された。ウエーハは処理装置のヘッドに取付けられ、このヘッドおよびウエーハが処理のため配置された。エッチャント混合液が回転するウエーハの下方の処理ボウルに充填される間、ウエーハは約１５０ｒｐｍで回転された。ウエーハは、エッチャントのプールから約５．７ｍｍ隔てられた。混合液が充分にボウルに充填された後、ウエーハは約６０秒間処理された。その後、処理チャンバが、約１分間周囲条件および約０．１４ｋｇ／ｃｍ^2（約２ｐｓｉ）の圧力における窒素流を供給されてウエーハ表面から残留エッチャント蒸気を蒸発させるのを助ける。結果として得たウエーハが検査され、商業的処理に適する良好なエッチング均一性およびエッチング速度を有することが判った。

（放射線気化処理法）

本発明による新規なプロセスは更に有利なことには、凝集したフルオロケイ酸塩または先に述べたエッチング・プロセス中の副生物として生じた他の粒子を除去する熱気化ステップを盛込むことができる。凝結したフルオロケイ酸塩または他のエッチング副生粒子の生成は、特定プロセスにおいては重大であることあるいは重大でないこともある。しかし、エッチング条件または薬物がこのような粒子をウエーハの処理された面に形成させる場合、その除去が要求されるのが典型的である。

エッチング副生物の気化は、処理されるウエーハあるいは他の装置を適当に加熱することにより行われることが望ましい。これは、ウエーハを加熱チャンバにおける如く熱に曝すことにより、あるいは更に望ましくはウエーハの加熱および除去されるエッチング副生物の気化を生じるためウエーハを充分量の赤外線に曝すことによって有効に行うことができる。気化を生じるため用いられることが望ましい放射線加熱プロセスは、ウエーハの処理面または非処理面、あるいはその両方に対して行うことができる。放射線は背面即ち非処理面に対して露出されることが最も望ましい。

エッチング副生物の気化において用いられることが望ましい放射線加熱プロセスは、存在する特定の副生物の気化を生じるのに充分な期間行われる。加熱ステップは通常、略々３０秒乃至５分間、更に望ましくは３０秒乃至２分の範囲内の期間だけ行われる。

気化に必要な放射線束は、主として所要加熱速度および処理される装置の大きさの関数である。それぞれ５００ワットの３個の石英ハロゲン・ランプの使用が、約１３乃至１００ｍｍ（約０．５乃至４インチ）の距離で約１５０乃至２００㎜（６乃至８インチ）のウエーハの処理に対して所要の早さであることが判った。

処理されるウエーハは、典型的には気化処理の間１００乃至３００℃の範囲内の温度に加熱される。先に述べたフッ化水素酸液処理を用いる時、気化処理は１００乃至２００℃の範囲内であることが望ましく、更に望ましくは１００乃至１５０℃、最も望ましくは約１３０℃である。所要の気化処理温度は、ウエーハの表面から除去される特定の副生物およびウエーハの大きさおよび材料に依存し得る。

（自動化されたウエーハ処理装置）

図３乃至図６は、自動化された製造装置における化学的処理および放射線気化処理の双方を盛込んだ本発明による望ましい半導体処理装置２００を示している。処理装置２００は、基部２０２と保護用の上部構造２０３とを有するフレームワーク２０１を含む。基部２０２は、図２４およびず２５に示される制御システムおよび図２６に関して述べる流体処理システムを含む種々のシステム構成要素の検査および保守を可能にする接近ドアを含むことが望ましい。この基部はまた、以下に述べる如き種々の構成要素を支持する上部デッキ面２０９をも含む。基部は、ポリプロピレンまたは他の適当な材料から作られることが望ましい。

上部構造即ちカバー２０３は、処理装置の基部２０２の大部分の上方に延長している。カバー２０３は、待機中および処理中にウエーハの酸化あるいは他の反応を防止しあるいは低減するため、内部領域を窒素または他の適当な非反応性ガスでパージすることを可能にする。前壁部あるいは他の適当な側壁部は、上部デッキ２０９に取付けられた構成要素に対する接近ドアとして機能することが望ましい。カバー２０３はまた、上部デッキ面２０９に取付けられた覆われた構成要素に対する完全な接近のため完全に取外すこともできる

。カバー２０９はまた、処理の事故に対して安全遮蔽物を提供し、以下に述べる自動転送システム２１０の作動にに対して人間が接近しあるいは曝されることのないようにする。プレキシガラス即ちポリカーボネイトお如き適当な耐酸性の透明材料が、装置２００の動作中の監視を可能にするためカバー２０９に対して使用されることが望ましい。
処理装置２００は更に、処理されるウエーハのインベントリのためウエーハ・インベントリ構造２０５と、本文に教示する如き化学的処理を実施するための化学的処理即ちエッチング・サブシステム３００と、本文に述べる如き熱処理のための放射線気化処理サブシステム４００と、他のサブシステム間にウエーハを移動するための自動転送装置２１０とを含む。
処理装置２００のインベントリ・サブシステムは、ウエーハ受取り装置２０５の如き１つ以上のインベントリ構造を含む。ウエーハ受取り装置２０５は、多数の適当な市販のウエーハ・キャリヤ設計から選択することができる。図示の如く、ウエーハ受取り装置２０５は、複数の部分的に閉鎖されたウエーハ・インベントリ容器２０７を有するウエーハ支持構造を含み、この容器はウエーハ２０を受取り縦方向に重ねられた平坦な水平位置に保持するように指向され、ウエーハの円を描く中心軸が共通に垂直線２０６に沿って整合される。ウエーハ受取り装置２０５は、処理を待っているウエーハをインベントリし、また処理装置２００の残りのサブシステムにより既に処理されたウエーハをもインベントリするため使用されることが望ましい。図示の如く、カバー２０３は、ウエーハ受取り装置２０５を内部に取付けることを可能にする前方ドアにカバーのインベントリ容器２０８を提供することにより使用された。
処理装置２００は、自動転送装置２１０であることが望ましいウエーハ転送サブシステムを含むことが望ましい。この自動転送装置は、処理されるウエーハまたは他の装置を処理するため使用される。図示の如く、自動転送装置２１０は、ウエーハを挿入してウエーハ・インベントリ装置２０５から取外す。ウエーハはまた、インベントリ装置２０５から化学的処理即ちエッチング・サブシステム３００へ転送される。転送装置２１０はまた、エッチング・サブシステム３００からウエーハを取外し、これらウエーハを放射線処理サブシステム４００へ再び置く。ウエーハが放射線処理サブシステム４００により処理された後、転送装置はインベントリ装置２０５における完成したウエーハをインベントリするため使用される。
自動転送装置２１０は、先に述べた如く処理装置２００の種々のサブシステム間の静かであるが比較的迅速な移動が可能な種々の自動システムから選択することができる。ＰＵＭＡブランドのモデル２６０ＣＲが満足できることが判った。望ましい自動転送装置２１０は、スイベル・ベース上に載置される２本のアーム２１１、２１２を含む。本装置はまた、所要の姿勢に旋回する可動遠端部を含む。アームは、処理されるウエーハ２０または他の装置と係合して保持するためのウエーハ係合ヘッド２１３を調整自在に支持する。係合ヘッド２１３は、ウエーハの裏面に沿って延長して供給される吸引作用を用いてウエーハを保持する市販のウエーハ真空ヘッドであることが望ましい。
図４、図５および図６は、３つの異なる動作位置における自動転送装置２１０を示している。図４は、ウエーハがウエーハ受取り装置２０５から装填され外される第１の位置即ちインベントリ位置の転送装置２１０を示す。図５は、エッチング・サブシステム３００からウエーハが装填され外される第２の即ち化学的プロセッサの装填および取外し位置の転送装置２１０を示す。図６は、放射線処理サブシステム４００からウエーハが装填され外される第３の即ち放射線プロセッサの装填および取出し位置における転送装置２１０を示している。
図７乃至図１８は、化学的処理サブシステム即ちエッチング装置３００を示す。図７は、エッチング装置３００が処理ボウル組立体３１４と係合する可動ウエーハ支持ヘッド３１２を含む。上部処理チャンバ３１６は、ボウル組立体の上部内で処理ヘッド３１２の下方にこれらが一体に配置された時画成される。ウエーハ支持ヘッド３１２は、以下において更に詳細に述べる可動ヘッド支持構造５００を用いてフレームワーク２０１に運動自在に取付けられる。

ウエーハ支持ヘッド３１２は、一般に略々ディスク形状でありヘッドの主構造部を構成する主カバー部即ちシュラウド３１３を含む。カバー３１３の外周部は、リム３１８を形成するように下方に曲げられている。リム３１８は上に向いた環状凹部３１９を有し、これを介して窒素または他のパージ・ガスを供給できることが望ましい。リング形状のバンド部３６７は、凹部３１９の内側に沿って延長しこれを覆って一緒に導管路を画成する。一連の小さなパージ・ノズルが、パージ・ガスを凹部３１９から以下に述べるフランジ３６２に向けて内方へ送る。カバー３１３はまた、モータ支持部３５８が収受される中心開口が設けられる。カバーは、フッ化ポリビニリデンまたは他の適当な耐酸性材料から作られることが望ましい。

処理装置ヘッド組立体３１２はまた、以下に更に詳細に述べる駆動組立体を覆うキャップ３６０を含む。キャップ３６０の上端部は、モータ支持部３５８上にスペーサ３２６により支持されるキャップ座３２７により螺合される。スペーサ３２６は、キャップ座３２７に形成された貫通穴３２８が通る固定具（図示せず）を受止める内孔を有する。キャップ３６０の頂部内には、保守あるいは他の処理装置用途における如きヘッド組立体を揚上し支持するため使用される便利な特徴である、キャップ座３２７により形成されるツール結合凹部３６１である。

処理装置ヘッド３１２はまた、ウエーハ・ホルダー即ち支持部３３０を含む。ウエーハ支持部３３０は、ヘッド組立体の残部に運動自在に取付けられて処理されるウエーハと蒸気冠に回転運動または他の適当な相対運動を生じる。ウエーハ支持部は、露出した下を向いた前面と、処理される２０から除去される上を向いた背面とを有するディスク状ウエーハ支持板３３９を含む。このウエーハ支持板は、周部で上向きに曲げられたリップ３６２と共にフッ化ポリビニリデンから構成されることが望ましい。リップ即ちフランジ３６２は、リップ３６２とカバー組立体の内面を形成する隣接部分３６７との冠のガス流の制限を助ける外側に向いた平行溝３６３が設けられることが望ましい。

ウエーハ支持板３３９は、図示の如く３本以上の如き複数のウエーハ支持フィンガ３３４を有する。ウエーハ支持フィンガ３３４は、ウエーハ２０の周縁部が保持される把持ノッチ３３８を提供するよう形成される遠端部３３７を有する。支持フィンガ３３４の遠端部は空間的に互いに接近してウエーハ２０を保持し、あるいは外方に開いてウエーハを解放する。

図７および図１４は、ウエーハ支持フィンガ３３４がフィンガ・ブッシング３３５により固定されその撓みおよびウエーハ２０の制御される把握および解放のため必要な相対的な伸縮を許容する。フィンガ・ブッシング３３５は、図１４に最もよく示されるようにフィンガ３３４と一体に形成されることが望ましい。このフィンガ・ブッシングは、ウエーハ２０に対して下に向いた大径の露出面フランジ３２１を有する。フィンガ・ブッシングは、ウエーハ支持板３３９の背面即ち上面と係合するよう取付けられた保持リング３３２により所定位置に保持される。露出された下面はまた、その一部でフィンガ３３４が伸長および収縮位置間で枢動自在に偏向することを許容するため必要な可撓性を生じる環状のウェブ即ちダイヤフラム３２３を画成する。フィンガ・ブッシング３３５は、処理チャンバ３１６内に存在する腐食性あるいは他の化学的環境での使用に適するＴＥＦＬＯＮその他の材料の如き可撓性材料から作られる。

ウエーハ支持フィンガ３３４はまた、結合受け３２５が設けられる上部即ち近端部３４１を有する。この結合受けは、機械的結合を生じるため端部材３４２を収受する。端部材３４２は、結合ロッド３４４により横方向に変位させられて端部材および取付けられたウエーハ支持フィンガを傾斜させる。この傾斜動作は、３本構成の支持フィンガの遠端部の相対的な伸縮を生じる。

支持フィンガの動作は、図７に示される如きフィンガ・アクチュエータ３４３を用いて行われることが望ましい。フィンガ・アクチュエータ３４３はそれぞれ、第１の端部即ち外端部で端部材３４２と枢動自在に結合される結合ロッド３４４を含む。結合ロッド３４４の内端部即ち第２の端部は、位置決めリンク３４５の遠端部と枢動自在に結合される。位置決めリンク３４５の反対側端部即ち支持端部は、位置決めリンク・ブラケット３４７を

用いてウエーハ支持板３３９に枢動自在に結合される。位置決めリンク３４５は、遠端部への取付けブラケット３４７との枢着部および結合ロッド３４４との枢着部から内側に伸びる傾斜角度で指向される。支持ブラケット３４７は、リンク３４５を上方に、また関連するウエーハ支持フィンガ３３４をウエーハを把持しようとする収縮位置へ押圧する偏倚ばね（図示せず）を設けることができる。

ウエーハ支持フィンガは、結合ロッド３４４と位置決めリンク３４５間の枢着ジョイントを下方および内方へ変位させることによりウエーハを解放する伸長位置へ動かされる。これは、結合ロッドを半径方向内方に運動させて、ウエーハ・フィンガの近端部を内方に、反対の遠端部を外方に変位させてウエーハを解放する。結合ロッドは、環状接触リング３５１により下方かつ内方へ変位させられる。ピストン３４９がモータ支持部３５８に形成された円筒状ピストン・シリンダ３５０内で摺動自在である。図７に示される如く加圧流体がピストン３４９の上側に供給されてこれらピストンを下方へ強制し、環状接触リング３５１および結合ロッド３４４間の接触を生じる。ピストンは、ピストン・シリンダ内に設けられた戻りバネ３５２により戻される。

ウエーハ支持駆動部組立体は、モータ支持部３５８に取付けられたモータ３５９を含む。モータ３５９は、ブラシレスＤＣモータであることが望ましい。モータ３５９は、１組のボール・ベアリング３５５により支持される中空のモータ軸３５３を有する。この中空のモータ軸３５３は、モータ軸３５３のフランジ付き軸頭部３５６と端部間に捕捉されたスプライン・ピン３７０を用いてモータ軸に対して軸方向にスプライン止めされる。取外し自在の軸の上端部は、緊締され回転しないようにスプライン止めされた組立体に２本の軸を引張る小さなねじ３７０を受止めるようになっている。フランジ付き頭部は、ウエーハ支持板３３９の背面に形成された軸頭部凹部３６８内に収受される。軸方向に向いた隔てられた回転しないピン３５７が、フランジ付き軸頭部３５６の下面と凹部３６８に形成された対応する穴との間に係合させられる。スナップリング保持具３６９が、フランジ頭部３５６を凹部３６８内に軸方向に保持する。

回転組立体の回転軸Ｘ－Ｘ周囲のフィンガ３３４の角度位置は、回転自在なウエーハ・ホルダー３３０が停止する時所要の位置をとるように制御されることが望ましい。フィンガ３３４の静止位置のこのような割り出しは、自動転送装置の係合ヘッド２１３によるウエーハの適正な係合を生じるように処理ヘッドが開かれる時に必要となる。

図７および図１１は、ウエーハ支持部、モータ、および処理ヘッド駆動部の回転組立体を形成する他の回転自在な部品を位置決めするため使用される望ましい割り出し手段２５０を示す。ロータの位置決め即ち割り出し機構２５０は、モータと端部ナット３７０間に保持された軸スペーサ２７１、２７２および２７３を用いてモータ軸３５３と共に回転するよう取付けられた多面カム回転板２５９を含む。このカム板２５９は、フィンガ３３４と同数の複数の面を有する。回転板２５９の各面は、湾曲したエッジ形態（図１１に示される）を有する。３つの面部の各々の湾曲形態は、軸Ｘ－Ｘにより画成される円に対して傾斜している。このカーブは、面部の隣接端部の高い点２５２から中心の低い点２５３まで傾斜している。中心の低い点は、内方に制御自在に強制されるエッジ係合ローラ２６０により係合される時、デテントとして働く。モータ３５９が動作せず駆動軸３８が自由に回転し得る時、ローラ２６０の内方への作用力がローラ板２５９を枢動させて、回転組立体を図１１に示されるようにカム・ローラ板の低い点２５３内にローラ２６０を収める角度位置へ置く。

ローラ２６０は、クランク・アーム２６２の一端部に取付けられる。クランク・アーム２６２は、キャップ座３２７（図１３参照）から下垂する支持軸２６３上に枢動自在に支持される。クランク・アーム２６２の反対側端部は、２つの平行空圧作動ラム組立体２６６の一部である２つの平行なピストン・ロッド２６５の外端部と接合される枢着部２６４を含む。ラム２６６の残りの端部は、スペーサ軸３２６上に延長するスペーサ２６７を用いて平行に枢動自在に取付けられる。

空圧作動ラム２６６は常に、ローラ２６０がカム付き回転板２５９から半径方向に外れる引込め位置へばねで偏倚されている。ロータ組立体が回転を止めウエーハ板３０の割り出

しが要求される時、小さな空圧作動ラム２６６が回転板２５９のエッジに対してローラ２６０を半径方向内方へ強制するよう延長されることにより、図１１に示される如くロータを位置決めする。デテントは、フィンガ４０が静止状態になることにより関連する自動転送装置２１０の動作要件を満たす時角度的に割り出されることを保証する。

運動監視組立体もまた、回転軸Ｘ－Ｘの周囲のウエーハ板３３０の回転の速度および方向を測定するため処理ヘッド３１２内部に設けられることが望ましい。運動監視組立体は、ロータ指示ディスク２５４の如きロータ指示要素を含む。指示ディスク２５４には、２つの半径方向に隔てられた光ビームを間欠的に通し遮断する一連の周部切り欠き２５５が設けられている。図７は、発光器２５６と光検出器２５７を示し、その間を光ビームが通過する。回転組立体の適正な静止位置決めの確認を行うため大きな切り欠き２５８が用いられる。１つの非対称的な大きな切り欠きを含むむことはまた、回転方向の決定も可能にする。小さな切り欠き２５５は、半径方向外方の光ビームを遮断して角速度の表示を行う。

図７は、処理ボウル組立体３１４の基本的構造をなす第１の即ち外側の処理ボウル部材３７１を用いて処理ボウル組立体が構成されることを示している。外側処理ボウル部材３７１は、ポリ塩化ビニール・プラスチックまたは他の適当な材料から作られることが望ましい。外側処理ボウル部材３７１は、基本的形状が円筒状であり、側壁部２７１および底壁部２７２を有する。環状の第２の即ち内側ボウル部材３７２は、外側ボウル部材の内部に取付けられ、処理ボウル組立体３１４の側壁部に沿って環状ライナーを形成する。この外側処理ボウルの内側底部もまた第３のボウル部材即ち底壁部ライナー３９０で内張りされることが望ましい。この内側ボウル部材および底壁部のライナーは、処理チャンバ３１６において使用されるＨＦまたは他の処理薬剤と直接接触するのに適する材料、望ましくはＴＥＦＬＯＮまたは他の適当なフルオロポリマーから作られる。

処理ボウル組立体の頂縁部および外周部は、処理ボウルの上縁部を覆う外側リングを形成する第４の部材即ちボウル・リップ部材３６６が設けられることが望ましい。このボウル・リップ部材は、処理ボウルが組立てられる時処理ヘッド・カバー３１３が静置する座を提供する。処理ヘッド・リング３６７は、リップ部材３６６の内径に沿って嵌合し、各部品を相互に更に正確に位置決めするよう働く。

第２のボウル部材は、外側ボウル部材３７１の上面に当接する肩部３７３を有する。第２のボウル部材３７３の外側面は、この部材の各部周囲に延長して形成される排気分散チャンバ・チャンネル３７６を有する。ウェブ３７４は、ウェブ３７４と主ボウル部材３７１の内面間のポート３７７で進入するように接続される排気減圧状態の拡散を助けるため第２のボウルの環状延長部により形成される。複雑な排気チャンバ３７５が、ウェブ３７４の周囲の外側部材３７１の内壁部と軸方向に伸びる溝２７５内との間に形成される。溝２７５は上方向に延長して、ウエーハ支持板３３９の周部に沿って制御された排気減圧状態を生じる。排出ポートが排出チャンバ３７５の取付け具３７８に設けられて、チャンバ３７５内で凝結する蒸気の排除を可能にする。排気チャンバの排出具３７８はまた、溢流通路２７７を介して化学作用チャンバ３８９に対する溢流ドレーンとして働く。

第２の処理ボウル部材もまた、隔壁３８２に沿って形成された上部リップ３８１を有する内側部分３８０を有する。リップ３８１は、回転可能なウエーハ支持板３３９のフランジ３６２を持つ狭搾通路を形成するように内側に延長する。これは、制御された排気減圧状態を上部処理チャンバ３１６の周囲への分散を助けるように働く。隔壁３８２の下方には、内側部分３８０の内面が下方および内方へ延長し、中間の内部肩部３８４との交差部に沿って下部の封止リップ３８３を形成する。この封止リップ３８３は斜め下方に指向されて、上部処理チャンバ３１６の底部を形成する可動処理ボウル・プラグ３８５に対して封止する。

第２の処理ボウル部材３７２もまた、環状支持リング即ちリング部材２７９を収受する周部の溝２７８が設けられることが望ましい。リング２７９は、底壁部２７２および底部ライナー３９０を介して上方に延長して第２のボウル部材、底部ライナーおよび外部ボウル部材を一緒に組立て状態に固定する固定具（図示せず）を受止める。溝２７８はまた、外側ボウルと第２のボウル部材間を封止するためのＯリング２８０を収受するようにできる

ことが望ましい。
処理ボウル・プラグ３８５はディスク形状であり、ウエーハ支持板３３９により支持されるウエーハ２０の真下の処理チャンバに跨って延長している。プラグ３８５の上面３８６は中心点から外側にかけてドーム状を呈し、流体の周部への排出を容易にする。このプラグは、上面３８６の周部と処理ボウル・ライナー３８０における封止リップ３８３間に液密シールを制御自在に形成するため上下に相対的運動を生じるように取付けられることが望ましい。プラグ３８５は、隣接する化学作用チャンバ３８９とウエーハ処理チャンバ３１６間の処理蒸気の流通を制御する気相制御弁を形成するため、第２の処理ボウル部材３７２の封止リップ３８３に対して働く。
プラグ３８５は、封止問題を最小限に抑えるため望ましくはプラグと一体形成状態にある可撓性ベローズ３８８が頂部に取付けられることが望ましい。このプラグおよびベローズは、ＴＥＦＬＯＮから作られことが望ましい。ベローズは、大きな横方向運動に対する抵抗を生じながら、制御された上下方向の運動は許容する。プラグ３８５および結合されたベローズ３８８は、望ましくは空圧的に操作される３個のある角度で隔てられた弁プラグ・アクチュエータ３９４により上下方向に運動させられる。各プラグ・アクチュエータは、保持リング２８３と溶接された上端部が拡大されたボスに結合されるスロー・ロッド３９５を有する。加圧ガスは、制御自在かつ交互に内部ピストン２８５の一方の側に供給されて、スロー・ロッドを上下方向に駆動する。取付けリング２８３は、バヨネットまたは他の適当な機械的結合を用いてプラグ下方に位置する。スナップ・リングまたは他の保持具２８４もまた、取付けリングを化学作用チャンバの弁プラグに結合するため使用することができる。ばね２８６は、作動空気圧が無くなる場合にプラグを閉じた状態に偏倚させる。
図示の如く、プラグ３８５には、ウエーハ２０に隣接する処理チャンバ内の温度の監視を可能にするため、熱電対圧縮取付け具２９７の如きセンサ取付け具も設けられる。熱電対または他の温度センサ３９９は、取付け具の通路３９８内部に取付けられる。
ベローズ３８８の底部は、外側処理ボウル部材３７１の底壁部に形成されたアナライザ３９３を貫通する固定具（図示せず）を用いて処理ボウル組立体の底部に結合される。このような固定具もまた、底部ライナー３９０およびベローズの底部フランジ３９１に形成された対応する穴を貫通して延長し、ステンレス鋼の補助リング３９２に対して固定されている。ベローズの底部フランジは、リング状底部ライナー３９０の上部面に沿って形成された環状肩部に静置する。
環状の液相化学薬剤トレンチ即ちチャンバ３８９は、ベローズの外側と、その肩部３８４の下方の第２の処理ボウル部材３７２の内側と、底部ライナー３９０の各分上方間に画成されている。底部ボウル・ライナー３９０の上面は、化学薬剤トレンチ・ドレーン３９６に対する環状の化学薬剤トレンチからの排出を生じるように傾斜している。ドレーン３９６は、図１のドレーン５０と接続されたものと同じかあるいは似た貯溜部および再循環システムに接続されている。エッチャントまたは他の液相化学薬剤は、ドレーン３９６と同じか非常によく似た状態に構成され化学薬剤トレンチの反対側に約１８０°隔てて配置された、化学薬剤トレンチ供給ポート５４９（図２６に示される）を介して化学薬剤トレンチ３８９へ供給される。図７は、代わりに取付け具３７８の構成を示すように修正された。液相化学薬剤は流入口に流れ、２つの対向する半円状の流れに分かれてドレーン３９６を経て排出する。
図１５は、処理ヘッド支持部５００を用いて片持ち構造で支持された処理ヘッド３１２を示している。処理ヘッド支持部５００は、略々水平であり処理ヘッド・カバー３１３に接続された上部アーム５０１を含む。アーム５０１の外端部は、ピン５０３、５０４を用いて支持ブラケット５０２に止められている。ブラケット５０２は、取外し自在のボルト５０６または他の適当な固定具を用いて縦方向の支持軸５０５に取付けられている。
縦方向の支持軸５０５は中空であり、他の形態も可能であるが円筒状である。軸５０５は、ウエーハ支持ヘッド組立体３１２を上下方向に昇降させる縦方向運動を生じるように取付けられ、ウエーハの装填および取外しのため接近を許容しかつ使用のため処理チャンバ

を閉鎖する。軸５０５の縦方向運動は、幾つかの異なる形態を用いて行うことができる。図示の如く、軸５０５は縦方向作動装置５１０の内部に取付けられてその一部を形成し、これは軸の制御された軸方向運動を許容する。

作動装置５１０は、軸５０５を内部に受取る外側作動管５１１を含む。作動管５１１の上端部は、適正な整合を助けるためブラケット５１７を用いてボウル組立体３１４に対して取付けられる。管５１１の下端部は、ブラケット５１５を用いてフレームワーク基部２０２に取付けられる。作動装置５１０はまた、軸５０５の外側における管内部の加圧を可能にするため、軸５０５と管５１１間を風刺する端部シール５１２を含む。軸５０５は、軸の中心位置に形成された溝内で受取られる環状ピストン要素５１３が嵌合される。このピストン要素は、弁５２３または５２４および管５１１の関連する上下の加圧ポートを介して加えられる制御されたガス圧力に応答して、作動装置管５１１の内孔内で摺動する。これは、軸５０５および運動要素として作用する関連するピストン要素５１３を空圧複動ラムを提供する。図１６は降下した処理ピストンにおける処理ヘッドを示し、図１７はウエーハの装填および取外しのため使用される揚上位置における処理ヘッドを示している。

図１５乃至図１７は、軸５０５の下端部が軸と共に運動するブラケット５２０が有効に嵌合されることを示している。静止ブラケット５１５が、フレームワーク基部２０２に取付けられて作動装置５１０の下端部を支持部する。このブラケット５１５は静止ガイド・ロッド５２１も支持している。軸５０５の端部上の可動ブラケット５２０は、軸５０５が作動装置５１０に対して供給される流体圧力に制御的に応答して上下方向に運動するとき、ガイド・ロッド５２１に沿って摺動する。このガイド・ロッド構造は、管５１１内の軸５０５の回転運動を阻止する回転阻止装置として働き、これにより処理ヘッド３１２を処理ボウル組立体３１４との適正な整合状態に保持する。フレームワーク上のガイド・ベアリング５１８もまた、軸５０５の安定化を助けるためこの軸を包囲して摺動自在に受取る。

空圧作動シリンダ組立体５１０の動作により処理ヘッド３１２へ与えることができる縦方向の運動に加えて、処理ヘッド３１２はまた可動水平軸の周囲で図１８に示される如き傾斜位置へ枢動することもできる。これは、最初に上部アーム５０１をブラケット５０２に結合する内側ピン５０３を取外すことにより手動により行われる。ピン５０３を取外すと、保持ピン５０４により形成される水平枢着部の周囲の処理ヘッド３１２の運動を自由にする。処理ヘッド３１２は、図１８に示される位置へ枢動することができ、ウエーハ板３３０および先に述べた関連装置の交換または修理を可能にする。

第２のピン５０４を取外すと、軸５０５の上端部における処理ヘッド３１２全体の交換が必要である時、その交換を可能にする。処理ヘッド３１２と処理装置のフレームワーク２０２内部の間の電気配線および流体管路（図示せず）は可撓性に富み、交換および修理を容易にするため従来の取外し自在なコネクタが設けられている。このような線路は中空の支持軸５０５内で延長されることが望ましい。

ある用途においては、処理ヘッドを軸５０５の縦方向軸の周囲に旋回させることが要求されることがある。このような枢動運動は、図１９に示される如き構造を用いて行うことができ、この場合回転アクチュエータ５２５が垂直ガイド・ロッド５２１および支持部５１５と置換されている。回転アクチュエータ５２５は、処理ヘッド３１２を軸５０５の周囲で所要の角度位置まで回転させるよう設計された空圧作動モータ、液圧作動モータあるいは電気モータでよい。この回転アクチュエータは、軸上に形成された相互に連結するスプライン５２６を用いて軸５０５と機械的に結合される。スプラインは、作動装置５１０の動作に応答して軸の縦方向運動を許容する。

（放射線粒子気化サブシステム）

図２０乃至図２３は、ウエーハ２０を更に処理するため有効に使用することができる放射線粒子気化サブシステム４００を更に詳細に示す。気化サブシステム４００は、ウエーハ２０を均一に加熱するため比較的強い赤外線の拡散ブランケットを放出する。この気化処理装置は、ある処理条件下で結果として生じ得る微粒子副生物を除去するため有効に使用される。この副生物の粒子は、未知の化学的組成であるが、フッ化水素酸による二酸化ケイ素の基本的なエッチング・プロセスに対する副反応との競合の結果生じる水素、ケイ素

およびフッ素からなる１種以上の化合物であると推測される。指示される粒子の一部または全てを形成する１つのあり得る化合物は、H_2SiF_6である。あるいはまた、この粒子は他の化合物で完全あるいは部分的に形成され得る。それにも拘わらず、このような粒子形成を除去するため、あるいは処理されたウエーハを他の処理へ送る前に粒子が除去されたことを保証するため、ある処理システム下でウエーハを更に処理することが望ましい。
本発明による気化処理は、ウエーハまたはウエーハの他の粒子を含む面を適当な気化温度に加熱することにより有効に行われる。発明者の研究によれば、この形態の粒子雲は有効な除去のためには１００℃を越えるエッチング後のウエーハ温度を必要とすることが判る。粒子除去加熱気化処理は、時間および温度に依存する。比較的低い加熱処理温度であり、処理時間は増加する。比較的高い加熱処理温度では、処理時間は短くなる。ウエーハのエッチング後の加熱処理温度は、ＨＦエッチング副生物に対して望ましくは１００乃至３００℃の範囲内であり、更に望ましくは１００乃至２００℃、最も望ましくは約１３０℃である。１００℃の気化温度では、ＨＦエッチング副生物の除去には約２分が必要である。１３０℃では、約１分が必要である。
本発明のエッチング後の加熱処理は、処理されるウエーハまたは他の半導体デバイスに対する汚染物の付着の危険を最小限に抑えるため、非接触状態における加熱によって有効に行われる。エッチング後の加熱を行うための望ましい方法は、ウエーハまたは他の半導体デバイスを熱を生じる放射線に曝すことによる。これは、処理されるデバイスを充分な強さの赤外線あるいは可視光に露出することにより有効に行われる。放射線は、局部的な温度のばらつきを防止しウエーハにおける比較的均一な温度上昇を維持するためウエーハに対して比較的均一な方法でビーム化されることが望ましい。
放射線気化処理サブシステム４００は、ポリプロピレンまたは他の適当な材料から種々の形態で作ることができる保護カバー４０１を含む。図示の如く、カバー４０１は、底部が開放し側部接近口４１０を持つ略々箱状である（図２０参照）。側部接近口４１０は、ウエーハ２０を他で説明した如き適当な処理のため放射線気化処理装置４００内に配置させることを可能にする。図２１は、頂壁部４０２が複数の放熱口４０３を有効に含むことを示す。放熱口は、図示した長形のスロットを含む種々の形態で形成することができる。図２１はまた、頂壁部４０２に適当数の結合穴４０４が設けられることも示す。開口４０４は、カバー４０１を所定位置に保持するためのボルト４１７または類似の固定具を収受する。
気化処理サブシステム４００はまた、内部の熱放散および放射線シールド４１１を含むことが望ましい。図２２は、シールド４１１を単独で示している。シールド４１１はまた、図２２に単独で示されるリング状支持プラットフォーム４２０を調整自在に支持するフレームとしても働く。熱放散シールドおよびフレーム４１１は、底部が開き、ウエーハ２０の装置への位置決めを可能にする側壁部の接近口を持つ箱として実質的に形成される。内部で組合わされる熱放散シールドおよびフレームは、アルミニウムの如き熱伝導金属から作られることが望ましい。作業中シールド内に形成する熱を更に均等に放散させるため、複数の放熱穴４１３がシールド４１１の頂壁部に形成されている。この放熱シールドおよびフレーム４１１はまた、フランジの穴４１８を貫通してデッキ２０９に伸びる適当な固定具を用いて頂部デッキ２０９への装置の取付けを容易にするため、２つの側部に沿って底縁部に側部フランジ４１５が設けられることが望ましい。放熱シールドの頂部には、カバーを取付ける固定具４１７を受止める溶接ナットが設けられる。
支持リング４２０は、放熱シールドおよびフレーム４１１の側壁部に形成された一連の縦方向に隔てられたプラットフォーム支持穴４２３を通して延長する複数のピン４２１を用いて、シールド４１１内部に取付けられる。ピン４２１は、シールド４１１の側壁部を通ってリング状プラットフォーム４２０の縁部に形成された取付けピン受け４２２（図２２参照）に伸びる。この構造は、変化する必要および処理パラメータに対してプラットフォームの高さを調整することを可能にする。プラットフォームはアルミニウムから作られることが望ましい。
気化サブシステム４００はまた、調整自在のリング状プラットフォーム４２０上に支持さ

れるウエーハ保護容器４３０を含むことが望ましい。容器４３０は、ウエーハ２０の処理のため使用される放射線の波長を比較的透過する。望ましい実施態様においては、この容器は、赤外線に対して比較的透過性のある石英から作られる。この容器は、ウエーハ容器接近口４３１を形成するため側壁部に沿って開放している。この接近口４３１は、接近口４１０、４１２と一致するような配置および方向を有する。容器４３０は他の方法で閉鎖される。１組のウエーハ支持スタンド４３３が容器４３０内に画成されたウエーハ・チャンバ内に含まれて、ウエーハ２０の背面即ち未処理面に対して接触支持を制限することが望ましい。図示の如く、スタンド４３３もまた石英から作られる。これらスタンドは、ウエーハ２０に対して充分な支持を行うため様々な個数および形態で設けることができる。容器４３０はまた、窒素または適当な他のガスを内部のウエーハ・チャンバに供給することを可能にする取付け具（図示せず）が設けられることが望ましい。このようなガスのパージはウエーハ・チャンバに対する汚染物の侵入を妨げるために最も重要であるが、酸化を防止し化学的処理を行う如き他の目的のためにも必要である。

リング状プラットフォーム４２０はまた、固定具４２７を受止める穴４２５が設けられることも望ましい。固定具４２７は、容器４３０の両側に沿って使用される容器保持ブラケット４２６を固定する。プラットフォーム４２０の上面には、容器４３０の隅部をその間に収受してこの容器のプラットフォーム４２０に対する位置を維持するため上方に延長する隅部位置決めピン４２８が更に設けられる。

気化サブシステム４００は更に、ウエーハ２０の処理のため使用される適当な放射線ソースを含む。図２０は、処理放射線エミッタとして働く一連の３個の離間された赤外線ランプを示す。このランプは、望ましくは約１００乃至１０００ワットの範囲内、更に望ましくはそれぞれ５００ワットの電力を有する石英ハロゲン・タイプである。正確な電力要求量は、気化させられる粒子および処理されるウエーハの大きさおよび相互の離間距離に従って変化する。このランプは、放射線エミッタ支持部として働く固定具４４１内に保持される。このランプ支持固定具は、基部２０２に取付けられるフレームワークのサブデッキ２１５に載置されることが望ましい。ランプ固定具は、容器４３０にほじされたウエーハに対して赤外線または他の放射線を指向させる反射板４４２を含むことが望ましい。ランプ固定具はまた、熱の放散を助けるため窒素または他の適当なガスでパージされることも望ましい。

（電気サブシステムおよび流体処理サブシステム）

図２４および図２５は、自動化された処理装置２００を作動するため使用される基本的制御システムを示すブロック図を示している。このシステムは、ＰＣタイプのコンピュータ５３０または他の適当なコントローラであることが望ましいシステム・コントローラで作動させられる。種々のシステム入出力が、図示の如くコントローラに送られまた取出される。一般に、出力信号は弁または他のシステム構成要素を作動させる空圧作動ソレノイドを制御する電気ソレノィドを介して変換される。あるいはまた、電気的構成要素の動作は、空圧作動ソレノイドを必要とすることなく電気的ソレノイドで制御されるスイッチを用いて行われる。種々の構成要素の動作および制御については、本文の他の説明にまとめられており、繰返さない。

図２６は、処理装置２００において使用される流体処理サブシステムの望ましい態様を示している。化学的処理サブシステム３００の概要が示される。真空状態分散チャンバ・ドレーン３７８は、ガス・トラップ５３８を介して、化学的処理サブシステム３００において使用されるＨＦまたは他の処理薬品の取扱いに適する化学薬品ドレーン５３５に接続される。化学薬品チャンバ３８９は、弁５４１～５４３を含む弁マニフォールド組立体へドレーン取付け具３９６を経て排出される。弁５４１は、ドレーン３９６からの液体を排出および再利用の目的のためのタンク即ち貯溜部５４５へ制御自在に送るように働く。弁５４２は、ドレーン３９６からの液体を産業廃棄物ドレーン管路５３６へ制御自在に送って、非腐食性洗浄水または類似の廃水流の処理を可能にする。弁５４３は、化学薬品チャンバ３８９からの流出物を使用済み薬物の処理のため化学薬品ドレーン管路５３５へ送る。処理薬品は、貯溜部５４５から処理薬品をフィルタ５４７に送る貯溜部流出ポンプ５４６

を介して送られる。下方のフィルタ５４７の上流側には、化学薬品ドレーン管路５３５へ放流する手動の止栓または他の適当なドレーン制御弁５５４を有するドレーン管路５４８が設けられることが望ましい。フィルタ５４７の上部の下流側は、タンク５４５へ戻る通気管路５５８が設けられることが望ましい。ポンプ５４６は、腐食性用途にてきするＴＥＬＦＯＮまたは他の部品で作られる。ポンプ５４６は、参考のため本文に引用される米国特許出願第４６４，１０１号に記載されたポンプと類似のものであることが望ましい。濾過された化学薬品は、弁５５０～５５２を含むマニフォールドへ流れる。弁５５１は、ポンプ５４６により流入口５４９（図７には示さず）を介して化学薬品チャンバ３８９へ送られる処理薬品の流れを制御する。弁５５０は、保守などのため化学薬品チャンバおよび処理ボウルを洗浄する目的のための設備部からの脱イオン水（ＤＩ）の流れを制御する。洗浄ガン５５６もまたＤＩ水管路に取付けられて、種々のシステム構成要素の手動による保守洗浄を可能にする。弁５５２は、マニフォールドおよび関連する管路に対する減圧状態の付与を制御して、保守のためこの管路からの流体の排出を助ける。減圧状態は、アスピレータ５５３を経て化学薬品ドレーン管路５３５へ送られる上水を用いて作動するアスピレータを用いて生成される。アスピレータ５５３の動作は、アスピレータに流れる水の流れを制御する上水アスピレータ可変基準信号V_{REF}５５４により制御される。アスピレータ５５３はまた、キャビネット・サンプ２２０におけるキャビネット基部の底部から液体を吸引するためにも接続される。サンプ液体センサ５８３は、サンプにおける液体の存在を表示し、コントローラがサンプ弁５８４を付勢する。

貯溜部５４５は、１つ以上の化学薬品供給管路を介してＨＦの如き化学薬品を供給される。図示の如く、ＨＦはＨＦ薬品供給容器５６０から供給される。容器５６０は、容器の交換の必要を表示する低レベル・センサ６２０により監視される。化学薬品は、化学薬品容器５６０からＴＥＦＬＯＮまたは腐食性用途の他の適当な材料から作られた部品でできた計量ポンプ５６１を用いて化学薬品容器５６０から庄送される。ポンプ５６１は、参考のため本文に引用される米国特許出願第４６４，１０１号に記載されたポンプと略々似ていることが望ましい。ポンプ５６１からの流出物は、弁５６２、５６３を含む弁マニフォールドへ送られる。弁５６２は、管路５６５を介する貯溜部５４５への化学薬品の供給を制御する。弁５６３は、透明弁５６２および管路５６４、５６５への窒素の流れを制御する。再循環管路５６４は、弁５６２２、５６３を経て送られない化学薬品を化学薬品容器５６０へ戻す。

貯溜部５４５はまた、保守用Ｄ１水供給源と接続された管路５６６を介して脱イオン水が供給される。弁５６７は、貯溜部５４５のドレーンと接続されたマニフォールドへのＤＩ水の流れを制御する。弁５６８は、貯溜部５４５が化学薬品ドレーン管路５３５へ排出させられるかどうかを制御する。貯溜部５４５は、センサが取付けられる特定の高さに流体が存在するかどうかを表示する３個のレベル・センサ５７１～５７３が設けられることが望ましい。センサ５７１は、低レベルを表示し、センサ５７２は水の供給を止めるべきことを示し、センサ５７３は超満杯状態を示す。

貯溜部５４５はまた、均一性を維持するため貯溜部の内容物を常に攪拌する攪拌即ち混合ポンプ５７６が設けられることが望ましい。ポンプ５７６は、ＴＥＦＬＯＮ構造を有するダイヤフラム・ポンプであることが望ましい。

貯溜部５４５は更に、冷媒ループ制御弁５７９により制御される典型的な冷却上水供給源と接続されたコイル状管である第１の熱交換器５７８が設けられる。熱交換器を通った使用済み冷媒は、工業廃水管路５３６における処理などにより適当な処理される。貯溜部はまた、貯溜部およびその処理用化学成分を制御自在に加熱する電気抵抗加熱コイル５８０の形態であることが望ましい第２の熱交換器が設けられている。タンク温度センサ５８１が、タンク温度を検出するため含まれ、貯溜部における加熱および冷却動作を制御する目的のため温度情報をコンピュータ５３０へ送る。

図２６はまた、比較的反応性がない即ち不活性を有する窒素または他の適当なパージ・ガスを分配するため使用される第１のパージ・ガス分配サブシステム５９３を示す。サービス窒素または他の供給パージ・ガスは、圧力スイッチ５９４を用いてモードされる。この

サブシステムの第１の分岐部へ行くパージ・ガスは、第１のパージ・ガス調整器５９５により調整され、圧力が圧力計５９６を用いて測定されることが望ましい。圧力調整されたパージ・ガスは、次にフィルタ５９７において濾過され、弁５９８により制御される。弁５９８からの流出分はランプ固定具４４１へ送られ、気化チャンバ・ランプ４４０を付勢してこれから熱を放散させる。

Ｄ１パージ・ガス分配サブシステム５９３はまた、第２のパージ・ガス調整器６００および関連する圧力計６０１を使用する第２の分岐部を含む。調整器６００からの流出分は弁６０２により制御されてフィルタ６０３により濾過される。調整された濾過窒素は、処理装置のヘッド・チャンバ３１９およびキャップ３６０内にに対する供給窒素パージであり、種々の腐食のおそれがある成分を含む処理ヘッドの上部への処理蒸気の侵入を減少しあるいは阻止する。

図２６は更に、容器４３０のウエーハ・チャンバ内のウエーハの保護あるいは処理のため必要な窒素または他のガスの供給源と接続されたガス流入管路５８６を有する第２の即ち気化チャンバ・ガス・パージ・サブシステム５８５を示す。管路５８６は、管路内の圧力を検出してコントローラ５３０に対して管路圧力を表示する情報を通信する接続圧力スイッチ５８７を含む。圧力調整器５８８、下流側圧力計５８９およびフィルタ５９０は、流入管路５８６と、調整され濾過されたパージ・ガスを容器４３０の内部へ制御自在に供給するパージ制御弁５９１との間に接続される。

処理装置２００はまた、このようなガスまたは他の適当なガスの設備供給源と接続される清浄乾燥気サブシステム６０５が設けられることが望ましい。圧縮空気が３つの分岐部へ分けられ、その各々は空気調整器６０６～６０８および関連する圧力計６０９～６１１が設けられている。調整器６０６からの圧縮空気は、低圧力状態について圧力センサ即ちスイッチ６１２により監視される。調整器６０６からの溢流分は、先に述べた如き種々の制御弁を制御する多数の電気的に制御され空圧的に作動するソレノイドへ送られる。調整器６０６からの流れは、ポンプ５６１および５４６の付勢のためにも使用される。

圧縮空気サブシステムの第２の分岐部は、弁６１４により制御され空気で作動するアスピレータ６１５により通過した調整器６０７からの空気を使用する。アスピレータ６１５を通った空気は、処理装置２００が使用されるクリーンルームまたは他の処理設備内の粒子汚染の危険を最小限に抑えるため設備排気システムと接続されることが望ましい。アスピレータ６１５は、圧力スイッチ６１６および圧力計６１７により監視される減圧状態を生じる。アスピレータ６１５からの減圧状態は、ウエーハ係合ヘッド２１３へ送られて自動転送装置２１０による輸送中ウエーハを保持するため使用される吸引作用を生じる。

圧縮空気サブシステム６０５の第３の分岐部は、調整された空気を空圧作動することが望ましいポンプ５７６へ供給する。

（自動化処理装置の動作）

ウエーハ処理装置２００により提供される動作および関連する処理については次に述べる。供給ウエーハ２０は、カバーの凹部２０８への受取り機の人手による組み込みによりウエーハ受取り機２０５においてインベントリされる。自動転送装置は、所要のウエーハを受取り機２０５に保持されたインベントリから取出し、ウエーハを化学処理装置３００のヘッド３１２内の所定位置に送る。化学的処理ヘッド３１２は、ウエーハ支持板３３９に隣接するウエーハの組み込みを可能にするようにウエーハ支持フィンガ３３４を用いて揚上される。ウエーハ支持フィンガ３３４はウエーハ２０を受取るため開かれる。ウエーハがフィンガ３３４内に定置された後、フィンガはウエーハを保持するため内側へ収縮される。次にウエーハ・ヘッドは、図７に示される実質的なスケールの位置関係に下げられる。

最初に蒸気制御弁プラグ３８５がリップ３８３に対して封止される。フッ化水素酸および水、または他の所定の処理流体は、均一性を維持するためポンプ５４６および関連する再循環サブシステムを用いて環状の化学薬品チャンバ３８９内で連続的に再循環されることが望ましい。液相反応剤の所要温度は、センサ５８１により検出されたようにコントローラにより維持され、熱交換器５７８または５８０により変化させられる。排気ポート弁５

３７は、処理蒸気が処理チャンバ３１６へ供給される間を除いて、処理チャンバからのガスを排出するため通常は開かれている。ウエーハ２０は処理のため調製中は回転させられる。

気相の化学的処理がプラグ・アクチュエータ３９４を作動させて開始され、このアクチュエータはプラグ３８５を下方へ引込めて気相反応剤をウエーハ処理チャンバ３１６内へ移動させ、ウエーハ２０の表面と反応させることによりウエーハのエッチングまたは他の処理を行う。処理時間、温度、圧力および他のパラメータは、先に述べた記述により、あるいは必要に応じて他の方法による。

ウエーハが気相の反応剤により充分に処理された後、プラグ・アクチュエータ３９４は消勢され、蒸気制御弁が封止リップ３８３と封止位置関係に戻される。蒸気制御弁の閉止は、処理チャンバを環状化学薬品トレンチから隔離する。減圧排出部３７７は再び付勢されて、ウエーハ処理チャンバ３１６からエッチャント排気を除去してウエーハ２０のエッチングを有効に阻止する。次に、ウエーハは装置の乾燥のため必要な時間回転される。

先に述べた如きエッチングまたは他の化学的処理の後、処理ヘッド３１２は作動装置５１０を用いて開かれ、ウエーハが転送装置２１０によって取出される。これは、ヘッド３１２を揚上することにより行われ、次いで自動転送装置を移動して係合ヘッド２１３を用いてウエーハと係合させる。ウエーハが転送装置により係合された後、ウエーハ支持フィンガ３３４を先に更に詳細に述べたように開いた位置へ作動させることにより、ウエーハを離すようにヘッドが操作される。次に、ウエーハは化学処理装置３００から取出され、放射線気化処理装置４００へ送られる。

ウエーハは、スタンド４３３上に静置する保護容器４３０内の処理位置へ転送装置により挿入される。次にウエーハ係合具が引込められ、赤外線または他の所要の放射線発射ランプ４４０が点灯されて、ウエーハの表面を先に述べた如き時間照射する。放射線処理サブシステム４００によりウエーハが充分に処理された後、自動転送装置２１０を用いてウエーハを容器４３０から取出し、これをウエーハ受取り装置２０５あるいは別の処理装置の部分（図示せず）へ置き換えられる。

（産業上の利用性）

本文に述べた発明は、半導体ウエーハ、フォトマスク、磁気ディスクおよび他の類似のウエーハ製品の化学的処理において有効である。

【図１】

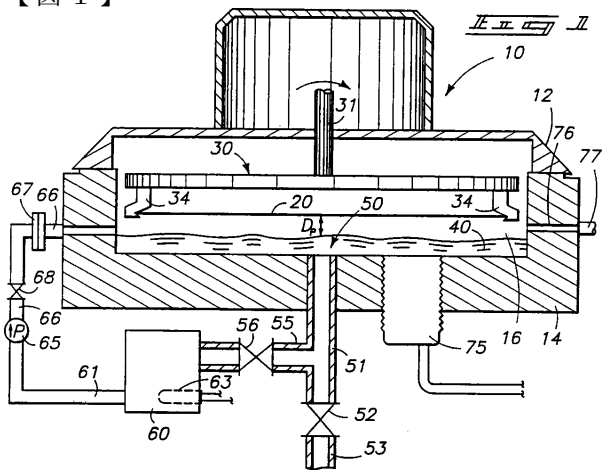


図１

【図２】

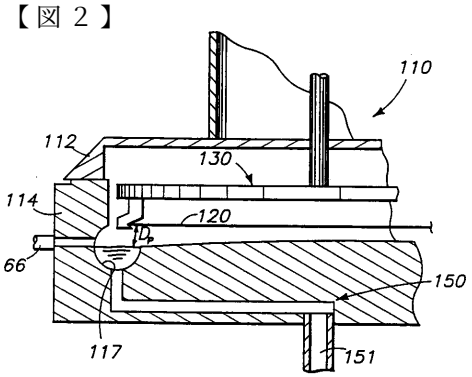


図２

【図３】

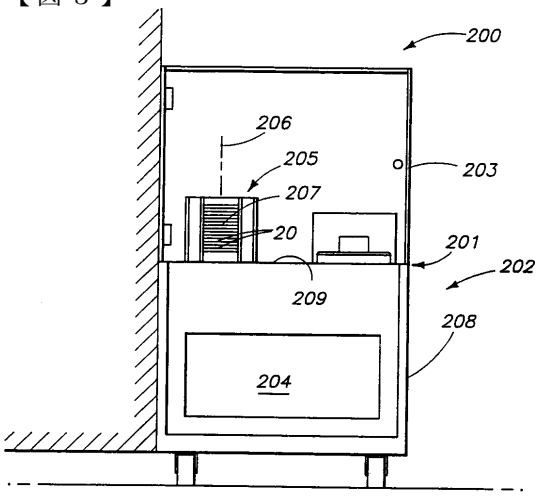


図３

【図４】

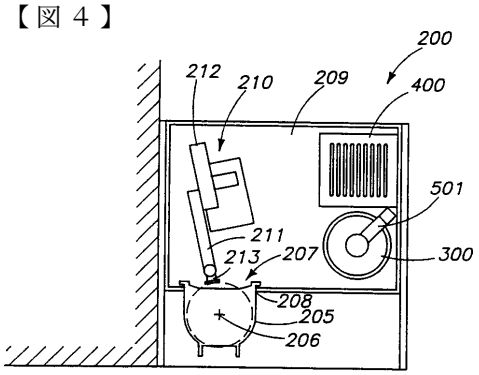


図４

【図５】

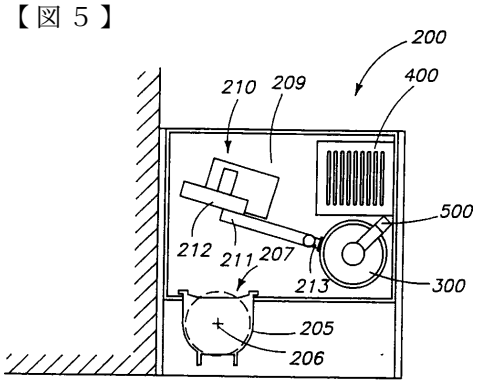


図５

【図６】

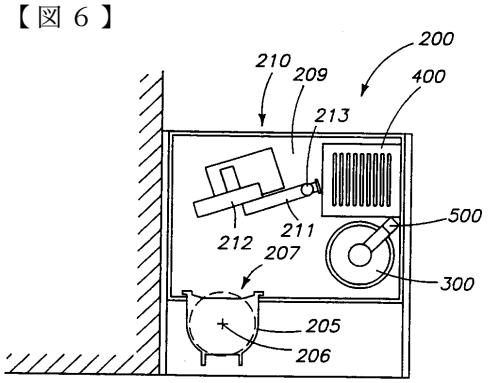
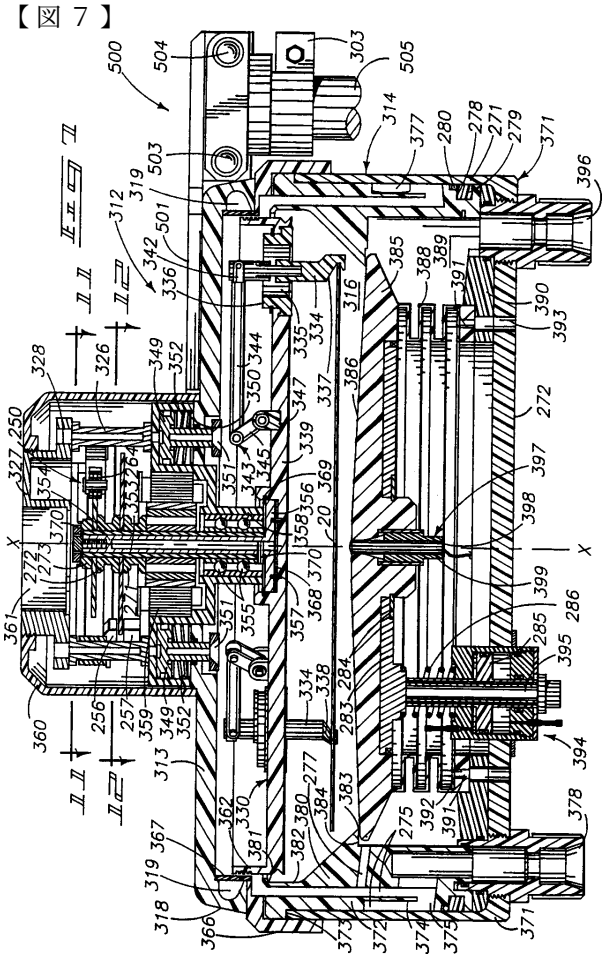
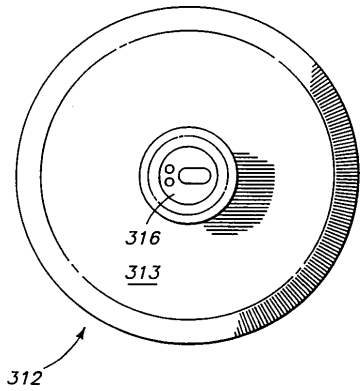


図６

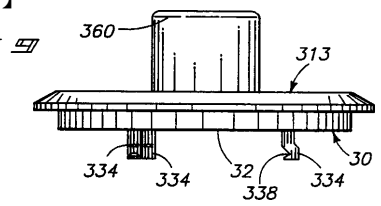
【図７】



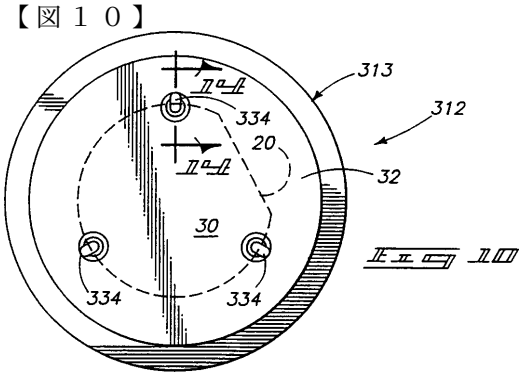
【図８】



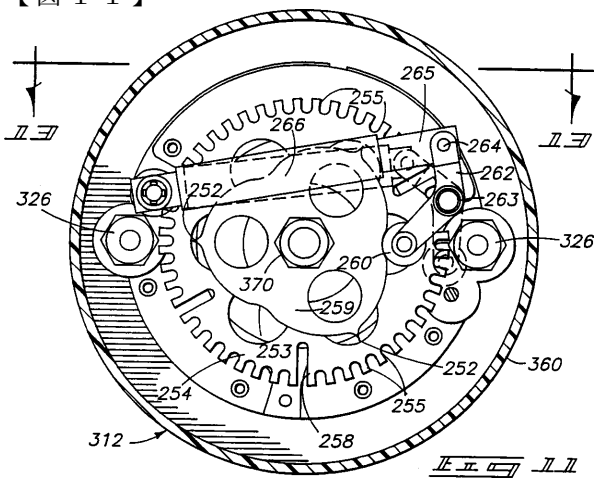
【図９】



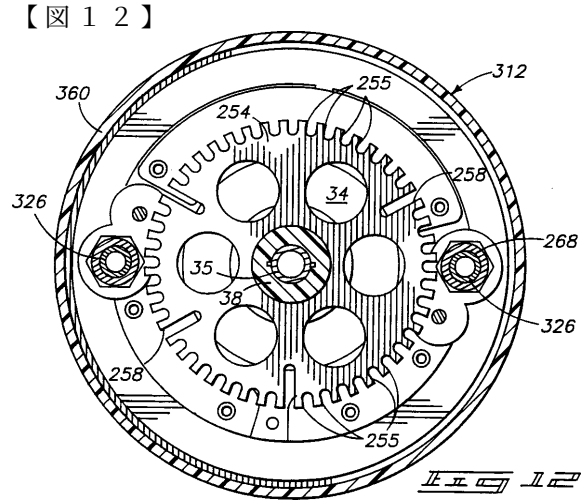
【図１０】



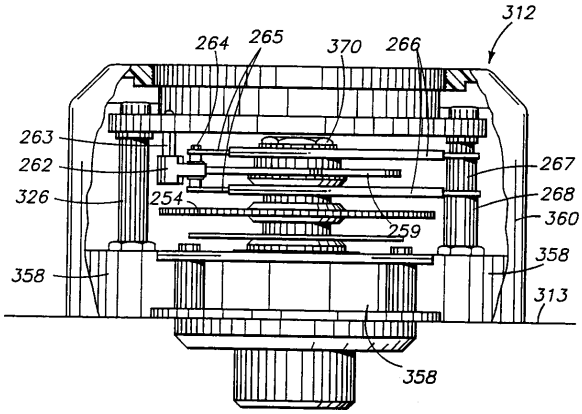
【図１１】



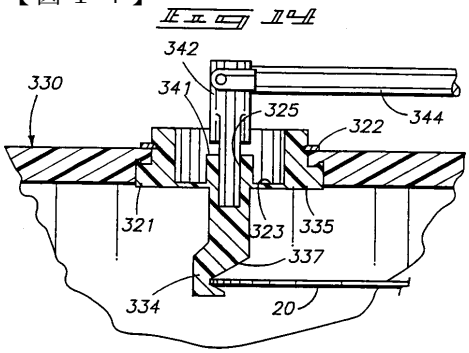
【図１２】



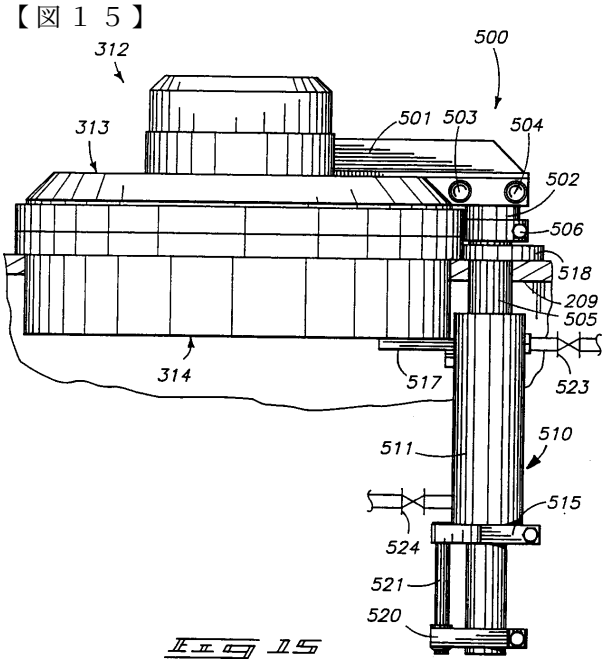
【図１３】



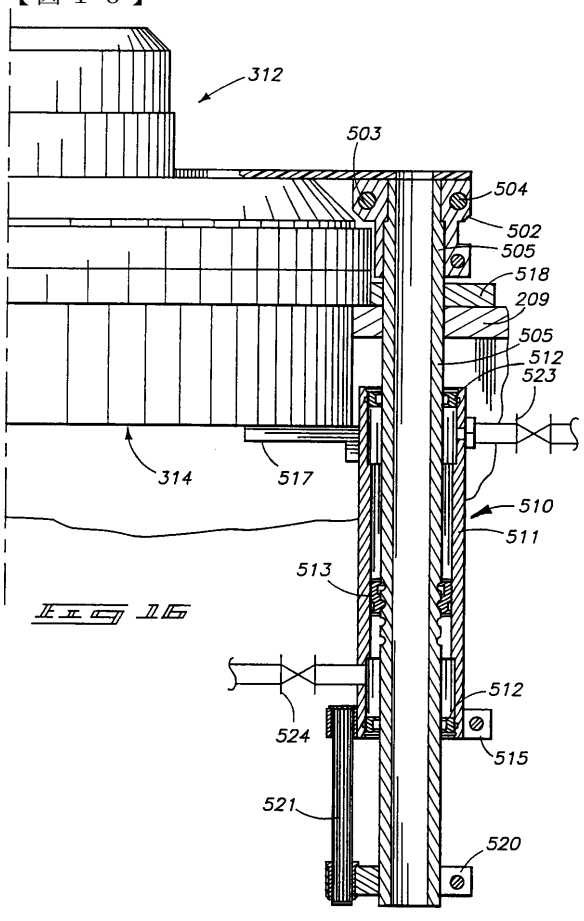
【図１４】



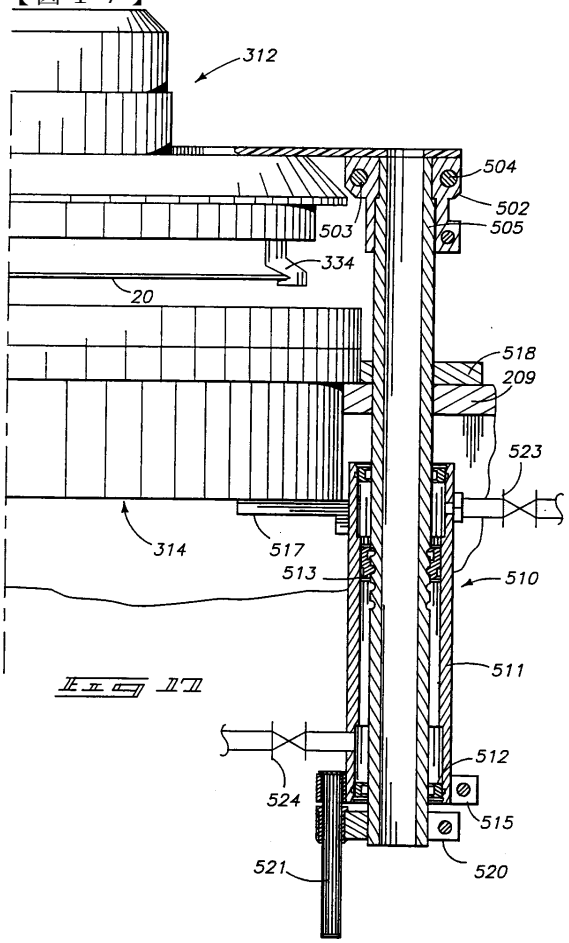
【図１５】



【図１６】



【図１７】



【図１８】

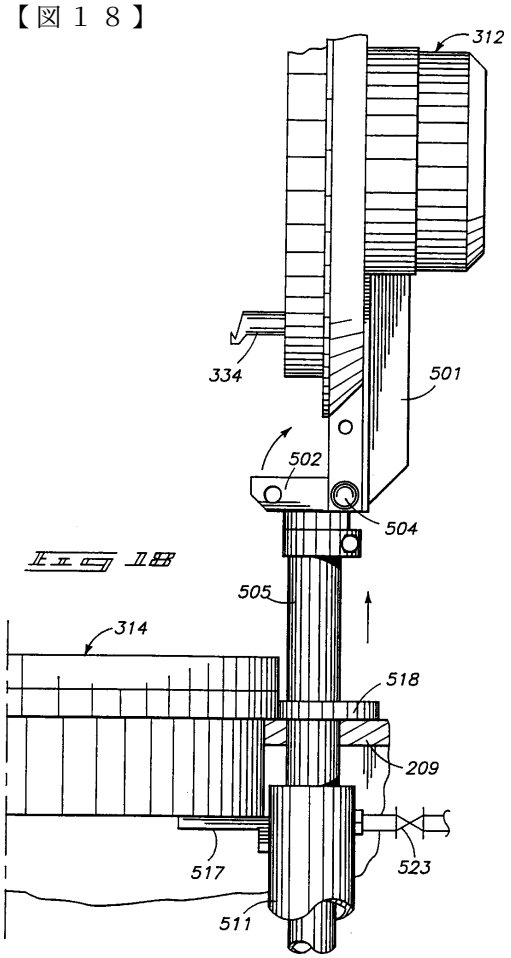


図１８

【図１９】

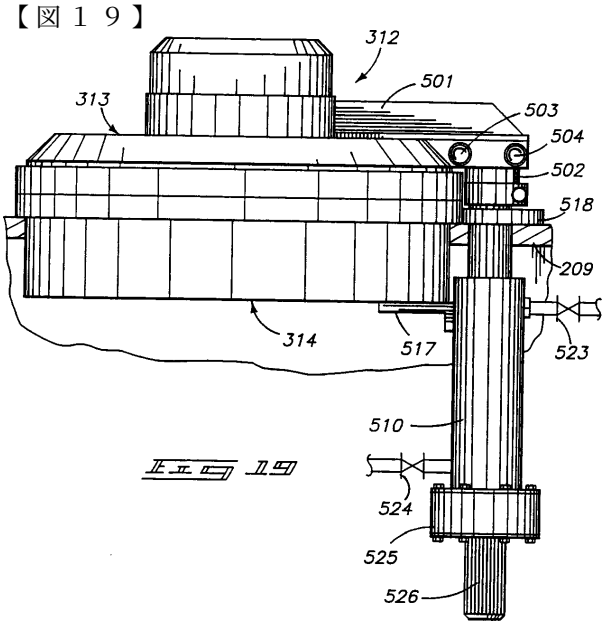


図１９

【図２０】

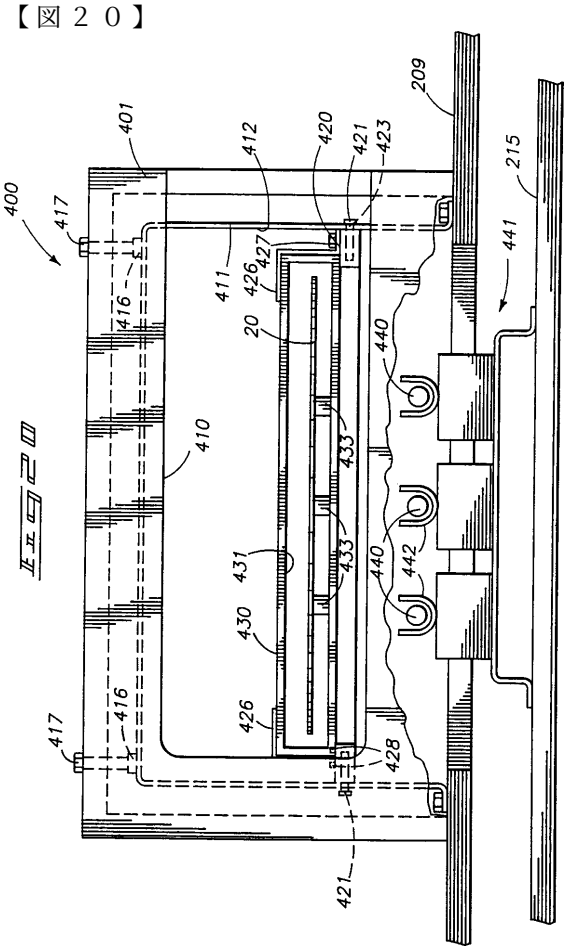


図２０

【図２１】

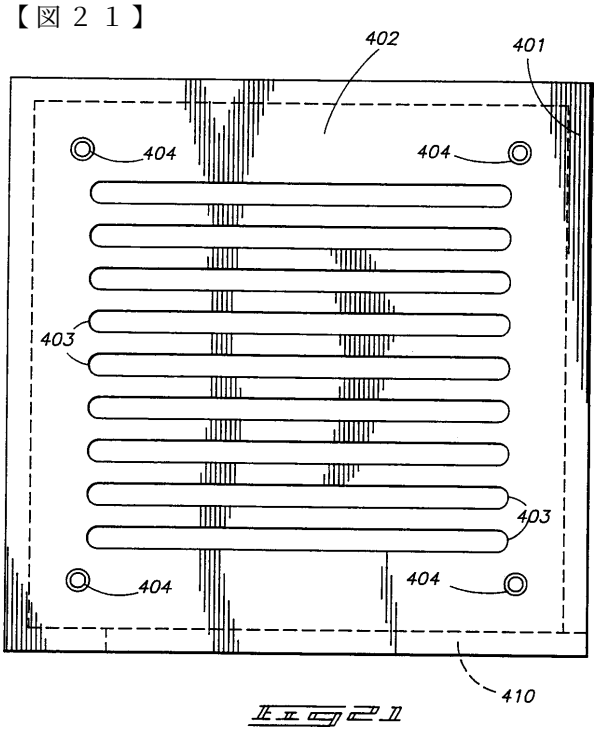
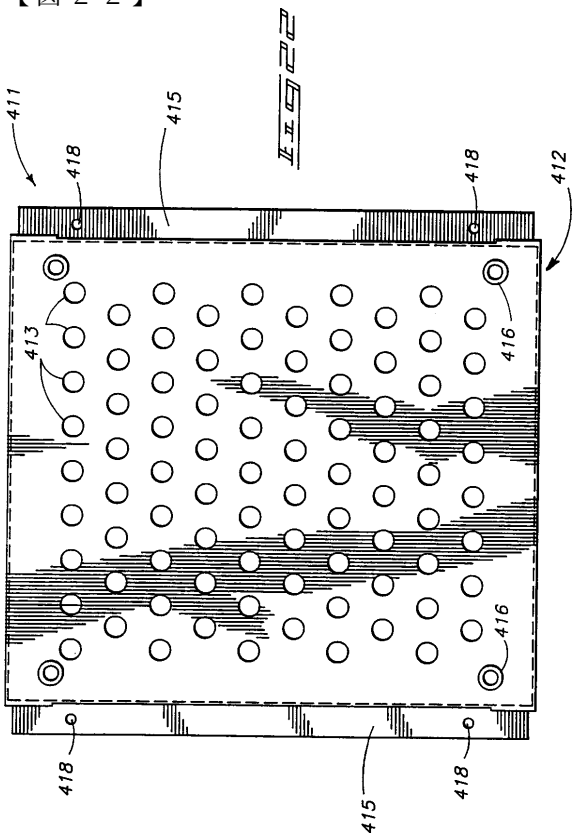
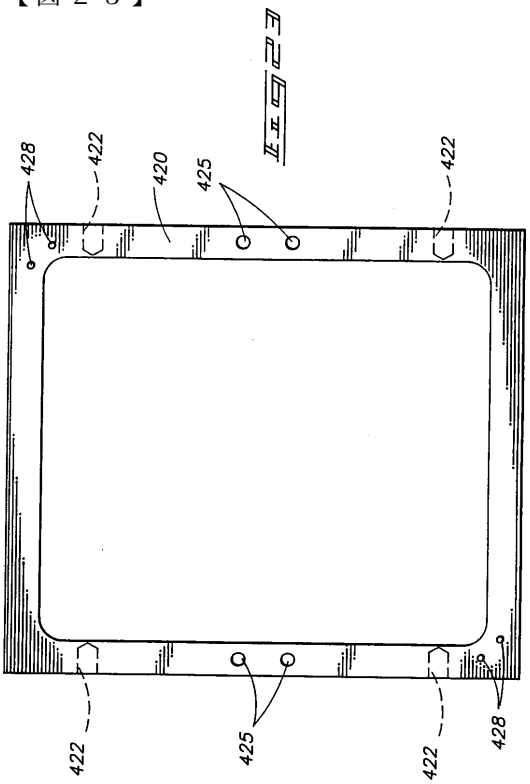


図２１

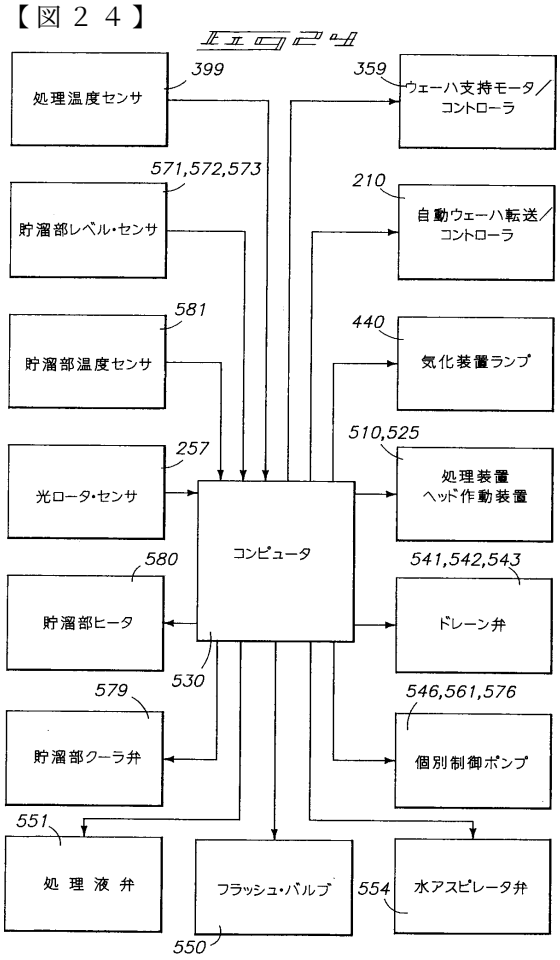
【図２２】



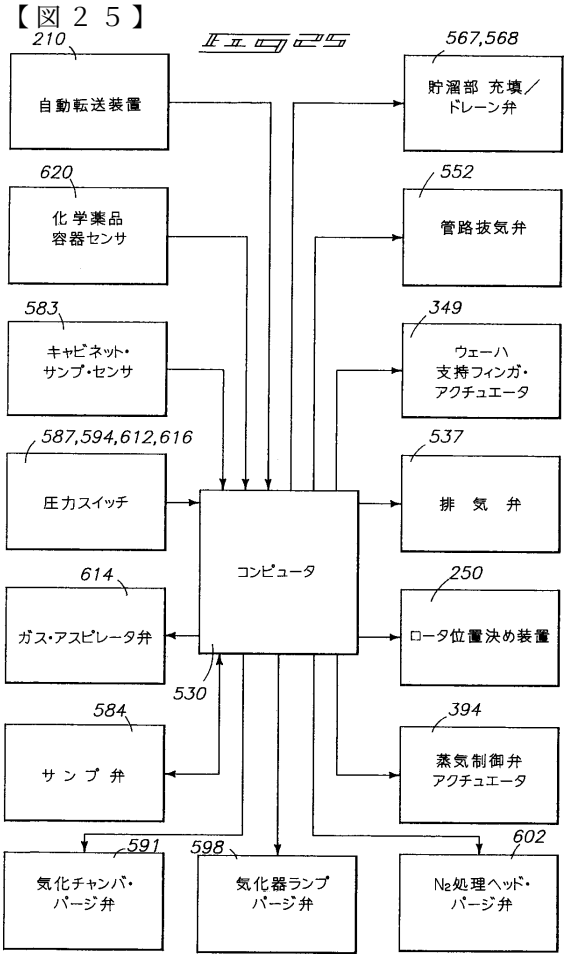
【図２３】



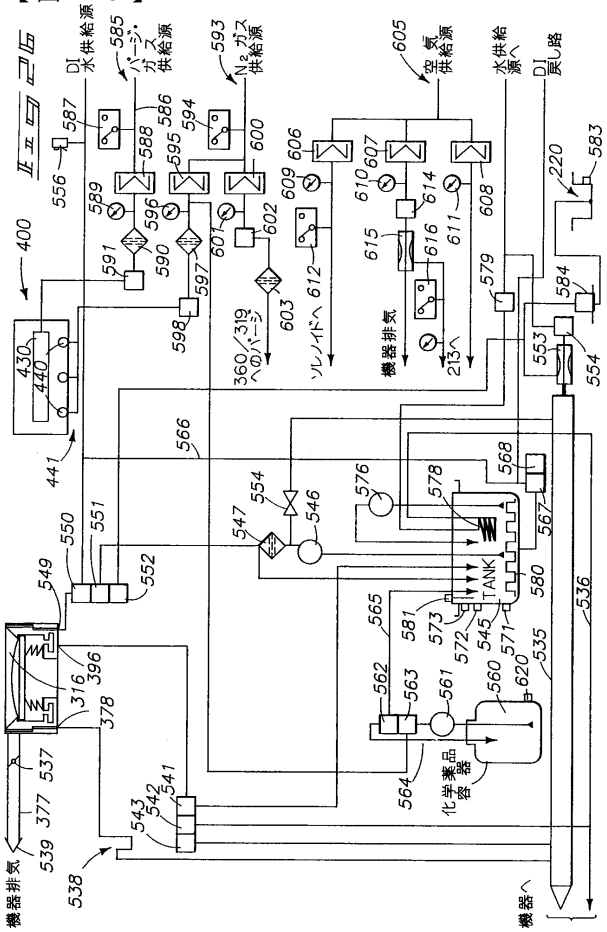
【図２４】



【図２５】



【図２６】


DI
水供給源
パージ
ガス
供給源
N2ガス
供給源
空気
供給源
水供給
源へ
DI
戻し路
ソレノイドへ
機器排気
360/319
へのパージ
213へ
TANK
化学薬品
容器
機器排気
機器へ

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 526,057
(32)優先日 平成2年5月21日(1990.5.21)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 526,243
(32)優先日 平成2年5月18日(1990.5.18)
(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100093713
弁理士 神田 藤博
(72)発明者 バーグマン，エリック・ジェイ
アメリカ合衆国モンタナ州５９９０１，カリスペル，ミデール １２０
(72)発明者 リアドン，ティモシー・ジェイ
アメリカ合衆国モンタナ州５９９０１，カリスペル，グラニテ・ビュー・ドライブ ６４３
(72)発明者 トンプソン，レイモン・エフ
アメリカ合衆国モンタナ州５９９２２，レークサイド，タマラック・テラス ２７５，ポスト・オフィス・ボックス ２４１
(72)発明者 オウクザーツ，アレクサンダー
アメリカ合衆国モンタナ州５９９０１，カリスペル，ノースリッジ・ドライブ １４５

合議体
審判長 岡 和久
審判官 大嶋 洋一
審判官 池田 正人

(56)参考文献 特開昭５９－１４５５３２（ＪＰ，Ａ）
特開平２－８３６９（ＪＰ，Ａ）
特開平１－２８１７３１（ＪＰ，Ａ）