

## ● 2. 超高純度ガス供給システム

### 2.1 はじめに

ガスプロセスであるプラズマCVMや大気圧プラズマCVDにより、高性能な加工表面及び成膜表面を再現性良く得るためには、プロセス雰囲気の高純度化が不可欠です。そのため、超高純度ガス供給システムは、超精密加工技術を支える基盤として重要となっています。

超精密加工プロセスにおいては、チャンパー内に設置された被加工物や成膜基板表面がクリーンで、必要なガスが必要流量流れてくることが要求されます。ところが従来のガス供給系では、ガスを流すと、微粒子、カーボン、金属等の汚染が発生し、加工表面や膜品質が劣化するという問題が生じています。これは、配管表面の腐食や、触媒作用による反応性ガスの分解、水分の吸着などが原因であり、これらを防ぐためには、大量の高純度な不活性ガスで置換する必要があります。超高純度ガスを汚染せずにユースポイントに供給するには、ガス供給配管系のトータルなクリーン化が不可欠です。また、ガス供給系の理想像は、我々が慣れ親しんでいる水道方式です。必要な時にバルブを開ければ必要な超高純度のガスが必要流量流れ、使い終わればバルブを閉じるだけで十分という技術が、全ての特殊材料ガスに対して確立されることが理想です。

ここでは、本クリーンルームに導入した超高純度ガス供給システムの特徴および要素技術について説明します。

### 2.2 超高純度ガス供給システムの構成と特徴

本クリーンルームで使用可能なガス種としては、プラズマCVD系で He, Ar, N<sub>2</sub>, SiH<sub>4</sub>, PH<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>の11種、プラズマCVM系で He, Ar, N<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>の9種が配管されています。

超高純度ガス供給システムは、液化窒素貯蔵タンク、シリンダーキャビネット(ボンベスタンド)、ガス精製装置、集積化ガスシステムの各装置から構成されており、それらの装置間は超高清浄配管により接続しています。

使用した配管材や各種単体機器(バルブ、継手、エルボ、ティーズ、圧力調整器、圧力センサー、フィルター、マスフローコントローラーなど)の内表面はすべてCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理が施されており、ガス純度の劣化が生じないように配慮されています。また、これら単体機器は、自動溶接あるいは内表面をすべてCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理された高性能小型メタルガスケット継手を用いて接続されています。なお、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理の前処理には電解複合研磨(Electrochemical Buffing; ECB)および精密洗浄を行っています。

本UCF内の各実験装置への超高純度ガスの供給には、集積化ガスシステムを採用しています。オールメタルバルブやマスフローコントローラーは、小型メタルガスケットフランジシール方式により、上部着脱が可能で、メンテナンス性に優

れています。また、超高純度ガスのユースポイントにはオールメタル仕様の分流弁や二連三方弁、ストップ弁が適宜配置されています。オールメタルバルブはプラスチックマテリアルフリーであるため放出ガスが非常に少なく、超高純度ガス供給システムには最適なバルブです。

高純度窒素ガスは液化窒素貯蔵タンクから供給します。他のガスはシリンダーキャビネットおよびボンベスタンドからシリンダーによって供給します。

使用した部材として、ガス配管には溶接部近傍の耐食性劣化防止に適した低マンガン(Mn<0.05%)のSUS316L真空二重溶解材を採用しています。また、コーナー部の配管は曲げ施工でなく、自動溶接継手(エルボ・ティーズ)を用いています。この自動溶接継手についても、素材としては、超高純度配管用真空二重溶解材が使用されており、さらに内面はCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理が施されています。

図2.4は、真空二重溶解材と一般材について溶接部内面状態を観察した一例ですが、真空二重溶解材の場合は、粗さが小さくきれいな溶接ビード部が得られ、耐食性にも優れています。

一方、有害な特殊材料ガスの排気は排ガス処理装置を通して行います。SiH<sub>4</sub>, PH<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, NH<sub>3</sub>、ハロゲン系の各ガス系統には、専用の排ガス処理装置が設置されています。

また、クリーンルーム内で実験を行う上での安全を確保するために、シリンダーキャビネットの緊急遮断弁と連動しガス漏れによりガスの供給を遮断するガス漏洩検知警報システムを設置しています。

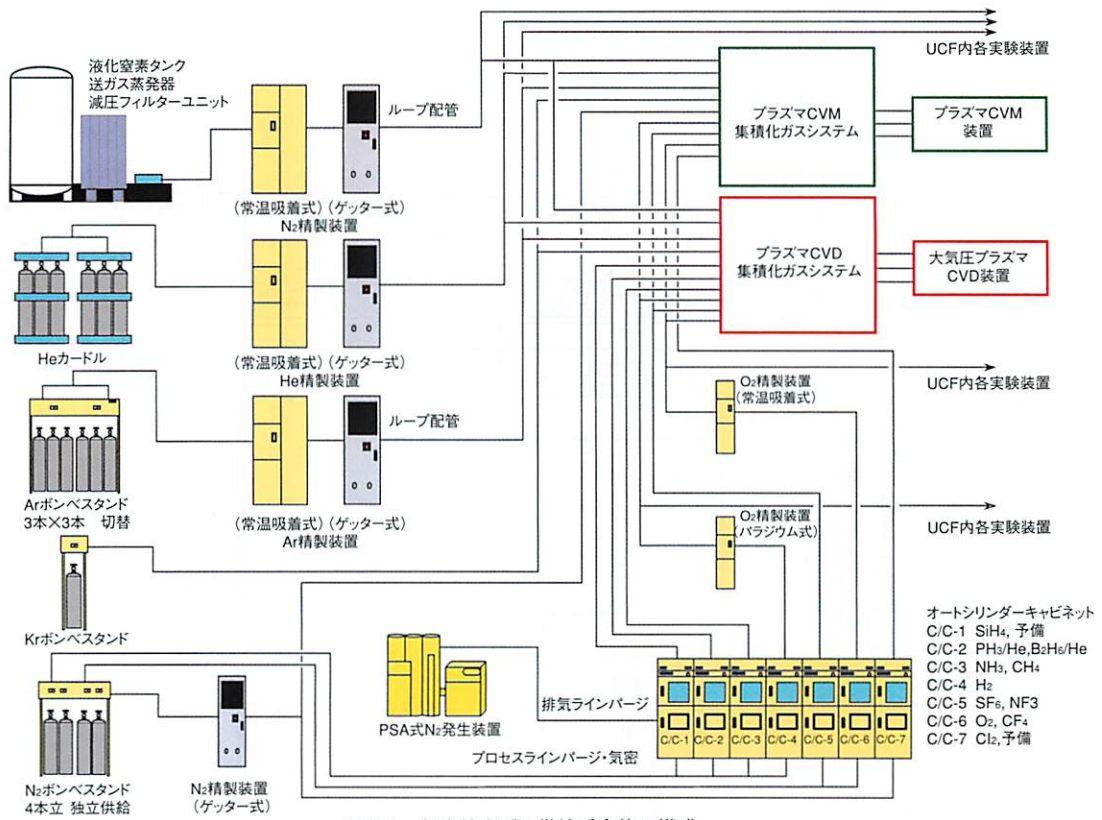


図2.1 超高純度ガス供給系全体の構成

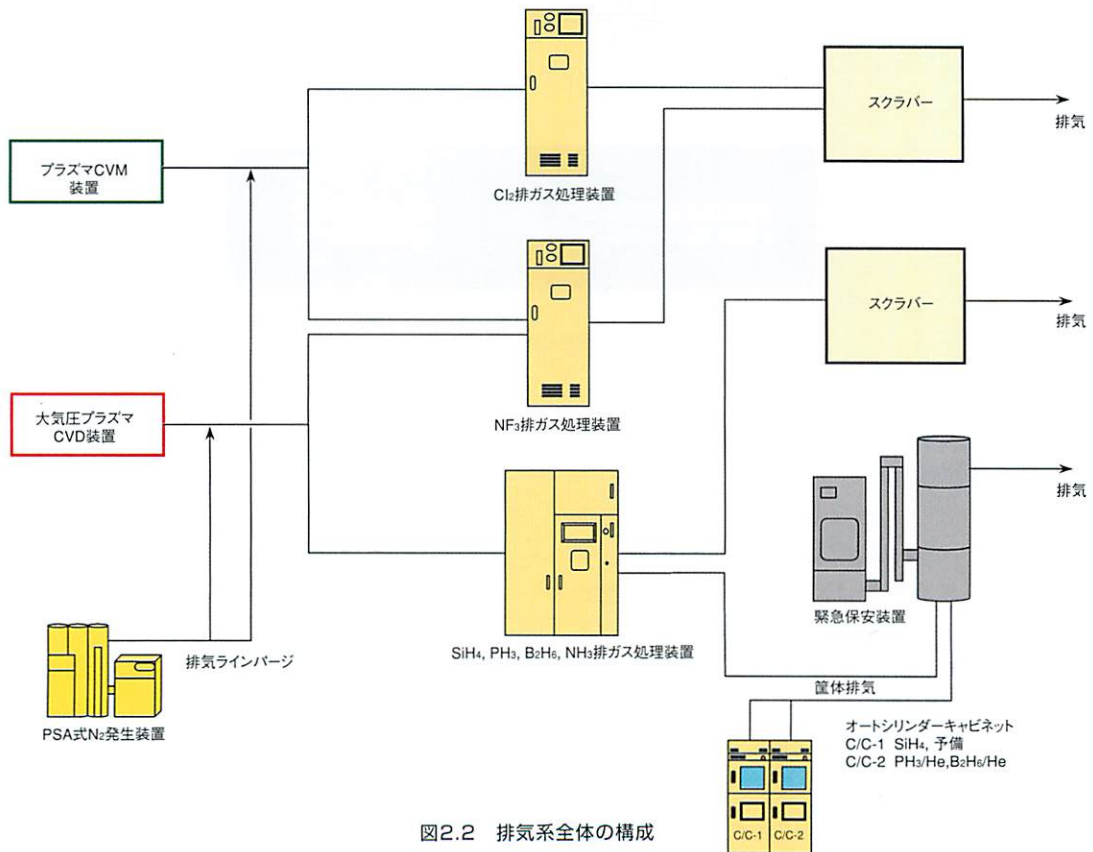


図2.2 排気系全体の構成



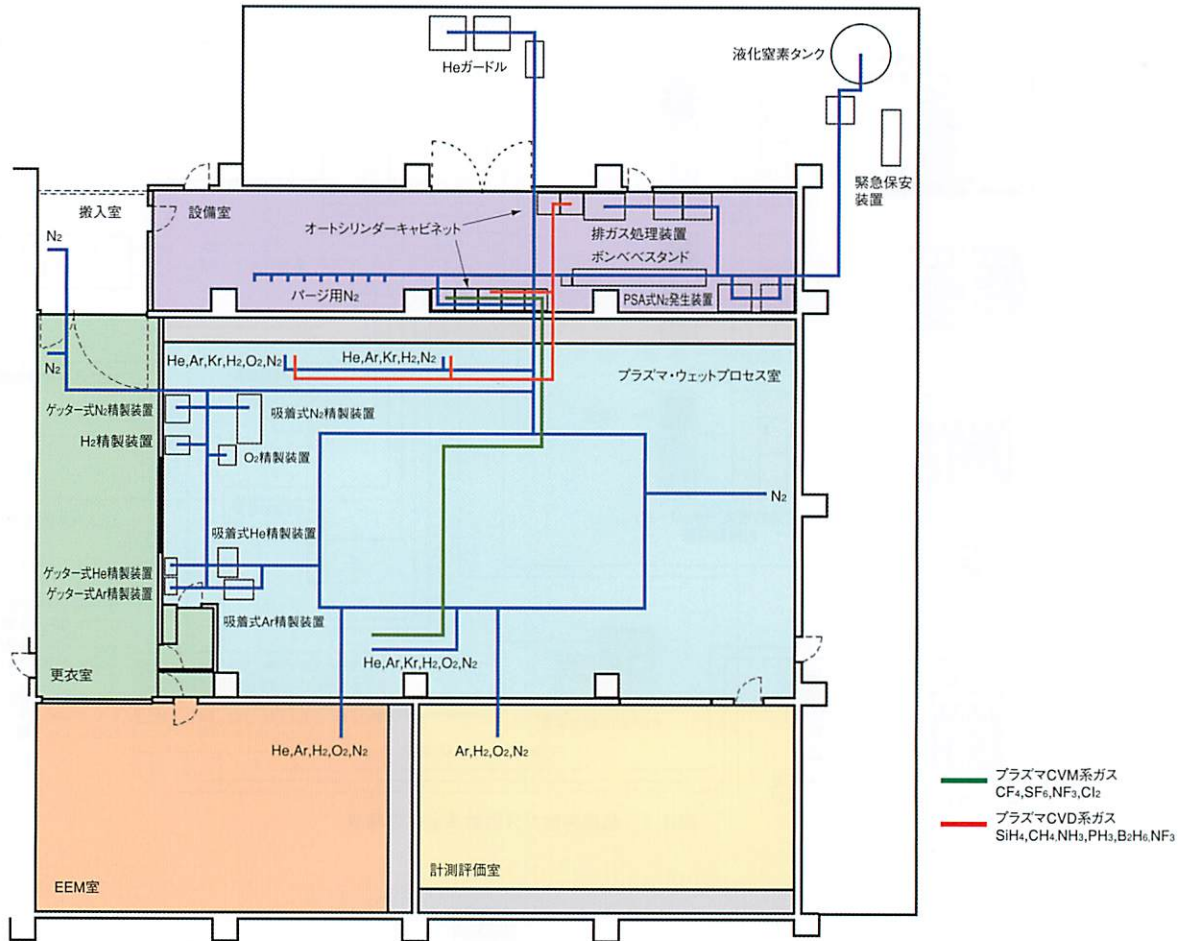


図2.3 システム全体の平面図



真空二重溶解材 一般材  
図2.4 溶接部内面状態の比較

## 2.3 超高純度ガス供給系の要素技術

### 2.3.1 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理

従来の電解研磨 (EP) 処理は薬液中での不働態処理であったため、不純物が表面に吸着し易い処理でした。今回採用したCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理はドライ雰囲気での処理であり、ステンレス表面を強還元性雰囲気下で酸化することによって、Crの選択酸化を行い100%のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜を表面20nmの厚さで形成しています。

ガス供給系に用いているSUS316Lはオーステナイト系ステンレスで面心立方格子構造を持つことから、Crが拡散しにくく、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜の形成が難しい材料です。しかし、

表面を電解複合研磨 (ECB) することにより表面付近の粒径を小さくし (バイルビー層の形成)、Crの粒界拡散を促進した結果、表面に100%のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜を形成することが可能になりました。

X線光電子分光 (XPS) によるCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜の深さ方向の成分分析の結果、図2.6に示しますように、表面から約20nmの深さまで、耐腐食性に劣るFe成分の検出されない、100%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜が形成されています。

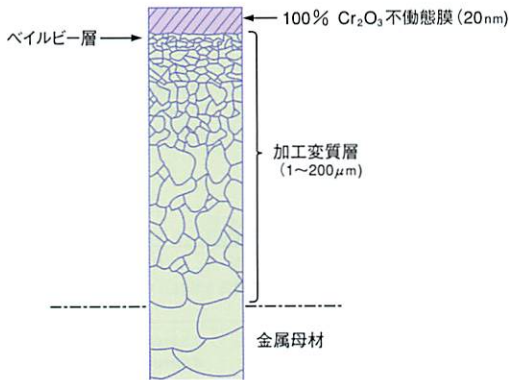


図2.5 ステンレス表面に形成された加工変質層の模式図

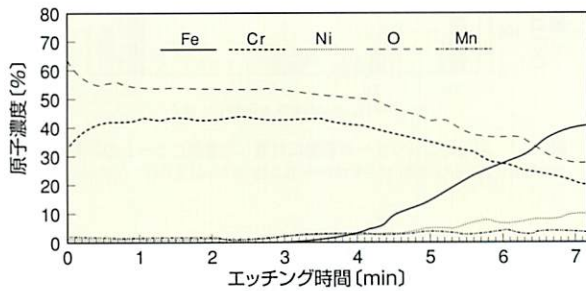


図2.6 X線光電子分光 (XPS) によるCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜の深さ方向の成分分析結果

### 2.3.2 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜の水洩れ特性

水分の吸着における活性化エネルギー (0.04eV) が室温のエネルギー (0.026eV) とほぼ同等であることにより、室温でのパージにより不純物濃度1ppb以下のガス供給が可能です。電解研磨 (EP) 処理の配管2mでは10時間のパージ後でも水分濃度は約3ppbですが、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理の配管であれば、4時間のパージで1ppb以下の水分濃度に低減できます。

図2.7は、従来の電解研磨 (EP) 処理配管と Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理配管の水洩れ特性を比較したものです。サンプルチューブ2m、1/4”、Arガス流量1.2L/分で流通したときの、チューブ出口のガス中に含まれる水分濃度を大気圧イオン化質量分析計 (APIMS) で測定した時の結果を示しています。

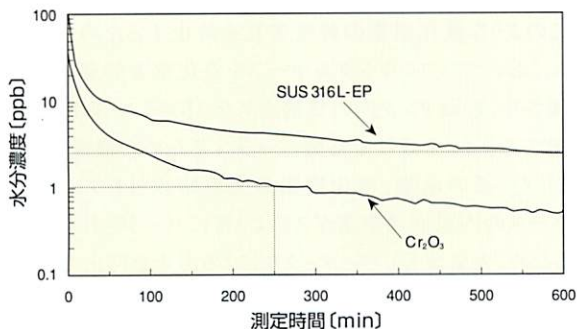


図2.7 従来の電解研磨 (EP) 処理配管とCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理配管の水洩れ特性の比較  
サンプルチューブ: 1/4”×2m, Arガス流量: 1.2ℓ/min (室温)

### 2.3.3 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜の耐腐食性

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態膜は、腐食性を有するハロゲン系特殊材料ガス (HCl, HBr, etc) に対し完全な耐食性を示し、ステンレスに起因する金属汚染を完全に抑制します。電解研磨 (EP) 処理の表面ではHCl, HBrによって、表面は腐食されます。耐食性に優れるといわれるハステロイでも表面の腐食は確認されますが、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理表面では腐食性ガス成分は表面に吸着するのみであり、完全な耐食性を示します。

図2.8は、各チューブの試験片を反応管に入れ、200℃で6時間のベーキングを行った後、100%のHBrガスを20cc/min、120℃で120時間流通した腐食試験前後の表面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 写真です。

従来の電解研磨 (EP) 表面では、試験前は粒界がはっきりと見えますが、試験後には完全に腐食していることがわかります。これに対してCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理表面では、腐食試験前後において表面に変化はなく、HBrによって一切腐食が発生していない様子わかります。

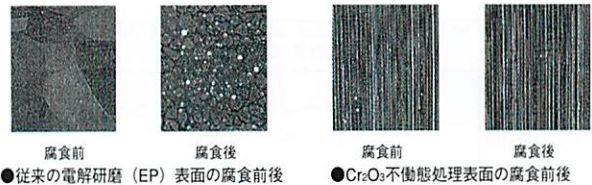


図2.8 HBrによる腐食試験前後の表面SEM観察例  
腐食テスト条件: 100%HBr 20cc/min, 120℃×120時間 前処理条件: Arベーキング (200℃×6時間)

また、図2.9に示します様に、従来の電解研磨 (EP) 表面では、腐食により深さ方向にBrが検出されていますが、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理を施した表面は、表面に吸着しているのみで、深さ方向には検出されていません。

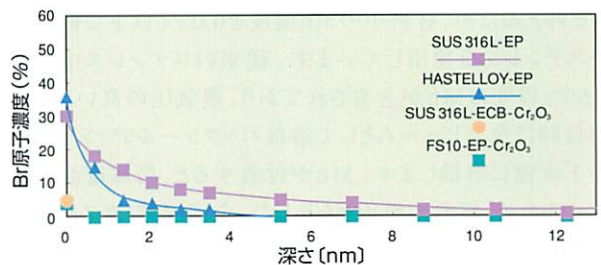


図2.9 腐食試験後のX線光電子分光計 (XPS) による、深さ方向の成分分析の結果  
腐食テスト条件: 100%HBr 20cc/min, 120℃×120時間 前処理条件: Arベーキング (200℃×6時間)



### 2.3.4 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不動態膜の非触媒作用

反応性を有する特殊材料ガス(SiH<sub>4</sub>、PH<sub>3</sub>等)に対し触媒作用を示さないため、ガスを分解することなく安定な供給が可能です。

図2.10は、100ppmに希釈したSiH<sub>4</sub>を1mの各種サンプルチューブに流し、出てきたガス中のSiH<sub>4</sub>濃度および水素濃度をモニターした結果です。上側の図はSiH<sub>4</sub>濃度の推移、下側の図はSiH<sub>4</sub>の分解により発生する水素濃度の推移を示しています。

チューブは加熱することにより、触媒作用が顕著に表れます。従来の電解研磨(EP)処理配管よりもCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>処理配管の方がより高温で分解が起こっており、触媒作用が少ないことがわかります。Niチューブでは室温でもシランの分解が起こり、最も低温の約200℃で完全に分解が起こっています。

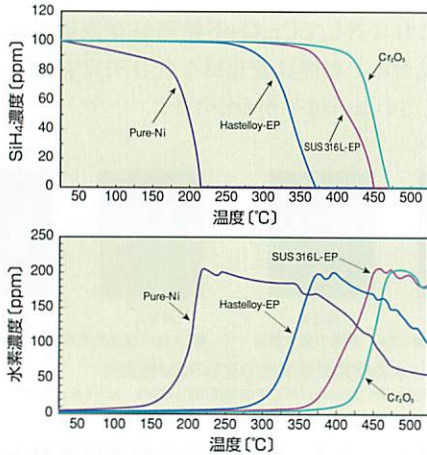


図2.10 各種配管材料の触媒効果によるSiH<sub>4</sub>の分解特性  
腐食テスト条件：サンプルチューブ1/4" X 1m, SiH<sub>4</sub>濃度100ppm (Ar希釈), 流量26.3cc/min, 20℃/h. 上側の図：SiH<sub>4</sub>濃度の推移, 下側の図：水素濃度の推移

### 2.3.5 配管・ガス部材

HCl、HBrによる腐食の原因となるマンガン(Mn)ヒュームを抑えるため、材料中のMn濃度を0.05%以下に低減したステンレスを使用しています。従来のステンレス中には0.65%程度のMnが含有されており、蒸気圧の高いMnは溶接時に金属ヒュームとして溶接バックシールディングガスの下流側に飛散します。Mnが付着すると、局部電池を形成するため、腐食の原因となります。今回配管・ガス部材として採用したステンレス(SUS316L)は真空二重溶解により、材料中のMnを0.05%以下に低減した材料を使用しています。

図2.11は、各種サンプルチューブの溶接時にSiウエハー表面へ付着した金属ヒュームを全反射蛍光X線分析装置(TRXRF)により評価した結果を示します。上側の図はウエハーを+2kVに印加した場合で、下の図は-2kVに印加した場合です。Siウエハーへの電圧の印加に関係なく、溶接時に発生する金属ヒュームは蒸気圧の高いMnが多く、材料中のMn含有量に比例しています。

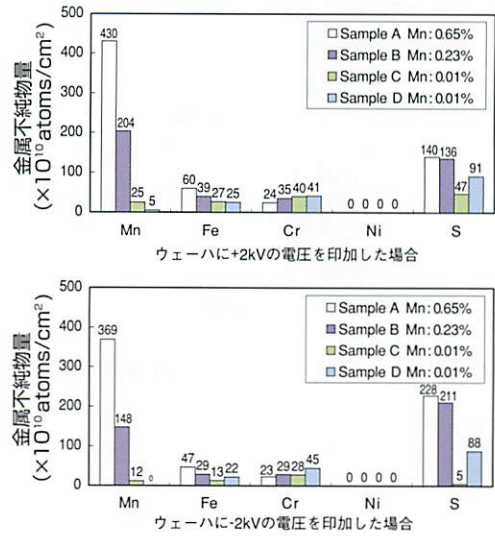


図2.11 溶接時にSiウエハー表面に付着した金属ヒュームの評価結果  
溶接条件：7.5rpm X 2周, ビード幅2mm, B.S.G：60/min, A.S.G：120/min

### 2.3.6 窒素ガス供給設備

工場からの液化窒素は、タンクローリーで輸送し、液化窒素貯蔵タンクに貯蔵します。その純度は99.999%の純度を有しており、本システムではプロセス用、パージ用の窒素ガスとして使用します。プロセス用窒素としては、タンクからの窒素ガスを精製装置により超高純度に精製して使用します。そのため、精製装置の負荷を最小限に抑えるため、タンクへの窒素充填時にその純度を劣化させない施策が必要となります。

液化窒素の品質を劣化させる原因の一つとして、タンクローリーからタンクへの充填時に使用するフレキシブルホースの内表面に吸着した大気成分、および付着した異物の混入が考えられます。通常、液化窒素の充填にはタンクローリーに積載されたフレキシブルホースを使用します。この場合、フレキシブルホースは大気に曝されているため大気成分やパーティクルで汚染されています。特に精製装置にとって大気成分の混入は大きな負荷となります。充填前にパージが実施されるとはいえ、このような汚染要因を完全に排除することは困難です。

このような液化窒素の純度劣化を防止するため、本システムにおいてはフレキシブルホースを液化窒素貯蔵タンクに付属させ、貯蔵タンク内の気層ガスをフレキシブルホースに供給するラインを設けて常時パージするための機能を付加しました。その結果、液化窒素の充填時以外もフレキシブルホースの内表面は窒素ガスにより常にパージされることになるため、大気成分、パーティクルによる汚染を抑止できます。



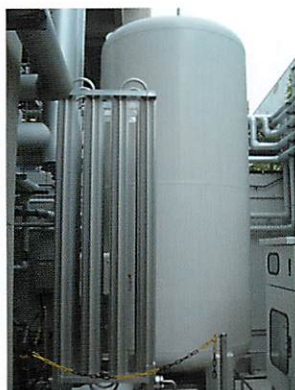


図2.12 液化窒素タンク

### 2.3.7 ループ配管の採用

通常の配管施工では、メイン配管から分岐した配管をユースポイントまで延長していきますが、配管長が長くなると、一箇所で大流量のガスを使用した場合、一時的に他の末端部分で供給圧力が低下する場合があります。また、未使用のユースポイントがあった場合、その配管部分にガスの滞留部が発生し、水分をはじめとする不純物の脱ガスが純度劣化の原因となります。

本システムでは、ユースポイントの多い超高純度窒素、超高純度アルゴンラインにループ配管を採用しています。このことにより、どのユースポイントにも安定した流量、圧力、純度のガスが供給できます。



図2.13 超高純度ガス供給配管

### 2.3.8 オートシリンダーキャビネット

シリンダーキャビネットの立上げ、立下げおよび容器交換時におけるバージ操作の自動化、さらには各種センサーを装備することによる状態管理と素早い異常の発見により、危険性の高い特殊材料ガスを安全に且つ安定に供給できます。シリンダーキャビネットの操作および異常発生時の表示は12インチ大型液晶タッチパネルによって行われ、優れた機性能性・操作性を有しています。

また、配管系はクリーン化技術を取り入れた設計・施工によりガス滞留部を低減し、ガスの純度を劣化させることなく特殊材

料ガスを供給することが可能です。さらに、超高純度ガス供給配管と同様に $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 不動態処理を施した部材を採用しています。



図2.14 オートシリンダーキャビネット

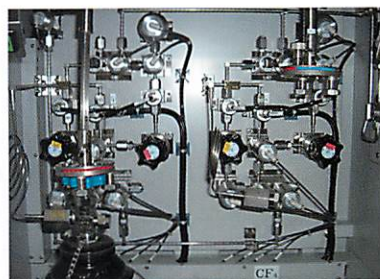


図2.15 キャビネットの内部

### 2.3.9 ガス超高純度精製装置

$\text{N}_2$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2$ の各ガスは、精製装置により不純物の濃度を1ppb以下に低減した超高純度ガスです。 $\text{N}_2$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ については、カートリッジ交換に高額な費用がかかるゲッター式ガス精製装置の寿命を延ばすため、前段に常温吸着式ガス精製装置を設置した2段階精製方式を採用しています。標準的な常温吸着式精製装置では除去できない $\text{CH}_4$ はゲッター式ガス精製装置の寿命に大きな影響を与えるため、本システムにおける常温吸着式精製装置としては $\text{CH}_4$ の反応筒を装備した機種を選定し、後段のゲッター式精製装置の長寿命化を図っています。また、 $\text{H}_2$ の精製には、原理的に最高純度の $\text{H}_2$ ガスが得られるパラジウム合金膜透過式精製装置を採用しています。



図2.16 吸着式ガス精製装置





図2.17 ゲッター式ガス精製装置



図2.19 緊急保安装置

## 2.4 排気系の要素技術

### 2.4.1 排ガス処理装置

各排ガス処理装置は大気圧プラズマCVD装置およびプラズマCVM装置からの排気ガス中の有害成分をTLV値以下に除害します。各排ガス処理装置には、内部にバイパスラインを設け、除害カートリッジにおいて目詰まり等による圧力上昇があった場合、メインラインからバイパスラインに切替えることにより、排ガス処理装置上流側のフレキホース等の破損を未然に防止します。また、除害カートリッジ交換の際にも、バイパスラインに切替えることにより、排ガス処理装置に流入するパージガスを停止することなく作業でき、メンテナンス性が向上しています。

### 2.4.2 緊急保安装置

通常の運転状態では、シリンダーキャビネットや排ガス処理装置等の筐体は、本装置のバイパスラインを通じて、ブローアで吸引されています。SiH<sub>4</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、PH<sub>3</sub>がそれぞれの筐体内で漏洩した場合、ガス漏洩検知器が作動して警報盤から当装置へ緊急排気を行うための信号が送られ、自動的にバイパスラインからメインラインに切替り、除害筒を通じて無害化されます。この機能は、通常運転時に大気が常に除害層を通過して除害剤が劣化することを防止するために有効です。

また、シリンダーキャビネット内のガスの漏洩が止まらない場合を想定し、ポンペ1本分のガスが処理できる能力を備えています。



図2.18 排ガス処理装置

### 2.4.3 PSA式窒素発生装置

プロセス排気ラインを爆発下限界以下あるいは乾式除害装置の導入許容濃度以下に希釈するために窒素ガスが使用されます。一般的には液化窒素貯蔵タンクから供給される窒素が使用されますが、常時供給が必要であること、高純度が必要ないこと、ランニングコストを下げることを考慮して、PSA式窒素発生装置により希釈用窒素を供給するシステムとしました。また、装置の故障時やメンテナンス時に備えて、バックアップとして液化窒素貯蔵タンクからの窒素ガスを切替供給できるシステムになっています。



図2.20 PSA式窒素ガス発生装置

## 2.5 ガス漏洩検知警報システム

### 2.5.1 ガス漏洩検知器

ガス供給設備およびユースポイントの各所に配置された検知器の指示値は、検知警報盤に集中して表示されると共に、検知器本体でも表示されます。



図2.21 ガス漏洩検知器

### 2.5.2 ガス漏洩検知警報盤

ガス漏洩検知警報盤では、ガス供給設備およびユースポイントの各所に配置された検知器の指示値が表示されます。また、オートシリンダーキャビネット、ボンベスタンド、精製装置、排ガス処理装置、緊急保安装置からの異常警報を受け取り、安全を確保するための緊急遮断等の必要動作を行わせるとともに、中央監視盤に異常信号を出力します。

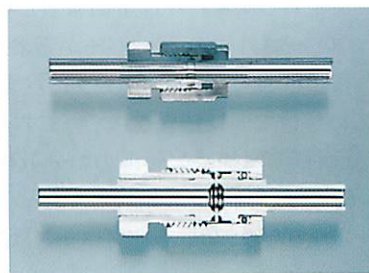


図2.22 ガス漏洩検知警報盤

## 2.6 高性能小型メタルガスケット継手

従来のメタルガスケット継手は、シール部（ガスケットとスリーブの線接触部）で外部リークに対する気密性確保と配管からの応力負荷の両方を受け持っていたため、振り等の外部からの力に弱く、漏れの原因となっていました。

そこで、この継手は外部リークに対する気密性を確保する部分と外部応力の負荷を受け持つ部分を分離した構造になっています。また、図2.23を見ると分かるように、従来継手に比べサイズは約30%小型になっています。



上:高性能小型メタルガスケット継手  
下:従来タイプのメタルガスケット継手

図2.23 従来継手とのサイズの比較

図2.24に、今回採用した高性能小型メタルガスケット継手の締め付けとシール構造を示します。また、その機能と特徴を以下に列挙します。

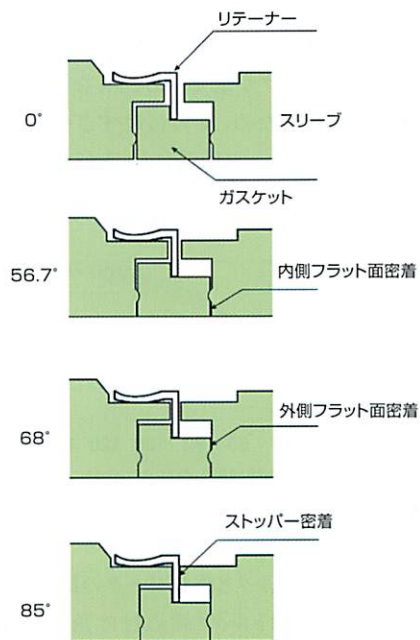


図2.24 高性能小型メタルガスケット継手の締め付け状態とシール構造

#### 1) 締付方法

リテーナーによって取り付けられたガスケットを挟み込み、ナットを手締めします。次にスパナ等を用いて締め付けることによってスリーブを前進させ、ガスケットをスリーブのシール形状に塑性変形させることでシールを確保します。尚、ナットの内側にはベアリングが内蔵されていてナットの回転力は吸収され推力のみがスリーブに伝わるため、スリーブの共回りを防止します。また、ナットの締め付け角度によりガスケットとスリーブの接触部が断続的に増加します。手締めの状態を原点として締め付けていくとまず突起部にガスケットが食い込んでいきナットの回転角度が56.7度で内側のフラット面が密着します。さらに締め付けていくと68度で外



側のフラット面が密着しガスケットは全面密着した状態になります。85度でスリーブ外周のストッパーが密着します。規定締め付け角度は90度です。外部リークに対する気密性は約30度の締め付けで既に確保されています。規定締め付けによる接触面積の増加は配管応力の分散保持を目的としています。締め付け後のガスケットとスリーブ、チューブの内径は同一になるため、全くデッドスペースはありません。

## 2) 締め付けトルクとナットの回転角度の関係

図2.25に締め付けトルクとナットの回転角度の関係を示します。ガスケットとスリーブの接触面積が締め付けと共に増加していくことにより、トルク曲線はリニアではなくカーブします。規定締め付け角度は90度、締め付けトルクは110kgf・cmです。従来のメタルガスケット継手の場合、トルク曲線がリニアなため締め付けを感覚的に行うのは困難でした。この継手は規定締め付け量を過ぎると、ナットがほとんど回転しないでトルクが急激に大きくなるので締め付け感が得られます。そのため、締め付けすぎや締め付け不足といったヒューマンエラーの低減に効果があります。

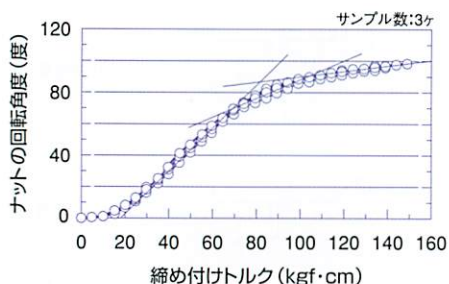


図2.25 締め付けトルクとナットの回転角度の関係

図2.26に締め付けトルクと外部リークの関係を示します。40kgf・cmの締め付けトルク（締め付け角度では約30度）で外部リークはヘリウムリークディテクターの検出感度以下となっています。規定締め付けトルクの110kgf・cm<sup>2</sup>まで十分なマージンがあります。

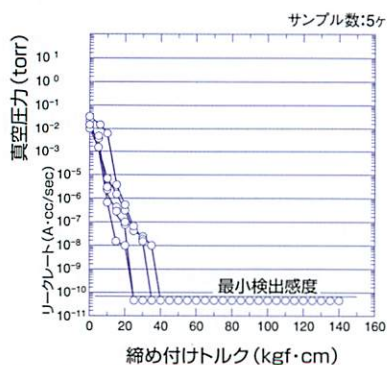


図2.26 締め付けトルクと外部リークの関係

## 3) 締め付けトルクと共回り角度の関係

本体を固定し、ナットを締め付けていったときのスリーブの共回り角度を測定しました。共回り角度は0.1度以下であり非常に良好です。従来の継手でベアリングを用いた場合は0.3～0.5度、ベアリングを用いない場合は、約20～30度になります。共回りが小さいことにより、ガスケットとスリーブにスベリがなく安定したシール性が確保できるとともに、施工による微粒子汚染の心配がありません。

## 4) ねじりリーク試験結果

締め付けを行った継手をヘリウムリークディテクターに接続しナットの端面から100mm離れた部分をナットが緩む方向に振った時のリークを調べました。従来の継手では5度のねじりで $10^{-10}$ Pa・m<sup>3</sup>/sec ( $10^{-9}$ A・cc/sec) オーダーのリークが発生しましたが、この継手は70度のねじりまで一切リークが検出されませんでした。75度のねじり操作中にリークが検出されましたが、このリークもねじり操作を終了するとヘリウムリークディテクターの検出感度以下となりました。85度までねじりリーク試験を継続しましたが、結果は同様でねじり操作中にのみリークが検出されねじり操作を終了すると外部リークは一切検出されませんでした。試験終了後のガスケットを観察した結果、シール面を横切るキズ(カジリ)の発生がなく接触面積の増加がリーク防止に有効に働いていることが分かりました。

## 5) 超高感度リーク試験結果

超高真空チャンバーを用いてチャンバー封じきりによるビルドアップ法で継手の外部リークを試験しました。その結果、継手単体でのリークレートは $2.98 \times 10^{-16}$ Pa・m<sup>3</sup>/sec ( $2.94 \times 10^{-15}$ A・cc/sec) 以下であることが確認できました。

## 2.7 集積化ガスシステム

集積化ガスシステムは超高純度ガス供給システムに求められる条件を満たしつつ小型化や施工性、メンテナンス性を考慮したガスシステムです。従来のガスシステムはマスフローコントローラーやバルブといった単体機器や配管を継手で接続し構築されていましたが、集積化ガスシステムは2本ボルトによるメタルガスケットフランジシール方式で直接単体機器を接続します。この方法により各機器の着脱を一方から且つ他の機器に関係なく可能とする上部着脱方式や小型化が可能となりました。図2.27に一例としてプラズマCVM用集積化ガスシステム(16系統)の写真を示します。また、以下に本ガスシステムの特徴を列挙します。

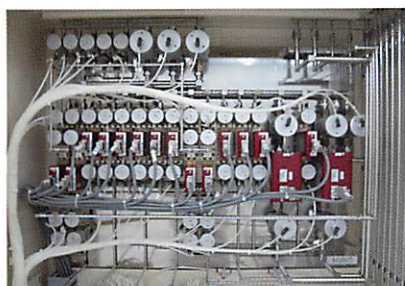


図2.27 プラズマCVM用集積化ガスシステム(16系統)の外観写真

### 1) メタルガasketフランジシール方式について

新型小型継手とシール部分の設計は同じで、低トルクで外部リークに対するシール性を確保しました。また、外部応力に対してはフランジ本体部が受ける構造としています。ボルト1本当たり7kgf・cmのトルクで外部リークはヘリウムリークディテクターの検出感度以下となります。規定締め付けトルクは50kgf・cmです。フランジシール方式としてメタルCリング方式も提案されていますが、外部リークに対する信頼性の面で不安があり現場での担当者による交換には不向きです。

### 2) 水道方式による超高純度ガス供給システムの確立

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不働態処理とオールメタル機器の採用、メタルガasketフランジシール方式による集積化により必要な時にバルブを開閉するだけで特殊材料ガスの供給が可能な水道方式によるガス供給システムが確立できました。

### 3) 上部一方向着脱式によるイージーメンテナンス

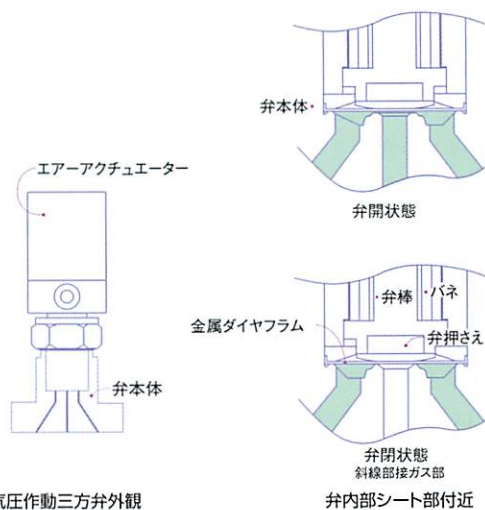
マスフローコントローラーは一方向から容易に着脱が可能なメタルガasketフランジシール方式で集積化されています。従来のガスパネルの場合、例えばマスフローコントローラーを交換しようとする、前後のバルブ等の固定を緩めなければなりませんでしたが、この方式だと交換したいマスフローコントローラーの両端のボルトを外すだけで他の部品は一切さわることなく短時間で交換できます。そのため大気開放による汚染を最小限に抑えることができます。

### 4) 小型化

本クリーンルームにおける集積化ガスシステムの横幅は900mmで、全ガスのやり取りが上面からという同一条件で従来方式に比べ約30%小型化されています。

### 5) 特殊三方弁の採用によるデッドスペースフリーフロー

特殊三方弁とは、図2.28に示すような内部経路を持ったバルブです。このバルブを用いることでデッドスペースフリーなフローが実現できます。



空気圧作動三方弁外観

図2.28 特殊三方弁の内部流路

### 6) ガス制御パネル

図2.29にガス制御パネルの外観写真を示します。操作盤を移動式にし、半径約10m以内の自由な位置から遠隔操作でき、従来のものより操作性が格段に上がりました。グラフィック銘板上に各バルブの開閉スイッチ(照光式)を設け操作性を良くしています。また、バルブの開閉状態がすぐに認識できます。充填、パージ、回分パージ等の各モード切替えにより操作は容易です。さらに、各種インターロックにより安全設計しています。

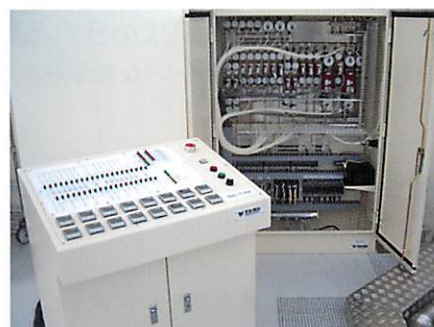


図2.29 ガス制御パネルの外観写真(プラズマCVM用16系統)

< ジャパン・エア・ガズ株式会社 >  
< 株式会社フジキン >