

## ガス別対応事例

半導体製造ガスには、一般のガスとは全く異なる性質を持っているものが多く有り、そして、その性質を知らない為に使用中のトラブルを発生させるケースが少なくありません。当社では、長年の研究と経験からその特殊性質に対応できるように改良した圧力調整器をご用意しております。

以下に、ガスの性質とトラブル事例、それに対応した器種の特徴を記載致しましたので、これをご参考に最適な器種の選定をお願い致します。

尚、これらの情報は、弊社の試験、文献等を基に記述しておりますが、いかなる保証を与えるものではありませんので、ご承知の上ご参考にしてください。また、トラブルの事象の詳細については「圧力調整器の故障例と対応」77頁をご覧ください。

### ① B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ジボラン

**トラブル事例**：ジボランからのデポジションの弁部へ付着したために起こる出流れ

**要 点**：ジボランは、室温でゆっくりと分解・重合し、水素と高級ボランへと変化し、最終的にデカボラン (B<sub>10</sub>H<sub>14</sub>) となります。これは固体のため、弁シートに付着すると出流れの原因となります。

**ガスの性質**：

- ジボランを保存、消費する間は、20℃以下とすると、分解・重合の抑制効果があると考えられます。
- ジボランの充填圧力は、出来る限り低く抑えた方が分解・重合及び、デカボラン結晶化の抑制効果があります。
- ベースガスの種類により、減圧した時の圧力調整器の温度低下に差があります。  
小 ← 温度低下 → 大  
H<sub>2</sub> - He - Ar - N<sub>2</sub>  
水素が一番温度低下を抑えることができ、デカボランの結晶化を抑制することができると考えられます。
- 使用量が多く、流速が速い場合、圧力調整器弁部の温度低下が激しくなるので、結晶化するデカボランの量が多くなる傾向があります。
- ジボラン濃度は、5%以下とすることにより、分解・重合により発生するデカボランの絶対量を抑えられます。

**推奨器種**：ガスの性質を考慮した使用条件で、下記の圧力調整器を推奨します。

入口高圧（ポンベ圧力）の場合：L88シリーズ（24頁を参照してください）を推奨します。

入口低圧（ライン圧力）の場合：L25シリーズ（12頁を参照してください）を推奨します。

- L88シリーズは、二段減圧により減圧比を少なくすることで、圧力調整器弁部での温度低下を分散することができ、デカボランの結晶化を抑えられるため、出流れの発生を少なくすることができると考えられます。  
また、中間セット圧力が3.0MPaと高いので、減圧比を小さくすることで調整圧力の安定化を図っています。
- この中間セット圧力を常時監視するために、5ポート仕様とすることにより、一段減圧部の調整圧力に万一出流れ等の異常が生じた場合、素早い対応が可能となり、被害を最小限に抑えることができ、安全にご使用いただけます。
- L25シリーズは、一段式構造なため、入口圧力、流量等に制限はありますが、ライン用としては十分にご使用いただける製品となっております（詳細については、弊社または、販売代理店までお問い合わせください）。

### ② NH<sub>3</sub> アンモニア

**トラブル事例1**：調整弁の腐食、圧力調整器の2次室内での再液化からの堆積物からの出流れ

**トラブル事例2**：圧力調整器の2次室内での再液化から発生する調整圧力のハンチング

**要 点**：使用条件により、結露・凍結が発生します。

- ガス中に存在している重金属やPCTFEが反応し、腐食、堆積物の付着等から出流れしていると考えられます。
- 液ガスが再液化した場合、ハンチングが起こり、調整圧力が安定しなくなる場合があります。

**ガスの性質**：

- ご使用条件により、結露・凍結が発生します。
- NH<sub>3</sub>ガスの蒸気圧は、0.85MPa(20℃)と低く、冷媒としても使用されるガスなので、消費量により温度低下が大きくなります。

3. 消費量が多くなると、シリンダーからウエットな状態でガスが発生し、ガス中の付着し易い成分が堆積して行くと考えられます。

**推奨器種：**標準流量仕様の場合、L25シリーズ（12頁を参照してください）

中流量仕様の場合、L35シリーズ（16頁を参照してください）

大流量仕様の場合、LH2シリーズ（30頁を参照してください）

二段式圧力調整器の場合、L81シリーズ（22頁を参照してください）

■ 各推奨器種には、新たにNH<sub>3</sub>ガスに反応しない専用の樹脂を開発し、弁シートに採用しました。

■ ガス発生量は、ポンベの自然発生量以下とし、加温による強制発生は避けてください。

例) 45Lポンベ：発生量 Max. 15 L/min

■ 断熱膨張の影響を最小限に抑える為に、減圧比を小さくする必要があり、二段減圧が有効となります。また、ハンチングを抑えるためにも有効です。しかし、NH<sub>3</sub>ガスは、ガス圧が低いので、二段減圧の中間セット圧力の設定圧力が重要になりますので弊社または、販売代理店までお問い合わせください。

### ③ HBr 臭化水素

**トラブル事例：**腐食による出流れ

**要 点：**

1. ガス配管機器の修理交換、装置（設備）等の増設等による大気への混入により腐食が発生する可能性があります。
2. ポンベ交換時のパージ不足により残留ガスと大気（空気中の水分）が反応し、腐食を起こしやすくなります。
3. 使用量が増加すると、ポンベの交換頻度が多くなるため、大気への混入する可能性が増えます。このため、腐食による出流れを起こしやすくなると考えられます。
4. 圧力調整器内部では、断熱膨張により、温度低下が激しく、調整弁棒と弁シートのシール部から出口側にかけて腐食が集中しています。

**ガスの性質：**

1. HBrガスの発生量は、10Lポンベで自然発生量 Max.1L/min程度となります。
2. 特に水分に溶け易いので、大気に含まれる水分の混入を阻止する必要があります。

**推奨器種：**一段式圧力調整器の場合、L25シリーズ（12頁を参照してください）、U25シリーズ（62頁を参照してください）

二段式圧力調整器の場合、L81シリーズ（22頁を参照してください）、R81シリーズ（54頁を参照してください）

■ 十分なパージを行うことにより、圧力調整器の寿命を延ばすことができます（パージ方法、パージにかかる時間等は、ご使用条件により異なります）。

■ 腐食に対して調整弁棒、ダイヤフラム等の部品の材質に Hastelloy<sup>®</sup> が有効となりますのでこれを推奨します。

■ 断熱膨張の影響を最小限に抑える為に、減圧比を小さくする必要があり、二段減圧が有効となります。

■ 一段減圧で標準流量タイプ L25、U25を使用する場合は、自然発生量1L/min以下で使用してください。適正流量以上で使用された場合、極端な温度低下を生じ、調整弁部の腐食が発生する可能性があります。

### ④ Cl<sub>2</sub> 塩素

**トラブル事例1：**弁シートの膨潤による調整圧力低下

**トラブル事例2：**調整弁部の腐食、デポジションの付着による出流れ

**要 点：**使用条件により、結露・凍結が発生します。

1. 高純度ガス用圧力調整器の弁シート材として、PCTFEまたは、PTFEを使用していますが、塩素(Cl<sub>2</sub>) ガスにより膨潤し、初期の設定圧力が維持できずに圧力が降下して、再調整が必要となります。また、極端な場合は、圧力調整器はガスが流れない状態となることもあります。
2. ガス配管機器の修理交換、装置（設備）等の増設等による大気への混入により腐食が発生する可能性があります。
3. ポンベ交換時のパージ不足により残留ガスと大気（空気中の水分）が反応し、腐食を起こしやすくなります。

4. 使用量が増加すると、ポンベの交換頻度が多くなるため、大気が混入する可能性が増えます。このため、腐食による出流れを起こしやすくなると考えられます。
5. 圧力調整器内部では、断熱膨張により、温度低下が激しく、調整弁棒と弁シートのシール部から出口側にかけて腐食、或いは、付着物による出流れが発生する可能性が高くなります。

**ガスの性質：**

1. 特に水分と反応し、金属と作用し腐食を促進します。
2. 温度低下が激しくなることにより、腐食を促進します。

**推奨器種：** 標準流量仕様の場合、L25シリーズ (12頁を参照してください)、U25シリーズ (62頁を参照してください)  
 中流量仕様の場合、L35シリーズ (16頁を参照してください)  
 大流量仕様の場合、LH2シリーズ (30頁を参照してください)  
 二段式圧力調整器の場合、L81シリーズ (22頁を参照してください)、R81シリーズ (54頁を参照してください)

- 膨潤を最小限に抑えるために、 $CO_2$ 用フッ素樹脂弁シートを使用した器種を推奨します。但し、他のガスには使用しないでください。特に $NH_3$ ガスには使用不可です。
- 十分なパージを行うことにより、圧力調整器の寿命を延ばすことができます (パージ方法、パージにかかる時間等は、ご使用条件により異なります)。
- 腐食に対して調整弁棒、ダイヤフラム等の部品の材質にハステロイ<sup>®</sup>が有効となりますのでこれを推奨します。
- 断熱膨張の影響を最小限に抑える為に、減圧比を小さくする必要があり、二段減圧が有効となります。
- ハステロイ<sup>®</sup>部品以外の接ガス部品にクリーンエス等の耐食処理を行うことも有効です。

**5)  $N_2O$  亜酸化窒素 (笑気)**

**トラブル事例1：** 弁シートの膨潤により、シート口径が縮小し出口圧力、放出流量の低下及び、供給不能

**トラブル事例2：** 極端な温度低下による出口圧力の急激な変動

**要 点：** 使用条件により、結露・凍結が発生します。

1. 減圧の際、弁部で断熱膨張による温度低下が起こります。減圧比及び放出流量によって温度低下の度合いが変わります。
2. 一段式圧力調整器は、再液化による弁部の液封と思われるハンチングが発生しやすくなると考えられます。
3.  $N_2O$ を流し始めてから、数日後再調整が必要となる場合があります。

**ガスの性質：**

1. ポンベ圧力は、4.9MPa以下で使用してください。30kgf充填ポンベの使い始めが調整圧力に対して影響が大きくなります。
2. 温度低下により、弁シート材への浸透が促進します。また、再液化する場合があります。

**推奨器種：**

使用流量、圧力等のご使用条件により最適な圧力調整器がありますので、弊社または、販売代理店にお問い合わせください。下記推奨器種は、使用流量による選定例です。ご参考にしてください。

- 例1) L35+L35 (分離二段式) …… Max.20L/min (16頁を参照してください)  
 圧力条件: 4.9MPa (ポンベ圧力) - 0.8MPa (中間圧力) - 0.3MPa (調整圧力)
- 例2) L81 (一体型二段式) …… MAX7L/min (22頁を参照してください)  
 圧力条件: 4.9MPa (ポンベ圧力) - 0.99MPa (中間圧力) - 0.3MPa (調整圧力)
- 例3) R25 (一段式) …… MAX2L/min (46頁を参照してください)  
 圧力条件: 4.9MPa (ポンベ圧力) - 0.3MPa (調整圧力)
- 例4) L25 (一段式) …… MAX5L/min (12頁を参照してください)  
 圧力条件: 4.9MPa (ポンベ圧力) - 0.3MPa (調整圧力)
- 例5) U25 (一段式) …… MAX5L/min (62頁を参照してください)  
 圧力条件: 4.9MPa (ポンベ圧力) - 0.3MPa (調整圧力)

※上記のシリーズは、 $N_2O$ を考慮した設計となっております。ガス放出のインターバルによって放出流量が決まります。

## ⑥ HCl 塩化水素

**トラブル事例：**水分等の反応による調整弁部が腐食することによる出流れ

**要 点：**

1. ガス配管機器の修理交換、装置（設備）等の増設等による大気（空気中の水分）の混入により腐食が発生する可能性があります。
2. ポンペ交換時のパージ不足により残留ガスと大気（空気中の水分）が反応し、腐食を起しやすくなります。

**ガスの性質：**

1. 特に水分と反応し、金属と作用し腐食を促進します。
2. 温度低下が激しくなるとにより、腐食を促進します。

- 推奨器種：**一段式圧力調整器の場合、L25シリーズ(12頁を参照してください)、U25シリーズ(62頁を参照してください)  
二段式圧力調整器の場合、L81シリーズ(22頁を参照してください)、R81シリーズ(54頁を参照してください)
- 十分なパージを行うことにより、圧力調整器の寿命を延ばすことができます。(パージ方法、パージにかかる時間等は、ご使用条件により異なります)
  - 腐食に対して調整弁棒、ダイヤフラム等の部品の材質に Hastelloy<sup>®</sup> が有効となりますのでこれを推奨します。
  - 断熱膨張の影響を最小限に抑える為に、減圧比を小さくする必要があり、二段減圧が有効となります。
  - 正流量以上で使用された場合、極端な温度低下を生じ、調整弁部の腐食が発生する可能性があります。

## ⑦ NF<sub>3</sub> 三フッ化窒素

**トラブル事例：**弁シートの荒れによる出流れ

**要 点：**

1. 減圧過程におけるガスの断熱膨張に伴う温度降下が進むにつれ NF<sub>3</sub> が弁シート材の PCTFE に浸透、膨潤します。
2. 温度低下により液化した NF<sub>3</sub> が樹脂に浸透、膨潤、膨張収縮を繰り返し、樹脂表面の脆化を引き起こします。

**ガスの性質：**温度低下により、液化する場合があります。

- 推奨器種：**L88-NF<sub>3</sub>シリーズ(24頁をご参照してください)を推奨します
- NF<sub>3</sub> 充填圧力が高い時は、二段減圧により減圧比を少なく(中間セット圧力:3MPa)することで、ガス膨張に伴う温度降下が軽減されます。それにより、NF<sub>3</sub> の弁シートへ影響が少なくなり荒れを防ぎます。
  - 弁シートの材は、PTCFE より PTFE が NF<sub>3</sub> のシートへの影響を軽減すると考えられますので、弁シート材に PTFE を採用しています。

### [備考]

- 本カタログに記載されている圧力は、特に指示がない場合、すべてゲージ圧力で表示されております。
- ご注文の際は、必ず、ご使用されるガス名をお知らせください。
- 耐食処理“クリーンエス”(昭電工機)は、アンモニア(NH<sub>3</sub>)ガス等、使用不可場合があります。ご注文の際は、弊社または弊社代理店へ、ご確認をお願いいたします。
- 塩素(Cl<sub>2</sub>)ガス、一酸化窒素(N<sub>2</sub>O)ガスにご使用される場合は、L25シリーズをご選定願います。
- 製品を安全にお使いいただくため、ご使用前に必ず「取扱説明書」をお読みください。
- 圧力調整器を選定する際は、安全かつトラブルが発生することなく圧力調整器が機能するように、ガス・システム設計者およびユーザー様の責任において、圧力調整器の機能、材質の適合性、使用条件等を考慮し、ご仕様に合った製品を選定し、適切な取り付け、操作およびメンテナンスを行ってください。
- 圧力調整ハンドルは、必要以上に押し込まないように、ご注意ください。
- Crown製品と他社製品とを、決して混用したり、互換したりしないように、お願いいたします。
- 製品の仕様は、改良のため予告なく変更することがありますので、ご了承ください。ご注文の際は、弊社または弊社代理店へ、仕様のご確認をお願いいたします。
- ご不明な点および本カタログに記載されていない特殊仕様のご要求につきましては、弊社または弊社代理店へお問い合わせください。
- Crown/YUTAKA<sup>®</sup>およびe-flow<sup>®</sup>は、株式会社ユタカの日本国内およびその他の国における登録商標です。
- 継手種類の製品名S-VCR<sup>®</sup>、VCR<sup>®</sup>、S-JSK<sup>®</sup>、JSK<sup>®</sup>、MCG<sup>®</sup> Swagelok<sup>®</sup>、UJR<sup>®</sup>およびCVC<sup>®</sup>は、各製造者の登録商標です。製造者名は、割愛いたします。
- Hastelloy<sup>®</sup>は、三菱マテリアル株式会社の登録商標です。また、Hastelloy<sup>®</sup>C-22は、三菱マテリアル株式会社の特許合金です。
- VITON<sup>®</sup>は米国DuPont Companyの登録商標です。
- ダイフロン<sup>®</sup>は、ダイキン工業株式会社の登録商標です。