

## 寄稿 商社の技術・研究開発活動

(氏名五十音順)

イワタニにおけるPFC分解・  
回収リサイクルシステムの開発

小池 国彦 (こいけ くにひこ)  
岩谷産業株式会社  
技術部 滋賀技術センター長

岩谷産業は、「ガス&エネルギー」をキーワードに、暮らしや産業を支えるためにかげがえのない資源を取り扱う企業として、常に地球環境を意識した商品開発に取り組んでいる。ガスビジネスではメーカーポジションを志向し、地球にやさしい、より良い循環型社会の実現をめざし、クリーンエネルギーとして期待される水素技術を中心に技術開発に注力している。また、グループを挙げて、CO<sub>2</sub>削減につながるさまざまな産業機器やガス技術を提案している。ここではその一つとして、半導体や液晶デバイス製造などで使用されるPFC（パーフルオロ化合物）などの温室効果ガスの分解・無害化処理技術およびその回収リサイクル技術への取り組みを紹介する。

## 1. エレクトロニクス産業とガス

工業ガスは、誰もが知っていて生活に直結する酸素 (O<sub>2</sub>) や窒素 (N<sub>2</sub>)、炭酸ガス (CO<sub>2</sub>) といったものから、一般にはなじみが薄いですが、半導体や液晶デバイス製造などエレクトロニクス分野に貢献しているモノシラン (SiH<sub>4</sub>)、トリメチルアルミニウム ((CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Al)、三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>) など数百種類が存在する。

半導体や液晶パネル製造プロセスは、ガスを反応させて分子レベルで微細加工していく工程を繰り返す。つまり、ガスがなければ現代の情報化社会をリードするエレクトロニクスデバイスは作れない。統計的に見ても、半導体の生産量と工業ガスの消費量は見事に一致している。

エレクトロニクス分野で使われるガスは、電子材料ガスまたは特殊材料ガスと呼ばれ、20～30種類のガスの総称である。これらのガスの多くは、極めて反応性が強く、爆発性、腐食性などを有するだけでなく、ほとんどが人体に対し、毒性があり、危険な化学物質である。さらに厄介なことに、地球温暖化係数 (GWP) が極めて大きいガスが含まれている。したがって、デバイス製造工程からの排ガスは、適切に処理して、大気放出することが必要である。

## 2. エレクトロニクス産業に課せられた課題

1997年のCOP3（気候変動枠組条約第3回締約国会議）で、日本が国際公約した地球温暖化ガスの削減期限が迫っている（基準年は1990年、目標年は2008～2012年）。表1に示すように、エレクトロニクス業界で大量に使用されるPFCやHFC（フルオロカーボン類）は地球温暖化係数が極めて高く、京都議定書で削減対象となっている。PFCやHFCはエッチングやチャンバークリーニングといった極めて重要なプロセスに用いられている。半導体や液晶業界では、京都議定書に沿って、それぞれ温室効果ガスの自主削減目標を策定している。すなわち、半導体では2010年に95年比10%減、液晶では同じく2010年に2000年レベルの排出量とするとしている。

## 3. イワタニのPFC分解技術

エレクトロニクス分野においてPFCの消費量は年々増加しており、代替ガスの研究もされているものの、今後も必要不可欠なガスであることは間違いない。さまざまなPFC排出削減方法

表1 半導体・液晶製造で使われる温室効果ガス

ガス	地球温暖化係数 (GWP)	寿命 (年)
CO <sub>2</sub>	1	50～200
CF <sub>4</sub>	7,390	50,000
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12,200	10,000
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	8,830	2,600
c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	10,300	3,200
CHF <sub>3</sub>	14,800	270
SF <sub>6</sub>	22,800	3,200
NF <sub>3</sub>	17,200	740

(注) 地球温暖化係数は100年値  
(出所) 日本フルオロカーボン協会資料（2008年11月13日発行）



写真1 PFC燃焼式分解・除害装置「ダイナガード」

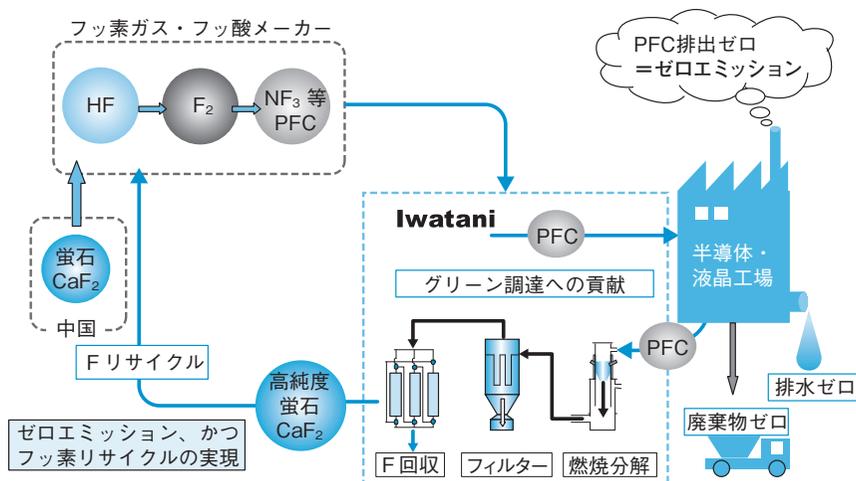
のうち、最も即効性が高いのは分解させることである。四フッ化メタン (CF<sub>4</sub>) や三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>) などのPFCを分解させると、強酸性かつ毒性のフッ化水素 (HF) となり、これをアルカリで中和処理する技術が一般的である。

当社は、バーナーの火炎を用いて直接PFCを分解する燃焼式分解・除害装置をいち早く開発し、商品化した（写真1）。大型液晶テレビや太陽電池パネル生産がますます活発化しているが、これらの製造においては、半導体デバイス製造に比べてPFCガスの消費量が大きいため、大流量タイプが求められる。当社ではユーザーニーズに合わせてラインアップを拡充しながら、この燃焼式分解・除害装置と水処理スクラバー（排ガス処理装置）とを組み合わせ、PFC排出ゼロ（ゼロエミッション）を実現するシステムを提供している。

## 4. フッ素回収リサイクル技術への取り組み

当社は、PFCを分解して中和処理する技術にとどまらず、究極のPFC削減対策として、半導体プロセスなどで使用した後のPFCガスを回収し、再びPFCガスの原料であるCaF<sub>2</sub>（フッ化

図1 PFC分解・回収リサイクルシステム



カルシウム：蛍石）に再生するリサイクル技術を提案している。この技術は、図1に示すように、燃焼式分解・除害装置で分解したPFCのフッ素成分（HF）を、消石灰（Ca(OH)<sub>2</sub>）または炭酸カルシウム（CaCO<sub>3</sub>）と反応させてフッ化カルシウムとして固定化・回収する技術である。フッ化カルシウムは天然資源として産出し、その多くは中国からの輸入に頼っている。近年は資源の枯渇も懸念されており、この技術により、高付加価値な合成化学原料として回収することが狙いである。この技術はPFCの削減だけでなく、半導体工場や液晶工場などユーザーサイドにおいて排水負荷や産業廃棄物を減らし、結果

的にエネルギーコストを削減する大きなメリットをもたらす画期的な技術として期待されている。

## 5. 今後の方針

当社では、PFC分解・回収リサイクルシステムを早期に商品化することをめざす一方で、NF<sub>3</sub>やPFC代替として地球温暖化係数ゼロの三フッ化塩素（ClF<sub>3</sub>）ガスの拡販も推進していく。ClF<sub>3</sub>に対しても、フッ素回収リサイクル技術は有効であり、さらに塩素をも固定化して塩化カルシウム（CaCl<sub>2</sub>）などに回収し、リサイクルする技術にも取り組んでいく。 **JF IC**