

ロータリーアトマイザー式排ガス 処理装置

住友精化(株) ガス・エンジニアリング事業部

溝川 憲一

中西 隆一

菱池 通隆

Rotary-Atomizer Type Exhaust Gas Processing Equipment

Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.

Gas Engineering Div.

Kenichi MIZOKAWA

Takakazu NAKANISHI

Michitaka HISHIIKE

The rotary-atomizer type exhaust emission processing equipment of SUMITOMO SEIKA CO., LTD. is the wet type exhaust gas processing equipment including a rotary atomizer which has a significant gas-liquid contact efficiency. This is high performance type gas-liquid contact equipment in which the micro and uniform bubbles generated by the high speed rotating rotary atomizer in the absorbing solution, and causes the high level gas-liquid contact efficiency to absorb and remove the harmful gas. The exhaust gas from a semiconductor manufacturing machine has harmful gas. The rotary atomizer type exhaust gas processing equipment continuously removes the harmful gas to a level which is lower than the Threshold Limit Value. Recently, because the exhaust gas from the semiconductor manufacturing process are increasing and diversified, the pipeline to the exhaust gas processing equipment frequently produces problems such as blockage. This blockage problem in pipelines is sometimes the main-cause of reduction in the productivity of semiconductors, and therefore a pipeline system dealing with this problem has also been constructed.

住友精化(株)の半導体用ガス関連機器事業

住友精化(株)は半導体用ガスの製造・販売を行っている。半導体用ガスにはアルシン AsH_3 やホスフィン PH_3 等毒性の非常に高いガスがあり、これらを取り扱う上で安全対策は欠かせない。住友精化(株)がこれら毒性の高い半導体用ガスを製造することにより培われた安全対策技術を商品化したものとして、ロータリーアトマイザー式半導体用ガス処理装置や、半導体用ガス漏洩検知警報装置がある。又、不純物の混入を極限まで防止し、毒性の高いガスを安全で安定に半導体製造装置に供給する半導体用ガス供給システムの設計・製作も行っている。

半導体用ガス

半導体用ガス即ち半導体デバイスの製造に使用されるガスの種類は非常に多い。系内の空気遮断用ガスや機能性ガスの希釈用ガスとして N_2 、 He 、 Ar 、 H_2 が使われ、これらは殆ど毒性はない。

一方、CVD (Chemical Vapor Deposition) 工程やCVD 炉内のクリーニング、各種膜や金属配線等のエッチング工程に用いられる機能性ガスには毒性の高いものが多い。又、これら工程において副生されるガスにも毒性の高いものが多い。

半導体産業では、 CF_4 、 C_2F_6 等に CHF_3 や NF_3 、 SF_6 を加え PFC (Perfluoro compounds) と総称されるガスも多用される。PFC は地球温室効果ガスとして知られ、1997年の地球温暖化防止京都会議 (COP3) で排出削減対象となったガスである。

第1表に半導体用ガスを用途別に分類した。第2表に半導体用ガスの物性を示した¹⁾。

排ガス処理装置

第2表に示したように半導体用ガスは非常に毒性が高いことから、半導体デバイスの製造工程の排ガス中に含まれる有害ガスは大気に放出する前に除害処理しなければならない。半導体用ガスの殆どは高压ガス保安法の適用を受け、同法に除害すべきことが

規定されている(一般高圧ガス保安規則第55条第1項第21号)。

排ガス中に含まれる有害ガスを処理する方法について第3表に示す。

半導体産業の損益がサイクル軌道を描き、収益の悪化の度に半導体の製造コストが厳しく検討されてきた。半導体製造工程の排ガス処理六法についてもコスト面から見直しが進められた。従来、殆どのエッチング工程では乾式の吸着式排ガス処理装置が使用されていたが、総コスト比較の観点から、維持管理費が廉価でありかつ処理能力の高いロータリーアトマ

第1表 半導体用ガスの用途別分類

工 程	対象物	機能性ガス
CVD		SiH ₄ 、B ₂ H ₆ 、PH ₃
CVD炉内の クリーニング	(プラズマ)	HCl、Cl ₂ 、C ₂ F ₆ 、C ₃ F ₈ 、NF ₃
	(ノンプラズマ)	ClF ₃
各種膜や金属 配線等の エッチング	Si	HCl、HBr、Cl ₂ 、CHF ₃
	SiO ₂	CF ₄ 、CHF ₃ 、C ₂ F ₆ 、C ₃ F ₈ 、CO
	Si ₃ N ₄	HCl、SF ₆ 、C ₂ F ₆ 、C ₃ F ₈
	Al	BCl ₃ 、Cl ₂ 、CF ₄ 、CHF ₃
	Mo	CF ₄ 、SF ₆
	W	CF ₄ 、SF ₆
	Ti	BCl ₃ 、Cl ₂

第2表 半導体用ガスの物性¹⁾

物 質 名	化学式	分子量	外 観	臭 気	沸 点	水との反応性 / 溶解度	性 質	許容濃度 ppm(注)	湿式処理 適用性
シラン	SiH ₄	32.1	無色 透明 気体	希薄時無臭 濃い不快臭	-111.9	反応しない 純水には不溶	可燃性 毒性 自然発火性	5	
四フッ化ケイ素	SiF ₄	104.1	無色の気体	刺激臭	-75 941mmHg	激しく反応して HFを生成	腐食性 毒性	[HF]	
ジクロロシラン	SiH ₂ Cl ₂	101.0	無色の気体 液体は白色	刺激臭	8.2	加水分解反応して HClを生成	可燃性 毒性 腐食性	[HCl]	
アルシン	AsH ₃	77.9	無色 透明 気体	不快臭 ニンニク臭	-62.1	溶解 20ml / 100ml aq at 20	可燃性 毒性	0.05	
ホスフィン	PH ₃	34.0	無色の気体	不快臭 ニンニク臭	-87.0	溶解 20ml / 100ml aq at 24	可燃性 毒性 自然発火性	0.3	
ジボラン	B ₂ H ₆	27.7	無色の気体	不快臭 ビタミン臭	-92.5	加水分解反応して H ₂ を生成	可燃性 毒性 自然発火性	0.1	
三塩化ホウ素	BCl ₃	117.2	無色の気体	刺激臭	12.5	加水分解反応して HClを生成	不燃性 毒性 腐食性	[HCl]	
三臭化ホウ素	BBr ₃	250.5	無色の気体	刺激臭	91.8	加水分解反応して HBrを生成	不燃性 毒性 腐食性	1	
六フッ化 タングステン	WF ₆	297.8	無色の気体 黄色の液体	刺激臭	17.5	加水分解反応して HFを生成	不燃性 毒性 腐食性	[HF]	
フッ素	F ₂	38.0	淡黄色気体	刺激臭	-188.1	激しく反応して HFを生成	支燃性 毒性 腐食性	1	
塩素	Cl ₂	70.9	黄緑色気体	刺激臭	-34.6	溶解 0.3g / 100ml aq at 20	支燃性 毒性 腐食性	0.5	
三フッ化塩素	ClF ₃	92.5	無色の気体 淡黄色液体	刺激臭	11.8	激しく反応して HFを生成	支燃性 毒性 腐食性	0.1	
フッ化水素	HF	20.1	無色の気体	刺激臭	19.5	任意に溶解	腐食性 毒性	3	
塩化水素	HCl	36.5	無色の気体	刺激臭	-84.9	溶解 82g / 100ml aq at 0	腐食性 毒性	5	
臭化水素	HBr	80.9	無色の気体	刺激臭	-86.9	溶解 193g / 100ml aq at 25	腐食性 毒性	3	
アンモニア	NH ₃	17.0	無色の気体	刺激臭	-33.4	溶解 53g / 100g aq at 20	可燃性 毒性 腐食性	25	
四フッ化メタン	CF ₄	88.0	無色の気体	無臭	-128.0	溶解 0.0015 wt% at 25	不燃性		×
六フッ化エタン	C ₂ F ₆	138.0	無色の気体	無臭	-78.7	僅かに溶解する	不燃性		×
三フッ化窒素	NF ₃	71.0	無色の気体	無臭	-129.1	僅かに溶解する 1.4 * 10 ⁻⁵ mol / mol aq	支燃性 毒性	10	×
六フッ化硫黄	SF ₆	146.1	無色の気体	無臭	-56.6 (昇華)	溶解 0.54ml / 100g aq	不燃性	1000	×

(注) 許容濃度は定められていないが、[]内のガスと同等の毒性として対処すべきもの

第3表 有害ガスの処理方法

分 類	対象ガス	用途	除害能力	流量	濃度	スペース	ランニングコスト	
湿 式 法	CVD用ガス、無機ハロゲン系ガス	1 エッチング側近	許容濃度以下	小	中	中~大	小~中	
		2 工場集合スクラパー	許容濃度以下	大	低	大	小~中	
乾 式 法	物理吸着法	CVD用ガス、無機ハロゲン系ガス	1 各プロセス側近	許容濃度以下	小	低中	小~中	大
		化学吸着法	CVD用ガス、無機ハロゲン系ガス	2 緊急除害	許容濃度以下	大	低中	中~大
	熱 分 解 法	燃焼分解法	CVD用ガス、PFC	許容濃度以下	中~大	中~高	中~大	直火使用
		ヒーター加熱法	CVD用ガス、PFC	許容濃度以下	中~大	中~高	中~大	直火なし
		触媒分解法	PFC	新しい、長期実績はこれから				
		プラズマ法	PFC	新しい、長期実績はこれから				

イザー式排ガス処理装置が注目されてきた。本報ではロータリーアトマイザー式排ガス処理装置について記述する。吸着法や燃焼法については各種報告書があるのでそれらを参照されたい^{2,3)}。

ロータリーアトマイザー式排ガス処理装置

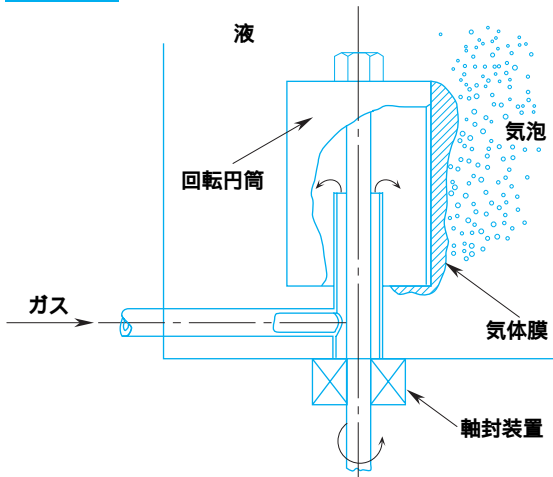
1. ロータリーアトマイザー

ロータリーアトマイザーは、1964年頃当時東北大学教授の堀省一郎博士が亜硫酸塩の空気酸化反应用として考案された高性能気液接触装置である。弊社はこの装置の実施権を得て、ロータリーアトマイザーを組み込んだ排ガス処理装置を半導体製造装置の排ガス処理用として商品化し、半導体工場に多数納入している。

2. ロータリーアトマイザーの原理及び構造

第1図に代表的なロータリーアトマイザーの原理図を示す。液中でカップ状の回転体(ローター)を高速で回転させ、そのカップ内にガスを送り込み、カップ下端からガスを溢流させる。溢流したガスと液体との比重差に基づく遠心効果によってローター表面にガス膜層を形成する。このガス膜層とローターの廻りの液との間には相対速度差があり、この間の摩擦によりガス膜層は引きちぎられ微細な気泡となり液中に分散する。

第1図 ロータリーアトマイザーの原理図



3. ロータリーアトマイザーの特性^{4,5)}

ロータリーアトマイザーは、汎用的な気液接触装置である多孔板に比べ、

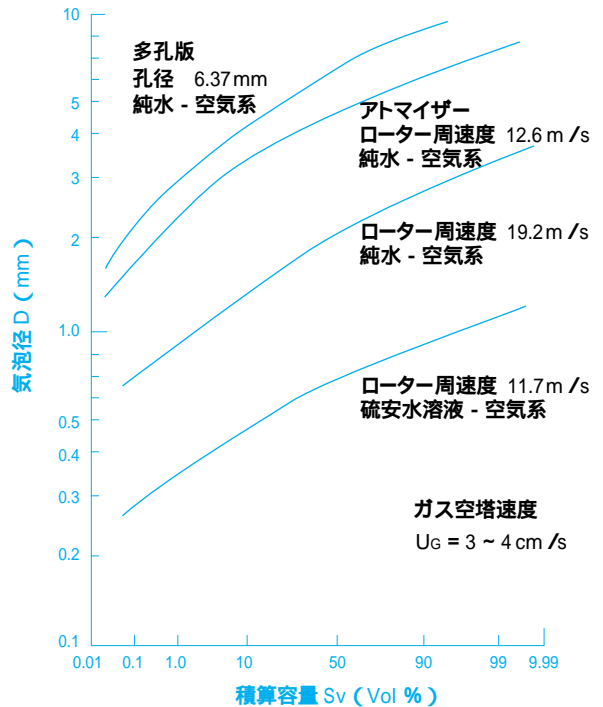
- (ア) 気泡が微細である、
- (イ) ガスホールドアップが大きく、気液接触時間が長い、
- (ウ) 物質移動度たる容積係数が大きい、等の特徴がある。

以下に、各項の特性と実例を説明する。

(1) 気泡径

ロータリーアトマイザーにより生成する気泡は非常に微細で均一であり、気液の接触面積が格段に大きい。ロータリーアトマイザーと多孔板の気泡径分布を第2図に示す。ロータリーアトマイザー(ローター周速度 = 11.7 m/s)の気泡径は、第2図よりガス空塔速度 $U_G = 3 \sim 4$ cm/s の時、0.7 mm であり、多孔板の気泡 6.5 mm に対し約10分の1であった。

第2図 気泡径分布図



(2) ホールドアップ

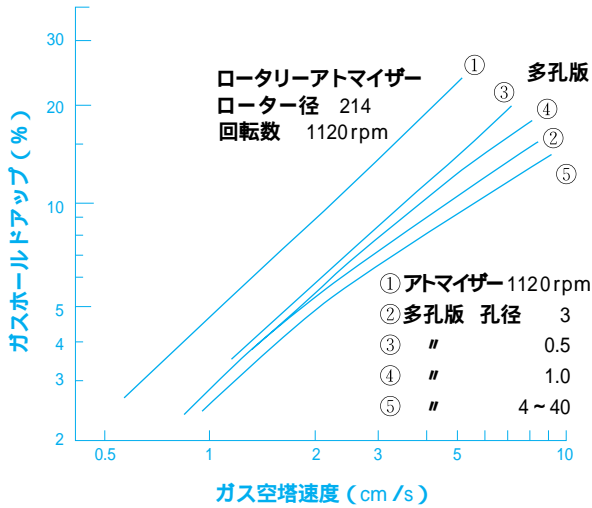
ロータリーアトマイザーにより生成する気泡が非常に微細で均一であることにより、気泡の上昇速度が遅くなり、よって気液接触時間が増大する。ロータリーアトマイザーと多孔板のガスホールドアップを第3図に示す。第3図よりガス空塔速度 $U_G = 1.45$ cm/s の時、ロータリーアトマイザーのガスホールドアップが7%に対し、多孔板(0.5 ~ 40mm)では4%であり、ロータリーアトマイザーの方が75%高かった。

液性因子の影響も認められ、この例として硫酸ナトリウムを添加した時のホールドアップを第4図に示す。

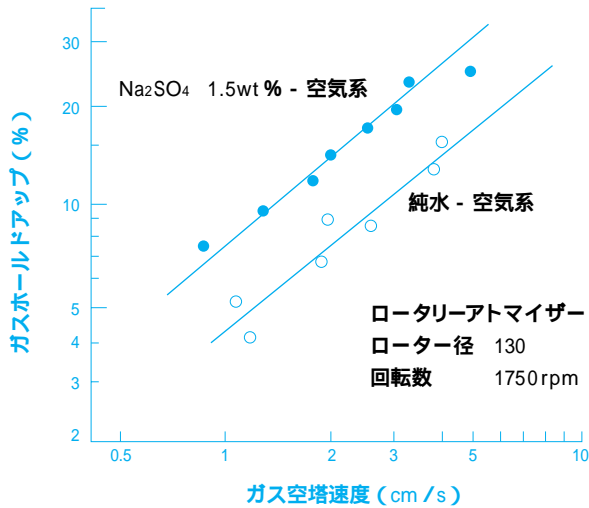
(3) 容量係数

ローターの高速回転による気液の激しい流動は、気中及び液中の拡散速度を速め、これによりガスは気液界面から液本体中への拡散が速められる。気泡分散相における物質移動抵抗は主として液側にある

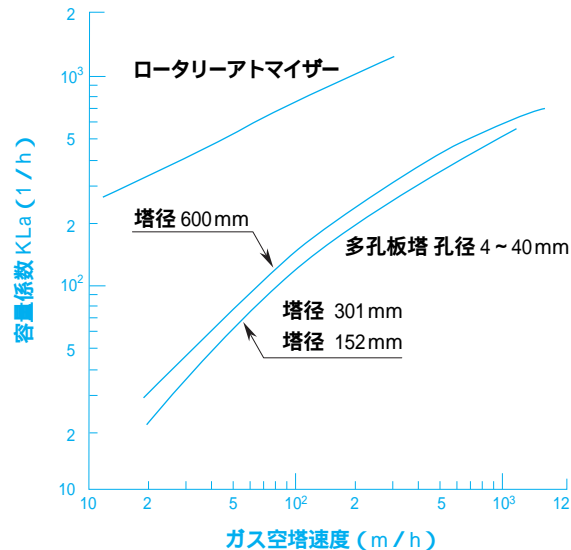
第3図 ガスホールドアップ



第4図 ガスホールドアップ



第5図 液側容量係数のロータリーアトマイザーと多孔板の比較

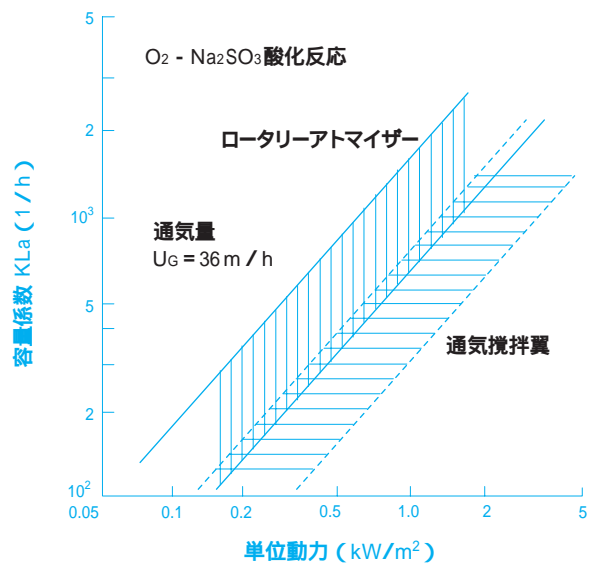


として液側容量係数又は液側物質移動係数 K_La が実測されている。容量係数に関するロータリーアトマイザーと多孔板の比較結果を第5図に示す。

$O_2-Na_2SO_3$ 酸化反応における液側物質移動係数 K_La は、ガス空塔速度 $U_G = 1.45\text{cm/s}$ の時、ロータリーアトマイザーが 1,500 1/h に対し、多孔板 (0.5 ~ 40mm) では 400 1/h であり、ロータリーアトマイザーの方が約 3.7 倍大きい値となった。

又、所要動力と容量係数の相関について、ロータリーアトマイザーと一般の通気攪拌翼との比較結果を第6図に示す。

第6図 所要動力と容量係数の相関



4. ロータリーアトマイザー式排ガス処理装置

半導体製造工程の排ガスは反応性の小さいガスも多く、且つ粉塵等も同時に排出される。本排ガス処理装置はロータリーアトマイザーの非常に優れた気液接触の特性を持ち、更に粉塵による目詰まり等の弊害も受けない耐久性があり、また、コストが小さい等数々の利点を有する排ガス処理装置である。

ロータリーアトマイザーによる吸収データ及びその応用

前章に示す様に、気液接触装置として基本特性の優れたロータリーアトマイザーを半導体製造工程の排ガス処理装置に採用することにより、他の吸収装置では見られない高い吸収効率を得られる。有害ガスの湿式法による除害反応式を第4表に示す。また、処理対象ガスと吸収液及び吸収効率の関係を第5表に、各種ロータリーアトマイザーの概略仕様を第6表に示す。以下に各種ガスの吸収処理の実例を示す。

第4表 湿式法による反応式

$10AsH_3 + 16KMnO_4$	$5K_3AsO_4 + 2Mn_3(AsO_4)_2 + 9Mn(OH)_2 + 6H_2O$	— (1)
$4AsH_3 + 6KMnO_4$	$3Mn_2O_2(OH)_2 + 2As_2O_3 + 6KOH + etc$	— (2)
$AsH_3 + 2KMnO_4$	$K_2HAsO_4 + Mn_2O_3 + H_2O$	— (3)
$3PH_3 + 4KMnO_4 + 8H_2O$	$3H_3PO_4 + 4MnO_2 + 4KOH + H_2$	— (4)
$SiH_4 + 2NaOH + H_2O$	$Na_2SiO_3 + 4H_2$	— (5)
$B_2H_6 + 6H_2O$	$2H_3BO_3 + 6H_2$	— (6)
$B_2H_6 + 2NaOH + 2H_2O$	$2NaBO_2 + 6H_2$	— (7)
$3SiF_4 + 4NaOH + (x-2)H_2O$	$2Na_2SiF_6 + SiO_2 \cdot xH_2O$	— (8)
$SiF_4 + 4NaOH + (x-2)H_2O$	$2NaF + SiO_2 \cdot xH_2O$	— (9)
$3SiF_4 + 3H_2O$	$2H_2SiF_6 + H_2SiO_3$	— (10)
$BCl_3 + 3H_2O$	$H_3BO_3 + 3HCl$	— (11)
$BCl_3 + 3/2 H_2O$	$1/2 B_2O_3 + 3HCl$	— (12)
$B_2O_3 + 3H_2O$	$2H_3BO_3$	— (13)
反応が不十分な場合、溶解度の低い無水ホウ酸 B_2O_3 が生成：式(12)		
$Cl_2 + NaOH$	$NaCl + NaOCl$	— (14)
$Cl_2 + 2NH_4OH$	$NH_4Cl + NH_2Cl + 2H_2O$	— (15)
$Cl_2 + H_2O$	$HCl + HOCl$	— (16)
$2Cl_2 + 2CaCO_3$	$CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + CO_2$	— (17)
$SiCl_4 + 2H_2O$	$SiO_2 + 4HCl$	— (18)
$SiH_2Cl_2 + 2H_2O$	$SiO_2 + 2HCl + H_2$	— (19)

第5表 処理対象ガスと吸収液

ガス種	吸収液				吸収効率 %
	水	NaOH	H ₂ SO ₄	KMnO ₄	
AsH ₃					>99.99
PH ₃					>99.99
SiH ₄					90
SiF ₄					99
B ₂ H ₆					99.9
BCl ₃					>99.9
Cl ₂					>99.9
HCl					>99.9
HBr					>99.9
NH ₃					>99.9

第6表 各種ロータリーアトマイザー仕様

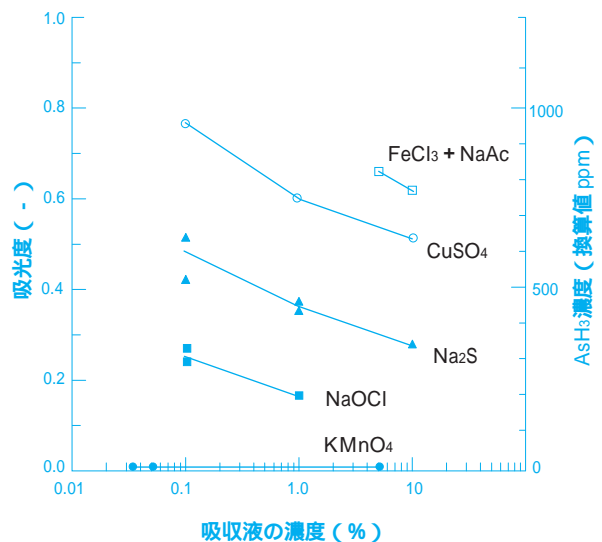
型式	実験機	実装置			
	TOPCA-L-1	RSC-B-1~500	RA-1.5	RA-3	RA-6
ガス導入方式	押込み型	押込み型	自吸型		
ローター形状	カップ型	カップ型	インペラ型		
ローターサイズmm	40	65~400	72	90	120
回転数 rpm	2000~3000	600~2400	1700		
処理ガス量 Nm ³ /H	0.12~0.60	1.0~500	1.5	3.0	6.0
吸収槽容量 ℓ	3	20~5000	20	45	90

1. アルシン(AsH₃)/ホスフィン(PH₃)

AsH₃ はシリコン半導体の5価のドーピング材ヒ素の原料としてかなり古くから使用されている。その毒性が極めて強いため、吸収処理法について多く検討されてきた。その主要な処理法は酸化反応によるもので

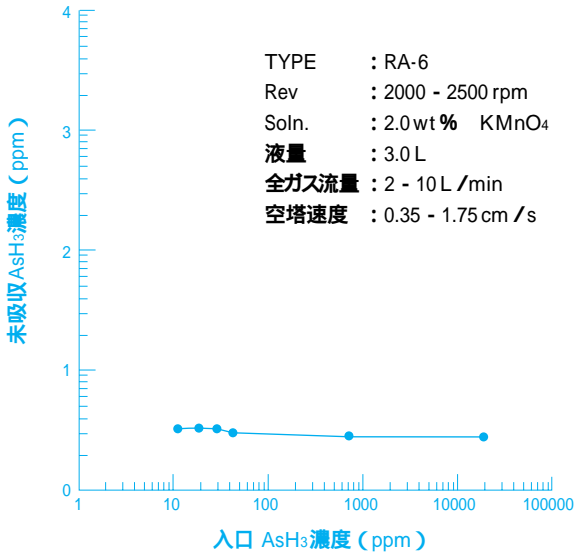
あり、その代表的な酸化剤はFeCl₃やKMnO₄である。シンターグラス付きガス洗浄瓶を用いた実験結果を第7図に示す。第4表に反応式を示しているが、実験結果より式(1)~(3)の反応が複合的に起こっていると推定される。

第7図 各種吸収剤によるAsH₃の吸収効率



この酸化剤を使った多孔板や充填塔の湿式排ガス処理装置では吸収効率は不十分であるが、気液接触効率の優れたロータリーアトマイザーを使うことにより、実用化ベースの吸収処理が可能となった。ロータリーアトマイザーによるAsH₃の吸収実験結果を

第8図 AsH₃吸収効率



第8図に示す。入口濃度が2%までのAsH₃に対し出口濃度はいずれも0.5ppm以下になっている。更に処理風量10Nm³/hのロータリーアトマイザーを用いた実験では入口濃度が1,000ppmまでの場合出口濃度は許容濃度である0.05ppm以下であることが確認された。

PH₃については、KMnO₄水夜液を用いるとAsH₃以上の効率で吸収除去できる。PH₃の許容濃度が0.3ppmであり、この濃度以下に吸収除去する場合、AsH₃の処理可能風量に対し約1.5倍の風量まで処理可能である。

ロータリーアトマイザーはAsH₃やPH₃の排ガス処理装置としての納入実績を持つ。しかし、これら酸化剤の取り扱いが半導体工場に不向きであることから、最近では殆ど使用されなくなった。(専ら化学吸着式が使用されている)

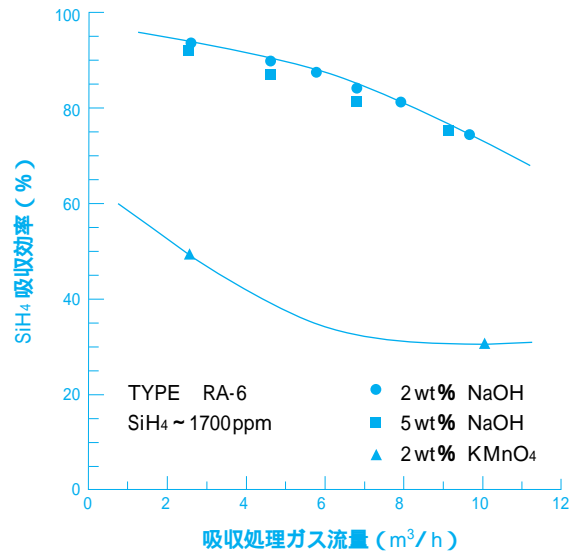
2. シラン(SiH₄)

SiH₄の吸収実験結果を第9図に示す。当初使用ガス量の少ない頃に湿式排ガス処理装置としてロータリーアトマイザーが使用されたが、使用ガス量が増加するに伴い、現在では大量のSiH₄除害に対応できるヒーター加熱法や燃焼分解法の排ガス処理装置が使用されている。

3. ジボラン(B₂H₆)

B₂H₆とH₂Oは容易に反応する。この反応を利用してB₂H₆の濃度分析を行う事がよく知られている。しかし、充填塔などの液分散型の気液接触装置では許容濃度(0.1ppm)以下まで除去することは困難である。ロータリーアトマイザーを用いた実験で、入口濃度が1,000ppm以下の場合、出口ガス中のB₂H₆濃

第9図 SiH₄の吸収効率



度が0.1ppm以下まで吸収処理できることを確認している。

4. 四フッ化ケイ素(SiF₄)

SiF₄は、ポリシリコンのエッチング工程の排ガス中に含まれている。SiF₄はH₂OやNaOH水溶液と速やかに反応する。NaOH水溶液を吸収液としロータリーアトマイザーを用いた吸収実験では99%以上の吸収効率とが得られた。更に、排ガス中のSiF₄及びSiF₄の分解生成物であるHFは0.3ppm以下であった。(HFの許容濃度：3ppm)

5. 三塩化ホウ素(BCl₃)

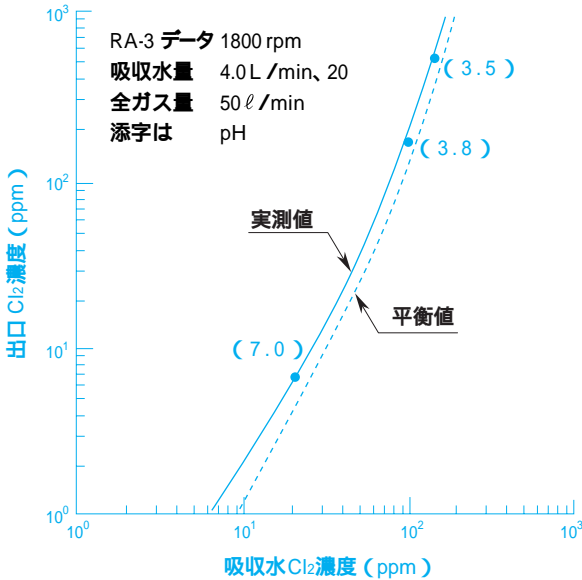
BCl₃はH₂Oと容易に反応しHClとH₃BO₃を生成する。一般的な気泡塔や充填塔では加水分解反応が不十分であるが、ロータリーアトマイザーでは殆ど加水分解反応が進行する。清水を吸収液とした吸収実験では入口濃度2.5%で、出口ガス中のBCl₃濃度が0.5ppm以下であることを確認している。

6. 塩素(Cl₂)

Cl₂は通常NaOH水溶液で吸収処理される。吸収速度は速く、一般的な充填塔で吸収は可能である。しかし、半導体製造工場ではデバイスへの影響を懸念して、ナトリウム等のアルカリ金属化合物の使用を避ける場合がある。その際は吸収液として半導体工場で使用されていて供給可能なNH₃水溶液を使用する。第10図には清水によるCl₂の吸収特性を示す。吸引されたCl₂はローターにより高分散され、ほぼ気液平衡値まで達している。また、第11図には吸収液pHと出口ガス中のCl₂濃度との関係を示す。

アルカリ性水溶液の使用が困難な場合は水を使用

第10図 Cl₂の吸収性



することになるが、この場合は一般的な充填塔ではCl₂は殆ど吸収除去できないため、ロータリーアトマイザーと粒状CaCO₃を充填剤とした湿式充填塔を組み合わせた排ガス処理装置により、水によるCl₂の処理が可能となった。

7. その他のガス

H₂Oあるいはアルカリ性水溶液等の吸収液による処理が容易なHClやHBr、NH₃はロータリーアトマイザーでの吸収効率が確認されており、納入実績も多い。更に、今後需要が見込まれるClF₃やF₂等非常に危険なガスに対しても吸収効率やハンドリングに関するデータを収集している。

ロータリーアトマイザー式排ガス処理装置の改良

1. ロータリーアトマイザーのローター形状の改良

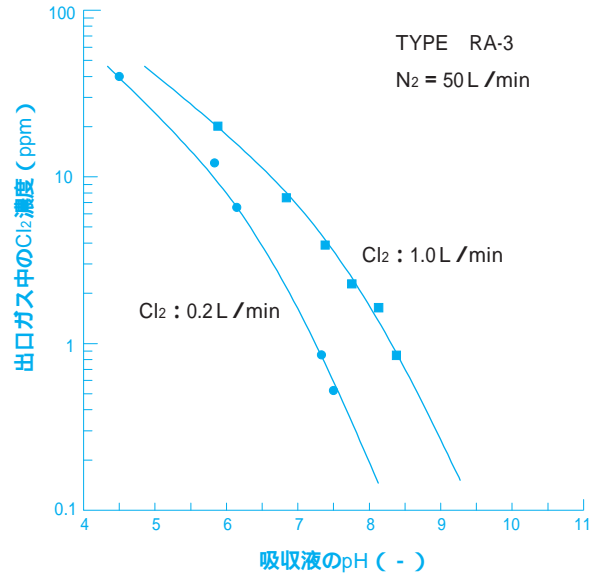
SiF₄やBCl₃の吸収反応において溶解度の低い固形物が生成し、配管やローターの気液界面に析出しこれによりガス流路が閉塞し、排ガス処理装置の長期稼働が出来ないトラブルが発生した。

種々検討の結果、ローター形状等の改良により閉塞トラブルを解消することができ、排ガス処理装置の長期安定稼働が可能となった。^{6,7)}

(1) BCl₃ 吸収処理の場合

BCl₃は水と容易に反応しHClとH₃BO₃を生成する。一般的な気泡塔や充填塔では加水分解反応が不十分であるため、ガス吹込みノズル付近で固形物の無水ホウ酸(B₂O₃)が生成・析出しノズル部に閉塞をきたす。カップ型ローターを使ったロータリーアトマイザーに

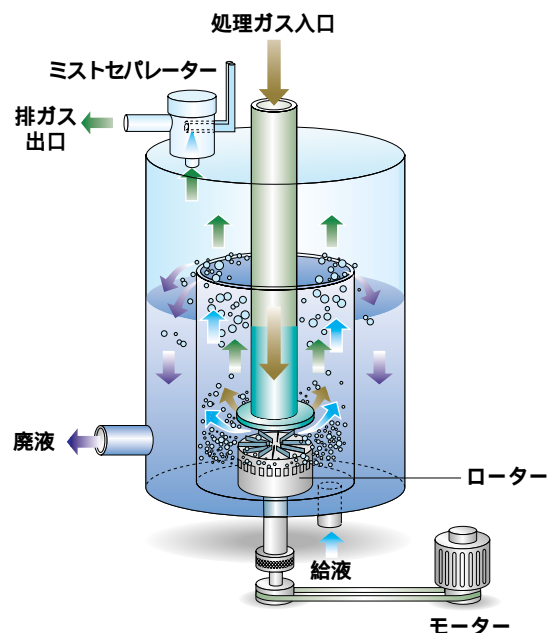
第11図 吸収液pHと出口Cl₂濃度の関係



よる吸収実験においてもBCl₃濃度が高い場合、長時間稼働においてカップ内の気液混合が不十分である事やガス流量の脈動によりカップ内に固形物の付着が観察された。

そこで、カップ型ローターからインペラーを付加した新型ローターの採用により閉塞問題を解決した。新型ローターによるガス吸収機構は第12図の原理図に示す。回転インペラーにより吸引されたガスは、高速回転しているローターにより引きちぎられ均一な微細気泡となり吸収液中に高分散する。こうしてガス吹込み部から激しい気液混合が形成され、BCl₃は第4表の反応式(11)に従い溶解度の高いオルトホウ酸

第12図 改良型ロータリーアトマイザーの原理

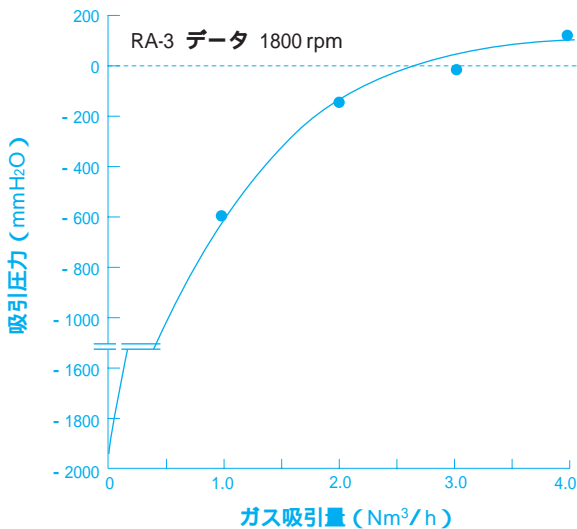


(H_3BO_3)まで速やかに加水分解され吸収水中に完全溶解する。この結果、ガス吹込み部の閉塞といったトラブルが解消された。

また新型ローターの利点として、カップ型ローターアトマイザーでは液深による圧力損失をカバーするためにガス入口部にブロアーを設置しガスを押込んでいたが、新型ローターではローター部が負圧となり吸引能力を持つためブロアーが不要となり排ガス処理装置のコンパクト化が可能となった。インペラー型ローターの吸引特性を第13図に示す。

当該の改良されたロータリーアトマイザーを用いた水による吸収実験でも、入口ガス中の BCl_3 濃度2.5%に対し出口ガス中の BCl_3 濃度が0.5ppm以下であることを確認している。

第13図 ガス吸引特性



(2) SiF_4 の場合

SiF_4 は H_2O や NaOH 水溶液と速やかに反応するが、反応生成物として極めて溶解度の低い Na_2SiF_6 や SiO_2 等を作り、これらが配管やローターの気液界面に析出することによる閉塞が問題となった。 NaOH 水溶液を吸収液としロータリーアトマイザーを用いた吸収実験では、カップ型ローター内部に Na_2SiF_6 や SiO_2 等の結晶が析出し閉塞に至った。

(1)項に示した改良装置を使用することにより、3,000ppmまでの SiF_4 を99%以上の効率で、閉塞することなく連続処理が可能となった。

2. 排ガス処理装置までの配管内閉塞防止対策システム

アルミニウム合金等メタル配線等のエッチング工程からは AlCl_3 等が排出される。蒸気圧の低い AlCl_3 等はエッチング装置から排ガス処理装置までの配管に析出する。最近、この機能性ガスの使用量が増えてき

ており、配管へのこれら固形物の付着が多くなり閉塞トラブルもきたすことがあり、重大な問題となっている。

これを解決する方法として、

- (ア) 配管を析出物質の固化温度以上に加熱する、
 - (イ) 析出する物質の排ガス中における分圧を下げる、
- により配管内の析出を防止する対策システムを確立し実用化した。⁸⁾この対策を施したロータリーアトマイザー式排ガス処理装置の納入も増加している。

第14図にエッチング排ガス中の AlCl_3 の配管閉塞防止対策例を示す。各エッチング装置には真空ポンプが設置されていて、排ガス処理装置との間は配管で結ばれている。この配管に AlCl_3 の固形物が析出する。そこで、エッチング装置の真空ポンプから排ガス処理装置までの配管を120℃に加熱する。又は、排ガス処理装置直前に真空ポンプを設置し、ここまでの配管を80℃に加熱し、この下流を120℃に加熱する。これらの方法により AlCl_3 の配管内での析出がほぼ完全に防止できる。

半導体排ガス処理装置の今後の展開

1. 半導体排ガス処理装置の今後の展開

半導体製造工程から排出されるガス成分については現在の所あまり解明されていない。従って、排ガス処理装置としては半導体製造に使用されるガスから排出されるガス成分や組成を類推し有害成分の処理を行っている。半導体デバイスの高集積化や超微細化の技術革新、製造の効率化の観点からも半導体製造装置内の反応機構の解明が熱心に進められており、この一環として排出されるガスの分析も徐々に行われてきている。弊社は、このような知見に基づき、より効率的な排ガス処理装置とすべく鋭意改良、開発を進めている。

又、地球温暖化やオゾン層破壊の防止対策面からフロン系ガスに対しても今後排出管理・規制が強化されていく。このような環境の変化に対応するために弊社としても既存技術の改良と化学処理技術を駆使し、新種のガスに対応する処理技術の構築とその商品開発に取り組んでいる。具体的には CF_4 、 C_2F_6 、 SF_6 、 CO 等のガスを対象とした分解処理装置の開発を進めている。

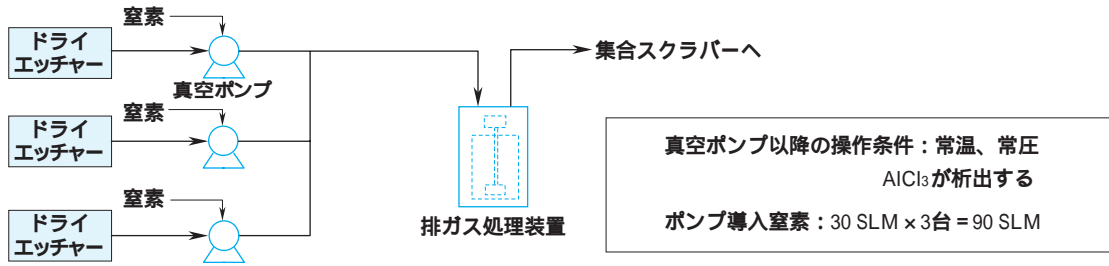
2. 半導体製造工程の排ガス処理装置のコンセプト

排ガス処理装置を開発するに当たったのコンセプトは次の3点である。

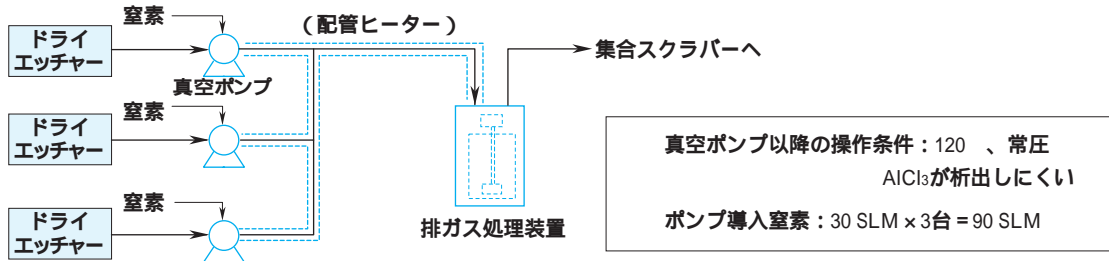
- ① 排ガス処理装置の長期安定稼働により、半導体製造装置の連続運転を可能とし半導体の生産性を向上させること、

第 14 図 排ガス処理装置までの配管内閉塞防止対策システム

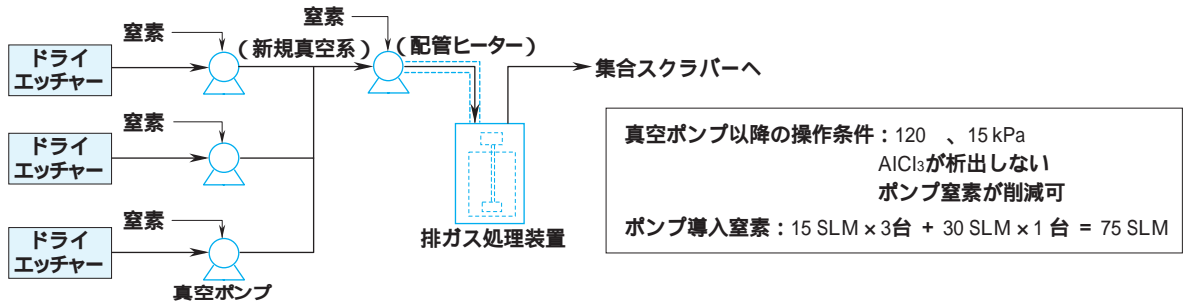
1) 従来の配管システム



2) 改良型配管システム(配管加熱方式)



3) 改良型配管システム(真空方式)



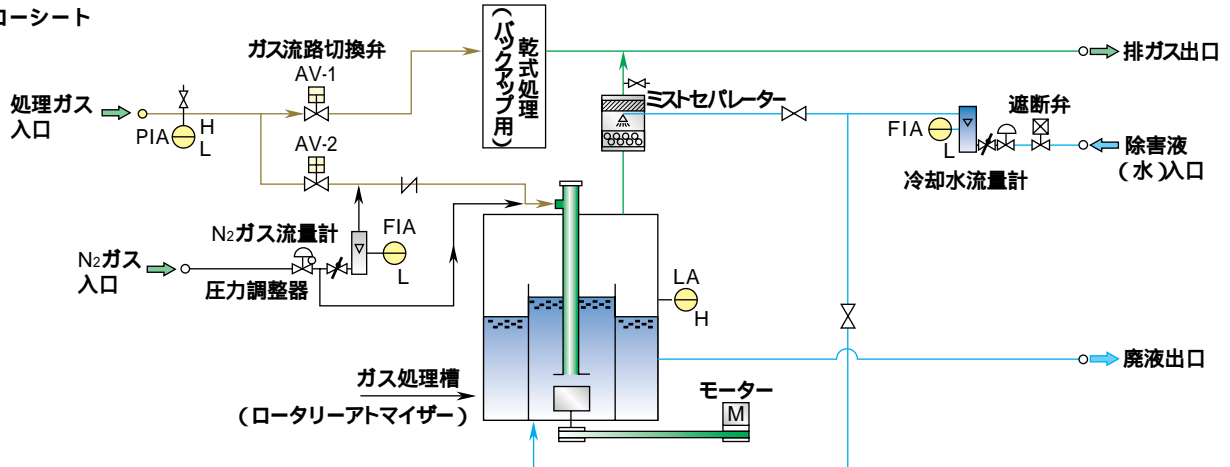
- ② 安全重視のシステム化への対応、
 - ③ 排ガス処理装置のイニシャルコストとランニングコストの低減、
- であり、これらのコンセプトを満足した装置を開発しユーザーの要望に対応できることを常に念頭においている。

引用文献

- 1) 原田満: 半導体製造用ガス材料の安全対策, Semi-con NEWS, p.28 (1990)
- 2) ULSI 生産技術緊急レポート編集委員会: ULSI 生産技術緊急レポート濃度: No.3, 半導体特殊材料

第 15 図 ロータリーアトマイザー式排ガス処理装置の系統図

フローシート



ガスの除害対策の実態と今後の処理方式, (株)サイ
エンスフォーラム (1996)

- 3) 兵庫県高圧ガス協会編集: 特殊材料ガス保安教育
テキスト, p.70 (1996)
- 4) 日本産業技術(株): TOPCA-L-1 技術資料

5) 高橋 直之, 川岡 孝義: ケミカルエンジニアリング,
Vol.30, No.6, p.49 (1985)

- 6) 特許 1473552 (特開昭 61-35832)
- 7) 特許 1195153 (特開昭 56-133018)
- 8) 実用新案 2574816 号

PROFILE



溝川 憲一
Kenichi MIZOKAWA
住友精化株式会社
ガス・エンジニアリング事業部
部長



菱池 通隆
Michitaka HISHIIKE
住友精化株式会社
ガス・エンジニアリング事業部
部長付



中西 隆一
Takakazu NAKANISHI
住友精化株式会社
ガス・エンジニアリング事業部
主幹

