

クリーンルーム機器の分子状(ケミカル)汚染対策

このレポートについてのお問合せ TEL 048-936-3033(代表) FAX 048-936-3307 部署/設計本部 後藤 浩

1. はじめに

半導体の回路パターンはますます微細化の一途をたどっている。それに伴い従来より問題とされてきた微粒子の制御に加え、微量の分子状(ケミカル)汚染物質(以降 AMCs と略す。Airborne Molecular Contaminants)の除去が必要とされてきている。それらにより歩留りやデバイス性能が低下すると言われ問題視されている。表 1 に AMCs の分類や発生源、及び代表的な製品への影響をまとめた。設備機器や製造装置等を設計・製作する際には、AMCs の発生が極力少ない材料を使用する必要がある。

特に微細なパターンを加工する「露光工程」及び原版となる「マスクやレチクル」を取扱う環境では重点的に管理せねばならない。SEMATEC(International Semiconductor Manufacturing Technology)では微粒子や AMCs 管理基準濃度を表 2 の如く定めている。

表 1 AMCs の発生源と製品不具合例

分類	汚染物質	発生源	製品不具合
Acids 酸性ガス	硫黄酸化物(SO _x)	大気汚染(自動車排ガス)	Al/Cu 配線・ハンダの異常 デバイス抵抗値の低下 腐食
	窒素酸化物(NO _x)		
Bases 塩基性ガス	アンモニア(NH ₃)	外気(農地)、人、建材、薬品	化学増幅型レジストの線幅不良 レンズのくもり(リソグラフィー) 基板表面を親油性にする
	アミン類(NH ₂ -)	ウェーハ表面処理剤	
Condensable 有機化合物	シロキサン類(D3-D6)	シリコーンシール材	基板表面を親油性にする (有機物付着)
	フタル酸エステル類 (DOP,DBP)	可塑剤、リーク試験ミスト、 塩ビ、ゴム	酸化膜の耐圧特性劣化
Dopants ドーパント	ホウ素(B)~BF ₃ 、B(OH) ₃	ガラス繊維フィルター	電気特性(Vth)影響
	リン(P)	難燃剤	
Metals 金属	Na,K,Mg,Fe,Ni,Cu,Zn,等	人体、純水、外気、製造装置、 プロセス薬品	接合リーク電流増加 酸化の膜耐圧特性劣化

表 2 国際半導体技術ロードマップ (ITRS:2005) におけるウェハ環境に求められる管理基準

製造時期 [年]		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
DRAM Metal 1/2 ピッチ [nm]		80	70	65	57	50	45	40
MPU/ASIC Metal 1/2 ピッチ [nm]		90	78	68	59	52	45	40
管理粒子径 [nm]		40	35	33	29	25	23	20
空気清浄度クラス		ISO クラス 2				ISO クラス 1		
酸性ガス	気相濃度 [pptM]	1000	1000	1000	1000	1000	500	500
	SO ₂ 換算 [μg/m ³]	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	1.4	1.4
アルカリ性ガス	気相濃度 [pptM]	5000	5000	5000	5000	5000	2500	2500
	NH ₃ 換算 [μg/m ³]	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	1.8	1.8
有機ガス	気相濃度 [pptM]	4000	3500	3000	3000	2500	2500	2500
	ナフテン換算 [μg/m ³]	40	35	30	30	25	25	25
ウェハ上有機物 [ng/cm ² /day]		2	2	2	2	2	0.5	0.5
ドーパント [pptM]		10	10	10	10	10	10	10

各換算値は当社内にて、1mol (0.1気圧)として計算

2. AMCs の除去方法と注意点

AMCs はケミカルフィルターにより除去できる。しかし、その性能はメーカーや型式により異なり、対象物質(成分) 除去効率、及び寿命等を十分考慮して選定せねばならない。

ケミカルフィルターは、初期時に高い除去率でガスを吸着する。吸着容量は有限であり使用時間に伴い除去率は低下する為、寿命を予測し交換時期を提示することが望ましい。寿命予測は通常、図1に示す除去率を用いて行う。例えば1次側のアンモニア(NH₄⁺) 10 μg/m³のガス濃度を 3 μg/m³以下に管理する場合は、設定除去率が70%となり、約12ヶ月が目安となる。この設定除去率に低下するまでの吸着容量(斜線部)が大きいほど長寿命なケミカルフィルターということになる。

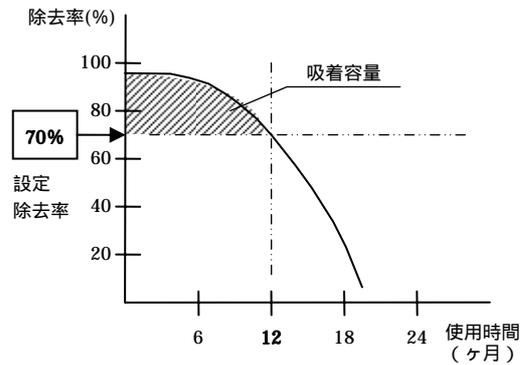


図1 ケミカルフィルター除去率と寿命例

3. 実機における評価

当社では、AMCsを極力減少させたマスク用の保管庫を開発した。(図2参照) 除去効率の向上と長寿命化の為に、数種×数枚のケミカルフィルターを直列に設置した。測定は保管庫内A、外気Bの2カ所の空気を吸引し、酸性、アルカリ性ガスをイオンクロマトグラフィーにて、有機物をGC-MSにて測定した結果を表4に示す。いずれも測定下限値となり、SEMATECの要求する管理基準濃度を満足した。

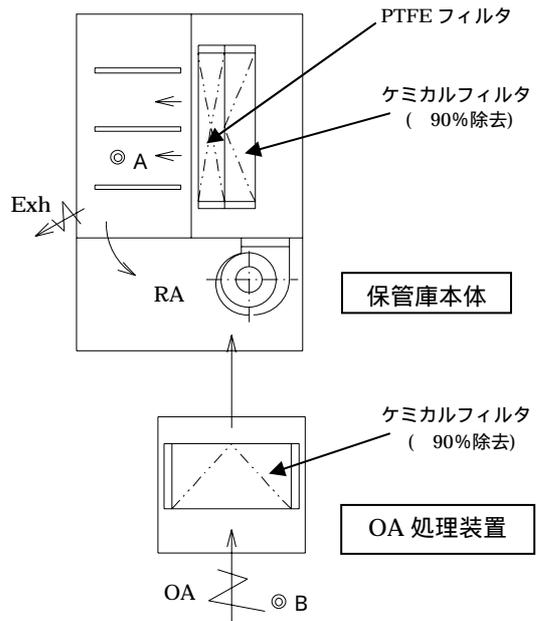


図2 マスク保管庫の概略構造

表3 ケミカル濃度測定結果

成分	分析値 (μg/m ³)	
	CR内	保管庫内
酢酸	0.73	< 0.1
ギ酸	1.3	< 0.1
NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻	1.17	< 0.02
SO ₄ ²⁻	0.06	< 0.02
NH ₄ ⁺	1.4	< 0.02
総有機	24.0	< 0.05

総有機はトルエン換算値

4. ケミカルフィルター使用時の注意点

- ケミカルフィルターの除去効率と寿命について
ケミカルフィルターの除去効率や寿命計算値は、あくまで試験用単一ガスによる理論計算値であり、目安として考える。
- 有機化合物除去について
有機化合物は、活性炭フィルターにより物理吸着で除去されるが、吸着力はDOP等の沸点が高い成分ほど大きくなる。一方、トルエン等の低沸点成分は、環境中に多く含まれ、フィルターの寿命を低下させる。また図3の如く、高沸点成分と置き換わり再離散する為、使用時間の経過に伴い透過しやすくなる。従って低沸点成分の有機化合物を含めたケミカル汚染対策には十分な注意を要する。

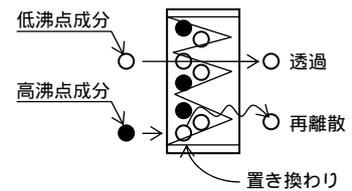


図3 沸点による吸着力

日本エアテック株式会社

本社 〒110-8686 東京都台東区入谷1丁目14番9号 TEL 03-3872-6611 FAX 03-3872-6615
 仙台営業所 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院2丁目1番61号(タカノビル) TEL 022-268-2881 FAX 022-268-2883
 名古屋営業所 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1丁目18番11号(第18KTビル) TEL 052-219-7100 FAX 052-219-7200
 大阪営業所 〒531-0071 大阪府大阪市北区中津1丁目11番11号(第1リッチビル) TEL 06-6373-0473 FAX 06-6373-0827
 広島営業所 〒732-0825 広島県広島市南区金屋町2丁目14番(アフロディテビル) TEL 082-568-7522 FAX 082-263-1505
 福岡営業所 〒815-0035 福岡県福岡市南区向野2丁目12番8号(真鍋ビル) TEL 092-553-1288 FAX 092-561-7284
 南九州営業所 〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央3丁目38番地28号(ショーヤ105号) TEL 0995-47-7422 FAX 0995-47-7433
 URL <http://www.airtech.co.jp>