

クリーンルーム関連雰囲気の清浄度に関する国際規格について

客員研究員 藤本 武利

はじめに

クリーンルーム関連のISO国際規格、国内規格の制定が進んでいる現状をご紹介します。法律ではありませんが、クリーンルームに関連する広範囲な対象を社会的、技術的要請に応えるように体系的な標準化が、今日的に制定、改廃されています。

1 空気中の汚染物質を除去し制御するコンタミネーションコントロールやクリーンルームの技術

コンタミネーションコントロールの技術は、High Efficiency Particulate Air (HEPA) Filterなどの手法が活用され、半導体産業をはじめとする工業用クリーンルーム、医学分野のバイオクリーンルームの技術へと発展して来しました。

1993年にはInternational Organization for Standardization (ISO) にクリーンルームの清浄度の技術委員会の設置が認められ、TC209として発足しました。

1.1 クリーンルームの清浄度の技術委員会 (ISO/TC209)

わが国では日本工業標準化調査会がわが国の代表として参加しています。

具体的には、(社)日本空気清浄協会が委託を受けて、ISO/TC209国際規格回答原案調査作成国内委員会が原案検討を行い、国際Working Groupの出席者(Delegator)を派遣しています。

1.2 (社)日本空気清浄協会(JACA)指針

(社)日本空気清浄協会指針が作成されています。クリーンルームの清浄度に関してはJACA No. 24, 34, 35A, 38, 40, 42, 43などが作成されています。これらは、ISOの審議原案として、または既存のISOの今日的改訂案として貢献しています。この作成には(社)日本空気清浄協会の発議で国内委員会の参加委員が公募され、二十社前後が参加して、1年単位で標準化の審議を進めています。

2 規格の現状

表1にISO規格制定の現状を示します。2005年9月の第15回委員会までに9ケのWorking Groupが活動し、ISO規格が8本作成され、前段階のDraft International Standard (DIS), Committee Draft(CD), Working Draft(WD)などの審議中のものが4本あります。

3 対象項目と標準書の内訳

対象となる汚染物質は粒子と分子状汚染物質に大別されます。特に分子状汚染物質は1990年頃から汚染物質として問題になってきています。特に半導体では、International Technology Requirements for Semiconductors (ITRS) 2004によると、空気中でOrganics^{注1)}<40pptM, Bases^{注2)}

表1 ISO規格制定の現状 (ISO and JACA STDs)

WG 209-	ISO	ISO	FDIS	DIS/CD/WD	JACA No
14644-1	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 1 : Classification of air cleanliness	1999			
1 14644-2	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 2 : Specifications for testing and monitoring cleanrooms and clean zones to prove continued compliance with ISO 14644-1	2000			
14698-1	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 1 : Biocontamination Control : General Principles and methods	2003			
14698-2	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 2 : Biocontamination Control : Evaluation and Interpretation of Biocontamination Data	2003			
14698-3	ibid., Measurement of the efficiency of process of cleaning and/or disinfection of inert surfaces bearing biocontaminated wet soiling or biofilm	TECHNICAL Report として作成			
3 14644-3	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3 : Metrology and test methods	2005			40-2005 14C, 24, 27, 38
4 14644-4	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 4 : Design, construction and start up of cleanroom facilities	2001			
5 14644-5	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 5 : Cleanrooms operations	2004			
6 14644-6	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 6 : Terminology				
7 14644-7	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 7 : Separative enclosures (clean air hoods, glove boxes, isolators and minienvironments)	2004			
8 14644-8	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 8 : Classification of airborne molecular contamination	2005	2004(started 1998)		34-1999 35A-2003
9 14644-9	Cleanrooms and associated controlled environments — Part 9 : Clean surfaces (Particle and molecular contamination)		2005(started 2003)		42-2005 43-2005

<4pptMなどが要求されてきています。

実用的な要求に応えるため、空気中の清浄度ばかりでなく、クリーンルーム構成材料からの発生ガス試験、空気中に一定時間曝露したサブストレート(基板)表面の清浄度評価も標準化することを要求されています。現在課題となっているのはWG209-8,9の基板表面汚染です。これも粒子と分子状汚染物質の両方について標準化することが要求されています。

4 技術的背景

クリーンルームのコンタミネーションコントロールに役立つ情報としては、最先端の分析評価技術だけではなく、汚染物質の発生源、存在状態、汚染機構、トラブル発生機構、トラブル除去方策等、いろいろの周辺の科学技術が要求されるので、多くの付属参考資料や文献等が引用されることになります。例えば、有機化合物の物理的/化学的性質、ガス粒子変換、イス取りゲーム現象、Clausius-Clapeyron eq., 付着確率、残留傾向、メタル- π complex, Langmuir 吸着曲線、有機物の熱的挙動—炭化の機構、単分子層のモデル計算、有機概念図などです。この標準に準拠して得られた分析結果を、100万近い蓄積データと照合することにより、そのクリーンルーム空間の清浄度の概略の様相が、すぐ推定できるようなことが、大きな目標の一つになっています。

5 今後の課題

2003年にITRSの要求清浄度を満足するような分析方法確立とクリーンルーム、ウェーハキャリアが実現されました。現在ではFront Opening Unified Pod (FOUP) 中に保管したシリコンウェーハの清浄度、さらに0.1 total Carbon ng/cm²の清浄度達成とその評価・保証が最先端の技術課題となってきています。

おわりに

クリーンルームの要求清浄度は今後もさらに厳しくなってゆくことと思われます。

この標準は、居住室内、学校、病院、自動車室内などのいわゆる室内環境、環境ホルモン実験・評価クリーンルームなど、多くの周辺分野への応用が進んでいます。

ダイオキシンの分析に匹敵する試料採取—前処理濃縮—高感度機器の組み合わせの超微量分析を開発し実行しています。そればかりではなく、清浄化、製造上の問題解決には、物理的、化学的、生物学的知見や、“何をどうして作るか”の理解・掌握などというような“モノヅクリ”についての“ケミストの原点”への立ち返りが要求されています。

注 釈

- 1) 吸着管で捕集されGC-MSで検出される有機物をHexadecane換算で、40 pptモル比以下
- 2) イオンクロマトグラフィーなどで検出されるルイス塩基類をNH₃換算で、4 pptモル比以下

文 献

- 1) “シンポジウム：クリーンルームに関する国際規格ISO/TC209の現状と今後の動向”平成16年9月30日(社)日本空気清浄協会
- 2) “シンポジウム：JACA No. 40-2005 クリーンルームの性能試験方法指針”平成17年9月5日(社)日本空気清浄協会
- 3) “半導体プロセス環境における化学汚染とその対策”リアライズ社
- 4) “基板表面汚染物質の測定方法指針作成委員会資料”：“Film Contamination”2003 version
- 5) JIS K 0311-2005 排ガス中のダイオキシン類及びコプラナーPCBの測定方法



藤本 武利
(ふじもと たけとし)
客員研究員