

개정 클린룸 표준 FED-STD-209E (案)

안 강 호
 생 산 기 술 연 구 원
 기 술 개 발 본 부 / 박 사

지속적인 DRAM의 초고집적화에 따른 초청정 클린룸의 발달, 그와 더불어 청정도 標率 또한 계속적인 개정을 요구하게 된다. 지금 여러나라에서 사용하고있거나 참고로 하고 있는 미국 국가 표준 209D는 1988년 부터 사용되었으나, 이 표준은 급격히 발달하고 있는 Mege DRAM 제작 공정에 맞는 초청정 클린룸의 class 규정 및 0.1 μ m이하의 입자제어를 필요로하는 클린룸의 표준 규정이 없어 많은 문제점으로 지적되었다.

이러한 문제점들은 보완한 새 클린룸 표준 규정으로 미국 국가 표준 209E(案)을 1993년

중 확정 발표할 예정으로 미리 舊 規定과 新 規定과의 차이점에 대해 알아보기로 한다.

1) 클래스 정의

신 규정에서 가장 두드러지게 변경된 부분은 class 이름을 국제 표준단위인 SI단위를 사용한 M 부호어 (descriptor)와 지금까지 사용해온 English단위를 공동으로 표시하는 방법을 채택하였다. 또한, 0.1 μ m보다 작은 입자를 측정할 수 있는 응축핵 계수기 (Condensation Nuclei Counter, CNC)를 이용하여 미세입자를 측정 cleanroom class를 나타낼 수 있는

표 1 FFD-STD-209D

Class limits in particles per cubic foot of size equal to or greater than particle sizes shown (micrometers)

Class	Measured Particle Size (Micrometers)				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5.0
1	35	7.5	3	1	NA
10	350	75	30	10	NA
100	NA	750	300	100	NA
1,000	NA	NA	NA	1,000	7
10,000	NA	NA	NA	10,000	70
100,000	NA	NA	NA	100,000	700

NA : Not Applicable

표 2 FED-STD-209E(案)

ATRBORNE PARTICULATE CLEANLINESS CLASSES

Class Name*		Class limits									
		0.1 μm		0.2 μm		0.3 μm		0.5 μm		5 μm	
		Vol. units		Vol. units		Vol. units		Vol. units		Vol. units	
SI	English	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M 1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	-	-
M 1.5	1	1240	35.0	265	7.50	106	3.00	35.3	1.00	-	-
M 2		3500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	-	-
M 2.5	10	12400	350	2650	75.0	1060	30.0	353	10.0	-	-
M 3		35000	991	7570	214	3090	87.5	1000	28.3	-	-
M 3.5	100	-	-	26500	75	10600	300	3530	100	-	-
M 4		-	-	75700	2140	30900	875	10000	283	-	-
M 4.5	1000	-	-	-	-	-	-	35300	1000	247	7.00
M 5		-	-	-	-	-	-	100000	2830	618	17.5
M 5.5	10000	-	-	-	-	-	-	353000	10000	2470	70.0
M 6		-	-	-	-	-	-	1000000	28300	6180	175
M 6.5	100000	-	-	-	-	-	-	3530000	100000	24700	700
M 7		-	-	-	-	-	-	10000000	283000	61800	1750

* 표에 나타난 클래스외의 입자농도를 나타내는 값은 다음식으로 부터 구할 수 있다.

-SI 단위 : $C = 10^M (0.5/Dp)^{2.2}$ or $M = \log_{10} [C * (0.5/Dp)^{-2.2}]$

-English 단위 : $C = Nc (0.5/Dp)^{2.2}$ or $Nc = C * (0.5/Dp)^{-2.2}$

여기서 C : 입자농도 [SI단위 : particles / m³] [English 단위 : particles/ft³]

M : class [SI 단위]

Nc : class [English 단위]

Dp : 입자직경 [μm]

U부호어 (U descriptor)를 채용한 것이 가장 크게 바뀐 부분이다. 그 외 sampling 방법 및 미세입자에 관련해 수정 혹은 보완하였다.

표 1에 FED-STD-209D의 class규정이 나타나있으며, 표2에 FED-STD-209E(案)을 보여주고있다. 표 2에서 보듯이 클래스는 0.1 μm, 0.2 μm, 0.3 μm, 0.5 μm, 5 μm 입자를 기준으로 SI unit와 English unit로 표시되어 있으며 209D를 포함하고 있다.

209E에서 광학계수기 (OPC/LPC)로 측정

할 수 있는 입자크기에서의 클래스 규정과 응축핵계수기 (CNC)로 측정할 수 있는 미세 입자 갯수를 표기한 U descriptor 표시방법을 혼합 또는 각각 표시할 수 있도록 하였다. Class의 표기 방법의 예를 들면 다음과 같다.

예 1) "Class M2.5(at 0.3 μm and 0.5 μm)"

- 두가지 입자를 동시에 표시하며 SI 단위에 기준한 클래스 표시방법이며, 이는 0.3 μm보다 크거나 같은 입자가 1060개/m³ 이하로있고

0.5 μm 보다 크거나 같은 입자가 353개/ m^3 이하가 있음을 나타냄.

예 2) "Class 100(at 0.5 μm)"

-209D와 같은 표시방법이나 입자크기를 괄호안에 명기하였으며, 이는 0.5 μm 보다 크거나 같은 입자가 100개/ ft^3 이하가 있음을 나타냄.

예 3) "U(20)"

-U descriptor는 SI단위에 기초하여 CNC로 측정된 미세입자 數를 표기하였으며, 이는 미세입자 (ultrafine particle)가 20개/ m^3 이하가 있음을 나타냄.

209E 에서 정의하는 Ultrafine particle은 0.02 μm 정도 크기의 입자를 말하며 그림 1 참조.

예 4) "Class M1.5 (at 0.3 μm), U(2000)"

-청정구역을 SI단위 class와 U descriptor를 동시에 명기하는 방법이며, 이는 0.3 μm 보다 크거나 같은 입자가 106개/ ft^3 이하이고, 2000개/ m^3 이하의 미세 입자가 존재함을 나타냄.

209(案)에서는 209D의 규정을 포함함으로써 새 규정 시행시 혼동을 최소화하였다. 또한 Class M1은 209D의 class1보다 더 청정한 지역을 나타내며, Class M1보다 청정한 지역도 표2內的 식을 사용해 표시할 수 있도록 하였다. 표2에 정의한 class外의 표시도 가능하도록 하였다. 예를 들면, Class M2.2, Class M4.3, Class M6.4(혹은 Class5, Class600, Class7000)들과 같이 표시할 수 있도록 하였다.

209E에 획기적으로 채택될 U부호어

(descriptor)를 사용하기 위한 계측기기로 응축핵계수기 (CNC)가 있다. CNC는 기기 모델 혹은 제조업체에 따라 그 측정효율및 성능이 다르므로 그림 1에 나타난 빗금 범위안에 들어가는 CNC를 사용하여 클린룸내의 미세입자농도를 측정하면 된다.

FED-STO-209E
(PROPOSED)
DRAFT of April, 1992

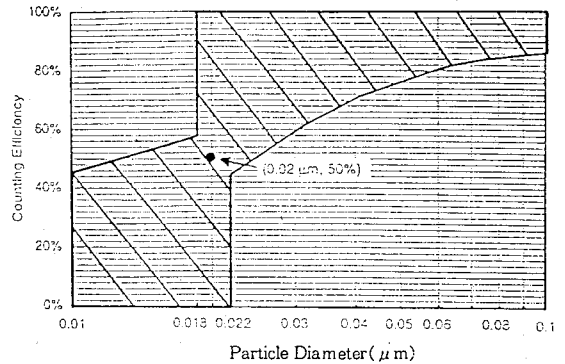


그림 1. Envelop of acceptability for the counting efficiency of a single particle counter used to verify the U descriptor.

2) 샘플링 위치 및 샘플링 횟수

i) unidirectional airflow의 경우

샘플링 위치는 entrance 평면상에 일정 간격으로 위치하며 장비가 놓여있는 곳은 예외로 하였다. 최소 샘플링 위치數는 다음식의 (a)또는 (b)의 작은 쪽의 값을 취한다.

(a) SI단위 : $A/2.32$

(여기서 A는 entrance 평면적, [m^2])

English 단위 : $A/25$ 여기서 A는 entrance 평면적, [ft^2]

(b) SI단위 : $A \times 64 / (10^M)^{0.5}$

(여기서 A는 entrance 평면적, [m^2])

M 은 표2의 SI 단위 class 數

English 단위: $A/(Nc)^{0.5}$

(여기서 A 는entrance 평면적, $[ft^2]$)

Nc 는표2의 English 단위class 數

Entrance 평면적의 정의는 측정대상 지역의 unidirection airflow에 수직인 평면적을 말한다.

- ii) non-unidirectional airflow의 경우 : 샘플링 위치는 수평면상에 일정한 간격을 두고 위치하며 장비가 놓여있는 곳은 예외로 한다. 최소 샘플링 位置 數는 다음식에 의거한다.

SI단위 : $Ax64/(10^M)^{0.5}$

(여기서 A는 청정구역의 바닥면적, $[m^2]$)

M은 표2의 SI 단위 class 數

English 단위 : $A/cNc)^{0.5}$

(여기서 A는 청정구역의 바닥면적, $[ft^2]$)

Nc는 표2의 English 단위 class 數

3) 샘플링 볼륨(Sampling Volume) 및 샘플링 시간;

한 위치에서의 샘플링 볼륨은 최소한 20개의 입자를 측정할 만한 양이어야 하며, 다음 식을 이용해 최소 샘플링 볼륨을 구할 수 있게 하였다.

Volume = 20 particles/[class limit(particles/volume)from 표 2)

예) Class M2.5 (at $0.5\mu m$) [Class 10 (at $0.5\mu m$)]

인 클린룸에서의 최소 샘플링 볼륨은 :

$$\text{volume} = 20 \text{ particles} / (353 \text{ particles}/m^3) = 0.0567m^3$$

$$\text{혹은 volume} = 20(10\text{particles}/ft^3) = 2.00ft^3$$

CNC의 경우도 명기된 U descriptor에서 최소한 20개의 입자를 측정할 수 있는 충분한 양의 공기를 샘플해야 한다. 샘플링 시간은 샘플 볼륨 $[m^3]$ 을 샘플유량 $[m^3/sec]$ 으로 나눈시간이다. 샘플볼륨이 많으면 샘플간의 변화량은 작지만 샘플볼륨이 너무 많으면 필요 없이 많은 시간을 낭비하게 된다. 샘플볼륨은 모든측정 위치에서 같을 필요는 없지만 잇입자농도는 샘플 볼륨양에 관계없이 입자갯수/ m^3 (입자갯수/ ft^3)로 보고하도록 하였으며 샘플볼륨양도 보고하도록하였다.

만약 class M2.5와 같거나 보다 청정한 구역에서의 입자측정 방법으로 sequential sampling방법을 선택사항으로 명기하였다.

- 참고 자료 -

1. Federal Standard Clean Room and Work Station Requirements, Controlled Environment. FED-STD-209D, June 15, 1988.
2. Proposed Federal Standard Airborne Particulate Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones. FED-STD-209E, Draft of April, 1992.