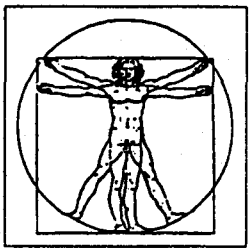
미국 연방 규격(Federal Standard) No. 209D해설



1. 머 릿 말

미국 연방규격은 1987년에 209C, 1988년에 209D가 발표되었다. 내용은 종래의 '209B와 생각하는 방법에 있어서 크게 다른데가 있다. 이 자료에서 209D를 한국어로 번역하여 원문과 함께 실었다. 이것은 한국어 번역(문)이 원문이 뜻하는바와 다를 수도 있을 것으로 생각해서 원문중에서 사용하는 단어나 문장을 함께 볼 수 있도록 하려고 생각하였기 때문이다.

또한 필요한 것으로 생각되는 점에대해서는 해설과 그림을 추가 하였다. 또한 서두에 209의 변천과정을 간단하게 기재하였다. 이에따라서 지금까지의 변천과정을 잘 알수 있게 되어 209D를 이해하느데 도움이 되었으면 다행이겠다.

여러군데에 설명부족이나 부적절한 표현이 있을 것으로 생각되므로 이와 같은 것은 지적하여 주시기 바라며 선배제현의 지도편달을 바라는 바입니다.

미국 연방규격 No. 209D의 번역과 해설

—번역 : 일본 에어테크주식회사—

FED-STD-209D

1988년 6월 15일

FED-STD-209C

1987년 10월 27일 개정

연방규격

제어환경으로서의 클린룸과 클린벤치에

개한 필요사항

이 규격은 모든 정부기관의 사용에 대해서 연방국(F. S. S), 규격협회(G. S. A), 이사국에 의해서 승인된 것이다.

해설 1)

미국 연방규격 FS 209의 변천과정

(1) 209의 개정의 경과

(클린룸에 관한)미국 연방규격은 209로 시작해서 최신의 209D까지 개정되어 왔다. 그의 개정연대를 그림 1에 나타낸다. 1963년 12월에 209가 발표되고 1966년 8월에 209A, 1973년 4월에 209B 그리고 1976년 5월에는 209B에 대한 보충판이 발표되었다. 그리고 10년이상이 지난 후인 1987년 10월에 209C, 1988년 6월에 209D가 발표되었다.

(2) FS 209의 개발

공기청정이 필요하게 된 미국 산업계에서는 클린환경을 어떻게 정의하고 설계하는가 하는 것에 대해서 여러가지로 의견이 분분해서 규격화 할 필요성이 있었다. 당시 정부기관이나 산업계에서는 독자적인 규격이나 사양서가 많이 나와서 혼란한 상태였다.

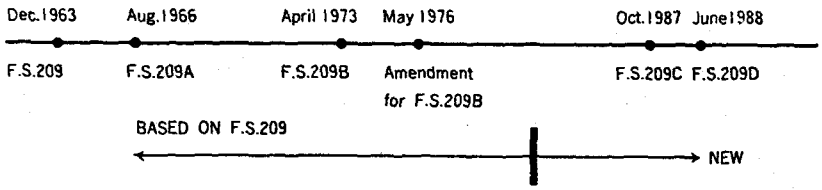


그림 1 The Roots of Federal Standard 209

표 1 FS209의 개발 경과

1961 1	1962	1963
· 산업계에서 규격화의 필요성이 인식되었다. · Sandia Corp. New Mexico에서 최초의「층류형클린룸」개발 ·규격화에 영향을 주는 요소 aill TRI에서 AL, Liebermman을 주로해서 OPC의 상품화에 성공 b. 군의 규격을 개발중 뒤에 TO.00－25－203이 되었다. c. 육군규격 246 d. 정부와 산업계의 규격의 존재	· Sandia Corp : 핵병기에 대한 오염 제어에 대해서 미국 공, 육, 해군의 통일 · AEC(핵에너지성)를 통해서 GSA에 규격화를 요청	·2월에 규격장성에 관한 3일간의심포지움(150명 참가) ·8월 GSA에 규격안이 보내졌다. ·12월 FS209로서 출판

1957년 소련의 스프트니크호의 성공에 따라서 공기청정의 필요성에 대한 인식이 높아졌다. 그의 경과를 표1에 나타낸다.

규격화의 동기가 된 것은 1961년 후반 산디아 코포레이션(Sandia Corporation, Albuquergue, New Mexico)에서 소위 「라미나 후토우(laminar flow=층류」라고 하는 클린룸이 개발된 것이다. 이 개발은 8명의 직원이 한 것이라고 한다.

이 개발에 이어서 규격화를 추진하는데 영향을 준 것은

1) IITRI(IIIinois Institute of Technology Research Institute)에서 Al Lieberman을 주로하는 사람들이 광산란식 입자계수기의 상품화에 성공하였다.

2) 군의 규격이 다이트 패터슨기지에서 개발중이었다. 이것은 뒤에 TO 00-25-203이 되었다.

3) 레드스톤 아세날에서 육군규격 246이 개발중이었다.

4) 이외에 정부기관과 산업계에 여러가지의 규격이나 사양서가 있었는데 모두 달랐다.

3군이 모두 핵병기를 보유하고 있었는데 부품이나 조립에 대해서 극히 높은 신뢰성이 요구되었다. 그러나 공기청정에 대해서 미국 육, 해, 공군이 통일되어 있지 않았다. 1962년 후반에 산디마 코포레이션에서 전체 핵병기에 대한 제어방법의 계획이 이루어졌다.

1962년 가을 토의 끝에 연방규격으로서 정리하기로 되어 핵에너지성(Atomic Energy Commition)을 통해서 GSA에 규격화를 청원하였다. 1963년 2월 공기청정에 관계하는 정부와, 산업계의 수뇌가 모여서 산디마 코포레이션에서 규격의 개발을 마치고 3일간의 심포지움을 열었다. 약 15명이 참가하였다. 1963년 8월 USA로 규격안이 보내졌다. 규격의 작성을 시작한지 6개월후였다. 1963년 12월 연방규격 209로서 출판되었다.

(3) 209C, D의 검토항목

1982년 IES가 간사가 되어 209B의 개정을 검토하기 시작하였다. 1984년 2월 덴버에서 제1회 회의가 개최되었다. 매회 150명 이상이 참가하여 합계 8회의 회의를 하여 1988년에 209D가 완성되었다.

참가자는 메이커, 사용자, 정부관계자, 대학, 연구소, 군등으로 구성되었고 참여한 분야는 전자공업, 의학, 세균학, 약품등 광범위하였다.

이하 이 회의에서 다룬 중요한 의견을 기재하기로 한다.

1) 209는 정부기관을 위해서 정부가 만든 규격이었다. 현재는 전체 산업에서 사용하는 기본규격으로 되었는데 충분히 만족할수 있는 내용인가?

2) 규격의 강제력이 명확하지 않다.

3) 등급(Class)10, 등급1은 산업상 필요한가?

4) 등급10, 등급1을 지난날의 등급표시와 같이 표시할 것인가?

5) 0.5μm의 점에 의한 등급검정은 불충분하다. 현재는 0.1μm정도까지의 측정이 필요하다. 그러나 그의 정밀도는 어느정도인가?

6) 등급표시는 장치등 모든분야에 적용해도 좋은가?

7) log/log표시는 특별한 환경에도 적용할 수 있는가?

8) 등급 100이하, 0.5μm이하는 log/log직선으로 표시해도 좋은가?

9) 균입자의 등급구분까지 확대해야 하는 것은 아닐까?

10) ASTM F25, F50은 현상으로 충분한가?

11) 측정위치와 수를 정확하게 지시해야 한다.

12) 등급분류의 모용을 적게해야 한다.

(4) 209의 내용의 변화

209로부터 209D까지 규격의 내용변화를 표2에 나타낸다. 내용으로부터 크게 나누면 209로부터 209B의 보충까지와 209C, 209D로 구분할 수 있다. 전자는 클린룸이나 클린벤치의 필요조건 모두에 걸쳐서 정의하고 기준을 정하였다. 그러나 기술의 발달과 용도의 확대 및 다양성에 따라서 풍속, 실내압력, 온습도등 청정도를 제외한 다른조건은 당초의 기준치를 크게 벗어나서 사용하는 일이 많아졌다. 따라서 209C, 209D에서는 청정도의 등급분류를 주도해서 규정하였다. 또한 청정도에 대해서 전자는 등급상한치에 대한 개념이 애매하였다. 즉 전체평균이 등급상한치를 넘지않으면 합격인가, 1회라도 넘으면 않되는가 하는것 등 해석도 여러가지이고 오용도 있었다. 후자에서는 청정도의 평가에 통계적인 방법을 도입하였다. 또한 시료채취위치, 수, 양을 규정하였다. 그위에 측정장치의 교정에 대해서 명확하게 규정하였다. 209C, 209D의 커다란 특징의 하나로 등급10과 등급1을 추가한 것이 있다. 이것은 전자공업계로부터의 요망이었다. 물론 균의 분야에서는 이와같은 초청정한 환경이 요구되는 일은 드물다. 그러나 등급10, 등급1은 어디까지나 1ft^{3}중의 0.5μm이상의 입자의 상한치로 정의되어 있어서 일본에서 자주 사용하는 0.1μm 등급10, 0.3μm 등급100과같은 등급은 인정되지 않는다.

이에따라서 부록에서도 5μm이상의 입자측정에 사용하는 현미경법, 0.1μm이상의 입자에 사용하는 광산란형 입자계수기 그리고 측정데이타의 통계적인 처리 방법을 주로 규정하였다.

표 2. 209 내용의 변화

209 209A	209 B	추 가 AMENDMENT	209 C 209 D
· C. R. W. S.의 필요조건(기류방식, 속도, 실압, 온·습도, 소음, 순환회수, 진동) · 측정법 · 등급분류 (100, 10,000, 100,000)	· 목차 209A와 같다. · 습도 45%→40±5% · 표시이외의 등급 · 화재에 대한 주의 추가 · 표준속도 90feet/min ± 20 feet/min ↓ 90feet/min ± 20% · 포장에 대한 주의 추가	· 등급 1000의 추가 · 등급의 보증 장소를 작업부 상류로 한다.	· 청정도의 등급 분류를 주로 한다. · 청정도는 등급 100 이상과 등급 100미만으로 나누었다. · 등급 10. 1의 추가 · 0.1, 0.2, 0.3μm의 측정을 추가 · 청정도의 평가에 통계적수법을 도입 · 샘플링 위치 수량을 명시했다. · 신용어의 추가 · 검증과 모니터링을 나누었다.
APPENDIX · 장치, 휠타등의 정의 · C. R. 설계법 · C. R. W. S의 시험법 · C. R. W. S의 모니터링법 · 사용규준	좌측과 동일	좌측과 동일	· 수동에의한 계수법 · 광산란식 입자계수기에의한 계수법 · 통계적 해석법 · 관련규격집 · 용어

목 차

1. 적용범위와 제한 ····· 19
1.1 적용 범위 ····· 19
1.2 제한 ····· 19
2. 참고문헌 ····· 19
3. 정의 ····· 20
3.1 부유입자 청정도등급 ····· 20
3.2 교정 ····· 20
3.3 청정구역 (Clean 3one) ····· 20
3.4 클린룸 ····· 20
3.4.1 준공시의 클린룸(as-built) ····· 20
3.4.2 비조업시의 클린룸(as-vest) ····· 20
3.4.3 조업시의 클린룸(Operational) ····· 21
3.5 단일 방향 기류 ····· 21
3.6 비단일방향 기류 ····· 21
3.7 CNC(응축핵 계수기) ····· 21
3.8 광학식 입자계수기 ····· 21
3.9 입자 ····· 21
3.10 입자직경 ····· 23
3.11 입자농도 ····· 23
3.12 스튜덴트(Student)의 t분포 ····· 23
3.13 신뢰의 상한치 ····· 24
4. 부유입자 청정도등급 ····· 24
4.1 등급한계치의 정의 표1 표시 입자직경(㎛)이상의 단위 ft^3당 청정등급마다의 최대입자수 ····· 24
4.2 등급100보다 나쁜등급을 결정하기 위한 측정 입자직경 ····· 24
4.3 등급100보다 청정한 등급을 결정하기 위한 측정법 그림1 표시(㎛)이상의 단위ft^3당 청정도등급마다의 최대입자수 ····· 25

4.4 지정된 입자직경 이외에서 측정한 청정도등급 ····· 26
4.5 지정된 청정도등급 이외의 청정도 등급의 검증 ····· 26
4.6 청정도등급을 결정하기 위한 입자계수치 ····· 27
5. 부유입자 청정도등급의 검증과 감시 ····· 27
5.1 청정도등급의 검증 ····· 27
5.1.1 측정빈도 ····· 27
5.1.2 시험환경과 측정항목 ····· 28
5.1.2.1 시험조건 ····· 28
5.1.2.2 측정환경과 측정항목 ····· 28
5.1.3 입자계수 ····· 28
5.1.3.1 단일방향 기류에 대한 측정위치와 측정수 ····· 28
5.1.3.2 비단일방향 기류에 대한 측정위치와 측정수 ····· 28
5.1.3.3 측정위치의 주의 ····· 29
5.1.3.4 시료채취량과 측정시간 표Ⅱ ft^3표시에 있어서의 공기청정도 등급 및 표시 입자직경별 최소 시료채취량 ····· 29
5.1.3.5 지정등급 이외의 청정도등급 및 입자직경에 있어서의 시료채취량 ····· 29
5.1.4 데이타의 정리 ····· 29
5.2 청정도의 감시(monitoring) ····· 30
5.2.1 감시계획 ····· 30
5.2.2 입자계수 ····· 30
5.3 부유입자농도를 측정하는 방법과 장치 ····· 30
5.3.1 5μm이상의 입자계수 ····· 30
5.3.2 0.1μm이상의 입자계수 ····· 30
5.3.3 입자계수법의 주의사항 ····· 30
5.3.3.1 광학식 입자계수기 ····· 30
5.3.3.2 현미경법 ····· 30
5.3.3.3 상한치 ····· 31
5.3.4 입자계수기의 교정 ····· 31
5.4 통계적 해석 ····· 31
5.4.1 적합기준 ····· 31

5.4.1.1 평균 입자농도 ····· 31
5.4.1.2 평균치의 평균 ····· 32
5.4.1.3 표준편차 ····· 32
5.4.1.4 표 준오차 ····· 32
5.4.1.5 신뢰의 상한치 표Ⅲ 신뢰의 상한치가 95%인 경우의 UCL계수 ····· 32
5.4.1.6 계산예 ····· 32
6. 규격을 변경하는 경우 ····· 32
7. 참고규격의 사양과 다른경우 ····· 33
8. 관련기관 ····· 33

부록 A

입자의 감시~수동에 의한 계수와 입자직경의 측정방법

A10. 적용 ····· 33
A20. 방법의 개요 ····· 33
A30. 장치 ····· 33
A40. 장치의 준비 ····· 35
A50. 시료채취 ····· 37
A60. 현미경의 교정 ····· 39
A70. 현미경에 의한 입자수와 입자직경의 측정 ····· 41
A80. 보고서 ····· 42
A90. 정밀도와 정확성에 영향을 주는 요인 ····· 42

부록 B

광학식 입자계수기의 조작

B10. 적용 ····· 43
B20. 참고문헌 ····· 43
B30. 방법의 개요 ····· 44
B40. 장치와 그의 해설서 ····· 44
B50. 시료채취와 계수의 준비 ····· 45
B60. 계수방법 ····· 47
B70. 보고서 ····· 47

부록 C

통계적 해석 ····· 47
C10. 계산의 예 ····· 47
C20. 결론 ····· 48

부록 D

추가 참고문헌집 ····· 48
D10. 적용 ····· 48
D20. 문헌발행소 ····· 48
D30. 문헌의 제목과 개요 ····· 48

부록 E

용어

E10. 적용 ····· 52
E20. 용어의 표 ····· 52
E20.1 등속흡인 ····· 52
E20.2 균일입자 ····· 52
E20.3 멤브레인 휠타 ····· 52
E20.4 레이놀르수 ····· 52

적용범위와 제한

1.1 적용범위

이 규격은 클린룸과 청정구역에 있어서의 -유입자의 청정도레벨의 표준등급을 정한 ㅏ. 청정도등급의 검증과 감시에 대해서 -정한다. 다른요소에 대해서는 부유입자 .염의 제어에 영향을 주는 것 만 규정한다.

해설 2)

FS209B는 클린룸, 클린벤치의 청정도 이 |에 풍속, 온도, 습도, 진동, 소음등 환경전 |에 대해서 규정하였다. FS209D는 클린 룸, 청정구역의 청정도에 한정해서 규정한 ㅏ는 것을 명확하게 하였다.

1.2 제한

이 규격의 요소항목은 클린룸 또는 청정 구역에서 사용하는 제조장치나 소모품에는 적용하지 않는다. 입자직경 구분이나 분포 를 제외하고 이 규격은 부유입자 오염물의 물리적, 화학적, 방사선적 또는 미생물의 성 질을 특징짓는 것은 아니다. 청정도등급과 부유미생물의 레벨사이에는 명확한 상관관 계는 해명되어 있지 않다. 종합적으로 미 립자오염을 정기검사하여 허용치에 적합하 게 하기위해서 청정공기를 공급하는 이외에 미생물 오염을 정기적으로 검사하여 제어해 야 한다.

해설 3)

이 항은 새로 추가되었다. 클린룸, 청정 구역에 대해서만 규정하고 제조장치나 소모 품, 비품은 적용외로 하였다. 이들은 이제 여러가지 기종과 사용방법이 있기 때문에 이들은 적용외로 하였다. 입자의 성상에 대해서는 입자직경과 분포에 대해서만은 한 정하여 더욱 명확하게 하였다.

균에 대해서는 IES내에서도 규격화의 필 요성은 인정되어 있으므로 다른 작업그룹에 서 추진하기로 하였으나 이 규격내에서는 제외하였다.

2. 참 고 문 헌

스튜덴트의 t분포에 관해서 상세한 정보 를 얻기 위해서는 다음을 참조할것.

Johnson, Normal L, and Leone, Fred C., Statistios and Experimental Design in Engineering and the Physical Sciences, Volume I.(New York, London, Sydneyi John Wiley & Sons, Inc., 1964)

해설 4)

포아슨(Poison)분포는 경험이나 이론에 따라서 클린룸의 측정데이타에는 적당하지 않다고 한다. 이 규격에서는 신뢰도 95%의 스튜덴트 t분포를 사용하였다. 스튜덴트 t분포는 시료채취수가 30이상이면 정규분포와 거의 다름이 없다. 시료채취수가 30 이하일때 달라진다. 정규분포와 같이 평균치에 대해서 대칭이다. 그림2는 시료채취는 n=5일때의 정규분포와 t분포를 나타낸 것이다.

t분포는 $t=\frac{\bar{x}-\mu}{s}\sqrt{n}$……(1), 정규분포

에서 사용하는 정규변수 Z는 $Z=\frac{\bar{x}-\mu}{\alpha}\sqrt{n}$ ……(2)로 표시된다. 여기서

$\bar{x}$=시료평균=$\frac{x_1+x_2+\cdot+x_n}{n}$

μ=평균

S=시료 표준편차=$\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_1-\bar{x})^2}$

α=표준편차

n=시료수

Z는 이미 알고 있는 α를 사용해야 하는데 대해서 t는 시료데이타로부터 얻어지는 S에서 계산할 수 있다는 것이 장점이다.

(1) 식을 다음과 같이 변형한다.

$$\mu=x+t\frac{s}{\sqrt{n}} \quad \cdots\cdots(3)$$

여기서 t분포에 있어서 평균 (π를 추정하는 경우를 생각한다. μ가) 그림3의 사선에 들어갈 확률이 5%일때 t_α이하를 95%의 신뢰한계라고 한다. 즉 추정위 μ가 95%의 확률로 (+)로 되는 상한치이다. 이것이 본문에서 규정하는 UCL이다. 표3에 t의 값을 나타낸다. 여기서 d, f는 자유도라고 하는데 d,f=n−1이다. 이것을 정리 한 것이 본문 5.4.1.5의 표Ⅲ이다.

따라서 (3)식에서 μ를 UCL, $\bar{x}$를 M, t를 UCL계수 그리고 을 SE로(n을 L로)하면

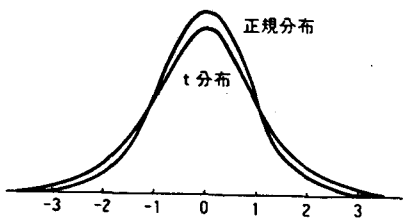


그림 2 정규분포와 시료수 n=5일때의 스튜덴트 t분포 (t분포, 정규분포)

본문 5.4.1.5의 UCL=M+(UCL계수×SE가 얻어진다.

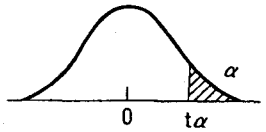


그림 3 t분포의 상부의 신뢰한계치

3. 정의

3.1 청정도등급

공기 1ft³당 0.5μm이상의 통계적 허용수

3.2교정

정밀도를 알수없는 측정기준기나 측정기에 대해서 정밀도를 아는 장치와 비교해서 차를 검지하여 상관성을 구하는것 또한 그 차를 조정해서 차를 없애는것.

3.3 청정구역

부유입자 농도가 규격치로 제어되어 있는 한정된 공간

3.4 클린룸

부유입자 농도가 규격치를 제어되어 있는 공간(방)

3.4.1 준공시의 클린룸(as−built)

클린룸이 완성되고 부속설비(utility)가 접속되어 기능을 발휘할 수 있는 상태. 조업준비는 완료되었으나 클린룸내에 제조장치나 작업자가 없는상태(그림4 참조)

3.4.2 비조업시의 클린룸(at-rest)

클린룸이 완성되고 제조장치가 설치되어 운전되었으나 작업자는 없는 상태(그림4 참조)

3.4.3 조업시의 클린룸(Operational)

모든 부속설비(Utility)가 기능을 발휘하고 제조설비는 운전되며 작업자가 있는 보통의 운전상상태에 있는 클린룸으로서 보통의 작업을 하고있는 상태(그림4)

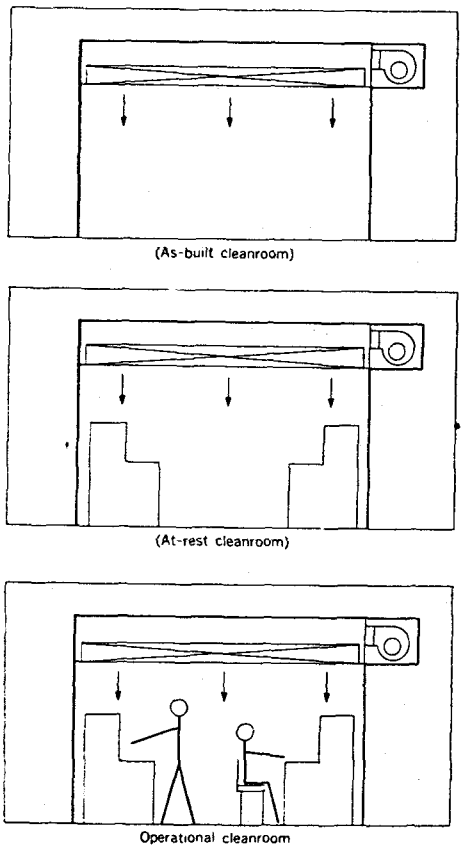


그림 4 클린룸의 상태

3.5 단일방향 기류(그림5 참조)

평행한 기류로서 클린룸이나 청정구역을 일정한 방향으로 흐르는 기류

3.6 비단일방향 기류(그림6 참조)

평행이 아닌 기류로서 단일방향 기류의 정의에 일치하지 않는 기류

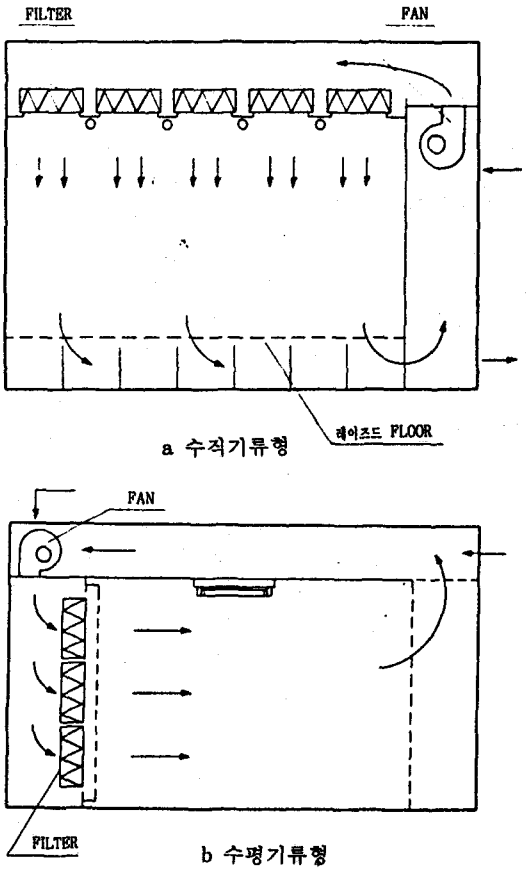


그림 5 단일방향 기류의 예

3.7 CNC(응축핵 계수기)

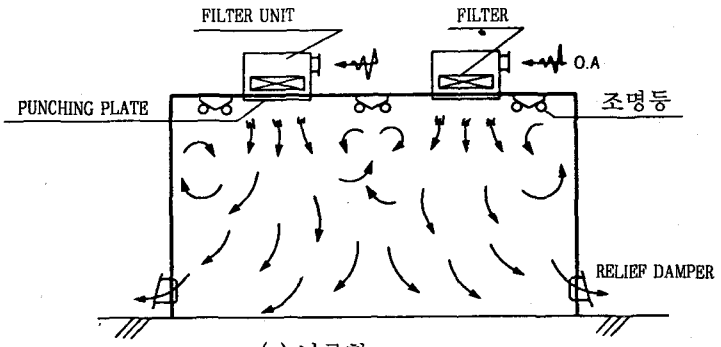
미소입자에 증기를 응축시킨 액적을 광학적으로 검지하여 0.01㎛이상의 부유입자를 계수하는 장치(그림7 참조)

3.8 광학식 입자계수기

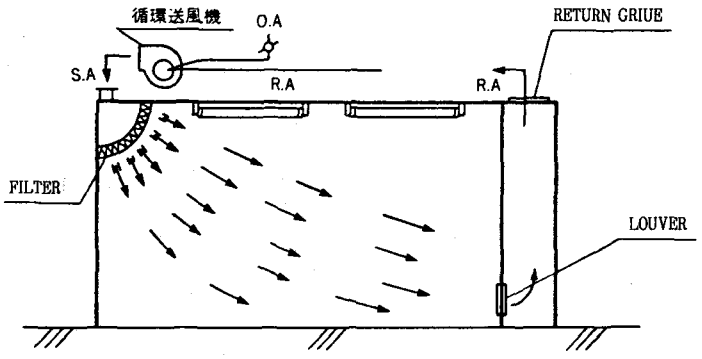
공기중의 입자를 계수하여 입자직경을 구분하기 위한 표시부 또는 기록부를 갖는 광산란장치(그림8 참조)

3.9 입자

일반적으로 0.001로부터 1000㎛의 입자직경의 고체 또는 액체의 물질



(a) 난류형



(b) VECTOR 기류형

그림 6 비단일방향 기류의 예

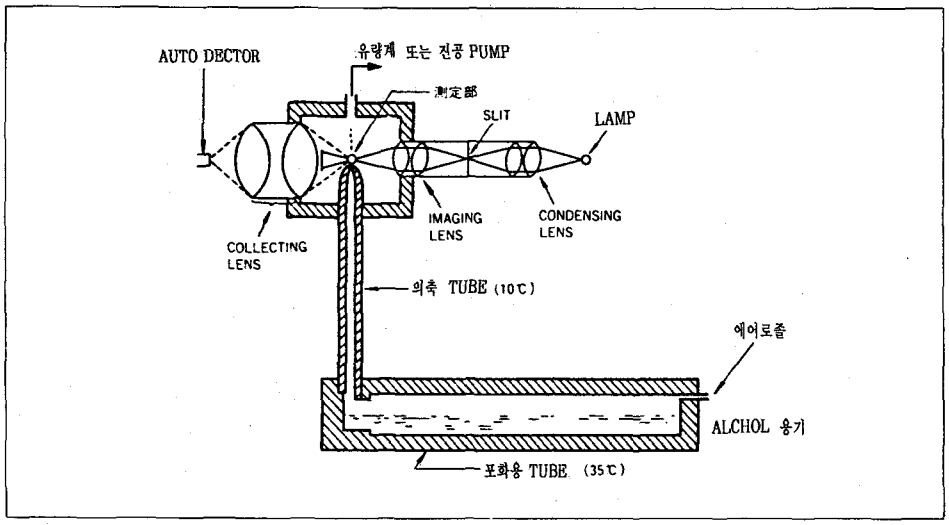


그림 7 CNC의 원리도의 예(일본과학공업(주) 카다로그에서 에어로졸입구 알코올용기 포화용튜브(35°C)

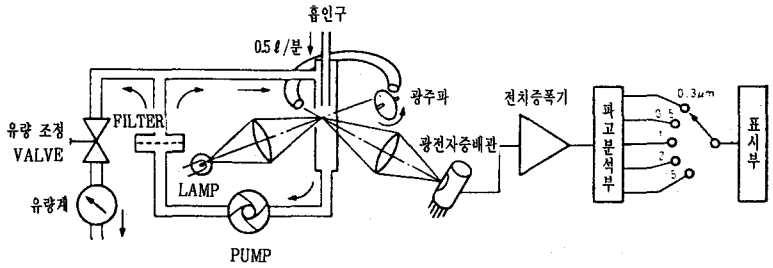


그림 8 광학식입자 계수기의 구성의 예(디온카다로그에서)
0.591분 광전자중배관 전치증폭기 파고분석부 표시부

3.10 입자직경

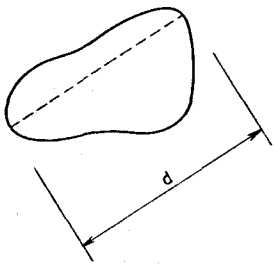
광학현미경으로 측정할때의 가장 긴 칫수 또는 자동측정기에서 검출된 등가입자직경, 등가 입자직경은 표준입자와 동일한 대등특성을 갖는 구형입자의 입자의 직경.

3.11 입자농도

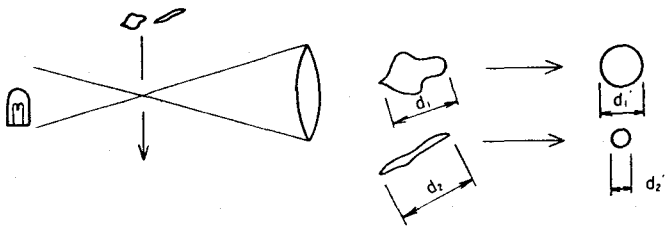
단위체적당의 입자수

3.12 스튜덴트의 t분포

t={(전체의 평균)−(시료의 평균)}/{표준편차}, 분포t는 가우스정규분포를 시료채



(a) 평면상에서 관측되는 가장긴 칫수



(b) 자동계측기에의한 등가직경

그림 9 입자직경의 표시방법

취해서 얻을것이다.

3.13 신뢰의 상한치(UCL)

평균치가 가우스정규분포로부터 얻어진 경우 신뢰도가 95%일때 참 평균치보다 상회하도록 계산으로 구한 상한치.

해설 5)

1) 청정도 등급은 어디까지나 0.5μm이상의 입자농도로 나타낸다는것을 명확하게 하였다. 일본과같이 0.1μm 등급10, 0.3μm 등급1등의 표현은 하지않기로 하였다.

2) 클린룸의 가동상태를 준공시, 비조업시, 조업시로 나누어서 사용자와 시공자사이의 협의를 명확하게 규정하였다.

3) 종래부터 사용되어 온 층류(Laminar Flow) 비층류(Non Laminar Flow) 난류(Tuyburent Flow)에 대신해서 Unidirectional Flow(단일 방향 기류), Nonunidirectional Flow(비단일 방향 기류)를 사용해서 더욱 적절한 표현으로 하였다.

4. 부유입자 청정도등급

4.1 청정도등급의 분류

표I에 나타내는 청정도등급은 다음과 같이 결정된다.

α)표1, 그림1에 나타내는 입자농도의 상한치는 등급분류를 위하여 정의 한것으로서 반드시 특수한 조건하에서의 입자직경 분포에 맞는 것은 아니다.

4.2 등급100보다 나쁜 등급을 결정하기 위해서 측정된 입자직경(등급100을 포함한다)

청정도등급은 표1에 나타내는 등급의 입자직경중 어느것이나 1점을 취하여 측정하여서 결정한다. 표1에 나타낸 각 등급에 대해서 어느것이나 1점을 측정해서 5.4장의 통계해석에 의해서 결정하는데 입자농도가 규준치이내이면 그의 등급은 합격으로 한다

表 I 表示粒径(μm)以上의粒径의単位立方 feet 당의 粒子数의上限値[a)]

CLASS	測定粒径 (μm)				
	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. 無指定)

4.3 등급100보다 청정한 등급을 결정하기 위한 측정방법

청정도등급은 표1에 나타내는 복수의 해석으로 결정한다(그림10 참조)

각주1 : "as Specified" 또는 "Shall be Specified"라고 하는 문구가 다른 참조의 예도 없이 사용되는 경우 요구사항에 일치시키기 위해서 필요한 제어의 정도는 사용자 또는 설비건축업자에 따라서 결정된다.

해설 6)

등급10, 등급1이 추가되었다. 그림1, 표 I의입자직경 분포는 등급분류를 위한 것인데 다른 환경에 있어서의 입자직경 분포를 나타내는 것이 아니라는 것을 명기하였다.

등급100보다 청정한 등급에서는 측정의 최대 입자직경은 0.5㎛≦이다. 이것은 0.5㎛이상에서는 등급상한치는 만족하지만 5㎛이상에서는 일치하지 않는다는 경우가 있기때문이다.

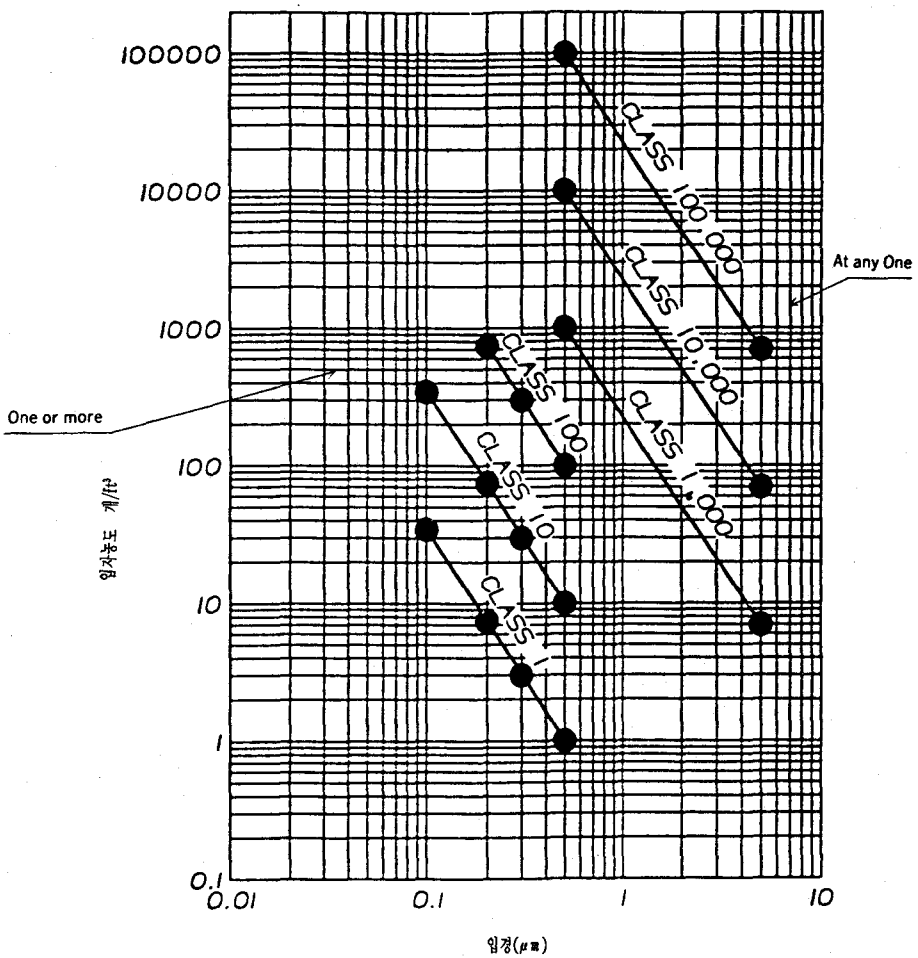


그림 10 청정도 결정을 위한 측정 입자직경 입자농도 개/ft³ 입자직경(㎛)

4.4 지정된 입자직경 이외에서 측정한 청정도등급

그림1, 표Ⅰ에서 지정한 것 이외의 입자직경에서 청정도등급을 검증하려면 다음과 같은 조건에 의한다. 그림1에 나타내는 범위내에서 해도 좋으나 그 이외의 점에서 해서는 안된다. 이때 입자수는 측정한 입자직경 다음으로 큰 표Ⅰ에 나타내는 입자직경의 입자직경 상한을 넘어서는 안된다.

4.5 지정된 청정도등급 이외의 청정도의 검증

표Ⅰ에 나타내는 것 이외의 청정도등급(예를들면 50, 300, 50,000등)을 정의할수 있다.

이와같은 등급은 그림1의 선에 평행한 선과 0.5μm의 선이 교차하는 점에 의해서 결정된다. 이를 이외의 청정도를 나타내는 선의 범위는 다음 조건에 의해야 한다.

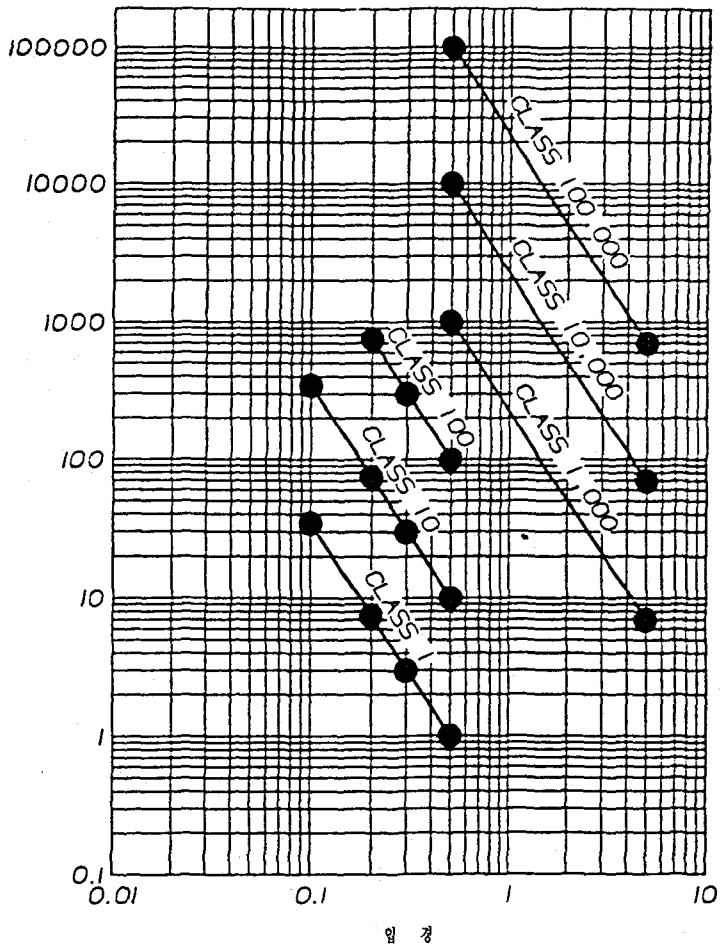


그림 1 황축 입자직경의 단위ft³당의입자수의 상한치

※ 표 I, 그림1에 나타내는 입자농도의 상한치는 등급분류를 위해서 정의한 것으로 반드시 특수한 조건하에서의 입자직경 분포에 포함하는 것은 아니다.

(α) 등급1000(1000을 포함한다)보다 나쁜 청정도등급은 0.5μm 또는 5μm중 어느쪽이든지 측정해서 결정한다.

() 등급100보다 나쁘고, 등급1000(1000을 포함하지 않는다)보다 청정한 등급은 0.2, 0.3 또는 0.5μm을 측정해서 결정한다.

(c) 등급100(100을 포함하지 않는다)보다 청정한 등급은 0.1, 0.2, 0.3 또는 0.5μm의 입자직경중 1종류 또는 복수의 입자직경을 측정해서 결정한다(그림11 참조)

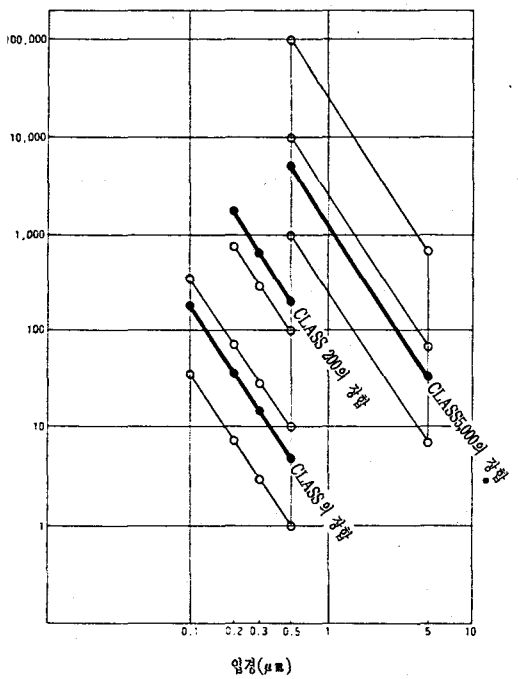


그림 11 지정된 청정도등급 이외의 등급

4.6 청정도등급을 결정하기 위한 입자계수치

부유미립자 청정도등급을 결정하기 위한 입자계측은 5장에 따라서 해야한다.

5.부유 미립자 청정도등급의 검증과 감시

5.1 부유 미립자 청정도등급의 검증

4장에서 정의한 것같이 부유미립자 청정도등급은 다음 조건하에 부유미립자 농도를 측정해서 클린룸과 청정수역에 대해서 검증해야 한다.

5.1.1 측정빈도

검증시험은 초기 및 정기적으로 해야한다.

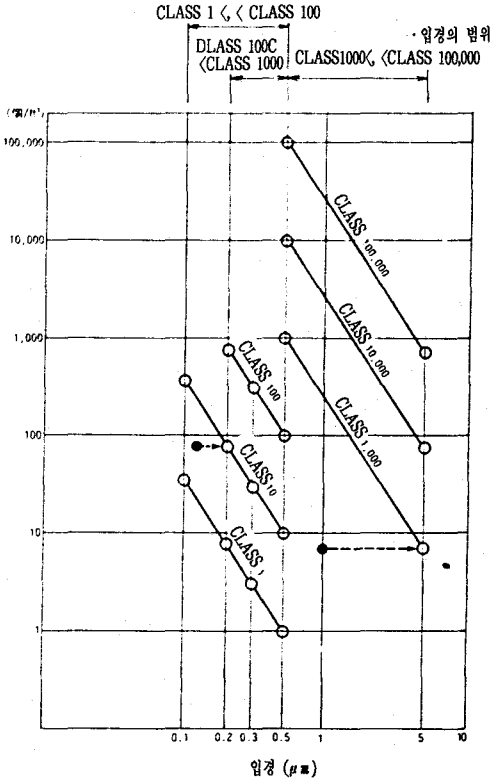


그림 12 지정이외의 입자직경에서 측정하는 경우의 선택방법

5.1.2 시험환경 조건

청정도등급의 검증은 결정된 자동조건하에서 입자농도를 측정해서 결정한다.

5.1.2.1 시험조건

클린룸 또는 청정구역의 시험조건은 「준공시」, 「비조업시」 「조업시」 또는 그 이외의 상태가 있으면 그 조건에서 기록한다.

5.1.2.2 측정환경과 측정항목

클린룸 또는 청정구역의 측정환경 및 측정항목을 기록한다. 측정환경에는 기류속도, 환기회수, 실내압력, 외기량, 단일방향 기류의 평행성, 온도, 습도, 진동, 내부장치와 사람의 동작을 포함하는 것이 좋다. 다만 이들은 한정되는 것은 아니다(표4 참조)

표 4 측정환경과 항목

· 풍속	· 환기회수
· 실내압력	· 실내압력
· 기류의 평행선	· 온도
· 습도	· 진동
· 내부장치	· 작업자의 활동

5.1.3 입자의 계수

클린룸과 청정구역의 전체등급의 검정에는 5·3항에서 규정하는 방법을 사용해서 입자를 계수한다.

5.1.3.1 단일방향 기류에 대한 측정위치와 측정수

단일방향 기류의 경우 청정구역은 기류와 수직인 유입면과 유출면으로 구분된다.

유입면은 청정구역내 작업구역의 바로 ·
류로한다. 청정구역의 등급구분에 필요
최소 측정점수는 (α)유입면적 (ft^2)을 25.
나눈수, 또는 비유입면적(ft^2)을 청정도등
의 평방근으로 나눈수중 작은쪽으로 한
(표5 참조)

표 5 단일방향 기류에 있어서의 최소측정점

(a) $\frac{\text{기류의유입면적}}{25}$ 또는 (b) $\frac{\text{기류의유입면}}{\sqrt{\text{청정도등급}}}$

(a), (b)중 적은쪽을 선택한다.

예) 10×15m, 등급100의 경우

(a) $=\frac{10\times15\times10.76}{25}\fallingdotseq65$

(b) $=\frac{10\times15\times10.76}{\sqrt{100}}\fallingdotseq162$

따라서 65점 이상으로 한다.

5.1.3.2 비단일방향 기류에 대한 측
위치와 측정수

비단일방향 기류의 경우 측정점은 청정
역 전체를 수평방향으로 균일하게 분포시
서 측정한다. 내부장치가 있는 경우에
벗어나도 좋다. 최소 측정점수는 청정구
의 바닥면적(ft^2)을 청정도등급의 평방근
로 나눈 수로 한다(표6 참조)

**표 6 비단일방향 기류에 있어서의 최소 측정
점수의 결정방법과 그의 예**

$\frac{\text{바닥면적}}{\sqrt{\text{청정도등급}}}$

예) 10×20m 등급 10000의 경우

$\frac{10\times20\times10.76}{\sqrt{10{,}000}}=\frac{200\times10.76}{100}=22$

따라서 22점 이상으로 한다.

5.1.3.3 측정위치의 주의

전체 청정구역에서 2개소이상의 시료채취가 필요하다. 측정점은 청정구역내로서 장치가 설치되어 측정할수 없는 장소를 제외하고 같은 면적이 되도록 분포시킨다. 5.1.3.1 또는 5.1.3.2에서 말한 각 측정점에서 적어도 1개의 측정치를 취한다. 또한 전체에서 적어도 5개이상의 시료를 채취한다. 각 측정점에서 1회이상 측정하는데 측정점에 따라서 측정회수는 다르게 해도 좋다(표7 참조)

표 7 측정위치와 시료채취수

1) 2개소이상의 시료채취
2) 측정점은 균일하게 분포
3) 각 측정점에서 1개이상의시료수
4) 전체적으로 5개이상의 시료수
5) 측정점에서 시료수는 다르게 해도 좋다.

5.1.3.4 시료의 양과 측정시간

표Ⅱ에 여러가지의 부유미립자 청정도등급과 각 측정 입자직경에 대한 최소 시료채취량을 나타낸다. 측정시간은 시료채취량을 단위시간당의 시료채취량으로 나누면 구할수있다. 시료채취량이 많아지면 측정치사이의 변동량이 적어지고 농도측정의 정밀도는 향상되어 측정치사이의 편차는 적어진다. 그러나 시료채취량을 많게하면 시간이 많이 걸리므로 실제적이 아닐정도로 많게하지 말아야한다. 입자농도는 시료채취량에 관계없이 공기 1ft³당의 입자수로 기록된다. 물론 시료채취량도 보고해야 한다.

5.1.3.5 지정된것 이외의 청정도등급 및 입자직경에 있어서의 시료채취량

지정이외의 청정도등급 및 입자직경에 있어서의 시료채취량은 다음에 청정도가 좋은 등급 또는 입자직경과 같게한다(표8 참조)

5.1.4 데이타의 정리

입자농도 측정치의 통계적인 평가는 부유미립자 청정도등급의 검증에 관한 5.4절에 따라서 해야한다.

표 Ⅱ 청정도등급과 측정 입자직경에 대한 최소시료의 양

CLASS	측정입경 (μm)				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5.0
1	0.6	3.0	7.0	20.0	NA.
10	0.1	0.3	0.7	2.0	NA.
100	NA.	0.1	0.1	0.2	NA.
1,000	NA.	NA.	NA.	0.1	3.0
10,000	NA.	NA.	NA.	0.1	0.3
100,000	NA.	NA.	NA.	0.1	0.3

(NA. 무지정) 단위 : ft³

5.2 청정도의 감시(monitoring)

검증후 작업중의 청정도등급을 감시해야 한다. 감시는 입자농도의 측정에 의해서 해야한다. 5.1.2.2항에서 설명한 여러가지의 환경조건도 청정도에 영향을 주기때문에 지시에 따라서 감시해야 한다.

5.2.1 감시계획

감시계획은 청정도등급과 작업자의 행동이나 제품보호의 필요한 청정도콘트롤의 정도에 따라서 결정된다. 감시계획에는 빈도, 조업조건, 입자측정위치, 측정수, 시료채취량 및 측정치의 분석방법을 지정해야 한다.

5.2.2 입자계수

입자계수는 특별한 지시가 없는경우 5.3절의 시험방법의 하나를 사용해서 해야한다. 입자농도 측정은 청정구역 전역의 측정점, 청정도레벨이 특별하게 중요한 경우 또는 입자농도 레벨이 검증시험중에 높아진 장소에서 해야한다. 청정구역의 상태가 정상적으로 될때에 측정을 해야한다.

5.3 부유미립자 농도를 측정하는 방법과 측정기

부유미립자 농도를 측정하는 방법과 측정기는 입자직경별로 선정된다. 이하 설명하는 방법은 특히 지정하지 않는경우 청정도등급의 검증이나 감시에 적당하다. 이외의 입자계수법이나 측정기를 각주(2), (3)에서 설명하는 방법과 동등이상의 정확성과 재현성이 있으면 사용해도 좋다.

「각주(1)전술한것과 같다.

(2) 예를들면 0.01μm이상의 입자직경
경우 과포화증기의 응축으로 성장한 입자
광학적으로 검출하는 CNC를 사용할 수
으나 검출기는 단일입자를 검출하는 것이
야 한다.

(3) 감시만이 목적인 경우 적당한 물
의 표면에 입자를 침착시키고, 광학현미
에 의해서 계수하는 침착법으로 입자의
가를 할수있다.

5.3.1 5μm이상의 입자계수

5μm이상의 입자직경의 경우 현미경를
용하는 수동식 계수법 또는 광학식 입자
수기를 사용한다. 현미경을 사용하는 수
식 계수법은 부록 A에 광학식 입자계수
는 부록 B를 참조할것

5.3.2 0.1μm이상의 입자계수

0.1μm이상의 입자직경의 경우 부록 B
따른 광학식 입자계수기를 사용한다. 측
기는 단일 입자직경을 계수할 수 있는것
어야 한다. 부유미립자 농도를 측정할
에는 정기적으로 교정하여 적절하게 보수
입자계수기만을 사용해야 한다. 입자직
치는 고정할 때의 비교 표준입자의 등가
자직경으로 나타낸다.

5.3.3 입자계수법의 주의사항

5.3.3.1 광학식 입자계수기

구조 또는 검출원리가 다른 광학식 입

표 8 지정된 등급 또는 입자직경이외의 시효채취량(ft^3)

CLASS	測定粒径 (μm)								
	0.1	0.1<, <0.2	0.2	0.2<, <0.3	0.3	0.3<, <0.5	0.5	0.5<, <5.0	5.0
1	0.6	→	3.0	→	7.0	→	20.0	→	NA
1<, <10	↑		↑		↑		↑		↑
10	0.1	→	0.3	→	0.7	→	2.0	→	NA
10<, <100	↑		↑		↑		↑		↑
100	NA	→	0.1	→	0.1	→	0.2	→	NA
100<, <1,000	↑		↑		↑		↑		↑
1,000	NA	→	NA	→	NA	→	0.1	→	3.0
1,000<, <10,000	↑		↑		↑		↑		↑
10,000	NA	→	NA	→	NA	→	0.1	→	0.3
10,000<, <100,000	↑		↑		↑		↑		↑
100,000	NA	→	NA	→	NA	→	0.1	→	0.3

|수기를 동일한 입자를 측정할 때 다른 결 |를 나타내는 일이 있다. 최근에 교정한 |일기종의 측정기라도 동일한 공기를 채취 |때 다른 측정결과를 나타내는 일이 있다. |른 측정기로부터 구한 측정치를 비교할때 |의해야 한다.

5.3.3.2 현미경법

현미경으로 측정할 때의 입자직경은 투영 |장치수로 나타내는데 광학식 입자계수기 |: 측정한 입자직경은 비교 표준입자에 따 |다. 현미경에 의한 계수치는 일반적으로 |학식 입자계수기로 구한 계수치와 다를것 |다.

5.3.3.3 상한치

입자계수기는 그의 제조업자에 의해서 결 |된 상한치 이상의 입자농도 또는 입자직 |을 계수하는데 사용하지 말아야한다.

5.3.4 입자계수기의 교정

모든 측정기는 교정기준시에 따라서 정기적으로 교정해야 한다. 주로 교정하는 항목은 유량과 입자직경인데 다른 항목에 대해서도 교정이 필요하다.

5.4 통계적인 해석

청정도등급을 검증하기 위한 부유미립자 농도데이타의 채취 및 해석은 다음과 같은 요구사항에 따라서 해야한다. 이 통계적 해석은 랜덤오차(부정확성)를 취급하는것으로서 교정의 잘못 등의 비랜덤오차(편향)를 취급하는것이 아니다.

5.4.1 적합기준

클린룸 또는 청정구역에 있어서의 청정도 등급은 다음 2가지 조건에 일치해야 한다.

1)각 측정점에서 측정한 입자농도의 평균치가 등급상한치(표2 참조) 이하이고, 또한

2) 이들의 평균치의 평균이 95% 신뢰한계에서 등급상한치 이하이면 청정도등급별의 적합기준에 맞는 것으로 한다. 신뢰한계는 다음에 기재하는것 같이 상한측의 스

튜덴트의 t분포에 따른다.

5.4.1.1 평균 입자농도

각각의 측정점에서 평균 입자농도 (A)는 (5−1)식에 나타내는 것 같이 각각의 입자수(Ci)의 합계를 각각의 측정점에서의 시료채취수(N)로 나눈것이다. 만일 시료채취수가 1개이면 평균 입자농도는 측정 입자농도와 같게된다.

$$A=(C_1+C_2+\cdots\cdots+C_N)/N \quad (5-1)$$

5.4.1.2 평균치의 평균(M)은 (5−2)식으로 나타내는 것같이 각 측정점의 평균치(Ai)의 합계를 측정점수(L)로 나눈것이다. 모든 측정점은 시료채취수에 관계없이 같은 무게로 한다.

$$M=(A_1+A_2+\cdots\cdots+A_L)/L \quad (5-2)$$

5.4.1.3 표준편차

평균치의 표준편차(SD)는 (5−3)식으로 나타내는 것같이 각 측정점의 평균치와 전체평균치의 차(A−M)의 2승의 합계를 측정점수(L)로부터 1을 뺀 수로 나눈 것의 평방근이다.

$$SD=\sqrt{\{(A_1-M)^2+(A_2-M)_2+\cdots+(A_L-M)^2/(L-1)} \quad (5-3)$$

5.4.1.4 표준오차

각 측정점의 평균치의 전체평균(M)의 표준오차(SE)는 (5−4)식으로 나타내는 것같이 표준편차(SD)를 측정점수(L)의 평방근으로 나누어서 구한다.

$$SE=SD/\sqrt{L} \quad (5-4)$$

5.4.1.5 신뢰의 상한치(UCL)

각 측정점의 평균치의 전체평균(M)의 95% UCL은 (5−5)식으로 나타내는 것같이 표준오차(SE)에 소정의 UCL계수(표Ⅲ의 UCL계수를 참조)를 곱한것에 각 측정점의 평균치의 전체평균(M)을 가해서 구한다.

$$UCL=M+(SE)\times(UCL계수) \quad (5-5)$$

5.4.1.6 계산의 예

계산예는 부록 C에 기재한다.

6. 규격을 변경하는 경우

이 규격이 실정에 맞지 않는 것으로 연방국이 생각할 때에는 충분한 논증에 따라서 규격의 변경 또는 추가사항의 요구서를 당국에 송부한다. 요구서는 어떤 점에서 규격이 시정에 맞지 않는지를 설명해야 한다. 요구서는 일반조달국 연방규격과 기술계(819 Taylor Street, Fort Worth, T×76102)로 보낸다. 당국은 취해야할 타당한 대책을 결정하고 담당국으로 통지하게 된다.

표 Ⅲ 95% 신뢰한계의 장합의 UCL 계수

측정점수	2	3	4	5-6	7-9	10-16	17-29	>29
95% UCL 계수	6.3	2.9	2.4	2.1	1.9	1.8	1.7	1.65

7. 차마고규격 사양과 다른경우

이 규격에 기재되어 있는 요구사항이 다른 참고규격의 요구사항과 모순되는 경우, 이 규격이 우선한다. 이 규격과 참고규격과의 모순점은 일반조달국 연방규격과 기술계(819 Taylor Street, Fort Worth, T× 76102)에 2부 제출해야 한다.

8. 관련기관

- 상무성
- 국방총성과 국방총성 보급부
  - 육군
  - 해군
  - 공군
- 에너지성
- 건강보건성
- 운수성
- 일반조달국
- 항공 우주국
- 원자력위원회

부록 A

입자의 감시—수동에 의한 계수와 입자직의 측정방법

10. 적용

이 부록은 멤브레인 휠타와 현미경을 사-해서 클린룸과 청정구역의 5㎛이상의 부-입자 오염레벨을 결정하는 과정에 대해서 명한다.

A20. 방법의 개요

A20.1 기본방법의 해설

측정점에서 멤브레인 휠터(Membrane filter)에 의해서 공기를 포집한다. 유량은 오리피스 또는 유량계에 의해서 조정하고 전체 시료채취량은 시료채취시간에 따라서 결정된다. 멤브레인 휠타는 고휘도 광원을 사용하고 현미경을 사용해서 측정하여 시료채취한 공기로부터 포집된 5㎛이상의 입자수가 결정된다.

A20.2 광학현미경 이외의 장치

이메이지 어날라이저(image analyger) 및 투영식 현미경은 분급, 계수를 위해서 광학현미경을 대신해서 사용할 수 있다. 그러나 정확도나 재현성이라는 점에서 현미경법과 동등 이상이어야 한다.

A20.3 시료채취방법

시료채취의 2가지 방법의 과정을 다음에 기재한다.

(a) 에어로졸 모니터법

(b) 휠타 호울더법

이들은 본질적으로 사용하는 장치와 시료채취에 필요한 시간이 다르다.

■ 정리

5㎛이상의 입자의 수동 계수방법

(1) 현미경법 { 에어로졸 모니터법 / 개방형 휠타호울더법

(2) 기 타 { 이메이지 어날라이저 / 투영형 현미경

A30. 장치

A30.1 (a), (b)와 공통인 장치

A30.1.1 현미경

접안렌즈와 대물렌즈의 조합에 의한 종합

배율 100~200배가 얻어지는 쌍안현미경 이들의 조합은 가장 높은 배율에 있어서 접안레티클의 최소눈금이 5㎛이하가 되도록 선택한다. 대물렌즈의 구경은 적어도 0.25는 되어야 한다.

A30.1.2 접안 마이크로메타의 눈금 렌즈와 대물렌즈의 조합 또는 이동할 수 있는 마이크로메타 눈금이 있는 접안경(eye Piece)에 따라서 100등분으로 되어 있는 5 또는 10mm로 분할되어 있는 눈금.

A30.1.3 스테이지 마이크로 메타

1눈금이 0.01~0.1mm로 분할되어 있는 것

A30.1.4 외부의 현미경조명

A30.1.5 최소흡인량 1ft³/min에서 진공도 500torr를 유지할수 있는 진공펌프.

A30.1.6 60 분범위의 전자타이머 또는 일반 타이머.

A30.1.7 충분한 유량을 채취할 수 있도록 진공펌프, 휠타호울더 : 휠타로 구성되는 유량계 또는 오리피스, A501항 참조.

A30.1.8 수동식 계수기

A30.1.9 시료채취 후의 벰브레인휠타의 보존용 호울더, 페트리접시, 카바가 있는 페트리 슬라이드.

A30.1.10 헹굼용액

직경 0.45~1.2㎛의 구멍으로 여과한 청정한 물

A 30.1.11 핀셋트

끝이 평탄한것.

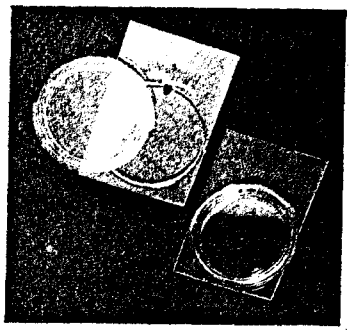


그림 13 페트리저시(왼쪽)와 페트리슬라이드(오른쪽)의 외관(일본 밀리포아리미티드 카다로그에서)

그림 14 끝이 평탄한 핀셋트의 외관 (일본밀리포아리미티드 카다로그에서)

A30.2 에어로졸 모니터링을 위한 장치

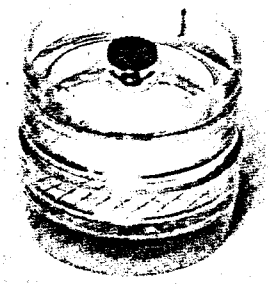
A30.2.1 에어로졸 모니터

흑색으로서 평균 구멍직경 0.8㎛이고 격자무늬가 인쇄되어 있는것

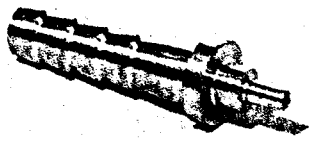
A30.2.2 에어로졸 어댑터

A30.3 개발형 겜브레인 휠타법을 위한 장치

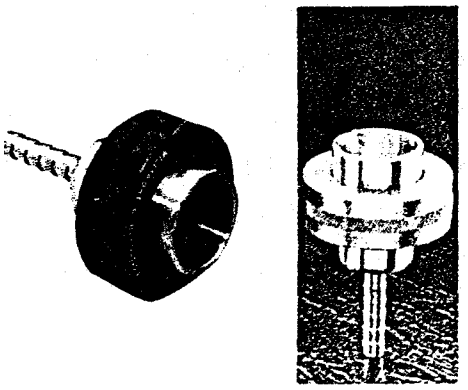
A30.3.1 휠타 호울더 : 래방형



림 15 에어로졸 모니터의 외관(일본 밀리 포아리미티드 카다로그에서)



림 16 에어로졸 어댑터의 외관(일본 밀리 포아리미티드 카다로그에서)



림 17 개방형 휠타호울더의 외관(일본 밀리포아리미티드 카다로그에서)

0.3.2 멤브레인 휠타

흑색으로서 평균 구멍직경이 0.8㎛이고 나가 인쇄되어 있는것.

0.3.3 멤브레인 휠타.

백색(흑색 입자를 평가하기 위한)으로서 평균 구멍직경 0.8㎛이하이며 격자가 인쇄되어 있는것.

A30.4 기타의 장치

A30.4.1 이메이지 어날라이저

A30.4.2 투명현미경과 스크린

■ 정 리

사용재료

(1) 공통

- 현미경
- 접안 마이크로메타
- 스테이지 마이크로메타
- 외부조명
- 진공장치
- 유량계 : 오리피스
- 타이머
- 계수기
- 페트리접시
- 페트리슬라이드
- 핀셋트
- 헹굼용액

(2) 에어로졸 모니터법

- 에어로졸 모니터
- 에어로졸 어댑터

(3) 개방형 휠타 호울더법

- 휠타 호울더
- 멤브레인 휠타(흑색)
- 멤브레인 휠타(백색)

A40 장치의 준비

A40.1 (a)(b)두가지 방법의 준비

A40.1.1 전체장치의 준비는 측정을 해야하

는 청정구역과 등층하거나 또는 그 이상으로 청정한 청정구역에서 해야한다.

A40.1.2 모든장치를 사용하지 않을 때는 측정을 해야 하는 장소 이상으로 청정한 청정구역에 보호카바, 케이스, 적당한 울타리를 쳐서 최대의 청정도를 유지하여 보관해야 한다.

A40.1.3 입자의 분급, 계수를 하는 사람은 모니터링하는 청정구역의 청정도에 적합한 무진복을 착용해야 한다.

A40.1.4 계수에 사용하는 멤브레인휠타를 유지(설치)하는 페트리슬라이드 호울더, 페트리접시의 내표면을 청정수를 사용해서 완전하게 행군다. 멤브레인 호울더는 물을 흘려버려서 행군다. 행군후 뚜껑을 열고 내부가 건조할 때까지 단일방향 흐름의 청정구역에 방치한다.

A40.2 에어로졸 모니터법의 준비

A40.2.1 멤브레인 휠타의 배경(back ground)의 계수는 다음 방법에 따라서 한다. 에어로졸모니터의 메이커는 내장된 멤브레인 휠타의 평균 배경수(대조 입자직경에 있어서)를 표시하는 경우 패케이지내의 5%의 휠타를 시험하여 평균 배경수를 확인한다. 특정한 배경수의 평균이 메이커의 표시치 이하인 경우에는 메이커에서 표시한 배경수를 사용한다.

만일 측정된 값이 휠타메이커가 표시하는 값보다 높은경우 또는 메이커와 표시가 없는 경우에는 사용하는 휠타의 각각의 배경수를 측정한다.

A40.2.2 휠타 각각의 배경수는 A70항에 기재하는 현미경법에 의해서 측정된다.

A40.2.3 배경수가 확인된후 에어로졸 모니터를 청정한 용기에 넣거나 또는 전용의 측정장치내에 넣고 측정점까지 운반한다.

A40.2.4 배경수를 측정할때 이외에는 특정점이나 측정구역 밖에서 에어로졸 모니터를 열지말아야 한다.

A40.3 개방식 휠타호울더를 사용해서 측정할때의 준비

■ 정 리

준 비

(1) 공통사항

- 준비는 청정구역에서 해야한다.
- 보관은 청정구역에서 해야한다.
- 측정자는 무진복을 착용
- 측정용 멤브레인휠타를 보관하는 페트리 슬라이트 호울더 : 페트리접시는 청정수로 행구고 건조는 청정구역에서 해야한다.

■ 정 리

에어로졸 모니터법의 준비

(1) 배경의 계수

① 용기내의 5%의 휠타의 평균 배경수를 구한다.

② 표시치>평균계수치의 경우

※ 메이커의 표시치를 채용

③ 메이커의 표시치가 없는경우

표시치<평균계수치인 경우

※ 계수치를 채용

(2) 에어로졸모니터를 청정한 용기에 넣 측정점으로 운반한다.

(3) 배경계수 이외에 모니터의 뚜껑을 열 않는다.

10.3.1 휠타호울더를 떼어내고 액체비누 물로 씻어낸다. 씻어낸후 헹구고 건조 때까지 단일방향 기류의 청정구역에 보 한다(고압공기 분사 등에 의해서 건조시 지 말아야 한다). 행굼은 순수 또는 증 수로 하는 것이 좋다.

10.3.2 휠타호울더가 완전하게 건조된 후 울더에 격자를 유입측으로 해서 멤브레인 타를 설치한다.

멤브레인 휠타는 설치한후 휠타호울더를 꾸로해서 휠타표면과 호울더표면을 청정 를 흘려버려서 위로부터 시작해서 아래까 완전하게 씻어낸다. 그리고 단일방향 류의 청정구역에서 건조시킨다.

10.3.3 A70항의 방법에 따라서 사용하는 각의 멤브레인 휠타의 배경수를 측정한다.

10.3.4 휠타호울더의 내부가 건조후 그의 류면에 고정하기 위해서 양면테이프를 붙 거나 진공그리스를 바른다.

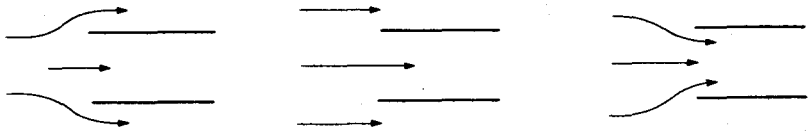
A40.3.5 휠타호울더와 멤브레인 휠타가 청 정한 상태에서 건조되면 이들을 입자오염이 없는 용기에 보관한다.

A40.3.6 준비가 끝난 멤브레인 휠타가 설 치된 호울더나 흡인장치 등을 측정장소까지 운반한다. 멤브레인휠타의 표면에는 측정 장치가 조립되고 시료채취의 준비가 될때까 지 외기에 노출시키지 말아야한다.

A50시료채취

A50.1 시료채취 방향과 기류

단일방향 기류의 클린룸이나 청정구역에 서는 에어로졸모니터 또는 휠타호울더는 기 류에 면하도록 향하게 한다. 비단일 방향 기류의 클린룸이나 청정구역에서는 특히 지 정하지 않는한 에어로졸모니터나 휠타호울 더는 상류측으로 향하도록 해야한다. 단일 방향 기류에 대해서 휠타에 들어가는 기류 는 등속흡인으로 되도록 조정해야 한다. 비단일방향 기류의 경우에는 휠타에 들어가 는 기류는 직경 25mm의 휠타에 대해서 0.25ft^3/min직경 47mm의 휠타에 대해서 1ft^3/min 로 조정해야 한다. 최소 시료채취량은 등 급 1,000에서는 10ft^3, 등급 10,000보다 나쁜 청정도에서는 1ft^{3}로 한다.<그림18 참조>



(a) 과소흡인 (b) 등속흡인 (c) 과잉흡인

그림 18 등속흡인과 과소, 과잉흡인 과소흡인 등속흡인 과잉 흡인

■ 정 리

시료채취

(공통)

(1) 단일방향 기류에서는 에어로졸모니터, 휠타호울더는 상류로 향하는 풍속흡인으로 한다.

(2) 비단일방향 기류에서는 상류로 향한다

(3) 유량 : 25mm직경의 휠타는 0.25ft³/min 47mm직경의 휠타는 1ft³/min

(4) 최소 시료채취량

등급 1000에서는 10ft³, 등급 10000보다 나쁜 청정구역에서는 1f³/min

A50.2 에어로졸모니터에 의한 시료채취방법

시료채취 장소에서 에어로졸 모니터에 어댑터를 그리고 어댑터에 진공원을 연결한다. 그의 경로에는 오리피스 또는 유량계를 설치한다. 진공펌프의 배기는 미립자 오염원으로 되므로 특정구역 밖으로 내보낸다.

A50.2.2 유량계를 조정하여 사용하는 압력에서 유량을 맞춘다.

A50.2.3 타이머를 진공펌프의 전원에 접속한다.

A50.2.4 에어로졸 모니터 하부의 캡을 빼고 어댑터의 끈부분을 접속한다. 에어로졸 모니터를 요구되는 장소에 두고 에어로졸 모니터의 캡을 빼내고 청정한 장소에 보관한다.

A50.2.5 펌프를 운전하고 유량계를 조정한다. 그리고 그 유량에서 필요한 시료량이 얻어지도록 타이머를 작동시킨다.

A50.2.6 시료채취 시간이 지난후 진공장치를 정지시키고 에어로졸모니터에 윗뚜껑을 하고 어댑터로부터 떼어낸다. 에어로졸모니터 하부의 뚜껑을 할 필요는 없다. 에어로졸 모니터에 표지를 붙여서 알수있도록 하여둔다. 에어로졸모니터를 시료채취한 청정구역과 동등이상의 청정한 측정장소로 옮긴다.

■ 정 리

에어로졸모니터법의 시료채취

(1) 에어로졸모니터 : 에어로졸어댑터, 진공원을 연결한다. 도중에 유량계 또는 오리피스를 설치한다.

(2) 진공원으로부터의 배기는 측정구역 밖으로 보낸다.

(3) 유량계의 조정

(4) 타이머의 설정(Set)

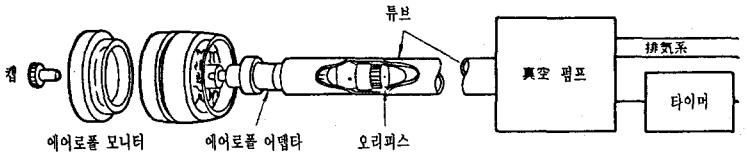


그림 19 에어로졸모니터를 이용한 시료채취방법의 예(ASTM F25로부터)

(5) 에어로졸모니터 하부의 캡을 빼고 에어로졸 어댑터에 접속한다.

(6) 모니터상부의 뚜껑을 뺀다. 뚜껑을 깨끗하게 보관해야 한다.

(7) 펌프를 운전하고 유량계를 조정하며 타이머를 설정한다.

(8) 시료채취가 끝난후 모니터상부에 뚜껑을 한다. 타부의 뚜껑(캡)은 불필요하다. 모니터를 에어로졸어댑터에서 떼어낸다.

(9) 모니터에 측정조건을 기입하고 청정한 측정장소로 옮긴다.

A50.3 개방식휠타 호울더에 의한 시료채취 방법

A50.3.1 시료채취 구역내에서 휠타호울더를 소정의 위치에 놓는다.

흡인용튜브에 의해서 휠타호울더를 오리피스 또는 유량계를 포함하는 진공장치에 접속한다.(배기는 측정구역 외부로 배기하거나 측정구역을 오염시키지 않도록 휠타를 설치한다.)

A50.3.2 유량계를 사용하는 경우 사용 진공압력에서 유량을 조정한다.

A50.3.3 멤브레인휠타 호울더로부터 휠타보호카바를 떼어내고 진공장치를 운전한다. 펌프를 운전하고 유량을 조정하면 결정된 유량을 흡인하도록 타이머를 운전한다.

A50.3.4 시료채취 시간이 끝나면 진공장치를 정지하고 다시 청정화된 카바로 신중하게 휠타호울더에 카바를한다. 카바된 휠타호울더를 측정장소로 돌려보낸다. 측정구역은 시료채취한 청정구역과 동등이상의 청정도일것.

■ 정 리

개방형휠타 호울더법의 시료채취

(1) 호울더를 소정의 측정위치에 놓는다. 호울더를 유량계 또는 오리피스 진공원에 연결한다.

배기는 측정장소 밖으로 하거나 또는 휠타를 통과하게 한다.

(2) 유량계의 조정

(3) 호울더로부터 카바를 떼어내고 진공원을 운전하고 유량을 조정하며 타이머를 설정한다.

(4) 시료채취가 끝난후 진공원을 정지하고 청정한 카바로 호울더를 카바한다. 청정한 측정장소로 옮긴다.

A60. 현미경의 교정

A60.1 측정자가 현미경의 교정을 끝냈으면 이 항은 생략해도 좋다.

A60.2 현미경의 스테이지에 스테이지 마이크로메타를 놓는다. 전체가 균일하게 보이도록 초점과 광량을 맞춘다.

A60.3 접안렌즈와 대물렌즈의 조합이 올바르고 100~250배로 맞추어져 있는지를 확인한다.

A60.4 현미경은 좌우의 접안렌즈의 초점을 맞추고 스테이지 마이크로메타의 상이 선명하게 보이도록 되어 있는것을 확인한다.

A6.5 이메이지 어날라이저나 투영식 현미

경을 사용하는 경우에는 같은 교정을 한다.

A60.6 접안렌즈에 보이는 격자상 스케일의 전체 폭에 대해서 스테이지 마이크로메타의 눈금이 몇개 있는지 기록한다.

(a)어떤 배율에 대한 접안부 마이크로메타의 교정을 다음식에 의해서 계산한다. 마이크로메터 접안격자 1눈금의 칫수

$$= \frac{(\text{스테이지 마이크로메타 눈금수}) \times (\text{스테이지 마이크로메타의 (1) 눈금의 길이})}{(\text{접안격자 눈금수})}$$

예 : 100배에 있어서 : 접안격자의 눈금 100개와 같은 스테이지 마이크로메타 눈금수가 100, 각각의 눈금의 길이가 5.0μm인 경우

$$= \frac{(100\text{눈금}) \times (5.0\mu\text{m})}{(100\ \text{눈금})} = 5.0\mu\text{m}$$

(b) 각각의 레인지를 측정하기 위해서 필요하게 되는 격자의 수를 계산한다.

예 : 100배에 있어서 5μm균등으로 눈금이 만들어진 접안격자에서는 16~20μm의 입자에 있어서는 3~4의 격자수로 된다.

주 : 현미경에 줌(200m)이 설치되어 있을 때는 가장 가까운 정수배에서 잘라버리고 교정을 할것(X,Y마이크로메타/눈금대신에 X마이크로메타/눈금)잘라버린 내용은 명기하여 둘것.

주 : 초점거리가 다른 작업자 사이에서는 재교정이 필요하게 된다.

■ 정 리

현미경의 교정

(1) 교정이 되었으면 이 합은 생략해도 좋다.

(2) 스테이지에 스테이지 마이크로메타를 얹고 초점과 광량을 맞춘다.

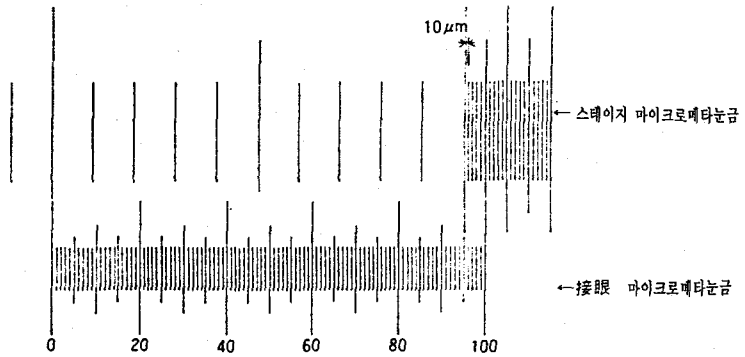
(3) 접안렌즈, 대물렌즈의 조합의 배율이 올바르고 100~250배인 것을 확인한다.

(4) 접안 마이크로메타의 전체 폭에 대해서 스테이지 마이크로메타의 눈금을 읽는다.

(%) 접안 마이크로메타 1눈금의 칫수

$$= \frac{(\text{스테이지 마이크로메타의 눈금수}) \times (\text{스테이지 마이크로메타 1눈금})}{\text{접안 마이크로메타 눈금수}}$$

예) 스테이지 마이크로메타의 눈금이 소10μm라고 하면 그림에서는 접안마이크로메타 100눈금은 1050μm로 읽는다. 따라서



—Calibrating the Measuring Eyepiece.

$$\frac{105\times 10\mu m}{100}=10.5\mu m$$

접안마이크로메타 1눈금은 10.5μm이다.

70 현미경에 의한 입자의 계수 및 입자경의 측정

70.1 멤브레인 휠타상의 입자를 계측하 청정구역내에서 에어로졸모니터 또는 대형휠타 호울더로부터 끝이 평탄한 핀셋트 사용해서 멤브레인휠타를 떼어낸다.

70.2 청정화된 페트리슬라이드 호울더는 페트레접시에 격자를 위로 하여 멤브인휠타를 놓고 보관호울더의 접착면에 견하게 고정한다. 시료채취 휠타가 오염되 않도록 용기를 확실하게 밀폐할 것.

70.3 시료채취 휠타를 오염시키지 않도 현미경은 청정하게 해 두어야한다. 주 깊게 현미경의 스테이지위에 카바된 테트 슬라이드 또는 페트리접시를 놓고 계측에 용되는 배율에서 가장 적절한 입자상이 도록 조명의 각도와 초점을 맞춘다. 입 의 영상을 찍어내기 위하여 광선의 각도 10~20도로 한다. 이에 따라서 효과적 로 배경으로부터 입자의 상을 분리할 수 다.

70.4 시야에 5μm이상의 입자가 50개이하 되도록 시야를 선택한다. 광학적 시야 격자상 4각 : 1격자와 접안마이크로메타 금의 교정된 길이로 정의되는 장방형 또 · 격자의 길이와 접안마이크로메타의 1눈 으로 정의되는 장방형이다.

A70.5 5μm이상의 격자수는 선택된 1개의 시야를 주사하여 유효휠타면 전역에 걸쳐서 추정한다. 만일 이 계산에 의해서 얻어진 입자수가 500개 이하이면 유효휠타면 전역에 걸쳐서 주사해서 입자를 계수한다. 입자수가 500개이상이면 A70.8.1항을 적용한다.

A70.6 입자를 주사하는 경우 계수하는 입자가 접안눈금을 가르지르도록 이동시킨다. 입자의 최대 입자직경만이 중요하다. 만일 필요하면 특정한 입자에 적합하도록 접안마이크로메타가 설치된 접안렌즈를 회전하여 교환해도 좋다.

A70.7 수동계수기를 사용해서 시계내의 접안 마이크로메타 눈금으로 지시된 칫수이상의 모든입자를 기록한다. 분산이 균일하게 되도록 계측한 시야수를 기록하고 각각의 시야내의 입자수를 기록한다.

A70.8 통계적인 입자계수

A70.8.1 유효 여과구역내의 추정 입자개수가 500개이상인 경우 다음 통계식이 일치할 때까지 단위면적내의 모든 입자를 계수하고 차례로 단위면적을 추가하여 계수하는 방법으로 한다.

$F\times N>500$

여기서

F=격자의 수 또는 단위면적수

N=면적 F내의 전체 입자수

A70.8.2 휠타상의 전체입자수를 다음식에 의해서 계산한다.

$P=N\times A/n\times a$

여기서

P=휠타상의 어떤 입자직경의 입자수(배경수가 얻어진 경우 측정유량으로 나누고 P로부터 뺀다)

N=단위면적에서 계수된 전체입자수

n=계수한 단위면적수

a=단위면적(mm^2)

A=휠타의 유효 전체면적(mm^2)

■ 정 리

현미경에 의한 입자의 계수방법

(1) 청정구역내에서 끝이 평탄한 핀셋트로 멤브레인 휠타를 떼어낸다.

(2) 청정한 페트리 슬라이드 또는 페트리 접시에 휠타를 얹는다.

(3) 스테이지위에 페트리 슬라이드, 또는 페트리접시를 얹는다. 조며은 10~20°의 각도로 조사하면 좋다.

(4) 5μm이상의 입자수가 유효 휠타면내에서 500개이하일 것으로 추정되는 경우 전역을 주사하여 계수한다.

(5) 스테이지는 접안 마이크로메타눈금을 가르지르도록 이동시킨다.

(6) 입자는 최대직경으로 나타낸다.

(7) 5μm이상의 입자수가 유효 휠타면내에서 500개 이상일 것으로 추정되는 경우 F×N>500이 되도록 측정격자수를 증가시킨다.

F : 격자의 수 또는 단위면적수

N : 면적 F내의 전체입자수

(8) 측정면적은 1격자 또는 (a), (b)로 정의되는 4각형의 면적.

(a) 세로가 접안렌즈 마이크로메타의 전체눈금이고 가로가 격자의 전체폭인 면적

(b) 세로가 접안렌즈 마이크로메타의 부이고 가로가 격자의 전체폭인 면적.

(9) 휠타상의 전체입자수를 구하는 방법

$$P = N \times \frac{A}{n \times a}$$

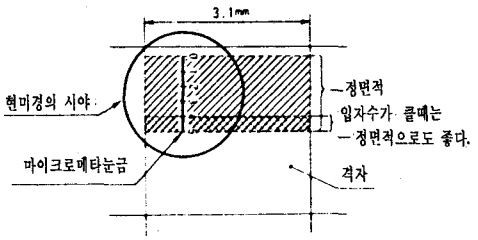


그림 4 격자내의 일정면적을 취하는 밥법

A80 보고서

A80.1 A70에 따라서 멤브레인휠타의 총입자수로부터 멤브레인휠타의 배경수를 뺀다

A80.2 측정결과는 5μm입자를 포함하는 입자직경 범위에 대해서 입자수 P를 시료량 V로 나누어서 1ft^3당의 입자수로 나타낸다.

$$1ft^3\text{당의 입자수} = \frac{P}{V}$$

A80.3 최종결과는 1ft^3당의 5μm이상의 입자수로 나타낸다.

A90 정밀도와 정확성에 영향을 주는 요인

A90.1 이 방식의 측정정밀도 및 정확성은 측정오차 요인의 합계 이하로 된다. 측정자에 기인하는 오차를 최소로 하기 위해서

현미경조작에 숙련된 측정자가 필요하다. 현미경의 오차는 숙련자로부터 확인하여 더욱 오차를 적게할 수 있다. 측정자는 현미경의 기초적인 훈련을 충분하게 쌓아 입자직경의 분급과 계수기술을 습득해야 한다.

A90.2 훈련을 위하여 저—중 입자농도의 시료를 격자가 있는 휠타상과 마이크로 슬라이드 사이에 유지한 것을 실험실의 기준으로 준비하여 두면 좋다.

A90.3 각 시료채취점에 있어서의 정밀도를 향상시키려면 시료수를 증가시키므로서 가능하다.

A90.4 각 시료채취점에 있어서의 정밀도를 향상시키려면 시료채취량을 증가시키고 또한 시료채취 시간을 길게하므로서 가능하다.

A90.5 정밀도는 각 휠타의 배경수를 구하고 이것을 사용하므로서 높일수 있다.

부록 B

광학식 입자계수기의 조작

B10. 개요

B10.1 적용

광학식 입자계수기는 거의 순간적으로 부유입자 농도와 입자직경 분포에 관한 데이타를 표시한다. 이 부록은 FS 209D에 기재되어 있는 사항을 만족하게 하기 위하여 사용하는 광학식 입자계수기의 조작, 사용방법, 시험방법에 대해서 규정한다. 이 부록은 청정도등급을 정의하기 위하여 광학식을 사용하는 입자감시법의 규준화를 목적으로 하는것이다.

B10.2 범위

입자직경에 관한 데이타는 광학식 입자계수기를 교정하는 표준입자에 의존한다. 그러나 각 광학식 입자계수기의 광학계, 전자회로계, 그리고 시료의 처리시스템계가 다르면 계수결과에 차를 발생하는 원인으로 된다. 교정시 입자의 소성이나 형상이 다른데 따른 시료로부터 얻어진 데이타를 비교하려면 충분한 주의가 필요하다. 측정이론이 다른 입자검지 시스템을 갖는 장치 사이에서 차가 발생하는 일이 있다. 이들의 영향은 충분하게 인식하여 계수기의 교정이나 조작에 대해서 규준화된 방법을 사용하여 최소로 해야한다.

B10.3 여기에 기재하는 조작을 하는 각 사람은 광학식 입자계수기의 사용방법에 수련되게 하고 그의 조작방법, 성능, 사용한계에 대해서 이해해야 한다.

B20 참고문헌

B20.1 ASTM F328

근사 단분산 구면입자를 사용하는 부유입자 계수기 계수식별과 입자직경 정밀도의 결정방법.

B20.2 ASTM F 649

비교법을 사용하는 부유입자 계수기의 2차교정방법, ASTM 1916 Race Street, Philadelphia, PA19103.

B20.3 IES—RP—CC—013

장치의 교정방법 및 검정방법에 대한 권

장서

IES, 940 East Northwest Highway, Mt, Prospect, IL60056

B30 방법의 개요

B30.1 교정

광학식 입자계수기의 1차교정은 굴절율 1.6의 구상 균질입자를 사용해서 해야한다. 2차교정은 대기먼지를 사용해서 기준기와 비교해서 한다. 그위에 장치내부에 조립된 교정장치 또는 이외에 인정된 방법으로 표준화하므로서 안정된 조작을 할 수 있다.

B30.2 조작

시료공기는 시료채취 위치로부터 일정한 유량으로 흡인한다. 시료공기중의 입자는 광학식 입자계수기의 검출영역을 통과하여 입자직경에 따른 전기신호를 발생한다. 전자식 분급회로는 신호를 분석하고 입자직경에 따른 펄스를 계수하여 입자수를 표시하거나 또는 인쇄한다.

B40. 장치와 그의 해설서

B40.1 광학식 입자계수시스템

광학식 입자계수시스템은 기록장치나 인쇄장치를 내장하는 일도 있다. 경우에 따라서 데이타는 다른 처리장치나 연산을 위해서 먼곳으로 전송하는 일도 있다.

B40.2 시료공기 기류시스템

시료공기 기류시스템은 흡인튜브, 검출챔버, 유량계 조정밸브, 배기시스템으로 구성된다. 배기스스템은 장치에 내장된 진공원 또는 독립된 풍량조정밸브를 갖는 외부흡인 방식중 어느 것으로한다. 장치에 내장된 진공원을 사용하고 클린룸이나 청정구역의 입자계수나 조작에 배기가 영향을 주는경우 배기는 휠타에 의해서 적절하게 여과해야 한다.

B40.3 검지시스템

광학식 입자계수기의 검지시스템은 시료공기와 교차하도록 구성되어 있는데 2개이상의 입자가 동시에 존재하는 확률(동시 계수오차)이 5%이하가 되도록 일정한 검지영역 칫수로 되어있다. 검지영역을 통과하는 입자로부터의 신호는 전자회로시스템으로 보내져서 동시처리된다. 장치는 전원전압이나 주위온도가 변동해도 동시계수 오차가 5%이하가 되도록 설계해야 한다. 전원전압의 변동이나 온도범위는 규정해야 한다.

B40.4 전자회로시스템

전자회로시스템은 파고분석부 계수부로 구성되는데 입자직경에 대응하는 입자계수치를 기억하는 기구를 갖는다.

B40.4.1 파고분석부는 2개의 모드(mode)의 한쪽 또는 양쪽에서 운전되는 (1) 어떤 입자직경 범위내의 전체입자수에 응답, (2) 어떤 입자직경 이상의 전체입자수에 응답, 청정도 등급(Class)의 데이타는 (2)의 모드로 보고해야 한다. 입자직경의 범위는 선택할수 있는 것과 고정된 것이 있다.

B40.4.2 계수회로부분은 어떤 시간내에 통과입자에 따라서 파고분석부로부터 나오는 호를 누적시킨다. 한개 또는 복수개의 입

자직경 범위의 누적계수치가 얻어진다.

340.4.3 청정도등급의 결정에 대해서 계수회로부는 일정시간내의 누적개수를 표시한다. 측정시간은 일정한 시료량이 되도록 선택된다. 이에 따라서 입자농도는 즉석에서 계산할 수 있다.

340.4.4 표시시스템은 입자직경 범위내 또는 어떤 입자직경 이상의 입자수 또는 입자농도를 표시한다. 계수치는 광학식 입자계수기에 기억되거나 또는 표시된다. 또는 기록, 표시, 컴퓨터처리를 위해서 원방으로 전송된다.

340.4.5 교정

장치내에 2차교정 시스템 및 성능안정화의 기능을 갖추어야 한다. 2차교정 시스템은 ASTM F328과 ASTM F649에 따라서 1차교정과의 차를 확인할 수 있어야 한다. 2차교정 시스템은 광학식 입자계수기의 입자직경과 계수의 안정성을 감시하여 감도를 조정하기 위해서 사용한다.

340.4.6 해설서

장치의 해설서에는 다음 항목을 포함한다.

(a) 장치의 조작원리에 대한 간단한 기록

(b) 주요 구성요소의 기록

(c) 사용하는 환경조건(주위온도, 상대습도, 압력)과 사용전압 범위.

(d) 정확한 측정이 가능한 입자직경 범위와 농도범위

(e) 점검방법과 정기점검의 기간

(f) 입자계수와 입자직경 측정의 조작방법

(g) 2차교정방법(적용되는 경우)

(h) 1차교정방법(공장의 1차교정 설비는 사용자의 요구에 따라서 계수기를 교정할수 있어야한다)과 사용자가 실시하는 1차교정 성능과 순서.

(i) 1차교정에 필요한 기간

B50 시료채취와 계수의 준비

광학식 입자계수기는 청정도등급의 결정에 사용하기 전에 다음항에서 설명하는 방법을 실시하여 실증해야 한다. 각 방법은 측정시마다 해야하는 요구사항이 있다.

B50.1 1차교정

입자직경과 시료채취량은 1차교정이 필요하다. 이하에서 기재하는 해설은 ASTM F328, ASTM F649 및 IESRP—CC—013을 설명하여 1차교정에 대한 안내서로 하기 위한 것이다. 특수한 목적으로 하는 경우에는 이들로부터 벗어나는 일도 있다. 그러나 광학식 입자계수기의 적절한 1차교정방법을 취급설명서내에 기재하는 것은 제조메이커의 의무이다.

B50.1.1 입자직경의 측정

광학식 입자계수기의 입자직경 측정기능의 1차교정은 입자직경에 대한 정확한 응답이 얻어질 때까지 입자직경과 굴절율을 아는 구형입자가 주가되는 단분산의 균질한 에어로졸에 대한 계수기의 응답을 기록하여 교정장치를 조정해서 하여야한다. 그위에

필요에 따라서 2차교정은 표준 에어로졸에 대해서 정확한 응답이 되도록 조정한다. 비구형입자는 특수한 용도에 대해서 1차교정용으로 사용하는 일도 있다. 이와같은 경우 입자직경은 표준입자에 대응하는 적절한 직경으로 정의된다. 표준입자를 발생시키는 방법은 문헌[1]에서 설명한다.

B50.1.2 시료채취량

시료채취량은 유량과 시료채취 시간을 측정해서 교정한다.[2] 지시값오차를 없게하기 위하여 그의 측정에 사용되는 유량계는 광학식 입자계수기의 기류시스템에 대해서 압력손실이 증가하도록 하는 것이 아니어야 한다. 전체유량은 주위보도와 압력에 영향을 받는다.

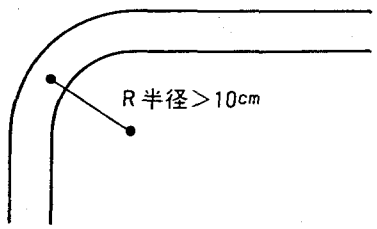
B50.2 시료채취의 준비

B50.2.1 시료채취 장소

시료채취 장소와 시료채취 튜브 끝의 방향은 이 규격의 제5장에 따라서 결정해야 한다.

B50.2.2 시료채취 튜브의 연장

시료채취 튜브를 조금만 연장해도 측정결과에 영향을 준다. 대개 0.1~1μm의 입자직경에 관해서 튜브의 연장이 30m이내이면 영향은 적다. 그 이외의 범위에서는 다른 방법이 없는 경우 이외에는 튜브르 연장하지 말아야 한다. 시료채취 튜브의 연장은 시료기류의 레이놀드수가 5000~10000, 시료채취 시간의 지연이 5초이하가 되도록해야 한다. 튜브의 곡율반경은 10cm이상으로 한다. 입자직경 3μm이상의 입자를 측정할때에는 3m이상 연장하지 말아야 한다.



1) 0.1~1㎛의 입자의 장합
· SAMPLE TUBE의 30m 이하
· 레이놀드의 5,000~10,000
·SAMPLE 시간의 지연은 5초이하
·TUBE의 곡반경은 10㎝ 이상
2) 3㎛ 이상의 입자의 장합
· 3m 이상 연장은 하지 않음

그림 20 시료채취 튜브의 연장

B50.2.3 입자계수기로부터의 배기

입자계수기는 배기가 시료공기나 청정구역을 오염하지 않는 장소에 두고 사용해야 한다.

배기는 주위의 청정도레벨과 같은 수준이 되도록 여과하거나 클린룸의 밖으로 배기해야 한다.

B50.3 사용자가 하는 교정

메이커의 지시에 따라서 2차교정 또는 표준화를 할것

B50.4 0점조정

의계수(疑計數)의 존재는 이상의 항에서 설명하는 0계수에 의해서 증명된다.

B50.4.1 최소계측 입자직경보다 큰 입자가 통과할수 없도록 계수기의 시료채취 튜브의 입구에 적절한 휠타를 설치할것

B50.4.2 흡인시스템을 운전하여 흡인량을

:정한다.

50.4.3 계수회로부를 운전한다.

50.4.4 0.5μm이상의 입자에 대해서 장치 : 계수가 0인 것을 확인한다. 만일 계수 ! 경우 계수가 0이 될때까지 휠타로 정화 :다.

50.4.5 0.5μm이하의 입자를 측정하는 능 !을 갖는 계수기는 최소 측정가능 입자직 !에 대해서 계수가 0이 되지 않는 일도 있 .

이와같은 장치의 경우에는 예를들면 0.1, 2, 0.3μm과 같은 미소입자의 청정도등급 | 10%이하의 농도에 도달해야 한다.

60. 계수방법

60.1 현장에서의 (2차)교정과 계수 0조정 : B50.3과 B50.4에 따라서 한다.

60.2 만일 조정부분이 있으면 흡인량의 :인과 조정을 한다.

60.3 계수회로부를 운전하고 측정해야 할 |자직경에 대한 표시치를 읽고 기록한다.

70 보고서

70.1 입자직경의 범위, 시료채취량, 계측치, 시간, 시료채취 위치를 기록한다.

B70.2 1ft³당의 입자수로 고쳐서 계측치를 기록한다.

부록 C

통계적인 해석

C10 계산의 예

이하의 항에 나타내는 데이타와 계산은 클린룸과 청정구역에 대한 허용치를 결정하기 위한 통계적인 방법을 나타낸다.

데이타와 계산은 1ft³당의 시료채취량과 등급10에 대한 0.3μm이상의 입자직경에 있어서의 시험에 따른다.

(주 : 표1은 등급10에 합격하려면 UCL은 0.3μm이상의 입자에 대해서 30m/ft³이하이여야 한다는 것을 나타낸다)

C10.1 입자계수 데이타표

C10.2 평균치의 전평균(M)

$M=(A_1+A_2+\cdots\cdots+A_L)/L$ (식5-2)

$M=(15.00+20.25+14.25+21.00+8.25)/5$

$=15.75$

L=(시료채취 위치의 수)

C10.1 입자계수 데이타표

SAMPLE	입자계수치 (C_i) 1	2	3	4	5	SAMPL의 통계 (N)	(ΣC_i) 전입자수	(A_i) 평균입자수
A	15	NR	NR	NR	NR	1	15	15.00
B	33	24	9	15	NR	4	81	20.25
C	18	3	12	24	NR	4	57	14.25
D	39	18	9	33	6	5	105	21.00
E	0	27	6	0	NR	4	33	8.25

(NR-측정치 않음)

C10.3 평균치의 표준편차(SD)

$$SD=\sqrt{\frac{(A_1-M)^2+(A_2-M)^2+\cdots+(A_L-M)^2}{L-1}}$$

(식5-3)

$$SD=\sqrt{[(15.00-15.75)^2+(20.25-15.75)^2+(14.25-15.75)^2+(21.00-15.75)^2+(8.25-15.75)^2]/[5-1]}=5.17$$

C10.4 평균치의 표준오차(SE)

$SE=SD/\sqrt{L}$ (식5-4)

$SE=5.17/\sqrt{5}=2.31$

C10.5 신뢰한계 95%의 상한치(UCL)시료 채취 위치 5점에 대해서 UCL 계수=2.1

UCL=M+(UCL계수×SE) (식5-5)

UCL=15.75+(2.1×2.31)=20.6

C20 결론

예컨대 국부국에 청정도등급의 제한치 30을 넘어도 신뢰한계 95%의 상한치가 30이하이고 각 측정점의 평균농도가 모두 30이하이므로 상기한 데이타는 청정도 등급10의 기준에 합격한다.

부록 D

참고문헌

D10 적용

이 부록의 목적은 클린룸과 청정구역의 설계, 시공, 검사, 조작, 보수에 관한 서류를 준비하기 위한 참고문헌과 안내서를 열거하는 것이다.

기재되어 있는 자료는 그 규격의 일부가 아니고 그 규격에 일치하기 위한 필수조건이 아니라는 것을 강조하여 둔다.

D20 문헌발행소

D20.1 AFWD

D20.2 AFWR

D20.3 ANSI

D20.4 ASHRAE

D20.5 ASME

D20.6 ASTM

D20.7 DOE

D20.8 IES

D20.9 MSFC

D20.10 NPFC

D20.11 NRC

D20.12 NSF

D20.13 NTIS

D30 문헌의 제목과 개요

D30.1

자료번호 : AFM 88.4, 5장 발행처 AFWF 및 AFWR

표제 : 공군의 공기청정시설의 설계, 구조기준

발췌 : 공군의 공기청정시설의 설계와 구조에 대해서 설명하고 있다. 공군규격 TO—00—25—203에 일치하기 위한 더욱 구체적인 규격에 대해서 설명한다.

D30.2

자료번호 : TO—00—25—203 발행처 AFWP 및 AFWR

표제 : 미국 공군의 항공우주시설의 오염

ll어

발췌 : 이 자료는 클린룸의 설계, 조작, 시 과정에 대해서 설명한다. 또한 대표적인 :작에 대해서 바람직한 청정도수준도 설명 한다.

)30.3

자료번호 : ASHRAE Std. 52-76. 발행 : ASHRAE 표제 : 입자상물질의 제거에 한 일반 환기 시스템내에서 사용되는 공 청정장치의 시험방법

발췌 : 이 규격은 HEPA휠타보다 효율이 은 휠타의 시험방법과 시험장치에 대해서 의한다.

)30.4

자료번호 : F-25, 발행처 ASTM

표제 : 전자공업등용으로 설계된 클린룸 청정실에 있어서의 부유입자의 표준계수 법

발췌 : 청정구역에 있어서의 멤브레인휠타 의한 입자의 채취방법과 현미경에 의한 수방법에 대해서 설명한다.

)30.5

자료번호 : F-50, 발행처 ASTM

표제 : 광산란방식에 의한 청정실속의 입 의 연속측정방법

발췌 : 클린룸속의 입자를 광산란방식에 해서 측정하는 경우의 시료채취방법 계수 및 데이타의 평가방법에 대해서 설명한 .

D30.6

자료번호 : F-91 발행처 ASTM

표제 : 응축핵식 측정기를 사용해서 층류식 클린룸, 클린벤치에서의 휠타의 누설검사 방법

발췌 : 층류식 클린룸, 클린벤치의휠타 설치상태에서의 시험방법에 대해서 설명한다.

D30.7

자료번호 : F-328 발행처 ASTM

표제 : 단분산 구형입자를 사용하는 부유입자 계수기의 계수와 분급정밀도의 결정방법

발췌 : 광학식 입자계수기의 계수와 분급정밀도의 측정방법에 대해서 설명한다.

D30.8

자료번호 : F-649 발행처 ASTM

표제 : 비교법에 의한 부유입자 계수기의 2차교정방법

발췌 : 표준기와 일치시키기 위해서 단분산 라텍스입자로 교정하여 부유입자 계수기의응답을 조정하는 방법에 대해서 설명한다.

D30.9

자료번호 : F-661 발행처 ASTM

표제 : 광학적 입자계수기를 사용하는 휠타평가방법으로서 시험분체에 의해서 입자수와 입자직경 분포를 측정하는 방법

발췌 : 광학식 계수기에 의해서 시험분체의 시료채취방법, 분석법, 입자계수방법, 입자직경 분석법이 설명되어 있다. 이 방식은 휠타시험용의 시료채취 방법이지만 이외

에도 응용할 수 있다.

D30.10

자료번호 : IES-RP-002 발행처 IES

표제 : 층류형 공기청정장치

발췌 : 층류형 공기청정장치의 정의, 성능 평가 방법, 및 중요한 요구사항이 기재되어 있다. 16개 항목의 시험과 성능기준이 설명되어 있다.

D30.11

자료번호 : IES-RP-CC-001 발행처 IES

표제 : HEPA휠타

발췌 : 공기청정장치나 클린룸에 사용하는 HEPA휠타의 기본적인 사양, 성능을 5단계 구조를 2단계로 분류하고 있다.

D30.12

자료번호 : IES-RP-CC-006 발행처 IES

표제 : 클린룸의 시험

발췌 : 클린룸의 성능시험방법, 3종류의 방식의 클린룸에 대해서 3종류의 운전상태에서의 시험방법이 설명되어 있다.

D30.13

자료번호 : IES-RP-CC-013 발행처 IES

표제 : 장치의 교정 또는 성능평가 방법

발췌 : 클린룸이나 공기청정장치의 시험기기의 정의와 교정방법 및 그의 교정동기를 설명한다.

D30.14

자료번호 : NHB5340.2 발행처 MSFC

표제 : 세균을 대상으로 하는 클린룸이나 클린벤치에 대한 NASA규격

발췌 : 세균을 대상으로 하는 클린룸이나 클린벤치의 공기상태를 등급 분류하고 있다 (입자수와 세균수에 따라서)

D30.15

자료번호 : IES-CC-009 발행처 IES

표제 : 오염제어에 관한 규격, 기준, 방법 등에 관한 요약.

발췌 : 자료리스트

D30.16

자료번호 : MIL-STD-45622 발행처 NF

표제 : 올바른 교정방법

발췌 : 측정, 시험장치의 정밀도를 유지하기 위해서 필요한 교정장치의 설치와 보수에대한 요구사항

D30.17

자료번호 : MIL-F-51068 발행처 NPFC

표제 : 군대규격 HEPA휠타의 구조, 효율, 내화성

발췌 : HEPA휠타를 6종류의 크기와 7종류의 형태로 분류하고 그의 설계, 구조, 성능에 대해서 설명하고 있다.

D30.18

자료번호 : MIL-F-51079 발행처 NPFC

표제 : 군대규격, 휠타여과재, 내화성, 효율

발췌 : HEPA휠타의 여과재에 대한 성능과 시험방법

D30.19

자료번호 : MIL-F-51477 발행처 : NP

표제 : 군대규격, 세균제거에 사용하는 휠타의 효율, 내화성

발췌 : 화학약품, 발암성물질, 방사성물질, 험한 균에 사용하는 에어휠터에 필요한 능

)30.20

자료번호 : NE-F3-41 발행처 DOE

표제 : 설치된 HEPA휠터의 입자계수에 한 입자효율 시험방법

발췌 : HEPA휠타를 1단 또는 2단으로 설하는 경우의 입자에 대한 효율시험 방법 DOP입자를 사용해서 0.1μm이상의 입자 측정할 수 있는 광학석 입자계수기를 사한다.

)30.21

자료번호 : NASA-SP-5045 발행처 : NTLS

표제 : 오염제어의 원리

발췌 : 클린룸의 설계와 계획에 대한 전체 획법

)30.22

자료번호 : NASA-SP-5074 발행처 : NTIS

표제 : 클린룸기술

발췌 : 클린룸을 계획하기 위한 안내서, 특허 역사, 필요사항, 특성, 클린룸의 방식 에 대해서 설명한다.

)30.23

자료번호 : NASA-SP-5076 발행처 : NTIS

표제 : 오염제어핸드북

발췌 : 오염의 방지와 청정화를 위한 방법 에 관한 상세한 설명

D30.24

자료번호 : F24 발행처 STM

표제 : 표면입자 오염의 측정과 계수방법

발췌 : 작은 전자부품에 부착한 또는 여기에서 떨어진 5μm이상의 입자직경 분포의 측정방법

D30.25

자료번호 : F-51 발행처 ASTM

표제 : 클린룸용 의복에 부착한 오염물의 입자직경와 입자수의 측정방법

발췌 : 클린룸용 의복으로부터 떨어진 5μm이상의 입자를 멤브레인 휠타와 현미경에 의해서 측정하는 방법

D30.26

자료번호 : MIL-HDBK-406 발행처 : NDFC

표제 : 오염제어기술—클린룸과 클린벤치 내에서 사용되는 물품의 초세척에 사용하는 재료.

발췌 : DOD에 의해서 개발된 세척재료의 선택과 사용방법

D30.27

자료번호 : MIL-HDBK-407 발행처 : NPFC

표제 : 오염제어기술—정밀세척법과 세척 순서

발췌 : 청정구역에서 처리되는 부품의 전체 및 정밀세척에 대해서 군대에서 사용하는 청정방법에 관한 정보.

부록 E

용 어

E10 적용

이 항에서는 다른 부록에서 사용하는 용어와 그 용어의 내용을 설명한다.

E20 용어의 표

E20.1 등속흡인

가스의 시료채취 상태를 나타내는 용어로서 시료채취장치(흡입구에 있어서)내에 유입하는 가스의 풍속과 풍향이 주위환경과 같을것.

E20.2 균일입자

모든 축방향에 대해서 물리적, 화학적으로 같은 특성을 갖는 균일한 입자

E20.3 멤브레인 휠타

에어휠터의 일종으로서 세균에 불활성의 셀룰로즈, 폴리에틸렌등을 제료로 하는 구멍의 직경이 균일한 종이모양의 휠타

E20.4 레이놀르수

유체의 풍속, 기류에 대해서 점성이 영향을 주는 시스템에서는 중요한 단위가 없는 수치

유체의 밀도×유속×길이÷점도

준비작업 GSA－FSS

참고문헌

(9) : 통계학에 대한 이야기 : 車系圖書