

클린룸에 관한

10 가지

질문들

**Km**  
Purely Advanced

# 클린룸에 관한

10 가지

질문들

**THE RIGHT SOLUTION  
AGAINST CONTAMINATION**



# CONTENTS

## THE BASICS OF A CLEANROOM

**Q.1** 08

클린룸이란 무엇인가요?

**Q.2** 14

클린룸의 오염 발생 원인은 무엇인가요?

**Q.3** 18

클린룸의 오염도 측정은 어떻게 하나요?

**Q.4** 22

클린룸의 오염 제어 방법은 무엇인가요?

**KM Story 1** 26

묵묵히 노하우를 쌓으며  
고유한 시스템을 완성하다.  
KM 품질관리팀 김봉규 팀장

## CLEANROOM OPERATION & MANAGEMENT

**Q.5** 32

클린룸에 들어가려면 어떤 준비가 필요한가요?

**Q.6** 36

클린룸용 복장은 어떻게 선택해야 하나요?

**KM Story 2** 42

완벽한 친환경 사이클로  
향해가는 여정  
KM 영업 1본부 CRS 1팀 주용석 팀장

**Q.7** 46

클린룸용 복장은 어떻게 관리해야 하나요?

**Q.8** 50

클린룸용 물품은 어떻게 선택해야 하나요?

**Q.9** 54

클린룸 관리 및 유지보수는 어떻게 하나요?

**Q.10** 60

클린룸 인증(ISO 14644)을 받으려면 어떤 테스트를 거쳐야 하나요?

CLEANROOM DICTIONARY 66

## 클린룸에 관한 10가지 질문들

이 책은 클린룸에 관한 정의, 오염 제어 방법, 작동 원리부터 클린룸 이용 절차, 클린룸 운영, 관리에 관한 전반적인 이야기를 담은 안내서입니다. 직관적인 10개의 질문은 쉽고 친절하게 클린룸에 관한 기본 지식을 쌓을 수 있도록 도와줍니다.

질문에 이어지는 꼬리질문들은 지식의 확장을, 섹션마다 배치한 KM Story는 KM의 일하는 방식과 태도를 경험할 수 있는 페이지입니다. 어느 곳부터 펼쳐서 읽어도 무방하나 가능하면 첫 번째 질문 ‘클린룸이란 무엇인가요?’부터 순서대로 읽기를 권합니다. 기초를 착실하게 다질 때 비로소 한 세계에 관한 완성도 있는 이해가 가능한 법이니깐요.

KM은 1989년부터 현재까지 클린룸용 청정용품을 만들고 있습니다. 품질에 관한 끊임없는 연구와 모색으로 고유한 기술 표준을 구축해 왔습니다. 더 나아가 세계 표준이 될 수 있도록 오늘도 대한민국을 비롯한 세계 곳곳에서 KM의 연구소와 공장 라인들이 분주히 돌아갑니다. 청정용품이 쓰이고 놓이는 클린룸. 이 공간에 관한 올바른 이해와 누적된 지식은 보다 완벽한 제품을 만드는 데 결정적인 토대가 된다고 생각합니다. 이 책은 그 토대를 기록한 KM의 첫 번째 발걸음입니다. 제품을 공들여 만드는 마음처럼 차곡차곡 기획하고 만들어 나간 이 책이 현장에서 유용하고 의미 있게 활용되기를 바랍니다.

CEO



# THE BASICS OF A CLEANROOM

Q.1

클린룸이란  
무엇인가요?

Q.2

클린룸의  
오염 발생 원인은  
무엇인가요?

Q.3

클린룸의  
오염도 측정은  
어떻게 하나요?

Q.4

클린룸의  
오염 제어 방법은  
무엇인가요?

KM Story 1

묵묵히 노하우를 쌓으며  
고유한 시스템을  
완성하다.

KM 클린룸에서 사용 중인 고효율 미립자 공기(HEPA, High Efficiency Particulate Air) 필터. 직경 0.3 $\mu$ m의 미세한 입자들을 최소 99.97%까지 제거한다.



클린룸은 초정밀, 고순도, 고청정, 무균 기술이 필요한 제품을 생산하기 위해 입자(Particle)와 미생물(Microorganism)의 유입, 생성을 방지 및 제어하는 공간입니다.

Q.1

## 클린룸이란 무엇인가요?

클린룸(Cleanroom: 청정실)은 단어 뜻 그대로 '깨끗하고 오염이 없는 공간'을 말합니다. 한국산업안전보건공단에서는 '공기 중 입자의 농도가 특정한계 내에서 제어되는 실'(클린룸의 안전관리에 관한 기술지침, 2012), 환경공학 용어사전에서는 '공중의 미립자, 공기의 온도나 습도, 실내 압력 등이 일정하게 유지되도록 제어된 방'으로 정의하죠. 이런 공간은 어떤 산업에 필요할까요? 반도체나 디스플레이, 의약품, 식품, 나아가 우주항공 분야에도 클린룸이 필요합니다. 주로 초정밀, 고순도, 고청정, 무균 기술이 필요한 제품을 생산할 때인데요. 이런 생산환경에서는 아주 작은 먼지나 미립자의 유입만으로도 제품의 품질에 큰 영향을 주기 때문입니다. 최근 몇 년 사이 적합한 클린룸의 사용과 적합성 증명은 해당 기업의 생산 제품 품질을 검증하는 전제가 되었습니다. 클린룸은 크게 미립자를 대상으로 하는 산업용 클린룸(ICR, Industrial Cleanroom)과 생물입자를 대상으로 하는 바이오 클린룸(BCR, Biological Cleanroom)로 나뉩니다. 분야별 클린룸마다 적합한 청정도가 있으며, 이를 등급으로 표기하죠. 청정도는 클린룸의 공기 체적 내 존재하는 입자의 개수나 지정 입경별 입자 농도로 분류하며, 등급을 나타내는 지표는 '클래스(Class)'입니다. 클린룸 청정도 기준은 전 세계적으로 국제표준화기구에서 정한 ISO 14644 규격을 따릅니다. 그 외에 2001년까지 국제 기준이었던 미연방 정부 표준안(FED-STD-209E)과 한국산업규격(KS I ISO 14644-1)과 일본산업규격(JIS B 9920), 영국규격협회규격(CBS

**Q.1**

5295-1), 독일연방엔지니어협회규격(VDI 2083) 등이 있습니다. 바이오 클린룸의 경우 일반적으로 미국항공우주국규격(NASA NHB 5340.2)을 사용합니다. ISO 14644 규격은 1m<sup>3</sup>당 0.1μm 이상 입자 수를 기준으로 합니다. 0.1μm 입자가 10개 이하면 ISO 청정도 클래스 1, 100개 이하면 ISO 청정도 클래스 2로 규정하죠. 자동차 부품 공장이나 수술실 및 치료실은 ISO 청정도 클래스 5~6, 약품 및 식품 공장은 ISO 청정도 클래스 5~7이 기준이 됩니다. 전자 정밀 부품 공장은 ISO 청정도 클래스 4~7, 반도체 공장에서는 ISO 청정도 클래스 4~6을 기준으로 오염을 제어하죠. ISO 분류가 1m<sup>3</sup>당 직경 0.1μm 이상 입자 수를 기준으로 한다면 FED-STD-209E는 1ft<sup>3</sup>당 직경 0.5μm 이상의 입자 수를 기준으로 합니다. 예를 들어 0.5μm 이상의 입자가 1개 이하인 청정공간은 클래스 1, 100개 이하인 청정공간은 클래스 100, 1,000개 이하인 청정공간은 클래스 1,000으로 분류하죠. 일반적인 대기 상태가 FED-STD-209E 기준으로 클래스 3,000,000 정도, 실내 공간은 클래스 500,000 정도라고 하니 클린룸의 청정도를 짐작할 수 있습니다. FED-STD-209E는 2001년 11월에 폐지되었지만, 국내에서는 관용적으로 사용하는 추세입니다. [\[Km\]](#)

<청정도 규격 비교(FED-STD-209E, ISO 14644)>

구분	청정도 구 규격(FED-STD-209E)	청정도 현 규격(ISO 14644)
단위체적	<b>1ft<sup>3</sup>(0.028m<sup>3</sup>)</b>	<b>1m<sup>3</sup></b>
기준	1ft <sup>3</sup> 중의 입자경 0.5μm 이상의 입자 개수로 등급 구분	1m <sup>3</sup> 중의 입자경 0.1μm 이상의 입자 개수로 등급 구분
예	0.5μm 이상의 입자가 100개/ft <sup>3</sup> 일 경우 클래스 100	0.1μm 이상의 입자가 1,000개/m <sup>3</sup> 일 경우 ISO 청정도 클래스 3(10 <sup>3</sup> )

<ISO 14644 규격 청정도 클래스>

ISO 청정도 클래스	지정입경 이상의 허용입자 농도(개/m <sup>3</sup> )						참고 FED-STD-209E 기준
	0.1μm	0.2μm	0.3μm	0.5μm	0.1μm	5μm	
1	10	2	-	-	-	-	
2	100	24	10	4	-	-	
3	1,000	237	102	35	8	-	1
4	10,000	2,370	1,020	352	83	-	10
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29	100
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293	1,000
7	-	-	-	352,000	83,200	2,930	10,000
8	-	-	-	3,520,000	832,000	29,300	100,000
9	-	-	-	35,200,000	8,320,000	293,000	1,000,000

<업종별 클래스 기준>

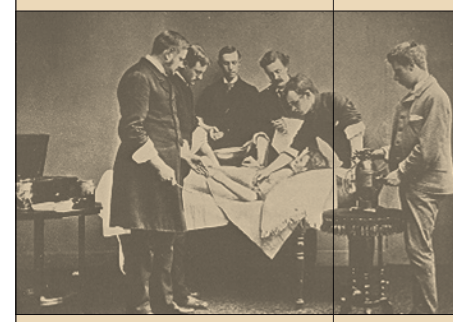
업종	적용장소	클래스(FED-STD-209E 규격) 단위: 개/1ft <sup>3</sup>					
		1	10	100	1,000	10,000	100,000
의학, 약품연구소, 필름제조	의약품 생산공장			100	1,000	10,000	100,000
	실험용 동물축사, 사진감광제조	1	10	100	1,000	10,000	100,000
전기전자기계	반도체소자, 직접회로, 액정판넬, VTR, 전산기용테이프		10	100	1,000	10,000	100,000
	전산기제조공정, 전산기사용실			100	1,000	10,000	100,000
정밀기계가공	정밀자이로, 베어링, 광학렌즈, 전기접점, 정밀유도장치, 정밀유체소자		10	100	1,000	10,000	100,000
	소형계기, 유압제어장치, 베어링, 유체소자			100	1,000	10,000	100,000
	시계, 카메라, 액추레이터, 산소, 액체산소펌프기			100	1,000	10,000	100,000
	비스코스공정, 비닐시트, 합성지, 합피						100,000
식품	효소, 양조공장			100	1,000	10,000	100,000
	생산 기타음료, 생과자제조			100	1,000	10,000	100,000
병원	수술실, 미숙아실, 격리병동, I.C.U			100	1,000	10,000	100,000
요업	정밀세라믹				1,000	10,000	100,000
인쇄	정밀제판, 전자제판			100	1,000	10,000	100,000
합성수지, 고무	인공심장제조, 의약품용기, 수술용장갑, 고급라텍스			100	1,000	10,000	100,000

산업별 클린룸의 차이는 무엇인가요?

클린룸은 입자(크기가 1 $\mu$ m보다 작은 것, 1 $\mu$ m: 머리카락 지름의 1/50)가 기준인 산업용 클린룸(ICR, Industrial Cleanroom), 미생물을 중시하는 바이오 클린룸(BCR, Biological Cleanroom), 크게 2가지로 나뉩니다. 산업용 클린룸에서는 최적화된 공기 시스템의 설정이, 바이오 클린룸은 미생물 오염을 통제하는 방법이 핵심입니다.

산업용 클린룸은 반도체나 디스플레이 제품을 생산하는 공장, 팹(Fab, Fabrication) 안에 들어가 있습니다. 미세한 전자회로와 얇은 막(Layer)으로 이루어진 디스플레이와 반도체의 웨이퍼 표면에 입자가 붙으면 제품에 결함이 생길 수 있어, 이를 꼼꼼하게 관리해야 합니다. 공기 중에 떠다니는 입자는 작업자나 제품에 붙어 들어오거나, 설비 등에서 생성되기도 합니다. 그래서 클린룸 입실 전 작업복을 세척하고, 공조 시스템을 가동해 클린룸을 주기적으로 환기해야 하죠. 동시에 온도, 습도, 압력, 기류, 소음, 진동 등도 제어하며 청정하고 깨끗한 공간을 만듭니다.

바이오 클린룸은 미생물의 생성, 번식 및 확산을 막는 공간입니다. 살아있는 미생물은 계속 성장하고 번식해 2차 오염을 유발할 수 있기 때문이죠. 유해 미생물은 특정 농도에 도달하면 해를 입힐 수 있어, 농도 조절이 중요합니다.



클린룸은 언제 처음 생겼나요?

클린룸의 역사는 19세기에 세균이 발견된 후 오염물질이 제거된 청정 공간이 필요해지면서 시작되었습니다. 20세기에는 산업 발달과 함께 청정 공간에 대한 요구가 더욱 구체화되었죠. 특히 2차 세계대전 중 항공기의 주 고장 원인이 기계, 전자부품의 생산 및 운용 시 부품에 부착되는 분진으로 밝혀져, 미국 국방성의 주도로 청정 공간 연구가 수행되었습니다. 그 연구 결과들이 각 산업 분야로 전파되면서 클린룸 연구가 활성화되었죠. 오늘날 우리가 흔히 생각하는 클린룸, 즉 입자를 강력하게 통제하고 여과기능을 거쳐 공기를 순환시키는 현대식 클린룸은 미국의 물리학자 윌리스 휘트필드(Willis Whitfield)가 처음 만들었습니다. 1963년 12월 미국 연방규격인 Federal Standard 209(FED-STD-209)가 제정되었고, 209에서 시작한 규격은 1966년에 209A, 1973년에 209B, 1987년에 209C, 1988년에 209D를 거쳐, 1992년 209E 버전까지 발표되었습니다. 그러나 2001년 11월 29일, FED-STD-209E가 더 이상 유지되지 않는다는 IEST 워킹 그룹의 권고를 기반으로 이 규격은 폐지되었고, 이후 국제표준화기구의 ISO 14644 규격으로 대체되었습니다(2024년 기준).





## Q.2

# 클린룸의 오염 발생 원인은 무엇인가요?



가장 큰 오염 물질은  
입자와 미생물로 작업자,  
재료, 장비, 시설, 유지 보수  
과정, 공기 등에서  
발생합니다.

클린룸 현장에 꼭 필요한 작업자가, 역설적으로 클린룸에서 가장 많은 오염을 일으키는 원인이 됩니다. 몸에서 배출되는 각질, 땀, 머리카락부터 착용한 의복에서 떨어져 나온 섬유 조각까지 오염의 요소도 다양하죠. 작업자의 일상적인 활동 역시 주의를 기울여야 합니다. 말하거나 기침하는 건 물론, 가볍게 머리카락이나 팔을 흔들어도 크고 작은 입자들이 발생하기 때문입니다. 기립이나 착석만으로도 100,000개(0.3 $\mu$  이상 입자 발생 개수/min)의 입자가, 보통 속도(5.7km/hr)의 보행 시에는 7,500,000개의 입자가 작업자를 통해 발생합니다. 입자는 크기에 따라 미생물과 같은 다른 오염물질을 운반할 수 있다는 점에 유의해야 합니다. 제품 불량률의 60~75% 정도가 인적 요인으로 발생한다는 통계도 있죠.

그래서 클린룸에 입실하는 작업자에게는 매번 한 톨의 입자도 외부에 노출하지 않겠다는 굳은 다짐의 태도가 필요합니다. 또한 이를 실현해 줄 제품을 적절하게 선택하고, 정확하게 사용하는 것이 중요하죠. 작업 속성에 맞는 방진복을 선택한 다음 올바른 착용 및 관리를 항상 점검해야 합니다. 헤어캡과 방진모를 쓸 때는 머리카락과 눈썹이 보이지 않도록, 장갑을 낄 때는 소매 사이에 틈이 생기지 않도록 주의해야 합니다. 클린룸 입실 작업자에게는 입자가 많이 발생하는 스웨터 등의 니트류 착용도 금지됩니다. 방진복 안에 입는 의류까지 철저히 관리해야 클린룸의 청정도를 적정선으로 유지할 수 있죠.

작업자뿐 아니라 장비나 시설도 오염 발생 원인 중 하나입니다. 클린룸 벽이나 바닥, 천장의 시공 재료와 정전기 발생을 막는 코팅재, 마감 처리를 위한

Q.2

페인트에서도 입자는 발생합니다. 공간 내 손상된 부분이나 마모된 곳에서도 입자가 탈락할 수 있으니, 주기적으로 체크해야 합니다.

가공, 조립, 포장 등 제조 공정에 사용하는 접착제, 윤활유, 물과 같은 공정 보조제에서 입자 및 미생물이 발생하기도 합니다. 재료 자체에 불순물이 포함돼 있는지 확인하는 것도 중요하죠.

장비를 수리하는 과정이나 유지 보수, 청소를 할 때는 절차를 준수해야 합니다. 청소 도구 자체의 청결 관리 역시 필수죠. 청소 후 잔류물이나 물 고임 현상에 의해 미생물이 번식할 수도 있어 마무리까지 꼼꼼하게 신경 써야 합니다.

클린룸 내에서 오염된 공기를 배출하는 것도 청정도를 유지하는 데 중요한 부분입니다. 공기 순환 시스템의 필터(HEPA, ULPA 등) 성능이 저하되면 오염원을 완전히 제거하지 못하고, 공기 흐름이 적절하지 않으면 오염 물질이 특정 구역에 축적될 수 있기 때문이죠.

미생물 역시 여러 경로로 발생합니다. 세균이나 곰팡이에서 미생물이 번식할 수 있고, 작업자의 호흡기에서 발생하기도 하죠. 또한 작은 곤충이 클린룸에 유입되면 오염원이 되기도 합니다. 사소한 곳에서 발생한 아주 작은 입자가 클린룸의 청정도에 큰 문제를 초래할 수 있습니다. 이렇듯 클린룸을 ‘클린’하게 사용하는 데에는 생각보다 많은 노력과 에너지가 필요합니다. [Km](#)

<동작에 의한 입자 발생량(0.3μ이상 입자발생 개/min)>

동작	발생량
움직임 없음 (기립 또는 착석)	100,000
가벼운 머리, 손, 팔의 움직임(착석)	500,000
몸, 팔의 보통 움직임, 발끝으로 마루를 때림(착석)	1,000,000
착석에서 기립하는 동작	2,500,000

Q.2 <sup>1</sup>

정전기도 클린룸의 오염 요소로 볼 수 있을까요?

클린룸 내 정전기 제어 설계와 정전기 예방 제품 활용이 점점 중요해지고 있습니다. 정전기가 발생하면 물체 표면에 전하가 축적되고, 이는 공기 중 입자를 끌어당깁니다. 이러한 입자 흡착은 특히 반도체와 같은 고정밀 제품에는 치명적인 문제를 초래할 수 있죠.

또한, 전하에 민감한 장비의 고장을 유발해 전체 생산 라인 효율을 저하하기도 합니다.

정전기는 2개의 다른 재질이 접촉한 후, 분리될 때 생성됩니다. 재질의 타입, 자체 표면 조건, 대기 습도, 접촉 압력 및 분리 속도 등 다양한 원인으로 발생하죠. 작업자가 움직이는 과정에서도 일어나며, 작업자가 입은 의복과 기계, 설비가 접촉하며 만들어지기도 합니다. 화학물질을 사용하는 클린룸에서는 정전기 제어가 특히 중요합니다. 휘발성 유기 화합물(VOC) 등 일부 화학 물질은 정전기에 민감하여 쉽게 대전되기 때문이죠. 대전된 화학 물질은 클린룸 내 다른 물질과 반응하거나 오염을 일으킬 수 있습니다.

이를 방지하기 위해 가장 먼저 선행해야 할 부분은 작업자에게 이러한 정전기 발생 원인과 예방 방법을 교육하여 정전기 방지에 대한 인식을 높이는 일입니다. 더불어 아래와 같은 과정을 통해 정전기 방지 및 제어가 가능합니다.

- 정전기 방지(Anti-static) 재료로 만든 작업대, 바닥, 장비, 작업복 등에 대한 표면저항 값을 관리 스펙으로 설정 후 사용하여 정전기 발생을 최소화합니다.
- 정전기는 습도가 낮을 때 더 쉽게 발생하므로, 클린룸의 습도를 적절하게 유지하여 정전기 발생을 억제합니다.
- 모든 작업대와 장비를 접지하고, 작업자가 접지 매트를 사용하거나 접지 손목 밴드를 착용하여 정전기를 방지합니다.
- 클린룸 내에 이온 발생기를 설치하여 공기 중의 전하를 중화시키고, 작업대 근처에 이온 블로어를 설치하여 작업 영역에서 정전기를 제거합니다.

동작	발생량
느린 보행 3.2Km/hr	5,000,000
보통 보행 5.7Km/hr	7,500,000
빠른 보행 8Km/hr	10,000,000
계단을 오르는 동작	10,000,000
도약동작	15,000,000

# Q.3

## 클린룸의 오염도 측정은 어떻게 하나요?



클린룸의 오염도는 주로 공기 중의 입자, 미생물 오염, 표면 오염, VOC 농도 등을 기준으로 평가하고, 이를 위해 다양한 계측 장비를 사용합니다.

고도로 정제된 환경이 핵심인 클린룸의 오염은 품질 저하 및 제품 불량과 직결될 수 있습니다. 클린룸 환경에서 오염물질의 원인과 그것이 미치는 영향, 오염물질의 특성 및 농도를 파악하는 것이 중요한 이유죠. 단 하나의 먼지도 허용하지 않는 청정공간을 만들기 위해 클린룸 내부 환경은 각종 계측 기술을 활용, 엄격하게 평가하고 관리해야 합니다. 클린룸의 초청정 환경 유지를 위한 오염 측정 장비들을 소개합니다.

### 레이저 입자 카운터

깨끗한 공기 중에서는 입자가 직진하지만, 먼지 등과 만나게 되면 입자가 산란하는 성질을 지닌 레이저. 이를 이용해 대기 중의 먼지 크기와 개수를 측정하는 장비입니다. 클린룸 내 여러 위치에서 일정 시간 동안 공기를 흡입한 뒤, 레이저 빔을 통과시켜 입자 수를 측정합니다. 산란 횟수로 먼지 개수를 알 수 있고, 산란하는 광량으로 먼지의 크기를 측정할 수 있죠. 이 결과를 분석하여 클린룸의 청정도 클래스를 평가합니다.



### <KM의 오염도 측정 방식>

KM은 입자 측정의 표준으로 인정받는 TSI사의 9110 모델을 다수 보유, 주기적인 오염도 측정을 실시하고 있습니다. 이 모델은 ISO 21501-4(청정공간을 위한 광산란 입자 계수기 규정) 규격을 준수한 입자 계수기로 레이저 입자 카운터 방식입니다. 0.1~10µm 범위의 입자 크기 및 분포 측정이 가능하여 ISO 청정도 클래스 1 또는 2를 측정하는데 이상적입니다.

### 에어 샘플러

공기 중에 부유하는 미생물 상태를 모니터링하기 위해 공기를 수집하고 농축해 주는 장비. 클린룸 내 여러 위치에서 채취한 공기 샘플을 배양 배지에 접종, 일정 기간 배양합니다. 배양된 미생물의 수와 종류를 분석하여 공기 중의 미생물 오염도를 평가합니다.

### 스왑 테스트

클린룸 내 여러 표면의 청정도 수준을 평가하는 방법입니다. 스왑(면봉)을 사용하여 표면의 오염 물질을 채취한 뒤, 이 샘플을 분석하여 표면의 입자나 미생물 오염 정도를 평가합니다.

### 콘택트 플레이트

배양 배지로 된 플레이트를 표면에 일정 시간 동안 접촉합니다. 이후 배양 배지를 일정 기간 배양하면 미생물의 성장 여부를 확인할 수 있죠. 최종적으로 미생물의 수와 종류를 분석하여 표면의 미생물 오염도를 평가합니다.

### 휘발성 유기 화합물(VOC) 측정기

클린룸 소독으로 발생하는 실내 대기 중 VOC를 측정합니다. 소독제의 잔여 VOC가 품질 저하를 유발할 수 있고, VOC 농도가 일정 수준 이상일 경우 작업자의 건강에 영향을 미칠 수 있기 때문이죠. 클린룸 내 여러 위치에서 공기 샘플을 채취한 뒤, VOC 측정기를 사용하여 공기 중의 화학 물질 농도를 분석합니다.

### 흡착제 샘플러

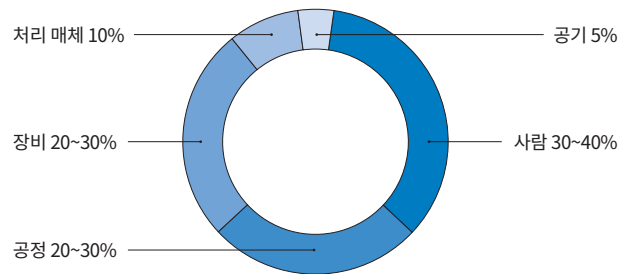
클린룸 내 화학적 오염 물질의 농도를 평가하기 위한 방법. 특정 화학 물질을 흡착하는 샘플러를 사용하여 오염 물질을 포집하고, 포집된 샘플을 분석하여 화학적 오염 물질의 농도를 평가합니다.

첨단 생산공정을 갖춘 산업 분야에서 청정도 관리는 제품 품질을 결정하는 절대적 요소입니다. 특히 반도체 및 정밀제품 제조업의 경우 공정의 미세화에 따라 클린룸에 존재하는 오염물질이 제품에 미치는 영향이 점점 커지고 있죠.

클린룸 내부 오염도 측정을 주기적으로 수행하여 데이터베이스를 구축하는 것은 클린룸의 효율적인 운영과 제품의 품질 보증에 필수적입니다. 또한, 장기적인 데이터 분석을 통해 오염도의 변화를 모니터링한다면 오염 예방과 대책 수립은 물론, 이상 발생 시에도 신속히 대응할 수 있겠죠. 클린룸을 운영하는 회사라면 반드시 환경 모니터링 절차(Environment Monitoring Procedure) 문서를 작성하여 보관하는 것을 권합니다.

클린룸 내 오염물질 측정 및 분석은 곧 신뢰성 있는 클린룸 환경 관리의 시작입니다. [\[KM\]](#)

<클린룸 오염 발생 점유율>



계측 장비의 오염도 측정 위치는 어디까지 적용할 수 있을까요? 그리고 오염도 측정 및 분석은 얼마나 주기적으로 실행해야 할까요?

입자를 측정하는 레이저 입자 카운터나 공기 중 부유하는 미생물을 측정하는 에어 샘플러의 경우, 클린룸 내 작업 영역, 공기 청정 장치 입구 및 출구, 벽, 바닥, 천장 등으로 측정 위치를 폭넓게 적용할 수 있습니다. 오염도 측정 및 분석 주기는 클린룸의 운영 상황 및 관리 수준에 따라 달리 결정되며, 관련 표준 및 규제를 준수하는 것이 중요합니다. 클린룸의 청정도에 따라 측정주기가 달라지며 더 높은 청정도를 요구하는 클래스일수록 더 자주 측정을 실시해야 합니다. ISO 14644 인증에서는 ‘연 1회 이상 측정’을 기준으로 삼고 있지만 주기적인 모니터링 결과를 확인하여 필요한 경우 선택한 시험에 대한 간격을 조절할 것을 권고하고 있습니다. 통상적으로 월 1회 이상 시험하는 것을 권장합니다.

## Q.4

# 클린룸의 오염 제어 방법은 무엇인가요?

클린룸에서 발생하는 오염 물질은 사람, 공정, 시설 및 장비 등에서 발생합니다. 제품의 품질 저하를 막기 위해서는 사람의 눈에 보이지 않는 오염 물질을 관리, 제어하여 클린룸 시설의 청정도를 일정하게 유지하는 것이 가장 중요하죠. 먼저, 필터 시스템과 청정 장치를 활용해 입자를 제어, 정밀한 제조 과정에서의 안정성과 품질을 유지합니다. 또한, 작업자들은 엄격한 규정을 준수하며 특수 작업복과 보호장비를 착용함으로써 클린룸 내 오염을 최소화합니다.

### 공기 관리

**HEPA 및 ULPA 필터** | 클린룸의 엄격한 청결 표준을 유지하기 위해 기본적으로 들어가는 장비가 필터입니다. 고성능 필터를 통해 오염 입자가 제거된 대량의 공기를 공급하죠. 고효율 미립자 공기(HEPA, High Efficiency Particulate Air) 필터는 클린룸 장비에 들어가는 메인 필터라고 할 수 있습니다. 직경 0.3 $\mu$ m의 미세한 입자들을 99.95~99.97%까지 제거합니다. 더욱 엄격한 청결이 요구되는 환경이라면 초고효율 미립자 공기(ULPA, Ultra Low Particulate Air) 필터를 사용합니다. ULPA 필터는 0.12 $\mu$ m만큼 작은 입자를 99.99% 포집할 수 있어 HEPA 필터보다 더 높은 수준의 여과 기능을 제공하죠. 두 필터 모두 6개월~1년에 한 번씩 교체해야 합니다.

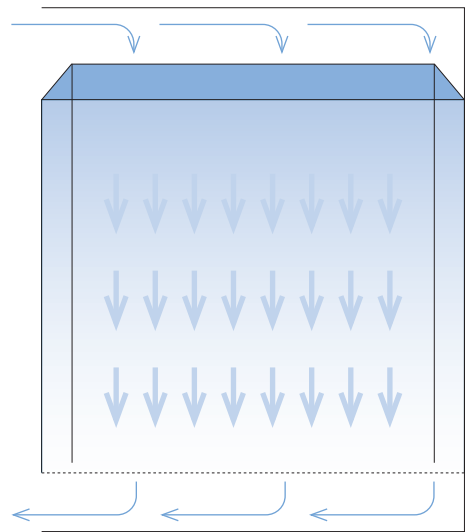
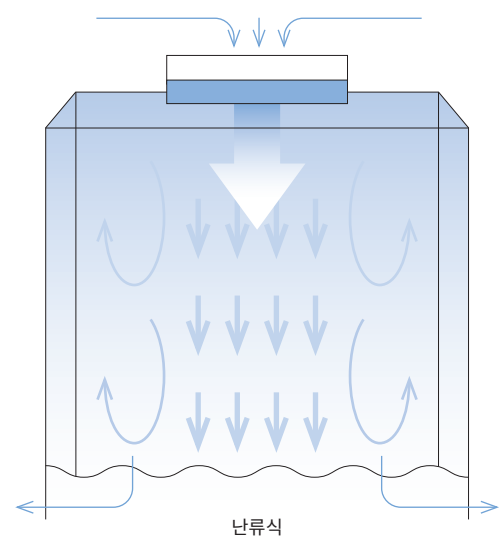
**층류 흐름(Laminar Flow) 및 난류 흐름(Turbulent Flow)** | 공기의 흐름을 컨트롤 함으로써 오염을 억제하는 방법도 적용합니다. 일정한 방향으로 공기가 흐르게해 오염 물질이 특정 구역에 축적되지 않도록 하는 층류 흐름, 난류를 이용하여 공기 중 입자를 효율적으로 제거하는 난류 흐름을 통해 클린룸의 오염을 억제하죠.

**양압 및 음압 유지** | 반도체 제조, 정밀 기계 제작, 제약 제조 과정 등 깨끗한 환경을 유지해야 하는 클린룸에서는 기압에 따라 양압 또는 음압 시스템을 적용합니다. 공기가 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 원리를 활용한 것인데요. 양압의 경우 클린룸 내부의 압력을 외부보다 높게 유지하여 외부 오염 물질이 유입되지 않도록 합니다. 클린룸의 문이 열릴 때 공기가 밖으로



클린룸 내 오염을 최소화하기 위해 고성능 필터를 활용한 공기관리 등 높은 기술을 집약한 오염 제어 방법을 다양하게 적용합니다.

<실내 기류(난류, 층류) 형태>



층류식(한쪽 방향의 기류)

흘러 나가게 함으로써, 외부의 오염물질이 내부로 유입되는 것을 방지하는 거죠. 반도체나 IT 분야 클린룸에서 주로 사용하는 방식입니다. 반대로 음압의 경우 주변보다 낮은 기압을 유지하여 내부의 오염 물질이 밖으로 나가지 않게 합니다. 페니실린 같은 항생제 제조 공정 등 바깥으로 오염물질이 나가면 안 되는 의료 및 제약 분야 클린룸에서 주로 사용합니다.

**작업자 관리**

클린룸은 작업자가 배출하는 입자 및 미생물로부터 오염될 수 있습니다. 클린룸 작업 절차와 오염 제어 방법에 대한 교육을 정기적으로 실시해 이를 예방해야 합니다. 작업자 개인위생 관리의 중요성은 몇 번을 강조해도 지나치지 않죠.

작업자가 배출하는 입자 및 미생물은 보호 용품을 통해 차단할 수 있습니다. 우선 방진복, 방진화, 방진모, 방진장갑 등 먼지가 발생하지 않는 전용 의복을 착용해야 합니다. 올바른 순서와 방법으로 의복을 착용하여 오염을 방지합니다. 클린룸 출입 시에는 에어 샤워를 통해 작업자와 물품의 표면에 붙은 먼지와 오염 물질을 제거하고, 출입이 허용된 인원과 물품만 클린룸에 들어갈 수 있도록 엄격히 통제합니다.

그밖에 장비 및 도구를 관리하는 것도 중요합니다. 클린룸 전용으로 설계된 도구와 장비를 사용하고, 장비를 정기적으로 청소 및 점검하여 오염을 최소화합니다. 유지 보수 작업 중에도 오염이 발생하지 않도록 주의해야 하죠. 재료 관리에 있어서도 철저해야 합니다. 클린룸으로

반입되는 재료는 사전에 청소하여 오염 물질을 제거하고, 재료의 포장 또한 깨끗한 상태를 유지합니다. 화학 물질은 지정된 장소에 보관하여 누출이나 오염을 방지합니다. 청소 및 유지 보수도 필수죠. 클린룸의 바닥, 벽, 천장, 장비 등을 올바른 절차에 따라 정기적으로 청소합니다. 클린룸의 공조 시스템, 필터, 장비 등을 주기적으로 점검하고 유지 보수하는 일도 놓쳐서는 안 되죠. 또한, 청소 및 유지 보수 작업을 철저히 기록하여 추후 문제가 발생할 경우 원인을 추적할 수 있도록 합니다. [KM](#)

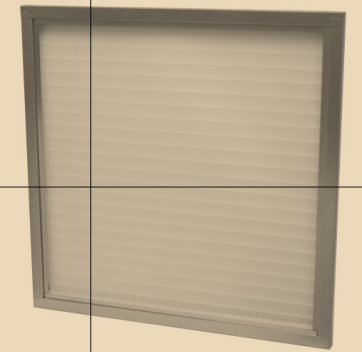
<클린룸 클래스에 따른 양압 방식 및 클린룸 분류>

실내 청정도 기준에 의한 분류 (일반적으로 대상입경 0.5µm 이상)	클래스 10 클래스 100 클래스 1,000 클래스 10,000 클래스 100,000 *Cleanroom 규격 참조
기류 형태에 의한 분류	층류 흐름 난류 흐름
제어대상물 기준으로 한 분류	산업용 C/R(ICR) 공기 중의 부유입자를 제어대상으로 함 바이오 C/R(BCR) 생물입자를 제어대상으로 함
기타	GMP(Good Manufacturing Practice) 의약품, 화장품, 식품의 제조 및 품질관리에 관한 기준 GLP(Good Laboratory Practice) 실험동물의 사육, 검역 등 Bio Hazard 외부로의 오염확산 방지가 목적으로 실내압력을 부압으로 유지

**클린룸 클래스별로 오염제어 방법이 다른가요?**

클린룸 클래스 숫자가 낮을수록 허용 입자 크기가 작고, 개수가 적어 청정도가 높습니다. 클래스마다 정해진 입자 농도 기준을 지켜야 하므로 이를 준수하기 위해서는 여러 조치가 필요하죠. 클래스 등급이 높은 초청정 클린룸일수록 입자 포집률이 높은 HEPA, ULPA 필터를 사용해 오염을 제어해야 합니다. 내부 실내기류 형태 또한 클래스 1,000~100,000등급에서 사용하는 난류 방식, 산업용 클린룸 클래스 1~100등급에서 사용하는 수직 층류 방식, 바이오 클린룸 클래스 100등급에서 사용하는 수평 층류 방식 등으로 나뉘어져 있습니다.

HEPA  
ULPA



KM Story 1

# 묵묵히 노하우를 쌓으며 고유한 시스템을 완성하다.

KM 품질관리팀 김봉규 팀장

## 간단한 소개를 부탁드립니다.

2010년 3월 4일에 입사해 현재까지 재직 중입니다. 벌써 14년이 넘었네요. 품질관리팀 소속으로 KM 전사에서 생산하는 제품의 품질 관리를 총괄하고 있습니다. 새로운 제품을 개발하거나 부족한 부분을 개선할 때 대부분의 분석을 품질관리팀에서 진행합니다.

## 품질관리팀은 계속 개선할 부분들을 파악하고 업데이트해야 하는 파트라 발상이 조금 진보적일 수 있겠다 싶어요.

반반인 것 같아요. 품질은 정해진 규격이라는 게 있잖아요. 거기에 우선 부합한 상태에서 변화가 이루어져야 하기 때문에 보수적으로 접근해야 하는 부분도 있죠.

## KM에서 재직하며 가장 인상적이었던 순간들은 언제였을까요?

입사 후 처음 받았던 신입사원 교육 때가 떠오릅니다. 그중 평창 공장 PVC Glove Line을 방문하는 일정이 있었어요. 태어나서 클린룸이라는 곳을 처음 들어가 본 것이라 그 경험이 강렬했어요.





**KM Story 1**

라인이 쉬지 않고 가동 중이었는데 작업자들이 금형에서 글러브를 벗겨서 완제품을 차곡차곡 옆에 놓는 모습이 시각적으로 굉장히 인상적이었습니다. 보이지 않는 곳에서 정직하고, 성실하고, 묵묵하게 계속 돌아가는 생산 현장. 신입사원으로서 제가 느낀 KM의 첫인상이었죠. 그 공장이 모태가 되어서 점점 뻗어나가 안정 공장이 생기고 사무소가 생기고 했으니까 어떤 핵심을 목격할 기분이었던 것 같아요.

**최근에 집중하셨던 프로젝트도 궁금합니다.**

KM 제품 중 타이벡(Tyvek) 파우치라고 방진복이나 의료기기를 포장해서 멸균하는 포장재가 있는데 최근 그 제품에 관한 미국 FDA 510(k)\* 인증을 준비했었어요. 의료기기, 특히 미국 FDA 쪽은 굉장히 까다롭기로 유명하거든요. 컨설팅 업체와 함께 준비한다고 해도 방향 설정이나 가이드만 해줄 뿐이지 거기에 필요한 자료나 분석, 테스트 등은 다 내부에서 직접 진행해야 하는 거라 맨땅에 헤딩하듯이 처음부터 다시 공부하면서 그렇게 준비했죠. 클린룸용 소모품 업계에서 이런 인증을 신청한 건 KM이 최초일 거예요. 생체 적합성 테스트, 미생물 차단성 테스트 등도 이번에 처음 진행해봤어요. 이게 분석 비용 등 거의 1억 가까이 들어가는지라 기업에서 강한 의지가 없으면 진행하기 쉽지 않죠. 얼마 전 모든 서류 제출 및 심사를 마치고 인증을 받았습시다.

**\* 미국 FDA 510(k)** | 미국 FDA(Food&Drug Administration) 의료기기 인증. 제품 검증, 데이터 유효성, 제조 공정 및 안전성 등을 종합적으로 평가해 미국 내에서 합법적으로 유통되고 있는 기허가 제품(Predicate Device)과 실질적 동등(Substantial Equivalence)을 입증, 상품 판매가 가능한 허가를 의미한다.

**인증 신청 등도 품질을 중요하게 생각하는 KM의 특성이 잘 드러나는 사례네요.**

네, 그렇죠. GRS\*\* 인증, 의료기기 국내 1등급 인증 등 웬만한 인증은 다 갖고 있어요. KM이 아마 동종 업계 중에는 보유하고 있는 인증이 가장 많을 겁니다.

**\*\* GRS 인증** | 섬유 원료 및 의류 생산에 재활용 원료가 사용되었음을 증명하기 위한 인증 기준. 20% 이상의 리사이클 원료를 함유한 제품을 대상으로 하며, 원료의 수집부터 가공, 완제품 생산 및 판매까지 모든 단계의 공정 심사를 통해 관리의 연속성을 보장한다.

**KM에는 총 몇 개의 클린룸이 가동 중에 있나요?**

KM의 클린룸은 산업용 클린룸으로 클래스 10, 100, 1000, 10,000, 100,000 등 총 11개 클린룸을 운영하고 있습니다. 1990년, 평창공장 PVC Glove Line을 준공했을 때 처음 도입했죠. 하이클래스 클린룸 도입 유지 관리는 1996년 안성 제1공장 Wiper Line 신설 시점(클래스 10)부터입니다.

**클린룸에서 가장 중요한 것은 오염 제어 및 유지 관리 부분일 텐데요. KM에서는 어떻게 이 부분을 관리하고 있나요?**

가장 먼저 제품 품질에 맞는 클린룸 설계 및 구성을 통해 올바른 필터를 적용하고 기류를 검토합니다. 클린룸 최대 오염원은 작업자이기 때문에 클린룸 출입 절차 및 작업자 복장 규정 관리도 중요하죠. 작업의 속성에 따라 작업자 복장의 세탁 및 교체 주기 설정 또한 섬세하게 진행합니다. 지속적인 청정도 유지를 위해 클린룸 성능 유지 관리 모니터링 진행 및 Cleaning을 정해진 주기에 맞춰 실시합니다. 모든 클린룸 환경 측정(Particle/차압, 1회/2주), 온습도 측정(1회/1일), 주요 관리 항목 검증(Filter 풍량 풍속, 조도, 소음, 2회/1년)을 합니다. 이를 위한 클린룸 환경 측정 인원이 전담 배치되어 있죠. 모든 작업 Table에 대한 Daily Cleaning, 클린룸 벽면 Cleaning(1회/분기), 클린룸 천장 Cleaning(1회/반기) 등을 통해 클린룸 오염을 제어하고 유지 관리합니다. 또한, 모든 구성원을 대상으로 연간 교육 계획을 수립한 후 클린룸 자료를 활용해 교육을 진행하고 있습니다.

**KM이 앞으로 집중할 부분들은 어떤 것이 있을까요?**

제약 및 바이오 업체 고객사의 요구사항(균 관리, GMP 인증 등)에 대응하는 시스템을 구축하고 있습니다. 베트남 공장의 품질 시스템 안정화도 중요한 화두 중 하나죠. KM 모든 팀 중에서 품질관리팀 인원이 가장 많아요. 그만큼 품질에 있어서는 많은 노력을 기울이고 있고, 또 자부심도 가지고 있습니다. ‘클린룸 및 청정용품 제어 관리는 역시 KM이다’라는 이야기를 앞으로도 계속 듣고 싶습니다. [\[KM\]](#)



# CLEANROOM OPERATION & MANAGEMENT

Q.5

클린룸에 들어가려면 어떤  
준비가 필요한가요?

Q.6

클린룸용 복장은 어떻게  
선택해야 하나요?

KM Story 2

완벽한 친환경 사이클로  
향해가는 여정

Q.7

클린룸용 복장은 어떻게  
관리해야 하나요?

Q.8

클린룸용 물품은 어떻게  
선택해야 하나요?

Q.9

클린룸 관리 및 유지보수는  
어떻게 하나요?

Q.10

클린룸 인증(ISO 14644)을 받으려면  
어떤 테스트를 거쳐야 하나요?

## Q.5

# 클린룸에 들어가려면 어떤 준비가 필요한가요?



클린룸에 입실하기 전, 일반실(오염 영역)과 클린룸(청정 영역) 사이 설치된 전실에서 위생과 복장을 관리한 후, 절차에 따라 움직입니다.

클린룸에 입실하는 작업자는 공간에 오염 입자를 생성, 유입하지 않도록 사전 준비를 해야 합니다. 크게 위생 관리, 복장 관리, 출입 관리를 거칩니다.

먼저 위생 관리는 오염을 유발할 수 있는 요소를 제거하는 과정입니다. 클린룸 전용 복장을 착용하기 전, 손을 씻어 미세한 오염물질까지 제거해야 합니다. 메이크업을 하거나, 매니큐어를 바르거나, 향수를 뿌리는 행위는 입자를 유발할 수 있기에 금지하고 있습니다.

먼지가 낄 수 있는 장신구 착용도 불가하죠.

위생 관리 후에는 클린룸 전용 복장을 착용합니다.

머리카락과 피부에서 떨어져 나오는 입자와 기침 등을 통한 오염 방지를 위해 몸을 완전히 덮는 의류들을 입습니다. 방진복, 방진화, 방진모, 방진장갑까지 착용해야 하며, 장갑을 낀 상태에서 초순수/역삼투압한 물(DI/RO Water) 또는 에탄올로 세척을 진행합니다.

이후 건조할 때는 먼지 발생 가능성이 높은 타월이 아닌, 클린룸 전용 와이퍼나 드라이기를 사용해야 합니다.

위생과 복장을 꼼꼼히 체크하고 나면 마지막 출입 절차를 거쳐 클린룸으로 들어가게 됩니다. 클린룸 입구의 점착매트를 밟아 신발 밑창에 붙어있는 오염 물질을 제거한 후, 에어샤워룸으로 이동합니다. 에어샤워룸은 고속으로 공기를 분사해 작업자 신체와 의복 표면에 부착된 오염 입자를 날려주는 박스 형태의 공간입니다. 이곳에서는 구석구석 샤워가 되도록 간단히 움직여주는 것이 좋습니다.

클린룸에 비품과 소모품 등의 물품을 반입할 경우에도 별도의 지침을 따라야 합니다.

### 에어샤워룸

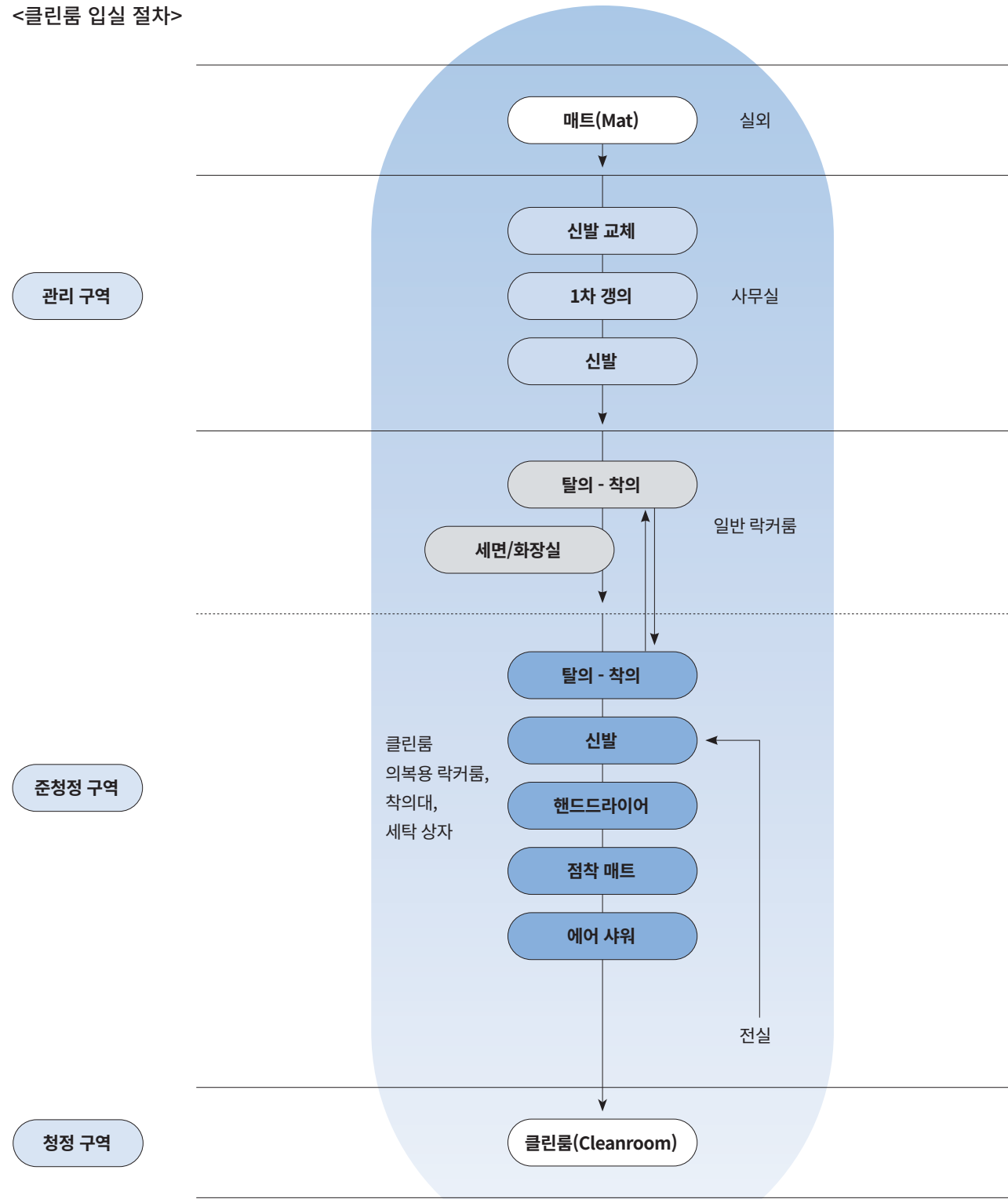
먼지 발생을 최소화하기 위해 스테인리스(SUS) 재질로 된 이동 카트에 비품을 담고, 정전기 방지를 위해 도전사가 적용된 원단 커버로 덮은 상태에서 물품 진입용 에어샤워룸에 투입합니다. 에어샤워룸에 투입한 카트는 외부 문이 완전히 닫힌 후에 내부 문이 열리면 클린룸 안으로 반입해야 합니다.

### 패스박스

클린룸 내부에서 사용하는 각종 소모품(포장백, 와이퍼 등)을 반입하거나 포장이 완료된 제품을 반출할 때는 반입용 문과 반출용 문으로 구분된 패스박스를 통해 구분 이동하는 것이 좋습니다. [KM](#)

Q.5

<클린룸 입실 절차>



Q.5 1

전실의 청정도 등급은 어떻게 설정하나요?

전실은 클린룸 입실 전 규정된 복장으로 갈아입고, 절차에 따라 1차적으로 오염을 제어하는 곳입니다. 클린룸 청정도 관리를 위해 무엇보다 중요한 공간이죠. 전실의 청정도 등급은 해당 클린룸의 등급에 따라 설정합니다. 가령, ISO 청정도 클래스 5 클린룸이라면 단계적인 변화를 주기 위해 전실은 보통 ISO 청정도 클래스 6, 7등급으로 맞춥니다. 클린룸 청정도가 낮을 경우, 탈의실에서 의류와 신발을 동시에 벗고 출입하기도 하는데, 높은 청정도를 요구하는 대부분의 분야에서는 탈의실과 탈신실을 분리합니다. 이처럼 전실은 클린룸의 주요 목적, 생산 제품, 운영 조건에 따라 달라질 수 있어 표준화된 기준 대신 각 업체에서 내부 특성을 고려해 선정합니다.

Q.5 2

전실에는 어떤 물품들이 필요한가요?

클린락커	방진의류를 청정한 상태로 보관하기 위해 FFU(Fan Filter Unit)를 설치한 보관함
캐비닛	방진장갑과 마스크, 헤어캡 등의 액세서리류를 보관하고 사용 후 폐기하는 용도. 스테인리스 및 스틸 파이프로 제작해 견고하며, 공간 활용이 용이한 제품 보관함 및 폐기물함
벤치	복장을 교체할 때 필요
거울	방진복으로 탈의 후 상태 체크를 위해 사용
점착 매트	클린룸 입실 전 신발의 오염을 제거하거나 정전기 발생을 억제하는 보호 매트
손세정(소독)대와 드라이어	손 세척(소독) 및 건조에 필요
매뉴얼	벽에 필수 부착



# Q.6

## 클린룸용 복장은 어떻게 선택해야 하나요?



클린룸 복장은 방진복과 방진속옷, 방진모, 방진화, 방진장갑, 마스크, 헤어캡 등으로 구분하며, ISO 14644 표준에 따라 환경별로 적합한 복장을 착용해야 합니다.



### 방진복

방진복은 클린룸의 청정도 등급에 따라 원피스, 투피스, 가운 형태로 구분하여 사용합니다. ISO 청정도 클래스 3~5 환경에서는 노출이 가장 적은 원피스를 착용하고, ISO 청정도 클래스 6~8 환경에서는 투피스를 착용하거나 일반 복장 위에 가운을 착용하기도 합니다.

방진복 원단은 일반적으로 폴리에스터와 같은 미세 섬유로 구성합니다. 먼지, 입자, 섬유 조각 등이 원단에서 발생하지 않고, 촘촘한 원단 짜임 덕분에 미세한 입자나 먼지가 통과하지 못하죠. 방진속옷은 작업자의 땀으로 발생하는 오염을 최소화하고, 착용감을 개선합니다. 도전사를 사용하여 정전기 방지에도 효과적입니다.



### 방진모

방진 원피스 또는 투피스를 착용한 후, 반드시 모자를 착용해야 합니다. 머리와

목 부위에서 발생하는 입자를 효과적으로 차단하기 위함입니다. 일반적으로 원피스에는 후드를, 투피스에는 캡을 씌웁니다. 모자 역시 도전사가 들어간 원단으로 제작해 정전기를 최소화합니다.



**Q.6**



**방진화**

방진화는 오염제어에 특화된 일반 방진화와 토캡(Toe Cap)을 적용하여

작업자의 발을 보호하는 방진 안전화로 구분합니다. 멸균실과 같이 일회용이 필요한 클린룸은 안티-슬립(Anti-slip)솔을 적용한 신발 커버를 방진화 위에 덧씌우기도 하죠. 미국 등 신발을 벗는 것이 낯선 문화권에서는 일반 신발 위에 오버부츠를 신는 경우도 있습니다.



**방진장갑**

클린룸에서 가장 많이 사용하는 장갑은 PVC, 니트릴(Nitrile), 라텍스(Latex)

소재이며, 청정도 등급에 따라 적합한 제품을 사용해야 합니다. 클린룸용 장갑은 입자, 이온, 표면 저항 등을 관리하며 작업 중 장갑이 찢어지는 것을 방지하기 위해 두께와 인장강도 등을 중요하게 관리하는 기업도 있습니다.

PVC 장갑은 입자, 이온(ION) 등 오염물질 발생을 최소화한 청정 PVC 소재를 사용한 제품입니다.

니트릴 장갑은 첨단 인조 소재인 니트릴을 사용해 피부 알레르기를 최소화합니다. 원료 배합 단계에서 대전 방지제를 사용해 ESD(Electro Static Discharge) 효과도 있죠. 예리한 부분에 접촉해도 잘 찢어지지 않는 장점이 있습니다.

라텍스 장갑은 타 소재 대비 열에 강하고, 가격 경쟁력이 있으며 전자제품 조립공정 등 미세한 작업에 용이하죠. 그 외에 심리스(Seamless), 네오트릴(Neotril) 장갑 등을 사용하기도 합니다. 장갑을 착용한 상태로 오랜 시간

작업하면 땀으로 인한 습진이 발생할 수 있습니다. 심리스 장갑은 그 대안이 될 수 있는 제품으로 물은 투과시키지 않고 내부 습기는 효과적으로 배출하여 습진을 예방합니다. 원단 봉제면에 바늘구멍이 없어, 오염 부위를 최소화하죠.

화학물질을 다루는 클린룸 환경에서는 화학적 내구성에 특화된 네오트릴 장갑을 사용해야 합니다. 네오트릴 장갑은 내화학성 재질인 네오프렌(Neoprene)을 사용하여 액체 상태의 유기화합물이 인체에 흡수되는 것을 방지합니다.

ISO 청정도 클래스 6 환경에서는 정전기를 효과적으로 제어하는 ESD 장갑이나 대전방지제 처리한 PU 코팅 장갑을 사용하기도 합니다.



**액세서리**

ISO 청정도 클래스 3~5와 같이 청정도 등급이 높은 클린룸에서는 작업자의

노출을 최소화하기 위해 다양한 액세서리를 착용합니다. 머리카락으로 인한 오염 방지를 위해 방진모 안쪽에 헤어캡을 착용하고, 얼굴을 가리기 위해 마스크와 고글을 씩습니다. 일부 제약 라인에서는 클린룸 전용 양말을 권장하기도 합니다. **km**



ISO 청정도 클래스	3 / 4 / 5 / 6
FED-STD-209E	1 / 10 / 100 / 1,000
GMP GRADE	A / B

다음은 클린룸 환경에 따라 구분된 KM의 내부 복장 규정이며, 각 회사의 취급 제품과 공정, 오염에 대한 위험성 평가에 따라 달라질 수 있습니다.

ISO 청정도 클래스	7 / 8
FED-STD-209E	10,000 / 100,000
GMP GRADE	C / D





**방진복 원단의 종류가 다양한데, 각각 어떤 특징이 있나요?**

방진복은 기본적으로 폴리에스터와 같은 미세섬유로 제작해 오염물질 발생이 적고, 원단의 짜임이 매우 촘촘하여 미세한 입자나 먼지가 통과하지 못합니다. 정전기 방지나 내구성 또한 방진복의 공통적인 기능이죠. 이외에도 작업자가 더 편안하고 안전하게 일할 수 있도록 통기성, 내화학성, 친환경성을 접목한 제품들이 개발되고 있습니다. 점차 중요해지는 ESG 경영 환경에 발맞춰 지속 가능한 제품의 수요는 더욱 늘어날 것으로 보입니다.

**통기성** | Nanomax™ 방진복은 통기성 좋은 가벼운 원단에 특수 후가공을 접목하여 뛰어난 입자 포집기능이 있습니다. 또한, 장시간 착용할 때 땀이나 열이 축적되지 않아 편안하고 쾌적하죠.

**내화학성** | Nanochem™ 방진복은 PTFE 필름이 겉감에 코팅이 되어 위험한 화학물질을 취급하는 클린룸 환경에서 작업자를 보호할 수 있습니다.

**친환경성** | Nano Max RC 방진복은 투명 페트병을 재활용한 원사로 제작한 GRS인증 제품으로 A사의 ESG 프로젝트를 통해 만들어졌습니다. A사 반도체 사업장을 비롯해 화성, 수원 등 인근 지자체에서 배출되는 페트병을 수거하여 재활용한 원료로 방진복을 제작, 해당사에 공급했습니다.

일반적으로 방진복과 방진화는 세탁 밸리데이션\*을 통해 교체주기를 선정하여 재사용이 가능하지만, 방진장갑과 마스크 등의 액세서리는 일회용으로 한 번 사용 후 폐기해야 합니다.

멸균실 형태로 운영하는 클린룸의 경우, 세탁 뿐 아니라 멸균 밸리데이션까지 포함하여 방진복의 교체주기를 정합니다. 재사용이 불가능한 특정 무균실 클린룸 환경에서는 부직포 형태로 만든 일회용 복장 세트를 사용합니다.

KM은 일회용 클린룸 복장의 글로벌 리더인 듀폰(DuPont)사와 파트너십을 맺고 고객사의 환경에 필요한 맞춤형 솔루션을 제공하고 있습니다.

**\* 밸리데이션(Validation)**  
 특정한 공정, 방법, 시스템이 미리 설정되어 있는 판정기준에 적합한 결과를 얻는다는 것을 검증하고 이를 문서화 하는 것

**재사용이 가능한 것과 불가능한 것은 어떻게 구분하나요?**



관련 질환이 있거나, 클린룸에서 8시간 남짓의 강도 높은 작업을 하는 작업자 위주로 판매하게 되었습니다. 1년에 10개 정도 팔리는 수준이었죠. 그런데 작업자들 사이에서 1년 만에 입소문을 탔고, 현재 KMSF-19HB 등의 방진화는 A사 마켓쉐어 95%를 기록하고 있습니다. 우수한 제품의 가치는 사용자가 먼저 알아본다는 걸 깨달았고, 제가 만드는 KM 제품에 더욱 자부심을 느끼게 되었습니다.

**방진화 외에 방진복 개발도 A사와의 인연이 있다고 들었습니다.**

2015년 파리협정을 시작으로 탄소중립 달성을 위한 여러 협약이 전 세계적으로 쏟아져 나오기 시작했습니다. KM 주 고객이 반도체 및 디스플레이 업계에서 글로벌한 위치에 있었기 때문에 당사는 탄소세 부과 등의 이슈를 예측했죠. RE100\*, Net Zero\*\*, GRS 등 탄소중립 관련 문구조차도 생소했던 2018년, KM 연구소에서는 주 고객사인 A사에 우선 적용할 방진복 연구를 시작했습니다. 이후 2020년 A사로부터 ESG 프로젝트 제안이 들어와 방진복을 공동 개발하게 되었죠.

\* RE100 | 기업이 필요한 전력량의 100%를 ‘태양광·풍력’ 등 친환경 재생에너지원을 통해 발전된 전력으로 사용하겠다는 자발적인 글로벌 재생에너지 캠페인  
 \*\*Net Zero | 온실가스(GHG)의 배출량(+)과 흡수량(-)을 같게 하여 순(Net) 배출을 0(Zero)으로 만드는 것

**방진복 개발 과정이 궁금합니다.**

2020년 개발을 시작해 2022년에 국내 최초로 RE PET이 적용된 Nano Max RC 방진복을 완성했습니다. 착수 3년 만의 성과였죠. 플라스틱 재활용업체, 섬유업체와의 협업으로 만든 Nano Max RC 방진복은 투명 페페트병을 원료로 한 친환경 제품입니다. 1차 과정으로 페페트병을 고순도의 재생 알갱이로 만들고, 이를 녹여 재생 원사를 뽑아 방진 원단을 만들었죠. 이후 A사의 반도체 라인 특성에 맞춰 방진복의 무게, 실의 두께, 공기 투과도, 착용감 등 다양한 품질 요소를 고려하여 Nano Max RC 방진복을 완성했습니다.

**반도체 라인 특성에 맞춘 Nano Max RC 방진복의 특징은 무엇인가요.**

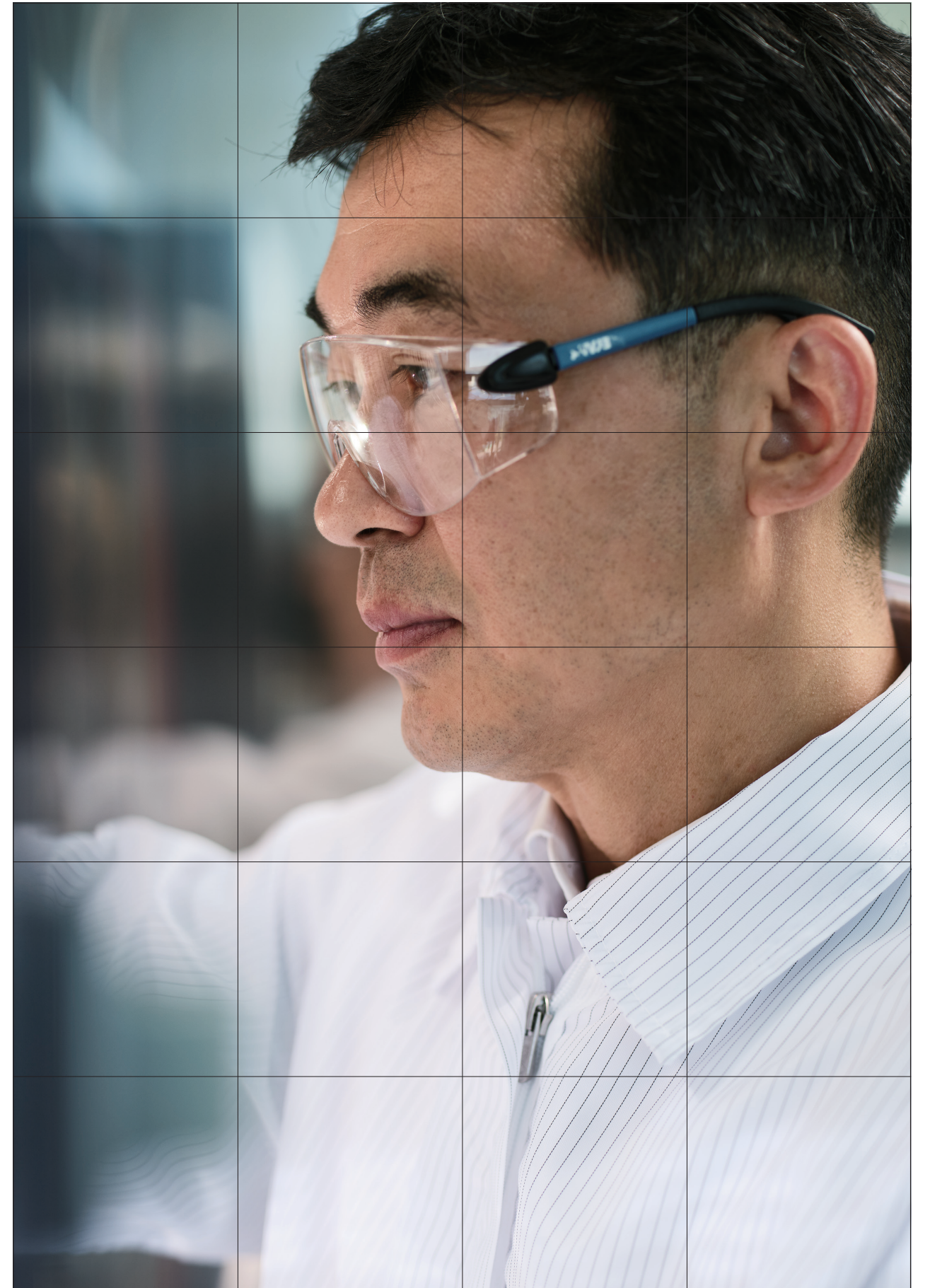
첫째로 중량이 적어 가볍습니다. 기존 방진복은 1벌에 530g 이상이었고, Nano Max RC 방진복은 중량이 47% 감소한 280g입니다(XL Size 기준). 경량화로 작업자들의 피로도도 개선되었고, 활동성이 높아져 생산성이 향상되었습니다. 원단이 얇아졌음에도 내구성은 떨어지지 않았습니다. 인장강도가 1,120kgf/cm<sup>2</sup>에서 1,470kgf/cm<sup>2</sup>으로 30% 개선된 결과가 나왔죠. 원단이 얇지만 특수 원사로 직조해 비침도 개선되고, 결과적으로 작업자들의 프라이버시가 보호되었습니다. 방진복이 가져야 할 특징 중 이물질이 외부로 노출되는 것을 막는 부분은 중요한데요. 평균 0.1µm 입자를 제어하는 포집 효율이 51.5%로, 기존 A사에서 사용하던 제품 효율(34.9%) 대비 높아졌고, 고청정 클린룸에서 사용하기에 더 쾌적한 형태로 완성되었습니다.

**페페트병을 활용한 Nano Max RC 방진복 사용으로 얻은 환경적 효과가 궁금합니다.**

방진복 1벌에 사용하는 재사용 PET는 220g(500mL Bottle 20개)입니다. 석유에서 원료를 채취해 새로운 섬유를 만들 때보다 65% 정도 적게 탄소를 배출합니다.

**Nano Max RC 방진복 다음으로 계획 중인 프로젝트가 있을까요.**

Nano Max RC 원단은 PET를 재활용하여 제작하지만 그것을 다시 활용할 수 없습니다. 방진복에 전기를 통하게 하는 카본 도전사의 분리가 기술적으로 어려웠기 때문이죠. 하지만 KM은 여기서 멈추지 않고 재활용 방진 원단을 다시 활용하는 기술을 연구하고 있습니다. 사용한 방진복을 소각하지 않고 영구적으로 활용할 수 있다면, 완벽한 친환경 사이클이 완성될 거라 기대합니다. [KM](#)







일회용 복장은 클린룸에서 퇴실 후 바로 폐기해야 하며, 재사용 복장은 청정도 유지를 위해 FFU가 설치된 전용 공간에 보관, 전문 업체를 통해 정기적으로 세탁해야 합니다.

**Q.7**

# 클린룸용 복장은 어떻게 관리해야 하나요?

클린룸 전용 복장은 클린룸에서 입자의 유입, 생성 및 집적을 최소화하도록 설계된 특수 의류입니다. 보푸라기와 정전기가 생기지 않는 소재로 만들며 방진복, 방진모, 방진화, 방진장갑, 마스크, 고글 등이 있습니다.

이 중 일부는 일회용으로 설계, 잠재적 오염을 방지하고자 착용 후 즉시 폐기합니다. 그러나 세척, 살균 또는 고압 멸균과 같이 오염 제거 공정을 견딜 수 있게 만들어, 재사용이 가능한 복장도 있습니다. 재사용 복장은 청정도 유지를 위해 온도, 습도 및 청정도가 유지되는 전실 안 FFU가 설치된 전용 공간에 보관해야 합니다. 또한 클린룸 환경에 따라 설정된 교체 주기를 참고하여 정기적으로 세탁해야 하며, 반드시 일반 세탁 시설이 아닌 클린룸 전문 세탁 업체를 통해야 합니다. 섬유 손상을 방지하고 청정도를 유지할 수 있는 특수 세제 및 초순수(DIW, De-ionized Water)를 사용해 세탁하기 때문이죠. 또한 밸리데이션을 통해 검증된 조건(행균, 탈수, 건조 단계별 시간과 횟수)에 따라 세탁 후 클린룸 내에서 포장 작업을 진행합니다.

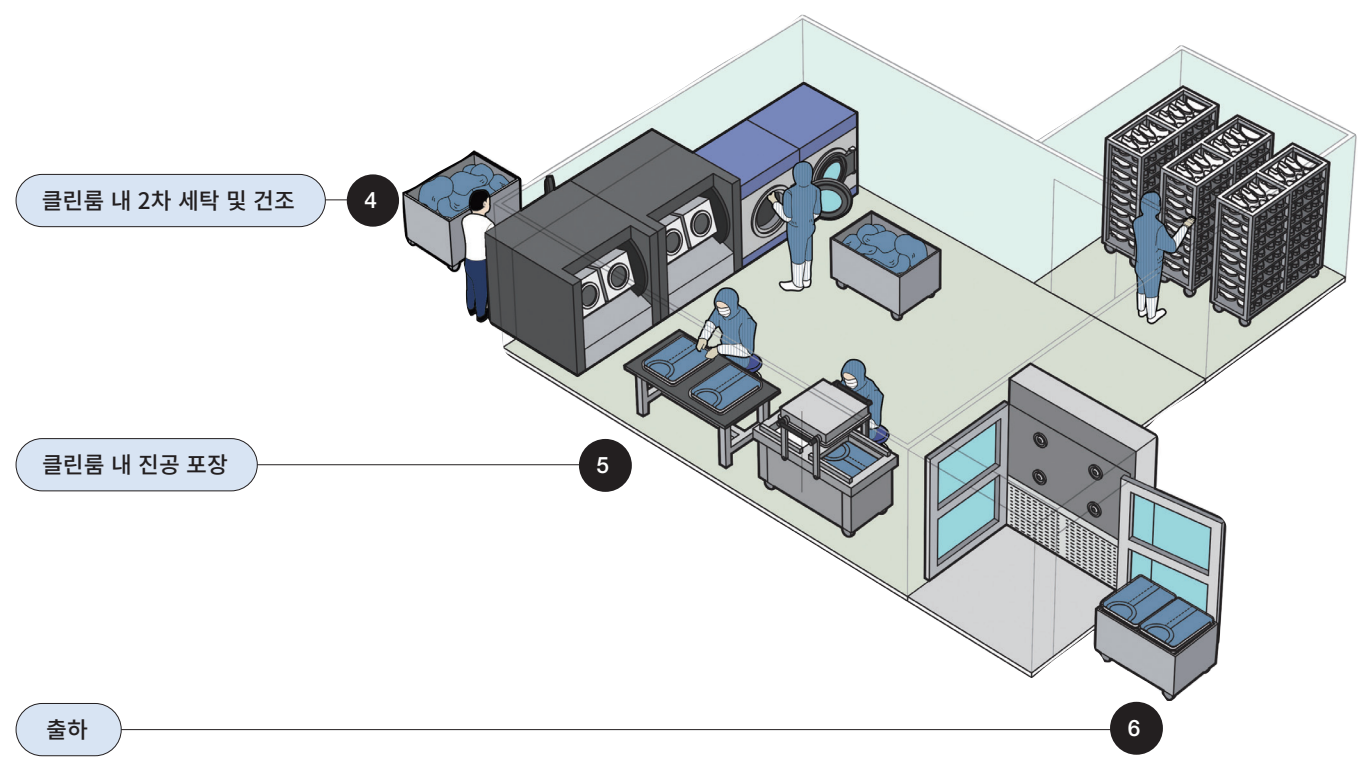
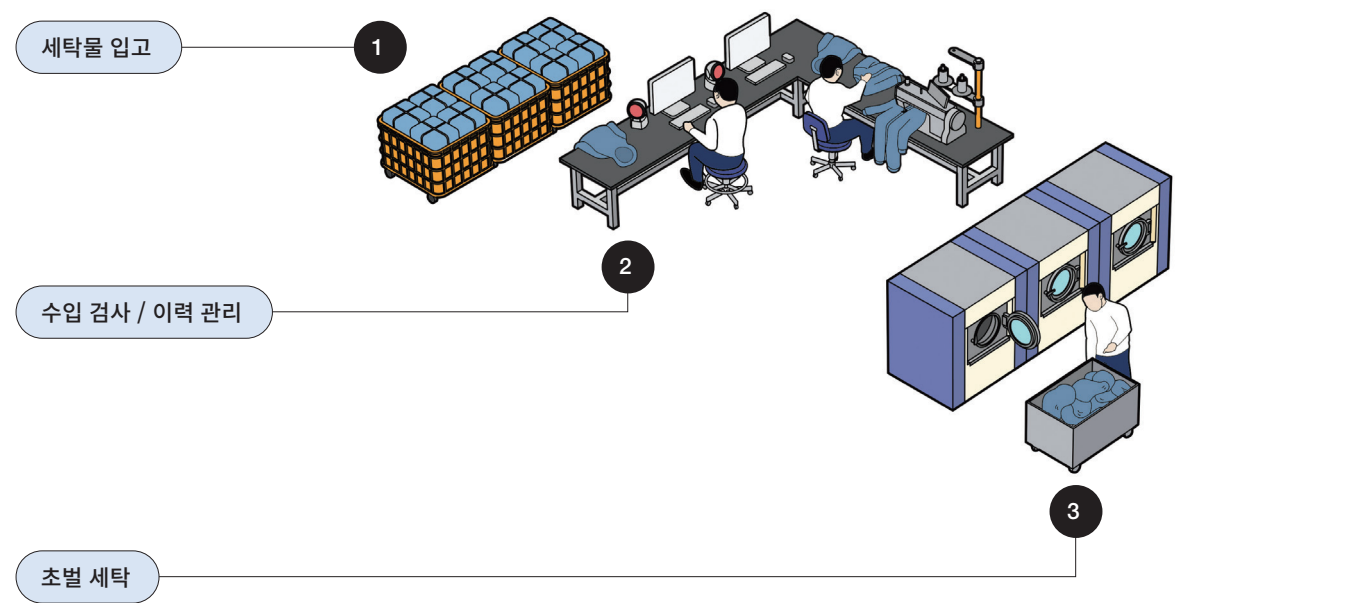
멸균실 클린룸에 공급하는 방진복은 세탁 후 하나의 과정을 추가합니다. 제품 포장 상태에서 멸균하며, 감마 레이(Gamma Ray) 멸균 방식을 활용합니다. 감마 레이 멸균 방식은 미생물과의 상관관계가 잘 정립되어, 미생물 관련 유효성 확인 비용이 절감되고, 빠른 제품 출하가 가능한 장점이 있죠. 멸균 전에는 바이오버튼 시험(작업환경 및 검체의 미생물 오염도를 측정하는 방법)을 통해 정상적으로 멸균이 되었는지 검증하는 멸균 밸리데이션 절차를 선행합니다. 유효한 감마 조사량 선정, 균 테스트 등의 검증 단계를

추가하는 것이죠. 멸균 전후 제품은 박스에 부착된 Indicator Label 색상으로 구분해 작업에서의 오류를 줄입니다.

클린룸용 복장 세탁은 공정의 효율성을 검증하는 단계가 중요합니다. 제품을 세탁 후 입자 수가 허용 가능한 범위 아래로 감소했는지, 잔류 오염물질이 남아있지 않은지를 정확히 확인해야 하기 때문입니다. 세탁 밸리데이션은 3가지를 검증합니다. 세탁기 및 건조기 설비 등을 검증하는 ‘설치 적격성 평가(IQ, Installation Qualification)’, 세탁 및 건조 조건에 대한 유효성을 검증하는 ‘운전 적격성 평가(OQ, Operation Qualification)’, 제품의 입자, 내구성, 오염 제거 확인 등을 통해 마지막으로 설정된 조건에서 반복적인 효과를 얻을 수 있도록 재현성을 검증하는 ‘성능 적격성 평가(PQ, Performance Qualification)’ 단계를 거칩니다.

이렇듯 클린룸 복장 세탁 서비스는 장비와 조건에 대한 여러 가지 검증 단계를 거치며 수거 및 세탁, 포장, 배송 과정을 엄격하게 통제하기 때문에 반드시 클린룸 전문 세탁업체와 상담 후 진행해야 합니다. [KM](#)

<KM 세탁 공정 프로세스>



<KM 방진복 세탁 솔루션 특징>

<b>인증된 프로세스 및 전문적인 세탁</b>
ISO 9001, 14001, 45001 인증된 시스템 및 국소오염, 냄새제거 맞춤 세탁 프로그램을 운영 및 관리합니다.
<b>입자 테스트 및 성적서 제공</b>
세탁 파트별로 입자를 검증하고, 성적서를 제공함으로써 오염을 전문적으로 관리합니다.
<b>바코드를 통한 데이터 관리</b>
각 방진복마다 바코드 라벨을 부여하여 방진복의 세탁 횟수를 디지털화합니다.

<KM 방진복 세탁 차별점>

<b>별도 개발 세제 사용</b>
세제 전문업체와 협력하여 입자 및 냄새 제거효율을 높은 특수개발 세제를 사용합니다.
<b>고온세탁 가능</b>
냄새 제거에 특화된 고객사 맞춤 고온세탁 프로그램을 운영합니다.
<b>소모품 분리 세탁</b>
소모품로 분리해 세탁의 효율성을 최대로 높이고, 최적의 에너지를 사용합니다.

**Q.7<sup>1</sup>**

**방진복은 얼마나 자주 세탁해야 하나요?**

방진복 세탁 주기는 착용하는 구역의 환경, 생산 제품의 품질 중요도에 따라 다르게 설정합니다. 제약사 기준 A zone(클래스 100)의 경우 1회 착용 후 세탁, C zone(클래스 100,000)의 경우 주 1회 세탁 등 청정도 등급에 알맞게 적용합니다. 무균 복장은 1회 착용 후 세탁하는 것이 원칙이며, 제품에 미치는 품질 영향 정도를 리스크 평가하여 자체 검증 및 설정 관리하는 것이 좋습니다.

---

**Q.7<sup>2</sup>**

**방진복은 최대 몇 번까지 세탁 가능한가요?**

방진복 세탁 횟수는 의류의 내구성과 밀접하게 연관되며, 착용 환경에 따라 설정 관리합니다. KM은 자체적으로 내구성 테스트를 진행한 결과, 세탁 횟수가 약 30회 이상일 경우 제품에 급격한 품질 변화가 발생함을 확인하였습니다. 이렇듯 자체 리스크 평가를 통해 세탁 횟수를 설정하는 것이 좋습니다.

# Q.8

## 클린룸용 물품은 어떻게 선택해야 하나요?



입자 발생을 최소화하는 재질과 마감처리가 적용된 클린룸 전용 물품을 사용해야 합니다. 또한, 정전기로 인한 입자 흡착을 방지하는 Anti-static 소재, ESD 기능이 있는 물품을 사용하여 클린룸의 청정도를 유지할 수 있습니다.



클린룸이 필요한 곳은 대부분 제조 시설의 일부이기 때문에 공정 작업에 필요한 여러 가지 물품들을 반입하게 됩니다. 게다가 제조 시설에서는 붙이고 떼고, 뜯고 접고, 끌고 당기는 활동이 필수적인 경우가 많습니다. 클린룸 내에서 다양하게 일어나는 이러한 활동은 크고 작은 입자를 발생시킬 수 있는 오염 원인이기도 하죠. 따라서 각종 기록물 작성에 필요한 종이와 라벨, 포장 작업에 필요한 백과 테이프, 물품 이동을 위한 카트, 그리고 테이블과 의자 같은 작업대 등 모든 클린룸 전용 물품들은 입자 발생을 최소화하는 기준에 부합해야 합니다. 또한 정전기로 인한 입자 흡착을 통해 오염이 발생할 수 있으므로 Anti-static 소재, 또는 ESD 기능이 있는 물품들을 사용해야 클린룸의 청정도를 유지할 수 있습니다.



### Clean Paper

제지단계에서 엄선된 특수 펄프원료를 특수가공 처리한 종이로 입자와 정전기 발생을 억제합니다. 잉크 흡수력이 뛰어나 잉크 번짐으로 인한 오염을 방지합니다.

### Clean Security Paper

사외 유출 방지 시스템을 장착한 무진지. 보안 출입구에서 감지할 수 있는 미세 와이어가 Clean Paper에 삽입되어 있습니다. 일반 Clean Paper와 달리 컬러를 차별화해 보안도를 높입니다.

### Clean Label

Clean Paper에 특수 점착액을 사용하여 탈부착이 쉽습니다. 장시간 사용 후 떼어낼 때도 점착면에 이물이 남지 않아 오염을 방지할 수 있죠. 제품 식별, 이력 관리 또는 바코드 라벨로도 사용 가능합니다.

### Clean PE Bag

PE Resin 이외의 첨가제가 함유되지 않은 원재료를 사용한 Clean PE Bag. 불순물 제거를 위한 전처리 공정으로 입자가 발생하지 않고, 압출부터 포장까지 클린룸에서 생산해 안전합니다.

### Moisture Barrier Bag

습기 및 정전기에 민감한 정밀전자 부품을 보관하기 위해 디자인된 5중 구조의 비닐백. Anti-static Coating + PET/Nylon + 알루미늄 + LDPE + Anti-static Coating 형태의 다중구조가 외부의 습기를 완벽하게 차단하고 정전기로부터 내용물을 보호합니다.

### Steam Bag

멸균에 특화된 재질의 포장백으로 제약, 의료기기 산업 및 연구소, 실험실 등에서 주로 사용합니다. Easy-tear 기능이 있어, 포장백 개봉 시 입자 발생으로 인한 오염을 방지합니다.

### Clean Tape

PE 필름에 특수 점착액을 도포한 테이프. 장시간 사용 후 떼어낼 때도 점착면에 이물이 남지 않아 오염을 방지할 수 있습니다. 신장력이 우수하여 필름이 끊어지지 않는 것도 장점입니다.

### Cart

부식 및 파손에 의한 오염을 방지하기 위해 스테인리스 스틸로 제작한 카트입니다. 이동 시 발생할 수 있는 입자를 제어하기 위해 마모에 강한 우레탄 소재의 바퀴를 사용합니다.

### Work Table

상판에 이물질 낙하를 위한 구멍이 촘촘하게 가공된 작업대. 부식 및 파손으로 인한 오염을 방지하기 위해 스테인리스 스틸로 제작합니다.

### Clean Chair

용접 부위가 없는 알루미늄 다이캐스팅 방식을 사용해 부식 또는 물리적인 파손으로 인한 오염을 방지합니다. 또한, 정전기 제어를 위한 Earth Chain을 장착했습니다. [Km](#)

### 클린룸에 물품을 반입할 때, 따라야 하는 지침이 있나요?

물품 역시 작업자와 마찬가지로 오염원이나 균을 없애는 공간을 통과합니다. 크게 2가지, 패스박스와 에어샤워룸으로 물품을 반입하죠. 패스박스는 에어샤워룸보다는 작은 형태입니다. 사람이 출입하지 않고 물품 출입을 가능하게 해, 오염된 공기가 클린룸 안으로 함께 들어가지 않도록 합니다. 안쪽과 바깥쪽에 각각 문이 달린 겹문 구조이며, 동시에 개방하지 않도록 설계돼 있습니다.

에어샤워룸은 작업자의 오염원을 씻어내는 용도로 많이 쓰이지만, 물품 통과용으로도 활용합니다. 먼저 입자 발생을 최소화하기 위해 스테인리스 재질로 된 이동 카트에 클린룸 전용 물품을 담습니다. 그리고 정전기 방지용 도전사를 적용한 원단 커버로 물품을 덮고 에어샤워룸에 투입합니다. 에어샤워룸에 투입된 카트는 외부 문이 완전히 닫히고 내부 문이 열려야만 클린룸 안으로 반입할 수 있습니다. 문을 이중으로 두는 이유는 클린룸 내의 공기와 클린룸 외의 공기가 직접 섞이지 않게 하기 위함입니다.

### 물품들도 클린룸 환경별로 구분하여 사용해야 하나요?

클린룸 환경별로 구분되어 있지 않고, 클린룸용이면 모두 사용 가능합니다.

Q.9

## 클린룸 관리 및 유지보수는 어떻게 하나요?



클린룸을 깨끗하게 유지하기 위해서는 4가지 원칙을 지켜야 합니다. 입자 유입 방지, 발생 제어, 집적 방지, 신속 배출이 그것이죠. 이 원칙들의 핵심은 클린룸 내에서 발생한 오염을 실질적으로 제거하거나, 애초에 오염 자체를 발생하지 않게 하는 것입니다.

클린룸의 청정도를 유지하기 위해서는 정기적으로 운영 장비들을 점검하고 환경을 모니터링해야 합니다. 그 일련의 활동들을 기록하고 문서화하여 관리하는 것도 필요하죠. 하지만 무엇보다 중요한 것은 클린룸 내 발생한 오염들을 실질적으로 제거하는 것입니다. 오염물질의 집적 방지를 위해서는 클린룸에 반입된 장비와 작업대 및 표면, 그리고 바닥과 벽, 천장 등을 주기적으로 청소해야 합니다. 작업자의 움직임이나 기기 및 설비에서 매일 만들어지는 미세한 입자들이 조금씩 쌓이다 보면 제품의 수율에 큰 영향을 미치기 때문이죠.

클린룸 청소에 필요한 핵심 아이템은 바로 와이퍼입니다. 클린룸 전용 와이퍼는 청정도 유지를 위해 통제된 환경에서 입자와 미생물 등의 오염 물질과 잔류 물질들을 효과적으로 제거하기 위해 개발되었습니다. 반도체 글라스를 닦거나 공장 내 물기를 빨아들이는 등 다양한 상황에 쓰이죠. 주로 Biocides, Sporicides 같은 살균, 소독제나 Ethanol, IPA 같은 알코올 화학물질과 함께 사용합니다. 클린룸 와이퍼의 종류는 크게 Dry Wiper와 Specialty Wiper로 나뉘며 세부적인 종류는 다음과 같이 구분할 수 있습니다.

### Dry Wiper

#### Nonwoven Wiper

부직포 재질 와이퍼. 흡수성이 높고 비용이 저렴해 가장 경쟁력이 있는 와이퍼입니다. 하지만 원단 특성상 절단된 면에서 입자가 일부 발생할 수 있기 때문에 비교적 청정도 등급이 낮은 ISO 청정도 클래스 6~8에서 주로 사용됩니다.



#### Polyester Wiper

폴리에스터 재질 와이퍼. 내구성이 강하고 입자 생성이 가장 적어 클린룸 사용에 가장 효과적입니다. 청정도 등급이 높은 ISO 청정도 클래스 3~5에서 사용할 경우 뜨거운 열선이나 레이저, 초음파 커팅으로 절단면의 잔류 물질을 최소화한 후 세탁 공정을 거쳐 클린룸에 최적화된 형태로 만들 수 있습니다. 흡수성을 높여야 할 때는 초음파 가공을 통해 폴리에스터 원단을 2겹으로 만들어, 1겹보다 흡수율이 3배 높은 Double-Knit Wiper로 제작할 수도 있습니다.



#### Micro-denier Wiper

폴리에스터와 나일론 혼용물로 제작한 극세사 와이퍼. 흡수력과 닦임성이 매우 뛰어납니다. 고밀도로 직조한 미세 원사로 섬유조직 내부에 무수한 홀이 있어 보다 많은 오염원을 제거할 수 있죠. LCD 제조용 자동장비를 위한 롤 형태로도 제작이 가능합니다.



### Specialty Wiper

#### Wetted Wiper

정량의 화학물질이 적혀진 상태로 포장된 젖 와이퍼. 대용량의 화학물질을 클린룸에 함께 반입해 생기는 사고, 화학물질을 과다하게 사용하는 오류를 방지하기 위해 제작한 제품입니다. 생산공정의 안전성을 높이고, 프로세스까지 간소화하는 장점이 있습니다. 젖 와이퍼는 부직포와 폴리에스터 원단 모두 적용 가능합니다.



#### Eco Wiper

에코 와이퍼는 젖 와이퍼에서 발생할 수 있는 문제를 보완한 제품입니다. 젖 와이퍼를 장시간 보관할 경우 화학물질에 포화된 와이퍼에서 섬유 소재가 용출될 수 있습니다. 이 경우 비휘발성 잔류물(NVR)과 추가 불순물 오염 발생 가능성이 있죠. 에코 와이퍼는 화학물질을 캡슐에 담아 와이퍼와 분리 포장한 제품입니다. 개봉 시에 화학물질이 와이퍼에 흡수되는 형태라 안전합니다. KM은 Eco Wiper에 대한 특허를 보유하고 있습니다.



#### Sterilized Wiper

제약, 바이오 산업에서는 주로 멸균실 형태의 클린룸을 운영하기 때문에 와이퍼 또한 멸균 상태로 클린룸에 반입해야 합니다. 초순수로 세탁하여 이온과 박테리아를 1차 제거하고, 감마선으로 재차 멸균하여 안전한



와이퍼입니다. 멸균 와이퍼는 폴리에스터와 부직포 원단, 드라이와 젖 상태 모두 적용 가능합니다.

#### Surface Preparation Wiper

표면처리한 와이퍼는 주로 페인팅, 코팅 또는 접착 작업 전후와 같이 표면을 깨끗하게 처리해야 하는 공정에서 사용됩니다. 주로 높은 청정도를 요구하는 클린룸보다는 페인팅과 코팅 공정이 많은 자동차 산업과 우주항공 산업에서 활용하고 있습니다.



클린룸 관리를 위해서는 작업자들이 걸어 다니는 바닥과 벽과 천장을 둘러싸고 있는 패널의 청결도 중요합니다. Mop과 Vacuum이 꼭 필요한 이유죠. 기기나 설비의 틈을 청소하기에 용이한 Swab 역시 클린룸에서 많이 쓰입니다.

#### Mop

클린룸의 바닥, 벽면, 천장 등에 붙어있는 오염을 제거하기 위해 사용합니다. 용도에 따라 PVA Pulp, 부직포, 면포, 멸균포 등을 함께 활용합니다. PVA Pulp는 물을 사용해 청소하기 용이하고, 부직포는 정전기를 이용해 이물질을 흡착합니다. 멸균포는 무균실의 바닥, 벽면, 천장 청소를 할 때 사용합니다.



#### Swab

100% 우레탄 폼, 폴리에스터 재질의 팁을



포함하고 있으며, 소형 모터의 베어링이나 HDD의 헤드 부분을 청소합니다. 기기나 설비의 틈새 오염을 제거하는데 탁월합니다.

#### Vacuum

클린룸 가동 설비에 사용하는 HEPA 또는 ULPA 필터가 다단계 구조로 장착된 청소기입니다. 0.3μm 크기의 입자를 효과적으로 여과하여 클린룸을 청소하는 데 사용됩니다. [KM](#)



<KM 와이퍼 라인업>

	Nonwoven Wiper	Polyester Wiper	Micro-denier Wiper	Eco Wiper
<b>Material</b>	Polyester+Cellulose Polypropylene	Polyester	Polyester+Nylon Polyester	Polyester+Nylon Polyester
<b>Fabric</b>	Nonwoven	Knit Woven	Knit Woven	Knit Woven
<b>Type</b>	Dry Pre-wetted	Dry Pre-wetted	Dry Pre-wetted	Dry to Wet
<b>Size</b>	6" x 6" 9" x 9" 12" x 12"	4" x 4" 6" x 6" 9" x 9" 12" x 12" 18" x 18"	6" x 6" 8" x 8" 9" x 9"	8" x 8"
<b>Edge Type</b>	Knife-cut	Sealed Edge Sealed Border	Sealed Edge Sealed Border	Sealed Border
<b>Used With</b>	Ethanol with DIW IPA with DIW	DIW Ethanol IPA	DIW Ethanol IPA	Ethanol Acetone
<b>Sector</b>	Semiconductors Electronics Pharmaceutical Healthcare	Semiconductors Electronics Pharmaceutical Healthcare	Semiconductors Electronics Opticals Automotives	Semiconductors Electronics
<b>Suitable Class</b>	ISO 5+ Class 100+	ISO 4+ Class 10+	ISO 4+ Class 10+	ISO 4+ Class 10+"
<b>Availabe Sterile</b>	○	○	○	

**클린룸 청소는 얼마나 자주 해야 하나요?**

패널로 구성된 클린룸 바닥과 클린룸 내 장비 및 작업대는 1일 1회 청소가 필요합니다. 작업자의 이동과 움직임에 가장 많은 영향을 받는 곳이기 때문이죠. 접촉이 적은 클린룸 벽은 평균적으로 분기마다 1회, 천장(ISO 청정도 클래스 2 이상)은 6개월에 1회 정도 진행합니다. 이 기준은 클린룸 용도, 사용 빈도에 따라 다를 수 있으며, 위험성 평가를 통해 기업마다 자체 기준을 설정하는 것이 바람직합니다. 청소뿐 아니라 주기적인 환기도 중요합니다.

ISO 14644 기준으로 ISO 청정도 클래스 2~5는 풍속으로 관리, ISO 청정도 클래스 6~7은 환기횟수로 관리합니다.

또한, 식품의약품안전처의 의료기기 클린룸 기준에 따르면, ISO 청정도 클래스 5는 600회 이상/hr, ISO 청정도 클래스 7은 20회 이상/hr, ISO 청정도 클래스 8은 10회 이상/hr 환기를 실시해야 합니다.

**와이퍼는 따로 보관하는 장소와 유효기간이 있나요?**

Wetted Wiper, Eco Wiper 제품에는 에탄올과 같은 위험 화학 물질이 첨가되어 있기 때문에 따로 지정된 구역(위험물 보관창고 등)에 보관해야 합니다. 유효기간은 와이퍼의 재질과 화학물질에 따라 달라질 수 있으나 일반적으로 Wetted Wiper는 3개월, Eco Wiper는 6개월로 권장하고 있습니다.

Dry Wiper는 초순수로 세탁해 입자가 제어된 고청정 섬유 제품으로, 오염 방지를 위해 클린룸에서 개봉 즉시 사용해야 합니다. 밀봉 상태로 보관 시 일반적인 환경에서 보관 가능합니다. KM 자체 검증을 통해 제품별로 유효기간을 설정해 놓았으며, Dry Type 기준 2년까지 보증하고 있습니다.



# Q.10

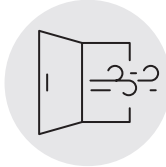
## 클린룸 인증(ISO 14644)을 받으려면 어떤 테스트를 거쳐야 하나요?

국제적으로 통용되는 ISO 14644 인증은 공기부유입자의 농도를 일정 수준 내로 유지하는 기능을 평가하는 지표로, 입자, 풍량/풍속, 공기 차압, 온도, 습도 관련 테스트를 거칩니다.

클린룸의 장비 및 시스템은 국내 및 국제 클린룸 표준에 따라 계획되고, ISO 14644 인증 및 주기적인 재인증을 받으며 청정함을 유지해야 합니다. 인증을 받았다는 것은 실내에 존재하는 유기체 및 오염 물질의 수를 엄격하게 모니터링하고 있음을 의미하죠. 이는 고품질 생산과 고객 신뢰의 바탕이 됩니다. 국제적으로 통용되는 ISO 14644 인증은 아래 11개의 테스트를 거칩니다. [KM](#)



**공기 차압 시험**  
클린룸과 사용 환경 사이에 지정된 차압을 유지하는, 공기 이동 시스템의 성능을 확인하는 시험



**풍량/풍속 시험**  
단일 방향류와 비단일 방향류의 클린룸, 또는 청정 구역으로 유입되는 급기 풍량을 측정하는 시험



**회복 시험**  
클린룸, 또는 청정 구역이 공기 부유 입자의 공급원에 잠시 노출된 후, 한정된 시간 내에 특정 청정도 등급으로 복귀할 수 있는지 여부를 확인하는 시험



**온도 시험**  
시험 대상 지역의 사용자에게 의해 지정된 특정 기간의 공기 온도 수준이 제어 한계 이내인지 확인하는 시험





**습도 시험**

시험 대상 지역의 사용자에게 의해 지정된 특정 기간의 습도(상대 습도 또는 이슬점으로 표현) 수준이 제어 한계 이내인지 확인하는 시험



**필터가 설치된 시스템의 누설 시험**

공기 필터 시설에 우회적인 누설이 없음을 확인하여, 최종 고효율 공기 필터 시스템이 적절하게 설치되었는지, 필터의 결함이 없는지 확인하는 시험



**입자 시험**

일정시간 동안 클린룸 공기 내 입자의 양과 크기를 확인하는 시험

**KM이 보유하고 있는 인증은 어떤 것들이 있나요?**

클린룸 인증인 ISO 14644 인증을 보유하고 있습니다. 그 외 ISO 9001·14001·45001·13485, IATF 16949, Kosha 제품 안전 인증, GRS 인증을 보유하고 있습니다.



**품질경영시스템** | 모든 산업 분야 및 활동에 적용할 수 있는 품질경영시스템의 요구사항을 규정한 국제표준. 제품 또는 서비스의 실현 시스템이 규정된 요구사항을 충족하고 있음을 제3자가 객관적으로 인증해 주는 제도.



**재활용 섬유 인증** | 섬유 원료 및 의류 생산에 재활용 원료가 사용되었음을 증명하기 위한 인증 기준. 20% 이상의 리사이클 원료를 함유한 제품을 대상으로 함.



**안전보건경영시스템** | 사업주가 자율경영방침에 안전보건정책을 반영하고, 이에 대한 세부 실행 지침과 기준을 규정화하여, 주기적으로 안전보건계획에 대한 실행 결과를 자체평가 후 개선하도록 하는 자율안전보건체계.



**환경경영시스템** | 기업이 생산하는 제품이나 제공하는 서비스 및 각종 운영활동을 관리하는 시스템의 일부로, 조직의 모든 활동이나 제품, 서비스와 관련된 환경영향들을 체계적으로 관리하기 위한 시스템

**인증 관련 정보를 열람하거나 상담할 수 있는 곳이 있나요?**

산업통상자원부 국가기술표준원에서 운영하고 있는 '1381 인증표준정보센터 (전화번호: 국번 없이 1381 / 홈페이지: www.1381call.kr)'를 소개합니다. 국내 512개 법·민간인증, 124개국 583개 해외인증, 과기부 등 17개 부처 강제·권고표준 및 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 국제전기통신연합(ITU) 등 국제표준 정보제공 및 애로상담을 지원하고 있죠. 누적 상담 건수가 57만 건(2024년 1월 기준, 연간 6만여 건)으로 2014년 3월부터 현재까지 기업의 인증·표준 관련 전문 상담창구 역할을 해오고 있습니다.

**전화 상담**

국번 없이 1381  
➔ 국내외 인증 및 표준정보 제공

**인터넷 상담**

1381 인증표준정보센터 홈페이지를 통해 시험·표준·인증에 대한 상담 신청  
➔ 3일 이내에 홈페이지를 통해 관련 답변 제공

**전문가 상담**

심층 상담이 필요한 경우, 국내 다양한 기관과 협업하여 외부 전문상담원 통한 상담서비스 제공  
➔ 센터 홈페이지를 통한 신청 및 결과 확인

**해외인증 자료조사**

수출에 필요한 국가별, 품목별 적용 강제규제 또는 특정인증에 대해 맞춤형 자료를 조사·무료 제공  
➔ 센터 홈페이지를 통한 신청 및 결과 확인

**기술인증 행정지원서비스**

NEP-NET 등 기술인증에 필요한 인증대상여부 사전확인 및 인증절차 안내/상담, 인증 신청 전 체크리스트를 활용한 사전 준비사항 확인, 인증신청 관련 서식 등 행정지원  
➔ 센터 홈페이지를 통한 신청 및 결과 확인

# TECHNOLOGY TO ACHIEVE ZERO CONTAMINATION



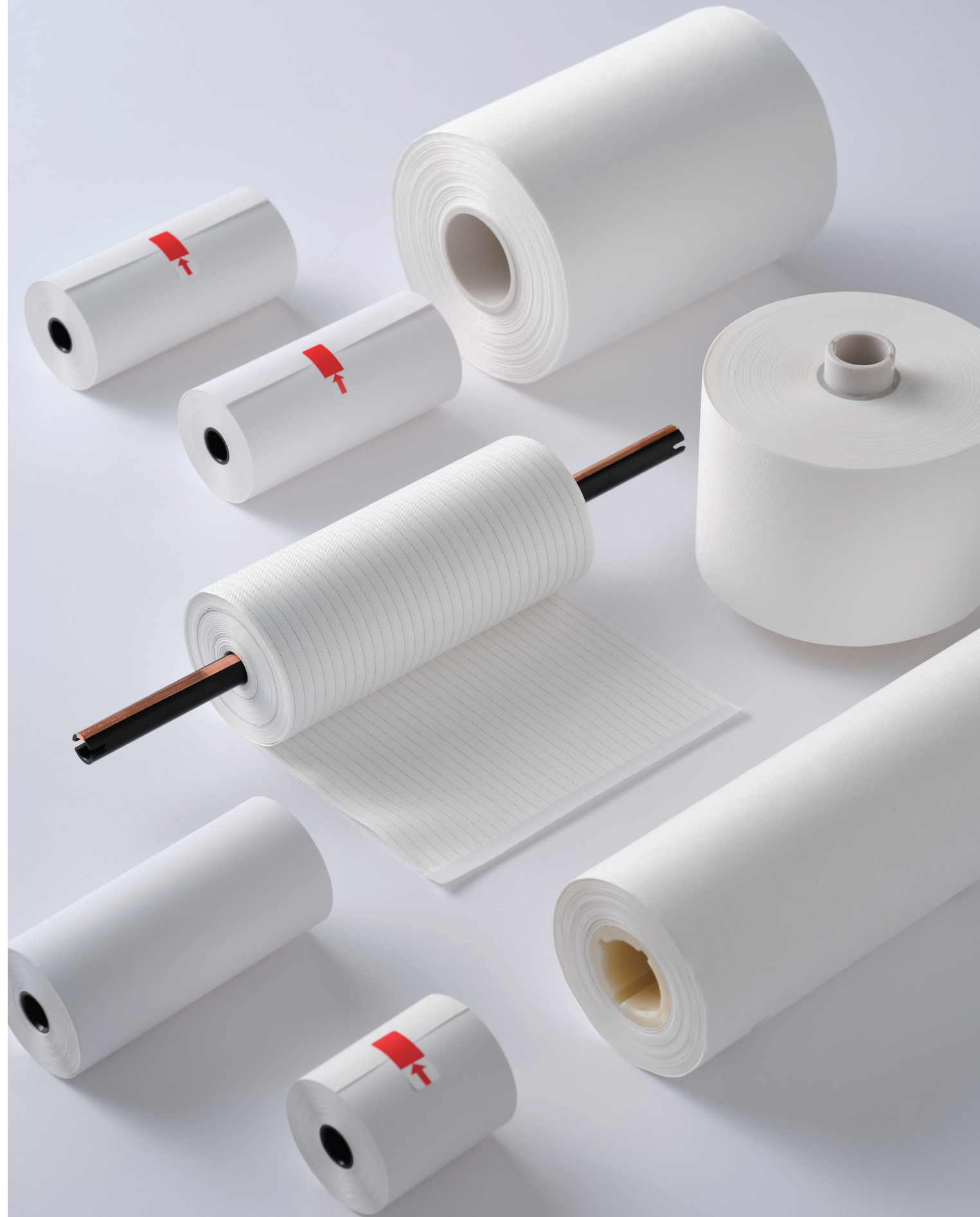
# CLEANROOM DICTIONARY

## 클린룸 용어 사전

	<p><b>청정(Clean)</b> 먼지와 오염이 없는 깨끗한 상태.</p> <p><b>청정도(Cleaness)</b> 클린룸 내 공기 중에 포함된 먼지나 오염의 정도. 정해진 공기 체적당 입자 수준에 따라 등급이 나뉜다.</p> <p><b>청정실(Cleanroom)</b> 공기 중 부유 입자의 농도를 제어하고 입자의 유입, 생성 및 체류를 최소화할 수 있는 방을 의미하며, 온·습도 및 압력 등이 필요에 따라 제어되는 공간을 말한다.</p> <p><b>청정등급(Class)</b> 청정실의 청정도를 구별하기 위한 규정.</p> <p><b>클래스 10(Class 10)</b> 1 입방피트(ft<sup>3</sup>) 당 크기가 0.5µm 이상인 입자 개수가 10개 이하인 청정도 등급.</p> <p><b>클래스 100(Class 100)</b> 1 입방피트(ft<sup>3</sup>) 당 크기가 0.5µm 이상인 입자 개수가 100개 이하인 청정도 등급.</p> <p><b>입자(Particle)</b> 정의된 물리적 경계를 가진 미세한 물질의 조각을 일컫는다.</p>	<p><b>입자 농도(Particles/m<sup>3</sup>)</b> 공기의 단위 체적당 포함된 입자 수를 말한다. 클린룸에서 공기의 입자 농도는 주로 개별 입자계수기를 통하여 측정하고, FED-STD-209E에 의한 클래스(Class) 표현법이나 ISO 14644의 ISO 청정도 클래스(Class) 표현방법으로 표기한다.</p> <p><b>개별 입자계수기</b> 특정 유량에서 개별입자의 수와 크기를 표시하고 기록할 수 있는 측정 기기이다.</p> <p><b>먼지(Dust)</b> 고체 물질이 물리적 파쇄과정에 의해 발생시킨 작은 입자.</p> <p><b>오염(Contamination)</b> 물체나 물질의 본래 기능이나 성능 등에 나쁜 영향을 주거나, 공정, 제품의 기능, 신뢰성 등에 결함을 일으키는 모든 것.</p> <p><b>공기부유입자</b> 일반적으로 1~100µm의 크기를 갖고 공기에 부유하는 중식성 또는 비중식성 고체 또는 액체 물질(또는 복합물)을 말한다.</p>
--	---	---

<p><b>공기 중 분자 오염(AMC, Airborne Molecular Contamination)</b> 클린룸 또는 제어 환경에서 제품, 공정 또는 장비에 나쁜 영향을 미칠 수 있는 분자 물질이 클린룸 또는 제어환경의 공기 중에 있는 상태를 의미한다.</p> <p><b>방진복(Smock, Clean Garment)</b> 몸에서 발생하는 먼지가 청정실로 빠져나가지 않게 막기 위한 작업복.</p> <p><b>Associate FAB</b> 실제로 웨이퍼(Wafer)를 이용하여 작업하는 지역 외에 장비를 두거나 작업할 수 있도록 준비하는 장소로, 청정도 유지가 상대적으로 덜 중요한 지역.</p> <p><b>초순수(DI Water, De-ionized Water)</b> 수소와 산소 이외에 아무것도 포함하지 않은 물. 물속 무기질, 미립자, 박테리아, 미생물 등 모든 물질을 제거하는 고도의 정제과정을 통해 만들어지며 이온 성분까지 제거한다. 초순수는 작업자 손의 먼지를 씻어내는 데 쓰일 뿐 아니라, 반도체 제조에서 사용하는 용수 중</p>	<p>50%에 달하는 물이다. 식각 공정 이후 웨이퍼를 깎고 남은 부스러기를 씻어내거나, 이온 주입 공정 이후 남은 이온을 씻어내고, 웨이퍼 연마나 절단 시에도 활용한다.</p> <p><b>역삼투압한 물(RO water, Reverse Osmosis)</b> 역삼투압처리 장치로 압력을 가해 염분을 걸러내고 여과해서 만든 물. 순도는 초순수보다 떨어진다.</p> <p><b>고성능필터</b> 계수법으로 평가하는 극미세한 입자를 제거하기 위한 에어필터로, HEPA 필터와 ULPA 필터로 분류한다. HEPA 필터는 고효율 미립자 공기 필터이며, 0.3µm 미세입자를 99.97% 제거한다. ULPA 필터는 초고성능 정화 필터로, 0.12µm 미세입자를 99.99% 제거한다. HEPA 필터보다 10배 이상의 효율이 있다.</p> <p><b>액세스 플로어 (Access Floor)</b> 수직 단일방향류 방식 클린룸은 콘크리트의 바닥 위에 지지대나 기둥을 세우고 그 위에 바닥을 재설치한 2중 구조로 만든다. 이를 액세스 플로어라 부른다. 수많은</p>	<p>설비의 전선이 노출되면 청정도에 영향을 미치기 때문에 유지 관리 및 보수의 편의를 위해 액세스 플로어로 설계한다. 액세스 플로어의 바닥재로 쓰이는 소재는 알루미늄 다이캐스트, 스틸 등이 있다.</p> <p><b>격리장비</b> 정해진 공간의 내부와 외부를 확실하게 분리시키기 위하여 구조적 도구를 사용하는 장비. 특정 산업에 사용되는 격리 장비로는 청정공기 후드, 폐쇄 용기(Containment Enclosures), 글로브박스(Globe Box), 격리장치(Isolator), 국소청정화장치(Mini-Environment) 등이 있다.</p> <p><b>공기 조화기(AHU, Air Handling Unit)</b> 기계장치를 이용하여 실내의 온도, 습도, 기류, 냄새, 유독가스, 세균 등의 조건을 실내에 있는 사람, 동물 또는 물품 등 소요 환경 조건에 알맞게 조절하는 장치이다. 일반적으로 공기를 조화 공급하는 장치, 공기를 흡입하여 조화 공기로 변화시켜 송풍하는 기기, 조화기 내부에 공기정화·냉각감습·가습·가열</p>	<p>등의 기능을 지닌 각종 기기로 구성돼 있다.</p> <p><b>외조기(OAC, Out Air Handling Conditioner)</b> 공기 조화기의 일종으로 환기되는 공기 없이 외부 공기뿐만 아니라 배기 및 클린룸 양압 유지를 위한 공기를 클린룸에 적합하도록 온·습도 및 청정도를 맞추어 공급하는 장치. 외기 조화기 줄여서 외조기라고도 한다.</p> <p><b>덕트</b> 공기나 기타 유체가 흐르는 통로를 말하며, 공기가 흐를 경우 풍도라고도 한다. 단면이 직사각형이나 원형으로 된 것을 주로 사용하지만, 간혹 타원형을 활용하기도 한다.</p> <p><b>에어샤워(Air Shower)</b> 클린룸 입구에 설치된 공간으로, 사람이 입·퇴실할 경우 반드시 통과해야 하는 장소다. 클린룸 내 공기와 클린룸 외 공기가 직접 섞이지 않게 하기 위한 에어록(Air Lock) 효과가 있고, 입실 시 작업자의 의복에 부착한 먼지를 제거하는 용도로도 이용한다. 에어록 효과 유지를 위해 양쪽 문이 동시에 열리지 않도록 인터록 기능을 갖추고 있는 것이 일반적이다.</p>
---	--	---	---

<p><b>파티션(Partition)</b> 설비 중요 부분을 칸막이로 막아 외부로부터 오염 입자의 침입을 방지해주는 건축 자재. 클린룸의 정전기 특성을 고려하여 일반 아크릴이 아닌 정전기 방지용 도전성 재질을 사용한다.</p> <p><b>패스 박스(Pass Box)</b> 클린룸 내부와 외부로 물품을 주고받을 경우에 이용하는 관통 박스로, 안쪽과 바깥쪽에 각각 문이 달린 겹문 형태다. 문은 동시에 개방하지 않도록 설계돼 있다. 박스를 이용한 단순한 구조의 타입이 주로 이용되지만, 청정 공기를 순환하거나 UV 살균을 설치하기도 한다.</p> <p><b>EFU(Equipment Fanfilter Unit)</b> M/E(Mini Environmant) 방식 생산설비의 내부 환경유지를 위하여 환기 횟수와 청정도를 유지하고, 설비 외부 간 차압 유지를 위해서 설치한다. 팬과 필터가 결합돼 있다. 천장뿐 아니라 장비에도 설치하므로 수직형태가 될 때도 있다.</p> <p><b>FFU(Fan Filter Unit)</b> 클린룸 내부 온·습도 유지, 환기횟수 및 청정도 유지,</p>	<p>클린룸과 외부 간의 차압 유지를 위해 설치한다. 팬과 필터가 결합되어 있다. 천장에 설치해 천장에서 바닥으로 하강형태의 수직기류를 생성한다.</p> <p><b>T.A.B(Testing, Adjusting &amp; Balancing, 시험·조정·균형)</b> 각종 설비가 설계대로 시공 및 운전하고 있는지를 측정하여 문제점 및 해결방안을 제시하는 활동. 시스템이 최적상태로 운전하도록 에너지 절감 및 장비수명을 향상시킨다.</p> <p><b>샘플링</b> 공기 중의 오염물질 농도를 측정하기 위한 시료로, 공기를 모으는 작업.</p> <p><b>등속 샘플링</b> 샘플 프로브의 입구로 들어가는 공기의 평균속도가 측정점에서 단일방향의 평균 속도와 동일한 샘플링 조건.</p> <p><b>동속 샘플링</b> 샘플 프로브의 입구로 들어가는 기류의 방향이 샘플링되는 단일방향의 방향과 동일한 샘플링 조건.</p>	<p><b>비등속 샘플링</b> 샘플 프로브의 입구로 들어가는 공기의 평균 속도가 측정점에서 단일방향류의 평균 속도와 크게 다른 샘플링 조건.</p> <p><b>측정 단면</b> 풍속, 입자 농도와 같은 성능 인자를 시험하거나 측정하기 위한 단면.</p> <p><b>커미셔닝(Commissioning)</b> 청정실을 규정한 바와 같이 정확한 기술적 운전애 맞추기 위해, 체계적으로 수행되는 문서화된 일정의 검사, 조절 및 시험을 말한다.</p> <p><b>공기연령 (Air Age)</b> 일반실에서 공기연령은 디퓨저로 공급된 공기가 실내 임의의 지점까지 도달하는데 걸리는 평균 시간을 말한다. 클린룸에서 공기연령은 HEPA 이상 성능의 필터를 통과한 청정한 공기가 클린룸 내 임의의 지점으로 도달하는데 걸리는 평균시간을 의미한다. 완벽한 단일방향류(Displacement Flow)에서는 클린룸 평균 공기연령이 환기 횟수 역수의 1/2배와 동일한 값을 갖게 되고, 완전 혼합(Perfect Mixing)의</p>	<p>비단일방향류에서는 환기 횟수의 역수와 동일한 값을 갖는다. <a href="#">KM</a></p> <p><b>출처</b> &lt;클린룸 공조에너지 최적화 운용가이드, 산업통상자원부, 대한상공회의소 지속가능경영원, 한국전자정보통신산업진흥회, 2014.02.&gt; &lt;클린룸의 설계·시공 매뉴얼, 일본 공업출판(주), 2011&gt; &lt;전자업종 제조지원 설비(클린룸) 현황조사 및 에너지 절감 방안 연구 결과 보고서&gt;</p>
---	--	--	--



**클린룸에 관한 10가지 질문들**  
**10 Essential Questions About Cleanrooms**

---

기획 및 제작 포니테일 크리에이티브  
사진 박재홍

이 책의 저작권은 KM에 있습니다.  
KM의 사전 허가 없이 책 내용의 무단 전재 및 재배포를 금합니다.

# 10 ESSENTIAL QUESTIONS ABOUT CLEANROOMS

