

## 금속과 전자 부품의 수성세척의 핵심 절차

# Key Procedures and Aqueous Cleaning Agents for Metal and Electronic Component Cleaning

### 세척 절차

#### CLEANING PROCEDURES

#### 세척제와 세척절차의 기본적인 다양성을 조합하는 효율적인 세척방법

정밀(precision) 또는 중요(critical) 세척은 세척대상표면의 성능에 문제를 야기하는 까다로운 잔류물이 있을 때 적용된다.

일반 산업 영역에서 정밀중요세척은 전자부품세척, 코팅 또는 본드 공정 전의 표면준비 등을 포함한다. 최근까지 이런 중요 세척에 휘발성 용매, 부식성 화학물질, 그리고 수성 세척제를 사용하고 있다. 오늘날의 위험물질에 민감한 작업장에서는, 많은 회사들이 휘발성 용매와 부식성 화학 세척제를 사용하는 것을 재검토하고 있다.

올바른 수성 세척 기술을 이용함으로써, 중요세척의 일부를 포기하지 않고도 위험성을 최소화하는 것이 가능하다. 현재의 많은 수성 세척제들은 솔벤트(용매) 세척 시스템과 같은 세척성능을 보여주거나 그 이상의 결과를 보여주기도 한다.



### 품질을 위한 품질

#### Qualities for Quality

전자부품, 조립, 정밀부품, 그리고 금속표면들을 세척하는 데 중요한 요구사항은, 제품을 차후에 사용하는 과정에 간섭하는 잔류물을 제거하고 세척된 표면의 처리방법이다. 세척방법은 반드시 부품에 비부식성이어야 한다.

전자부품의 경우, 이는 전도성 잔류물을 남길 가능성이 없는 세척방법이나 세척제를 사용하는 것을 의미한다.

금속 세척의 경우, 이는 표면에 남아서 추가적인 표면처리공정을 방해하게 되는 미량 유기물질(trace organics), 산화물 또는 입자들을 제거하는 세척방법이나 세척제를 사용하는 것을 의미한다.

선택된 세척제는 뛰어난 프리-린싱(free-rinsing) 품질을 보여주어야 한다.

특히 전자제품군을 세척하는 경우에는, 부적절한 행금으로 인해 전도성 잔류물이 남는 것을 막기 위해 금속 양이온 성분을 포함하지 않는 세척제를 사용해야 한다.

실재, 고객들은 자신들이 세척하려는 오물과 표면에 적합한 세척제와 사용하고자 하는 세척방법에 적합한 세척제를 일정 범위의 세척제에서 선택하는 것이 가능해야 한다.

(표 1. 참조)

Application Key Concerns	What Are You Cleaning?	How Are You Cleaning?	세척제 특성	Recommended Cleaner	
				Powder	Liquid
<b>Metalworking/ Precision Manufacturing</b> 정밀 가공 •부품 세척 •취발성 용매, 강산 및 기타 위험 화학물질 사용 기피	유리, 세라믹, 자기, 스테인리스 스틸, 플라스틱, 고무, 오일 화학물질, 입자	수동, 초음파, 침지	약알칼리성	ALCONOX	LIQUINOX
		기계 세척기, 동력 세척	저기포 알칼리성	ALCOJET	SOLUJET
	알루미늄, 황동, 구리, 그리고 기타 부드러운 금속 부품, 오일, 화학물, 미립자 (산화물, 염, 버핑 화학물을 위한 산).	기계 세척기, 동력 세척	약알칼리성 또는 약산	ALCOJET TERGAJET(p-free)	LIQUINOX-base CITRANOX-acid
		수동, 초음파, 침지	알칼리성 또는 저기포 산	ALCONOX TERGAJET(p-free)	SOLUJET-base CITRAJET-acid
	무기물, 금속 복합물, 미량 금속 및 산화물, 산화물 조각, 염, 금속 광택.	부품 세척기, 동력 세척	약산		CITRANOX
		수동, 초음파, 침지	저기포 약산		CITRAJET
	실리콘 오일, 금형 이형제, 버핑 컴파운드	수동, 초음파, 침지	약알칼리성	ALCONOX	CITRANOX
부품 세척기, 고압 스프레이		저기포 알칼리성	ALCOJET	SOLUJET	
폐기하기 까다롭거나 조금 어려운 기질	수동, 초음파, 침지, 기계 세척, 고압 스프레이	중성 Ph		LUMINOX (Neutral pH)	
<b>Electronics</b> 전자기기 •전도성을 가진 잔류물 제거 •CFCs 기피 •세척 기준 통과	회로판, 조립품, 스크린, 부품, 전도성 잔류물, 수지, 로진, 땀질용 용제, 입자, 염.	수동, 초음파, 침지, 기계세척기, 파워스프레이판 및 스크린 세척기	이온 없는 알칼리성		DETERGENT 8
		세라믹 절연체 및 부품.	수동, 초음파, 침지	약알칼리성	ALCONOX
	부품 세척기		저기포 알칼리성	ALCOJET	SOLUJET

[표 1. 알코낙스 세척제 어플리케이션]

전자제품 또는 금속을 세척하기 위한 대체제로서 수성세척제를 테스트하기 전에, 현장에서 적용할 수 있는 몇 가지 기본적인 절차를 이해하는 것은 매우 중요하다. 대표적으로 정밀-장비 세척을 위한 수성세척절차를 약자로 BATH-OCARD 라고 기억한다.

1. Before cleaning conditions 세척 전 환경
2. Agitation 교반
3. Time 시간
4. Heat 열
5. Orientation of the parts being cleaned 세척될 부품에 대한 오리엔테이션
6. Chemistry used 사용할 화학물질
7. After cleaning treatment 세척 후 처리
8. Rinse 헹굼
9. Drying 건조

## 세척 전

### Before Cleaning

세척하기 전의 상태는 세척에 영향을 줄 수 있다. 대개 잔류물이 표면에 건조되어 말라붙지 않게 한다면, 보다 쉽게 세척할 수 있다. 만약 잔류물이 건조되어 붙는 경우, 본세척 공정 전에 사전-침지 세척을 실시함으로써 세척을 보다 쉽게 할 수 있다.

## 세척제와 세척방법의 균형

### Detergent/Method Matchup

사용될 세척제는 사용할 세척방법, 세척표면, 오물의 종류와 조화를 이뤄야 한다.

예를 들어, 적은 거품의 세척제는 스프레이 세척 시스템에 사용하고, 강한 유화/침윤력이 있는 세척제는 수동세척에 적용해야 한다.

세척제, 온도 그리고 교반의 정도는 세척할 기질에 손상을 주지 않고 원하는 세척수준으로 오물을 제거할 수 있을 만큼 충분히 강해야 한다.

간섭을 주는 잔류물을 남기지 않고 효과적인 세척이 가능하도록 세척제가 제보되어야 한다는 점은 매우 중요하다. 이 품질은 계면활성제와 비非침전헹굼제의 사용에 달려있다. 계면활성제는 세척제가 목표로 하는 오물의 종류에 효과적인 것을 선택해야 한다. 적절한 헹굼작업을 지원하기 위해서는 오물의 성질을 낮출 수 있는 효율적인 표면장력을 가지고 있는 세척제를 사용해야 한다. 1 센티미터당 35 dynes 의 표면장력을 지닌 세척제가 전형적으로 헹굼공정의 품질을 높이는 효과적인 수치이다.

비침전 헹굼제는 중요세척의 헹굼요구에 부합하여 좋은 세척제를 만드는 데 도움을 준다. 프리-린싱 세척제의 혼합 공식에서 확인할 수 있듯이, 이 성분은 물자국 형성을 막아주고, 막형성을 증진시키고, 잔류물 제거 능력을 극대화하는 헹굼공정을 돕는다.

## 교반

### Agitation

교반은 비非-교반(침지), 수동세척(천, 스폰지, 브러시 사용), 초음파세척, CIP 시스템에서의 FLOW 세척(파이프, 탱크, 튜브), 스프레이 세척(예를 들어 식기세척기), 그리고 고압 스프레이 세척 등으로 특성을 말할 수 있다.

일반적으로, 더 많은 교반은 오물을 더 효과적으로 세척하도록 도와준다.

사전-침지를 통해서 보다 세척의 효과를 높일 수 있는데, 특히 오물이 말라있거나 찬 경우에 사용한다. 가능하다면 오물이 마르기 전에 그리고 타서 표면에 눌러 붙기 전에 세척을 하는 것이 가장 이상적이다.

작업이 요구하는 시간과 세척될 부품의 수량에 따라 교반의 방법도 다른 것을 선택해야 한다. 만약 대량의 부품을 단시간에 세척해야 하는 경우라면, 공격적인 세척제와 함께 스프레이 세척시스템을 적용하는 경우가 많다. 소량의 배치(batch; 단위공정)의 경우 또는 일정한 양이 생산되는 연속적인 단위 공정의 경우에는, 부드러운 세척제를 사용하여 초음파 침지 세척하는 방법을 선택하기도 한다.

## 온도

### Temperature

일반적으로, 높은 온도의 세척제를 사용하면 더 높은 세척 결과를 기대할 수 있다.

실제로, 세척의 변수들의 조합에 따른 전형적인 최적화된 온도가 있다. 많은 침지, 수동 그리고 초음파 세척방법은 50°C 에서 55°C 사이의 온도에서 최적의 세척결과를 얻을 수 있다.

스프레이 세척의 경우, 60°C 에서 70°C 사이의 온도가 최적의 온도이다.

왁스나 오일 오물들은 보다 높은 온도에서 더 쉽게 세척할 수 있다. 입자 오물은 다소 낮은 온도에서 더 세척이 잘 된다.

물론 이러한 온도들은 광범위하게 일반화된 법칙들이다. 이 온도들이 항상 절대적이거나 실용적인 최적의 온도는 아니다. 왁스나 오일 오물이 묻어 있는 세척대상의 표면이 최적의 온도를 견딜 수 없을지도 모른다.



초음파 세척조에 넣어서 사용하는 경우에는, 수성 세척제는 프레온 만큼이나 공격적인 세척능력을 보여준다. 프레온 처럼 금속-할로겐 전구의 니켈 도금 철사 구조 프레임 세척하는 과정에서 오존층을 파괴하는 문제를 야기하지 않는다.

## 세척 시간

### Cleaning Time

일반적으로, 세척시간이 길수록, 보다 철저한 세척이 가능하다.

유화(emulsifying), 용해(dissolving), 현탁(suspending) 그리고 침투(penetrating)와 같은 많은 세척 메커니즘은 모두 세척 시간에 의존한다.

세척이 종료되는 시점에 따라, 더 많은 시간을 할애할 수록 더 높은 세척 효과를 거둘 수 있다. 교반을 늘리고 더 공격적인 세척제를 사용하며 온도를 높여줌으로써 세척시간을 가속할 수 있다.

만약 세척대상이 너무 민감하거나 세척에 필요한 장비가 없기 때문에 교반, 세척제 또는 온도를 높일 수 없다면, 원하는 세척 수준을 달성하기 위해서는 더 많은 세척시간이 요구된다.

수동세척방법으로 할 경우 수 분이 걸리고, 스프레이 세척으로는 수 초면 가능한

세척작업을 원하는 세척 수준을 달성하기 위해 수시간 또는 밤새 침지작업을 해야 할 수도 있다.

장시간의 세척이 세척 대상을 부식시키거나, 약하게 만들고, 부풀게 만드는 경우도 있다. 최적의 세척 시간은 특정 기질, 온도, 세척방법 그리고 세척제 등을 고려하여 결정되어야 한다.

## 헹굼

### Rinse

중요세척을 하기 위해서, 헹굼 공정은 가장 중요한 절차이다. 생산공정, 사용환경에 따라, 정밀전자와 금속 부품은 세척 전 공정에서 심각하게 오염된 상태인 경우는 드물다. 부품 또는 장비의 성능을 방해하지 않는 수준으로 오염 또는 잔류물의 수준을 낮추는 것이 이 공정에서의 세척 목표이다.

수성 세척 방법으로, 세척대상 표면이 만나게 되는 마지막 물질이 바로 헹굼액 (rinse water)이다. 철저한 헹굼작업을 통해 세척과정에서 떨어져 나온 오물과 세척제 자체가 남기는 잔류물을 제거할 수 있다. 헹굼액에 남아있는 오염물질이 무엇이든 이 물질은 헹굼 후에도 남게 된다. 그러므로, 엄격한 세척을 요구할수록, 깨끗한 헹굼액이 더욱 요구된다.

표준 중요세척에서는, 수돗물로 우선 철저한 헹굼 작업을 한 뒤, 비이온수 또는 증류수 또는 정제수 등을 사용하여 다시 헹굼 작업을 하는 것이 효과적이다.

일반적으로, '철저한 헹굼'이란 사용된 세척액과 비슷한 양의 헹굼액으로 실시하는 헹굼작업을 3회 이상 시행하는 것을 의미한다.

예를 들어— 스프레이 세척 순환 공정이 5분이 걸렸다면, 스프레이 세척기 내에서 각 5분씩 3회의 헹굼 작업을 해야 한다는 의미이다.

스프레이 세척 순환 공정이 5분이 걸렸다면, 스프레이 세척기 내에서 각 5분씩 3회의 헹굼 작업을 해야 한다는 의미이다. 침지 또는 초음파를 통해 교반하는 헹굼공정은 드랙아웃 (dragout)을 줄이기 위해 계단식 역방향 헹굼 탱크를 사용하는 것이 좋다.

어떤 경우든, 헹굼액이 흐르지 않고 정제된 헹굼탱크 보다는, 물을 흘려보내고 교반 헹굼을 하는 것이 더욱 좋다. 높은 수준의 세척에서는 비이온수, 증류수 등의 특정한 물을 필요로 하거나 3배의 헹굼액 양을 필요로 하는 경우도 있다.



약 알칼리 수성세척제는 전자 센서의 진공압축기(vacuum dewars)가 요구하는 철저한 세척 요구에 적합하다. 진공을 방해하는 잔류물을 남기지 않고, 퓨즈 커넥터와 같이 약한 부품에 손상을 주지 않고 세척이 가능하다.

대부분의 클린룸, 전자 부품 그리고 전자회로(서킷보드)의 세척에는 비이온수가 수돗물이나 증류수 보다 선호된다. 비이온수는 민감한 전자 부품 표면에 전도성 잔류물을 띠는 금속이온을 남길 가능성이 낮기 때문이다. 금속 부품의 경우, 비이온수를 사용하여 헹굼 작업을 하면 칼슘, 마그네슘 또는 몰타늄으로 남는 염 성분을 줄일 수 있다.

### 까다로운 선택

#### Critical Choices

많은 세척제들은 손가락의 지문이 없어지게 할 만큼 강력하기 때문에, 피부의 오일을 제거하여 잠재적으로는 손을 거칠게 만들 수 있다. 제한된 접촉시간을 제공하는 스프레이 세척 공정에서 사용되는 기계 스프레이 세척에 사용되는 공격적인 세척제임은 사실이다. 그래서 광범위한 수동 세척 공정에는 보호장갑을 권장한다. 또한, 많은 세척제들은 안구를 자극하기 때문에, 보호안경 없이 작업해서는 안 된다.

중요세척에서는, 작업자의 안전에 대한 위협을 방지하고 환경을 보호하기 위해 세척 화학물질과 방법의 신중한 선택을 요구한다.

### 세척 절차, 잔류물 예방조치

#### Cleaning Procedures, Residue Precautions

어떤 세척제의 세척 절차든 모든 세척 절차는 세척액을 희석하는 것부터 시작된다. 세척액의 농도는 세척제 제조사의 지시에 따라 희석되어야 한다.

전형적으로, 따뜻한 물 (약 50°C) 또는 뜨거운 물 (약 60°C) 이 사용된다. 상온의 물도 사전-침지 과정에서는 허용된다. 까다로운 오물의 경우, 매우 뜨거운 물 (65°C 이상) 이 사용되어야 하며 농도는 두 배로 높여야 한다. 다음의 가이드라인은 일반적인 세척 절차이자 간접 잔류물을 제거하는 방법을 제시한다.

## 침지(담금)

### Soaking

침지 세척은 작은 세척물과 큰 용기의 안쪽을 세척할 때 적용된다. 또한 부품에 말라서 달라붙는 오물을 방지하기 위한 사전-처리 작업으로도 활용된다. 오염된 부품은 세척될 수 있는 특정 시간까지 침지탱크에 담글 수 있다. 또한 침지세척은 딱딱하게 말라붙은 잔류물을 사전-처리하거나 세척하는데 효과적이다.

침지를 통해서 세척하기 위해서는, 침지를 위해 권장하는 세척제를 사용해야 하고, 세척제 제조사의 지침에 따라 세척액을 희석해야 한다.

세척 대상물들은 공기와 세척액이 접촉하는 표면에서 침전물이 재점착되거나 에칭되는 현상을 막기 위해, 완전히 세척액 속에 담귀야 한다. 오물은 완전히 제거될 때까지 세척액에 담귀야 한다. 이 담금 시간은 몇 시간이 걸릴 수도 있다. 어떤 오일의 경우, 추가적인 교반 또는 와이핑(문지르기)를 하고 철저히 세척해야 한다.

### 수동 세척

#### Manual Cleaning

부품과 표면을 세척하는 작은 단위공정에서 사용된다. 세척대상은 세척액에 적시거나 담구고 또는 천과 스폰지 등으로 담구어 세척해야 한다.

마모를 일으키지 않는 스코어링(정련; scouring)을 위해서는, 희석되지 않은 세척제를 천 또는 스폰지에 적셔 문지른다. 천, 스폰지, 브러쉬, 또는 패드는 세척에 사용해도 된다. 수동 세척 후에는 철저한 헹굼작업을 실시한다. 보호장갑과 보호안경을 권장사항 또는 필수사항인 경우 반드시 착용한다.

### 초음파 세척

#### Ultrasonic Cleaning

초음파 세척은 부품을 대량 또는 반복적으로 세척하는 단위공정에 적용된다.

희석 세척액은 별도의 용기(컨테이너)에서 만들고, 초음파세척기의 탱크를 세척액으로 채운 뒤, 세척액에서 가스를 제거하기 위해 수분간 예비운전을 한다. 그 다음, 정확한 온도까지 세척액을 가열한다.

작은 세척대상물은 렉 또는 바스켓에 별도로 담아 세척기에 넣는다. 불규칙한 모양의 세척대상물은 초음파 트랜스듀서(주로 바닥에 위치)가 있는 쪽이 세척물의 긴 쪽의 면이 일직선으로 정렬되도록 놓는다. 그리고 부품이 세척될 때까지 세척기를 2 분에서 10 분간 운전한다. 초음파 세척 후에는 반드시 철저한 헹굼작업을 실시한다.

### 기계 세척

#### Machine Washing

기계 세척은 대량의 부품을 세척하는 경우에 적용한다. 정확한 사용을 위해서 기계에 대한 자세한 사항을 사전에 상담 받아야 한다. 기계 세척기에는 반드시 거품이 적은 세척제를 사용해야 한다.

전형적으로, 1 리터의 뜨거운(약 60°C) 세척 순환물에 10 g 또는 10 mL 의 세척제를 희석하여

사용한다. 일반적으로, 부품의 입구가 열려있는 방향을 스프레이 노즐을 향해 세척기 내에 적재한다. 좁은 목의 부품의 경우, 렉의 중앙에 배치하고, 이 부품의 세척을 위해 특별히 고안된 스프레이 노즐을 좁은 목 안으로 넣는다. 작은 세척물의 경우에는, 스프레이의 분사력에 의해 적재 장소에서 이탈하는 것을 방지하기 위해 바스켓에 담는다.

### 세척제를 선택하기 위한 핵심 질문

#### Key Questions to Determine Detergent

적합한 세척제를 선택하기 위해서는, 다음의 요소들을 고려해야 한다. 세척의 목적, 잔류물 제거와 청결도의 수준, 사용된 세척의 방법, 세척제의 성능 등이다.

다음에 적합한 세척제를 선택하기 위해 필요한 핵심 질문을 열거한다.



산성 수성세척제는 그리스 제거에 이상적인 세척제라는 것은 입증된 사실이다. 또한 비철 기계 부품 뿐만 아니라 황동을 광택하는 작업에도 유용하다.



구리의 물때를 제거할 때, 스테인레스와 니켈 합금 튜브관을 세척할 때, 산성 수성세척제는 전前헹굼단계에 세척제의 잔류물을 남기지 않고 효과적으로 세척할 수 있다.

1. 제거해야 하는 오염의 종류에 탁월한 세척력을 가지고 있는가?

넓은 범위의 유기 및 비유기 오염물은 계면활성제와 격리제의 혼합제를 함유한 약 알칼리 세척제로 쉽게 제거된다. 금속성 및 비유기성 오염의 경우, 산성 세척제로 쉽게 용해된다. 단백질계의 오염의 경우, 프로테아제 효소 세제로 효과적으로 분해된다. 방사능성 잔류물의 경우, 높은 킬레이트화 능력이 있는 세척제를 통해 쉽게 제거된다.

2. 프리-린싱(free-rinsing)이 가능한 세척제인가?

간섭을 하는 세척제 잔류물을 남기지 않고 헹굼이 가능한 제품인가?

3. 세척제는 이상적인 세척방법도 동시에 제공하는가?

4. 어느 정도의 위해 요소가 있는가?

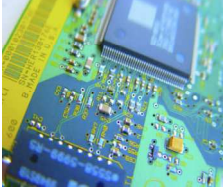
예를 들어, 인체 건강에 해로운 영향을 주는 높은 알칼리 또는 높은 산성의 제품인가?

부식성이 있는가? 오염과 반응하여 위해 물질을 만드는가? 가연성 또는 휘발성 제품인가?

세척제에 대한 MSDS 자료에 위와 같은 문제에 대한 사항이 기재되어야 한다.

세척제는 가능한 한, OSHA 표준과 Hazardous Substance List 29CFR 1910 subpart Z 의 위해 물질 목록에 나온 위험물질을 포함하고 있지 않아야 한다.





납땜 작업 후,  
수성세척제는 이온 및  
비이온 오염물과 사포닉  
플러스 잔류물을  
효과적으로 제거할 수  
있다.

5. 쉽게 처리가 가능한 제품인가?

어떤 세척제를 선택하든 처리가 쉽고, 바이오 등급의 환경에 안전한 제품이어야 한다. RCRA Hazard Classification(자원재생관리법의 유해물질 등급) 또는 EPA Priority Pollutants designation(미 환경국의 우선관리대상 오염물질 지정)의 위험물질이 포함되어서는 안 된다. 유해물질이 포함된 세척제를 사용하는 경우, 상당한 폐기물처리 비용이 든다.

6. 친 환경적(environmentally friendly)인 제품인가?

오존층 파괴 가능성에 대한 고려와 대기오염방지기본법(Clean Air Act Amendments)에서 규제하는 휘발성유기화합물(VOC)을 제한해야 한다. 미래의 규제 가능성 있는 물질에 대해서도 고려해야 한다.

7. 어느 정도의 경제성이 있는가?

세척제는 널리 적용이 가능하고 쉽게 구할 수 있어야 한다. 최고의 경제성을 위해서는, 농축 세척제의 경우 전형적으로 1:100 에서 2:100 의 비율로 희석하도록 개발된다.

### About the Author

저자 말콤 맥플린은 미국 알코낙스社의 부사장이다.

알코낙스는 수성세척제 분야에서 보건의료, 연구실 그리고 산업생산의 분야와 공정적용 등에서 선도적인 시장지위를 확보하고 있다. 저자는 세척제 연구와 수 십 년 동안 수성세척제의 개발과 적용을 컨설팅을 해왔으며, 콜럼비아 대학교 화학 석사이다.

### 문의

알코낙스 세척제의 적용 방법과 선택, 그리고 세척밸리데이션에 관한 문의는 삼보교역상사로 해주십시오. 삼보교역상사는 30 여 년간 알코낙스의 한국독점대리점으로, 알코낙스 연구진과 효율적인 커뮤니케이션을 하고 있습니다.

삼보교역상사  
02-2275-1115 | [www.SAMBOi.kr](http://www.SAMBOi.kr) | [young@samboi.co.kr](mailto:young@samboi.co.kr)