

ACE 1100 IMR-MS

APPLICATION NOTE



공기청정기
필터 검증



스크러버
실시간 모니터링



방독면 필터
성능 검증



CWA 분석



ACE 1100 IMR-MS

Ion Molecule Reaction Mass Spectrometer





공기청정기 유해가스
제거효율 시험



유해가스 제거장치
Scrubber 효율 모니터링



방독면 필터 성능 시험



화학작용제(CWA) 분석 시험

ACE 1100 IMR-MS(Ion Molecule Reaction Mass Spectrometer)는
유기화합물의 정성, 정량분석에 최적화된 질량분석기입니다.

약한 화학적 이온화(soft CI)법을 사용하여 분석대상 분자를 모분자 그대로 이온화하거나
분자 조각화를 최소화하여 명확한 질량 스펙트럼을 얻을 수 있습니다.

전처리 단계가 필요했던 다른 장비와는 달리 직접적인 시료 도입을 통한
빠른 분석 시간으로 명확한 데이터 결과를 실시간으로 확인할 수 있습니다.

ACE 1100 IMR-MS는
뛰어난 정밀도와 반복성으로 빠른 분석 속도와 높은 분석 감도를 제공합니다.
또한, 사용자 친화적인 소프트웨어를 제공하여 분석 결과를 효율적으로 처리할 수 있습니다.

Application Note

공기청정기



**공기청정기
유해가스
제거효율 시험**

한국소비자원에 따르면 시중에 판매되고 있는 공기청정기는 제품에 따라 주요 성능에 차이가 있다. 그중 유해가스 제거 및 탈취성능을 측정된 결과, 암모니아, 톨루엔, 포름알데히드, 아세트알데히드, 초산 등 5개 가스 평균 제거율은 모든 제품이 관련 기준을 충족했지만, 성능은 제품에 따라 상이했다.

현행 한국 유해가스 제거효율 테스트는 단체 표준 시험방법인 SPS-KACA002-0132:2022를 따르고 있으며 (한국공기청정협회), 본 시험방법에서는 Gas cell이 있는 FT-IR 또는 그 이상의 정도를 가지는 장비를 사용하도록 규정하고 있다. 국내에서 적용 중인 분석 대상 성분 및 초기농도 값은 표 1과 같다.

표 1. SPS-KACA002-0132:2022 분석대상 성분 및 농도

| 분석대상 성분 | 암모니아 (NH ₃) | 톨루엔 (C ₇ H ₈) | 포름알데히드 (HCHO) | 아세트알데히드 (CH ₃ CHO) | 초산 (CH ₃ COOH) |
|---------|-------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------|
| 농도 | 10 ppm | 10 ppm | 10 ppm | 10 ppm | 10 ppm |

미국의 경우는 가전제품 제조업체 협회인 Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM)의 표준시험법인 AHAM AC-4-2022 (Chemical Reduction)의 개정을 통해 실시간 질량분석법을 표준시험법에 포함하였고 그에 따른 분석 대상 성분 및 농도를 표 2와 같이 지정하고 있다.

표 2. AHAM AC-4-2022 분석대상 성분 및 농도

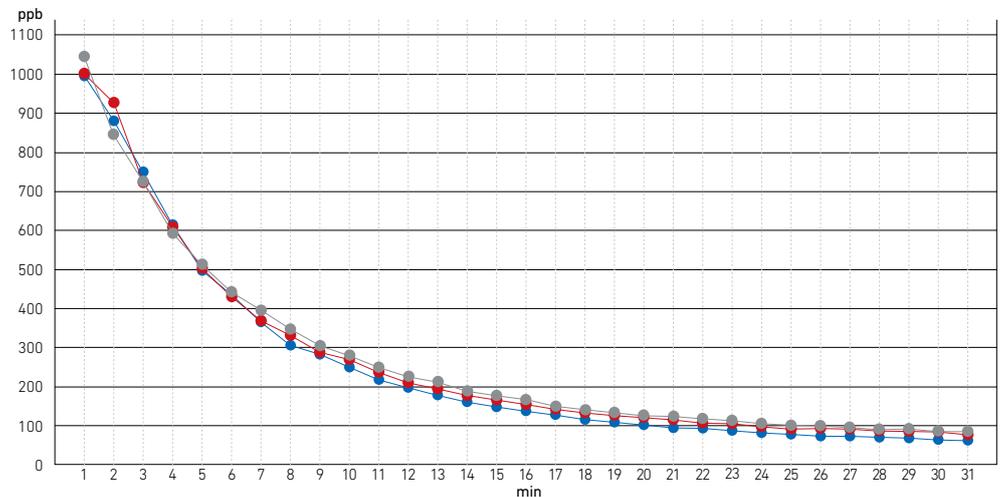
| 분석대상 성분 | 암모니아 (NH ₃) | 톨루엔 (C ₇ H ₈) | 포름알데히드 (HCHO) | n-헵테인 (C ₇ H ₁₆) | d-리모넨 (C ₁₀ H ₁₆) |
|---------|-------------------------|--------------------------------------|---------------|---|--|
| 농도 | 700 ppb | 800 ppb | 400 ppb | 800 ppb | 800 ppb |

현재 국내에서는 시험 법상 규정한 FT-IR (Gas Cell)을 이용하여 분석하고 있으나 실시간으로 측정하고 있는 FT-IR (Gas Cell)은 1 ppm 이하의 농도 측정이 어렵다는 단점이 있다.

영인에이스의 ACE 1100 IMR-MS는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)의 정성 정량분석에 최적화된 질량 분석기다. 성분의 분리를 위한 크로마토그래피 장비(GC, HPLC)와 질량분석기의 인터페이스로 연결된 GC-MS, LC-MS와는 달리 직접적인 시료 도입을 통해 즉각적으로 실시간 분석 결과를 확인할 수 있다.

ACE 1100 IMR-MS를 이용하면 미국의 표준시험법인 AHAM AC-4-2022 (Chemical Reduction)의 분석 대상 성분을 각각 또는 동시에 실시간으로 농도 측정할 수 있으며, 5 ppb 이하까지 측정이 가능하다. 초기농도 1,000 ppb의 암모니아(Ammonia) 제거 효율을 ACE 1100 IMR-MS로 평가한 결과를 그림 1에 나타내었다.

그림 1. ACE 1100 IMR-MS를 이용한 공기청정기 암모니아(Ammonia) 제거 효율 시험 (3반복 측정)



참조
 “공기청정기, 유해가스 제거 등 주요 성능에 차이 있어”, 소비자시대 웹진
 한국공기청정협회 실내공기청정기 단체표준 SPS-KACA002-0132, AHAM AC-4-2022 (Chemical Reduction)

Application Note

스크러버



유해 가스 제거장치
Scrubber
실시간 모니터링을 통한
비용 절감

**유해가스 제거장치
Scrubber
효율 모니터링**

제조공장에서 대기 중으로 배출되는 가스는 법규상으로 그 배출농도를 규제하고 있다. Wet Scrubber는 이러한 공장에서 발생하는 유해가스를 대기 중으로 배출하기 전에 제거하기 위해 사용된다.

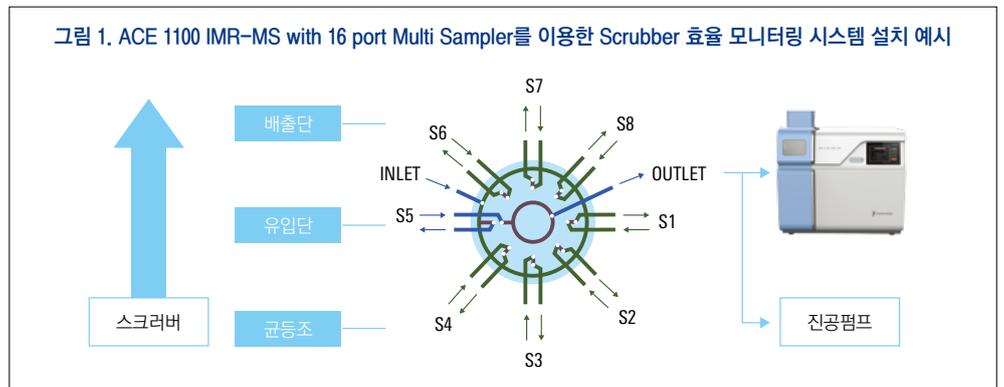
오염물질이 Scrubber를 거쳐 굴뚝을 통하여 대기로 방출될 때, 오염물질의 농도가 기준치를 초과하여 방출되어서는 안된다. Scrubber를 사용한 오염물질 제거 과정에서는 제거 효율에 대한 정확하고 신속한 측정이 필요하며, 이를 통해 배출가스 농도의 확인 및 과도한 제거제 사용으로 인한 비효율적인 비용증가를 예방할 수 있다.

유해가스 배출농도는 균등조와 Scrubber의 배출가스 유입단 및 배출단에서의 24시간 연속 측정, 실시간 모니터링을 통하여 오염물질 제거제를 효율적으로 관리할 수 있으며, Wet Scrubber의 관리 비용을 절감할 수 있다.

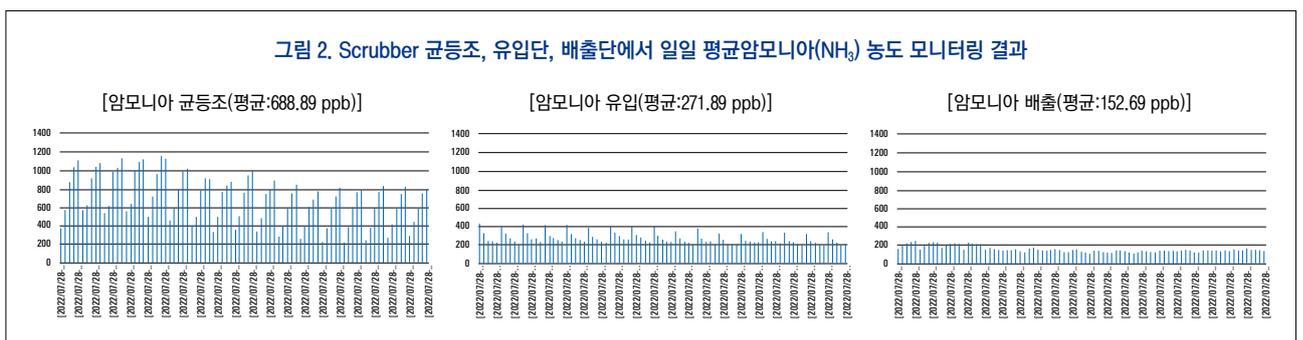
실시간 농도 모니터링을 통해 균등조 및 유입단의 농도에 따라 Scrubber에 투입되는 제거제의 양을 효율적으로 조절할 수 있어 과도한 제거제 투입으로 인한 비용을 절감할 수 있다.

영인에이스의 ACE 1100 IMR-MS는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)의 정성 정량분석에 최적화된 질량 분석기다. 직접적인 시료 도입을 통해 즉각적으로 실시간 분석 결과를 확인할 수 있으며, 단순한 질량 스펙트럼의 명쾌한 결과 해석으로 24h/7d 연속적인 결과 확인이 가능하여 상시 모니터링에 적합하다.

Scrubber 유해 물질 제거 모니터링 시험에서 분석 대상 성분은 지정약취 성분 20종으로, ACE 1100 IMR-MS with 16 port Multi Sampler를 이용하여 균등조 → 유입단 → 배출단 순으로 순차적으로 약취 성분 실시간 모니터링이 가능하다. 이를 위한 장비 설치의 예를 그림 1에 모식도로 나타내었다.

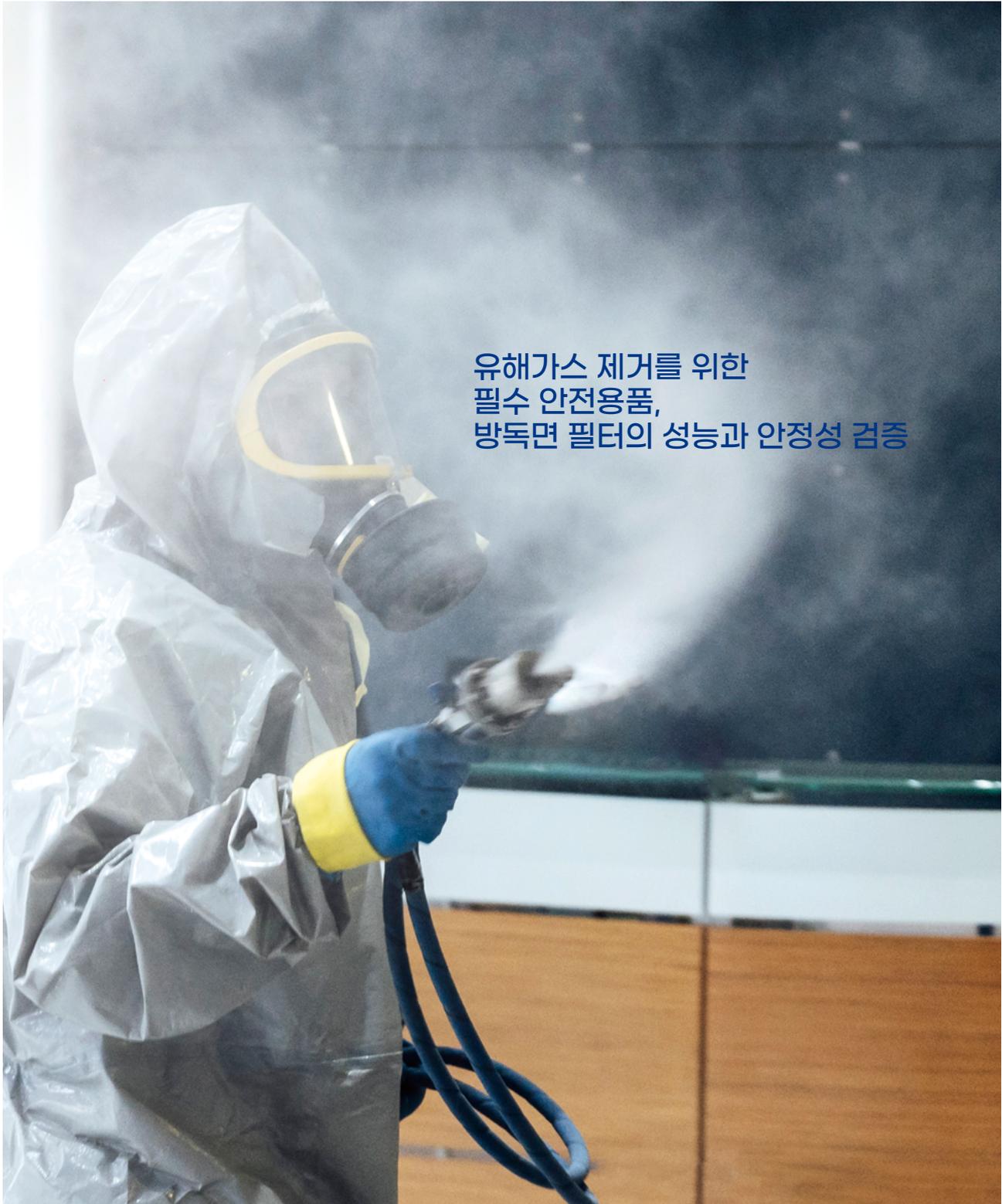


지정약취 성분은 일일 평균 및 시간대별 농도 확인이 가능하며 그림 2에 일일 평균 암모니아(NH₃)의 농도 모니터링 결과를 나타내었다.



Application Note

방독면 필터



유해가스 제거를 위한
필수 안전용품,
방독면 필터의 성능과 안정성 검증

방독면 필터 성능 시험

방독면은 인체에 유해한 화학작용제, 생물학작용제, 방사능작용제 등이 흡입되거나 부착되지 않도록 얼굴을 보호하기 위해 착용하는 안전용품이다. 방독면으로 막고자 하는 작용제에 따라 필터의 종류가 달라진다. 방독면 필터의 성능과 안정성을 검증하기 위해서는 필터의 유해 물질 제거 효율 및 수명 시험이 필수적이며, 유해화학물질의 인입 농도로부터 초기 제거 후 수명 판정 농도까지 도달하는 시간을 시험한다.

영인에이스의 ACE 1100 IMR-MS는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)의 정성 정량분석에 최적화된 질량 분석기다. 화학적 이온화법을 이용하여 분석 대상 분자를 모분자 그대로 이온화하거나 분자 조각화를 최소화하여 단순한 질량 스펙트럼으로 명확한 결과 해석이 가능하다.

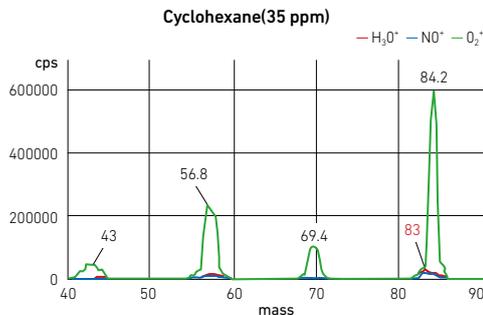
ACE 1100 IMR-MS를 사용하여 방독면의 사이클로헥산(C₆H₁₂)과 사염화탄소(CCl₄) 제거 성능 시험 수행이 가능하다. 사이클로헥산은 유기 용매 상태로의 세정액이나 접착제 등에 사용되며 노출 시 피부염, 두통, 의식장애 등을 일으킨다. 사염화탄소는 의식장애, 간과 신장 손상 등의 위험성이 있다. 인입 농도 및 수명 판정 농도 기준값은 표 1과 같으며, 수명 판정 농도에서의 질량 스펙트럼은 그림 1과 2에 나타내었다.

표 1. 사이클로헥산(C₆H₁₂)과 사염화탄소(CCl₄) 제거 성능시험 농도

| 인입 농도 | 초기 제거 농도 | 수명 판정 농도 |
|---------|----------|----------|
| 800 ppm | 0 ppm | 35 ppm |

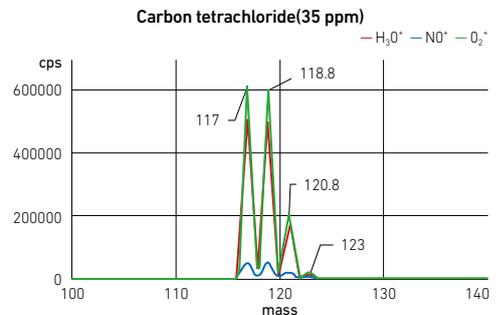
시험 절차는 필터의 성능 테스트를 위해 위 두 가지 화합물을 800 ppm 농도로 방독면 필터에 인입하고 필터 흡착에 의해 초기 제거농도 0 ppm을 측정한다. 이후 필터의 흡착 용량 초과에 따라 성분의 농도가 최종 35 ppm에 도달하는 시간을 측정, 방독면 필터의 성능을 테스트한다.

그림 1. 사이클로헥산(C₆H₁₂) 35 ppm 질량 스펙트럼



| Reagent ion | Product ion | m/z |
|-------------------------------|---|-----|
| H ₃ O ⁺ | C ₄ H ₈ ⁺ | 64 |
| | C ₃ H ₉ ⁺ | 69 |
| | C ₆ H ₁₁ ⁺ | 83 |
| | C ₆ H ₁₂ ⁺ | 84 |
| NO ⁺ | C ₆ H ₁₁ ⁺ | 83 |
| | C ₆ H ₁₂ ⁺ | 84 |
| O ₂ ⁺ | C ₃ H ₇ ⁺ | 43 |
| | C ₄ H ₈ ⁺ | 56 |
| | C ₃ H ₉ ⁺ | 69 |
| | C ₆ H ₁₂ ⁺ | 84 |

그림 2. 사염화탄소(CCl₄) 35 ppm 질량 스펙트럼



| Reagent ion | Product ion | m/z |
|-------------------------------|---|-------|
| H ₃ O ⁺ | C ³⁵ Cl ₃ ⁺ | 117 |
| | C ³⁵ Cl ₂ ³⁷ Cl ⁺ | 119 |
| | C ³⁵ Cl ³⁷ Cl ₂ ⁺ | 121 |
| | C ³⁷ Cl ₃ ⁺ | 123 |
| NO ⁺ | C ³⁵ Cl ₃ ⁺ | 117 |
| | C ³⁵ Cl ₂ ³⁷ Cl ⁺ | 119 |
| | C ³⁵ Cl ³⁷ Cl ₂ ⁺ | 121 |
| | C ³⁷ Cl ₃ ⁺ | 123 |
| O ₂ ⁺ | C ³⁵ Cl ₃ ⁺ | 117 |
| | C ³⁵ Cl ₂ ³⁷ Cl ⁺ | 118.8 |
| | C ³⁵ Cl ³⁷ Cl ₂ ⁺ | 120.8 |
| | C ³⁷ Cl ₃ ⁺ | 123 |

Application Note

화학작용제

화학작용제(CWA) 분석 검증으로
화학무기 공격에 대비하다



화학작용제(CWA) 분석 시험

화학무기로 사용되는 화학작용제(Chemical Warfare Agents, CWA)는 효과에 따라 혈액작용제, 수포작용제, 질식작용제, 신경작용제, 무능화작용제, 방해작용제 및 독소로 구분된다. 대표적인 화학작용제의 목록을 표 1에 나타내었다. 화학작용제의 분석 검증은 테러를 포함한 화학무기 공격 발생 시 화학무기 사용 및 관련 물질 확인 등 화생방 방어에 필수적인 기술이다.

영인에이스의 ACE 1100 IMR-MS는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)의 정성 정량분석에 최적화된 질량 분석기로 화학작용제 분석 시험 연구에 활용할 수 있다. 직접적인 시료 도입을 통해 즉각적으로 실시간 분석 결과를 확인할 수 있으며, 화학적 이온화법을 사용하여 모분자 자체를 그대로 이온화하거나 분자 조각화를 최소화하여 단순한 질량 스펙트럼으로 명확한 결과 해석이 가능하다.

ACE 1100 IMR-MS의 정성 정량분석으로 화학작용제의 종류 및 그 농도 수준을 실시간으로 파악할 수 있다. 화학작용제는 맹독성 물질이기에 직접 실험에 사용하기 어렵고, 대신 분자 구조와 물리화학적 성질이 유사한 유사 작용제(Simulant)를 사용하여 실험하였다. 그림 1, 그림 2는 ACE 1100 IMR-MS를 이용한 유사 작용제 DMMP와 2-CEES를 스캔한 데이터이다.

표 1. 화학작용제(CWA) 목록

| CWA | 화학식 | CAS No. | 몰 질량 |
|-----------------|--|----------|--------|
| Mustard gas (H) | C ₄ H ₈ Cl ₂ S | 505-60-2 | 159.08 |
| Sarin (GB) | C ₄ H ₁₀ FO ₂ P | 107-44-8 | 140.11 |
| Soman (GD) | C ₇ H ₁₆ FO ₂ P | 96-64-0 | 182.19 |
| Tabun (GA) | C ₅ H ₁₁ N ₂ O ₂ P | 77-81-6 | 162.13 |
| Phosgene (CG) | COCl ₂ | 75-44-5 | 98.92 |

그림 1. DMMP 스캔 데이터

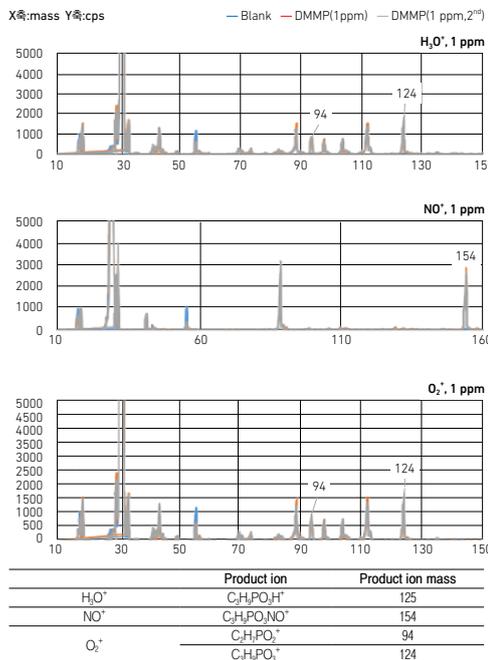
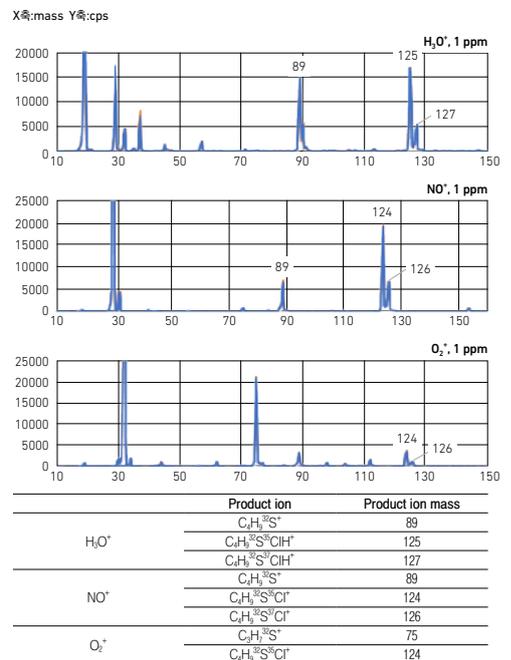


그림 2. 2-CEES 스캔 데이터



다양한 화학작용제가 있기 때문에 제독제 및 해독제의 효과적인 사용이 필요하며, 이를 위해서는 성분을 신속하게 확인하는 분석과정이 필수적이다. ACE 1100 IMR-MS의 분석 결과를 기반으로 빠르게 제독 또는 해독을 수행할 수 있다.

해독: 체내에 이미 유입된 독성물질을 배출하거나 작용을 억제/무력화시키는 것.

제독: 인체 외부나 장비, 시설에 살포된 독성물질을 제거/중화/억제하는 것.

참조

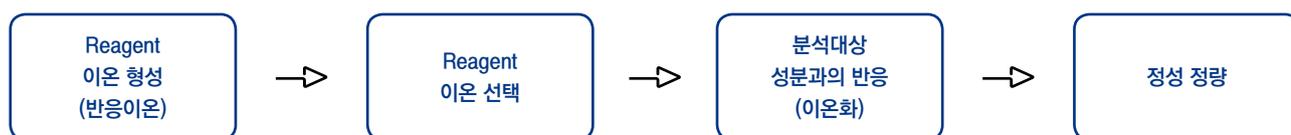
화학무기 금지협약(CWC) 및 화학무기금지기구(OPCW) 관련 주요 이슈, 외교부

오경중 외(2002), Dimethyl methylphosphonate (DMMP)의 촉매 분해 반응에 관한 연구, Theories and Applications of Chem. Eng., 2002, Vol. 8, No. 2

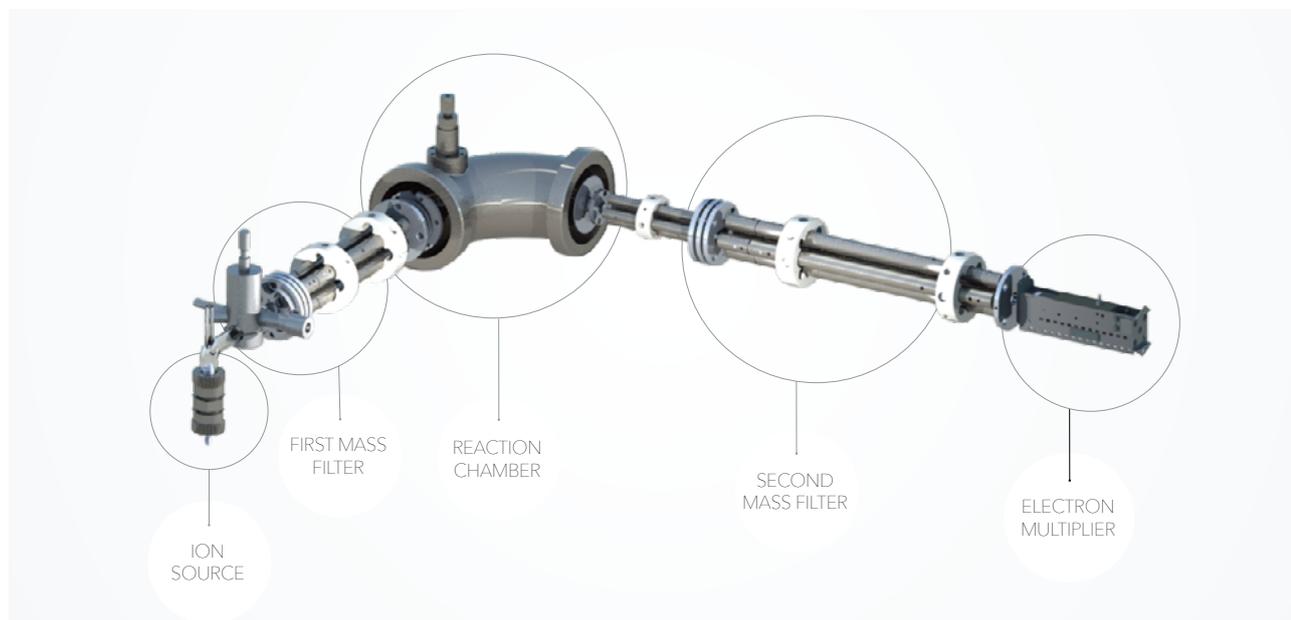
Principle of Analysis & Configuration

분석원리 & 구성

ACE 1100 IMR-MS는 약한 화학적 이온화(Soft Chemical Ionization)법을 사용하여 분석대상 분자를 모분자 그대로 이온화하거나 분자 조각화를 최소화하여 명확한 질량 스펙트럼을 얻습니다.



- ① 마이크로웨이브 플라즈마를 이용한 Reagent 이온(반응 이온) 생성
- ② 질량필터를 이용한 Reagent 이온의 선택적 이동기술
- ③ 시료의 직접 도입기술(특허 등록번호 : 10-2132977)
- ④ 시료성분과 Reagent 이온 사이의 이온화 반응의 정량적 제어기술 (시료분자의 이온화, 화학적 이온화)
- ⑤ 2차 질량필터를 이용한 시료분자의 질량별 분리기술, 이온화한 분자이온들을 질량 대 전하의 비에 따라 선택된 분자이온만이 질량 필터를 통과하여 검출기로 도달하도록, 질량값, RF값 및 DC값을 정밀하게 제어
- ⑥ 결과 검출
- ⑦ 자체 개발 소프트웨어를 통해 각 부분 제어 및 시료분석 결과 처리



이온 소스(Ion Source)

일반 물을 마이크로웨이브 플라즈마를 통해 Reagent 이온 생성

반응 챔버(Reaction Chamber)

Reagent 이온과 샘플튜브를 통해 들어온 Analyte의 반응으로 시료분자 이온화

검출기(Electron Multiplier)

통과된 이온의 신호를 증폭하여 검출

1차 질량필터(First Mass filter)

생성된 Reagent 이온을 선택적으로 다음 단계로 이동시킴

2차 질량필터(Second Mass filter)

반응 챔버를 통과하면서 생성된 시료분자 이온을 질량 대 전하비에 따라 분석

Mobile Lab

이동측정 실험실

ACE 1100 IMR-MS는 차량에 탑재되어 이동형 실험실(Mobile Lab) 활용을 통해 현장에서 빠르게 분석 가능합니다. 현장에서 발생하는 위험한 상황의 발 빠른 대처를 위해 실시간 측정을 통하여 오염을 최소화하고 현장을 통제할 수 있도록 지원합니다.

- 분석이 필요한 장소에서 현장 분석, 감시가 요구되는 다양한 장소에서 즉시 모니터링 가능
- 이동 또는 정지 상태에서 지정악취물질, 유해대기물질과 미세먼지 등을 실시간으로 측정 및 분석
- 측정 데이터의 통합 관리를 위하여 데이터 시각화 및 통계처리 소프트웨어를 사용하여 측정 물질별 오염도 실시간 맵핑



지도기반 모니터링

- 지도에 측정 위치 및 선택 변수의 측정값 수준을 색상 심볼로 이력화 표시
- Grid, Line, Circle 원하는 심볼로 선택 가능

실시간 알람 확인

- 실시간으로 설정한 값에 맞춰 알람 이력 확인 가능

측정 변수 보고

- 장치별, 측정 변수별 측정값 통계 및 이력을 수치 및 차트로 표시

분석 결과 보고서

- 자동으로 분석 결과 데이터 정리
- PDF 파일로 저장 지원

ACE 1100 IMR-MS

Features

특장점



신속 분석

시료의 전처리, 분리과정 배제를 통한 직접 분석으로 시간 단축



실시간 분석

빠른 분석 속도로 수초, 수십초 내 결과 확인



정확한 결과

단순한 질량 스펙트럼으로 명쾌한 결과 해석
화학적 이온화법을 사용하여 모분자 자체 이온화



상시 모니터링

연속적인 결과 확인(24 hrs/7 days)



MOBILE LAB

차량탑재 이동형 실험실 구축
분석이 필요한 현장에서 즉시 분석



사용 용이성

소프트웨어를 사용한 간편한 데이터 처리
전문인력은 물론 비전문가도 손쉽게 운용

Application

응용 분야



대기환경 및 수질환경
오염물질 분석



약취 유발 물질



작업환경 안전관리



실내 공기질 분석
(새집 증후군 원인물질
모니터링, 자동차 내장재)



석유화학



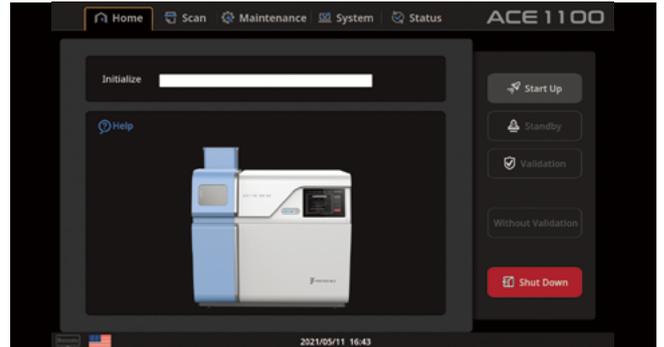
제약 및 식품



Software

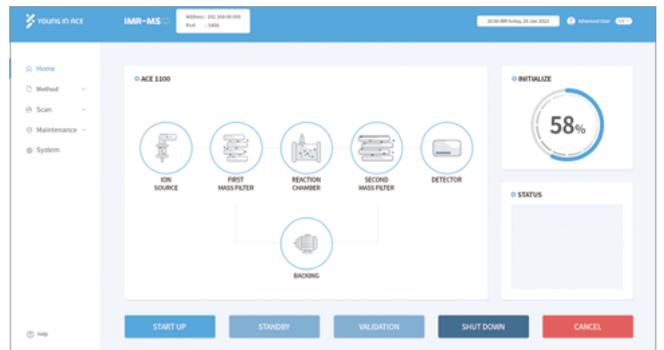
소프트웨어

ACE 1100 IMR-MS는 자체 개발된 소프트웨어와 연동되어 사용자가 간편하게 장비를 운용할 수 있습니다. 장비의 구동부터 측정 분석 결과 까지 사용자가 원하는 옵션으로 사용 가능합니다.



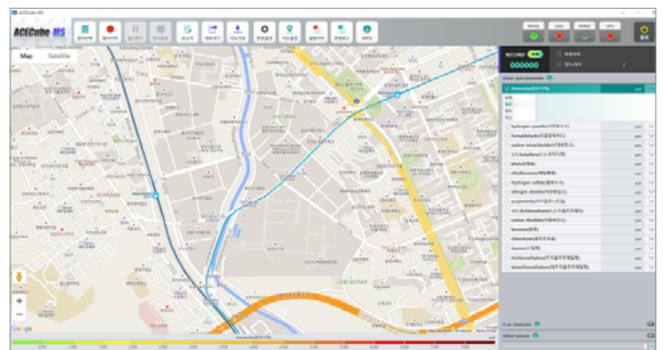
Built-in SW

ACE 1100 IMR-MS의 장비 구동 설정
분석 결과 모니터링, 시스템 제어



ACECube

분석 Method setup, 정성 정량 분석
분석 대상 성분 라이브러리, 분석 결과 데이터 프로세싱



ACECube-MS

현장에서의 실시간 모니터링
차량 주행을 통한 GPS에 따라 데이터 분석
장비, 연동 기기들과 함께 구동



반도체공정
오염물질 분석



신속진단



ACE 1100 IMR-MS

APPLICATION NOTE



신속 분석



상시 모니터링



실시간 분석



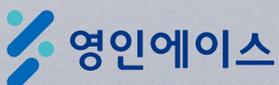
MOBILE LAB



정확한 결과



사용 용이성



경기도 안양시 동안구 귀인로 51 2, 3층 영인에이스 주식회사

TEL. 031-340-3100 FAX. 031-340-3199

EMAIL. sales@younginace.com WEB. www.younginace.com