

Prima Pro(Mass Spectrometer) for Flare Stack Monitoring Application

Environmental & Process Monitoring Korea

 The world leader in serving science



Agenda



HANA SOLUTION Co., Ltd.

One Stop Solution

ThermoFisher
SCIENTIFIC

1

플레어스택 발열량 관리 제도

2

발열량 모니터링-질량분석법 관련

3

발열량 측정기별 비교-비용/혜택/성능

4

Prima PRO 소개- 종류/원리/ 실적

플레어스택 발열량 관리 제도

대기환경보전법 시행규칙 제51조의3 제2항 관련 (별표10의2) 비산배출 저감을 위한 시설관리

대기 환경 보존법에서 유해 대기 오염 물질의 비산배출 저감을 목적으로 플레어스택 연소 구간에서의 발열량은 스팀 및 혼합공기 보조 방식의 경우 2,579 kcal/Sm³ 이상 관리 해야 한다.

배경

비산배출 저감 제도 일환

- 관리대상 물질 배출의 **98%** 저감 목적
- 배출가스의 **완전 연소**
- 비산 관리대상물질 20종 측정



플레어 스택

관리 종류

- 자동점화시설, 점화 불꽃 모니터링
- 광학 가스탐지카메라 모니터링
- 매연 측정
- 연소구간 발열량 모니터링, 23년 12월 31일까지 완료, 유예받은 업체는 제외

적용 요건

시설 요건(취급요건x)에 해당

- 플레어로드 기준
1.26X10⁷kcal/hr(50MMBTU/hr) 이상인 플레어스택
- 취급요건 :20종 관리대상물질 농도합 50000ppm 포함 및 접촉 공정

플레어스택 발열량 규제 대상 추가 항목

- 관리대상물질의 배출여부를 판단하는 최소농도는 질량분석법 측정기 또는 가스 크로마토그래피법 측정기에서 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌, 에틸벤젠, 1,3-부타디엔, 프로필렌옥사이드, 에틸렌옥사이드, 페놀, 사염화탄소, 이황화메틸, 아닐린, 클로로포름, 포름알데히드, 아세트알데히드, 나프탈렌, 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, 트리클로로에틸렌, 아크릴로니트릴 농도의 합이 50,000ppm이상인 것을 말한다.

〈표 4-38〉 관리대상물질의 배출 여부 판단을 위한 측정항목

1	벤젠	11	이황화메틸
2	톨루엔	12	아닐린
3	자일렌	13	클로로포름
4	스티렌	14	포름알데히드
5	에틸벤젠	15	아세트알데히드
6	1,3-부타디엔	16	나프탈렌
7	프로필렌 옥사이드	17	디클로로메탄
8	에틸렌옥사이드	18	1,2-디클로로에탄
9	페놀 및 그 화합물	19	트리클로로에틸렌
10	사염화탄소	20	아크릴로니트릴

- 플레어스택 연소구간 발열량 모니터링 결과는 관리대상물질이 15분 이상 배출된 기간의 모니터링 결과를 취합하여 다음과 같이 운영기록부에 작성하고 증빙자료를 첨부하여 보관하여야 한다.

연소구간 발열량 모니터링 - 1. 시설

배출가스 발열량 측정기는 관리대상물질 배출여부 판단 신속한 측정을 통한 제어를 위해 다음 같이 구성

- 선택1 질량분석법 측정기
- 선택2 가스크로마토그래피법 측정기
- 선택3 발열량법 측정기

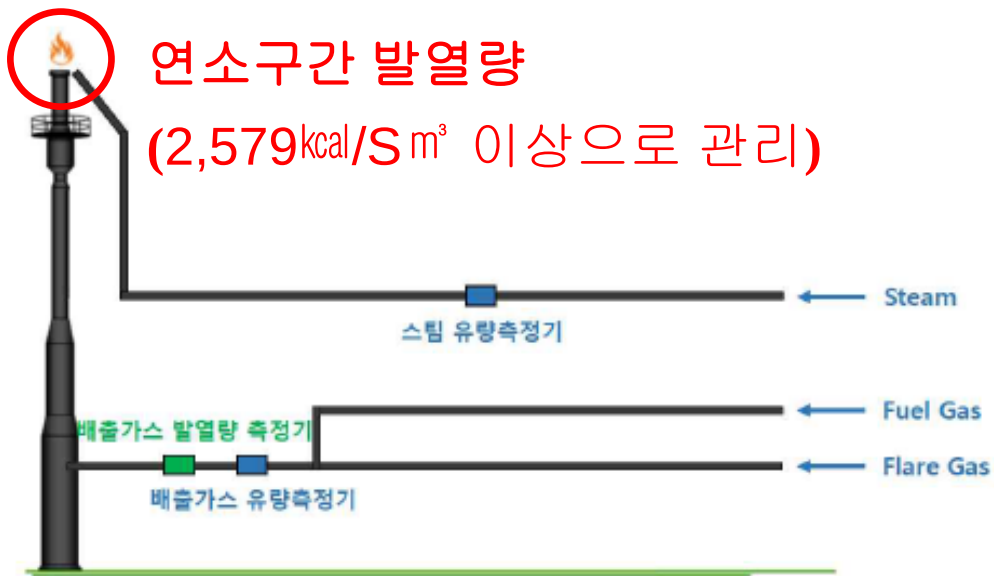
(관리대상물질 배출 여부를 유량 측정으로 확인하는 경우)

< 표 4-11 > 스팀 및 혼합공기 보조방식 플레어스택의 연소구간 발열량 계산방법

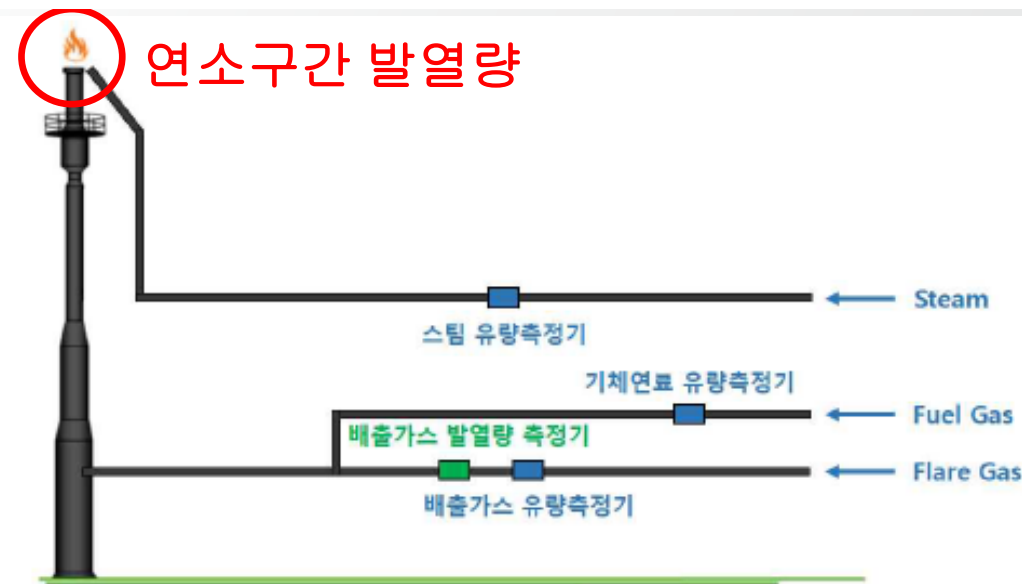
$$\text{식 : } NHV_{ca} = \frac{Q_{vg} \times NHV_{vg}}{Q_{vg} + Q_s + Q_{a,premix}}$$

NHV_{ca} = 스팀 보조방식 및 혼합공기 보조방식 플레어스택 연소구간의 총발열량, kcal/Sm³
 NHV_{vg} = 플레어스택 배출가스 총발열량, kcal/Sm³
 Q_{vg} = 플레어스택 배출가스 적산유량값, Sm³
 Q_s = 스팀 적산유량값, Sm³
 $Q_{a,premix}$ = 혼합공기 적산유량값, Sm³

* US Code of Regulation Title 40 Part 63 §63.670 Requirements for flare control devices



보조연료와 배출가스 배관 합류 이후 설치



보조연료와 배출가스 배관 합류 이전 설치시에는 보정

배출가스 발열량 수소농도 보정

○ 배출가스 발열량 측정기로 수소농도를 측정하는 경우, 각 측정방법별로 다음과 같이 발열량 측정값을 보정할 수 있다.

- 질량분석법, 가스크로마토그래피법의 경우, 배출가스 중 수소농도에 따른 발열량 10,786kcal/Sm³ (US Code of Regulation Title 40 Part 63 Appendix to Subpart CC Table12)를 적용한다.

< 표 4-33 > 발열량법에 측정 시 수소농도 보정식

$$\text{식 : } NHV_{vg} = NHV_{measured} + 8,348X_{H_2}$$

$$NHV_{vg} = \text{배출가스 발열량, kcal/Sm}^3$$

$$NHV_{measured} = \text{직접측정된 발열량, kcal/Sm}^3$$

$$8,348 = \text{배출가스 중 수소농도에 따른 발열량 보정계수, kcal/Sm}^3$$

$$X_{H_2} = \text{배출가스 중 수소농도, 부피분율}$$

※ US Code of Regulation Title 40 Part 63 §63.670 Requirements for flare control devices

- 높은 수소농도가 배출되는 플레어 스택의 경우, 수소 농도 측정이 필수적이다.
- 공정에서 발생하는 물질이 플레어 스택으로 보내질 때, NHVVG는 스트림의 수소와 탄화수소 농도가 급 상승하고 급 감소하면서 급격하게 변화하는 특성 있다.
- 수소의 높은 연소 잠재력을 인정하여 EPA는 최근 RSR 업데이트에서는 수소의 NHV 기여를 계산하기 위해 10,786 Kcal/Nm³ (45.16 MJ/Nm³)를 적용할 수 있도록 허용.
- 이는 수소 종분화를 정확한 NHV 보고의 중요한 구성 요소로 만든다.

- Prima Pro는 플레어 스택으로 배출되는 가스의 총 성분을 측정하며 현재 석유화학공장,정유사,제철소 등에 사용되고 있으며, 40 CFR 60 및 63의 규정 준수를 위해 HAPs 물질 분석, NHVVG등을 측정하고 보고하고 있다.
- RSR에 대한 최신 업데이트를 충족하기 위해 배출 가스 모니터는 매우 동적인 샘플 스트림에서 NHVVG를 측정할 수 있어야 한다.
- 일부 열량계는 이러한 극단적인 샘플에서 잘 작동하지 않으며, 지정된 수소 측정이 없으면 별도의 외부 수소 분석기를 설치 해야 한다.
- NHVCZ가 2,579 Kcal/Nm³ 한계까지 떨어질 때 규정 준수 상태를 유지하기 위해 공장은 천연 가스 (LNG) 또는 프로판의 형태로 보조 연료 가스를 추가해야 하고 동시에 매연을 없애기 위해 증기를 추가해야 할 수도 있다.
- 수소를 측정하는 배출가스 모니터는 높은 NHVVG를 보고하여 공장의 규정 준수를 유지하고 보조연료 (LNG,LPG 등)와 스팀을 절약 할 수 있다.
- 플레어 스택의 제어는 복잡한 과정이며 충분한 NHVCZ를 유지하기 위해 공장은 RSR에 의해 요구되는 고정 주기 내에 많은 배기 가스 구성 업데이트가 필요하다.
- 규정을 준수하지 않는 처벌과 추가 가스 및 증기의 낭비적인 과도한 사용을 방지하기 위해 빠른 실시간 데이터가 필요하다.

- 배출가스 유량, 스팀 유량, 혼합공기 유량, 연소용공기 유량은 「대기오염공정시험기준」에 따라 피토크를 이용하는 방법, 초음파유속계를 이용하는 방법 등으로 측정할 수 있다.
- 보조인자(스팀, 혼합공기, 연소용공기) 유량은 다음과 같이 질량유량계를 이용하는 방법을 적용할 수 있다.(측정기기의 신뢰성을 유지할 수 있는 경우에 한함)

< 표 4-34 > 질량유속에 의한 방법의 유량 계산방법

$$\text{식 : } Q_{vol} = \frac{Q_{mass} \times 24.1}{MW_t}$$

$$Q_{vol} = \text{유속 측정결과, Sm}^3/\text{s}$$

$$Q_{mass} = \text{질량유속 측정결과, kg/s}$$

$$24.1 = \text{환산인자, Sm}^3/\text{kg-mol}$$

$$MW_t = \text{유체의 분자량으로 스팀은 18, 연소용공기는 29 적용, kg/kg-mol}$$

※ US Code of Regulation Title 40 Part 63 §63.670 Requirements for flare control devices

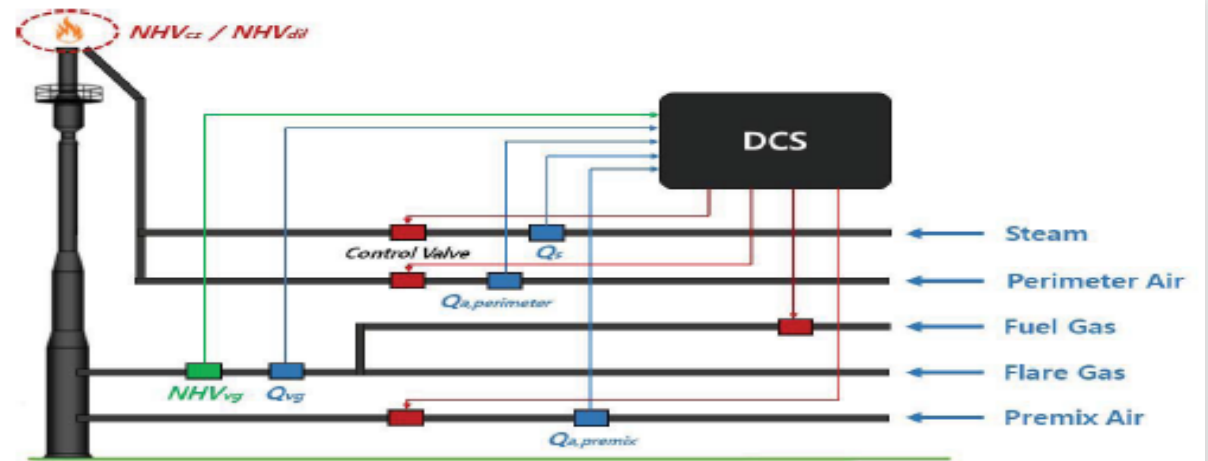
연소구간 발열량 모니터링 - 2. 관리

스팀 및 혼합공기 보조방식의 경우 $2,579\text{kcal/S m}^3$ 이상, 연소용공기 보조 방식의 경우 60kcal/S m^3 이상으로 관리

- 발열량 기준은 플레어스택에서 20종 관리대상물질이 15분 단위로 평균 50,000 ppm 이상 배출 될 때 적용
- 최적 연소구간 발열량 유지를 위해 제어밸브를 설치하여 실시간 측정결과에 따라 제어

- 각 측정기의 측정결과(배출가스 발열량, 관리대상물질 농도, 유량, 스팀 유량) 및 연소구간 발열량 (0°C , 1atm 기준)은 저장장치(Data Logger 등)에 저장.
- 측정결과는 시간당 '00분'부터 '59분'까지의 15분 단위로서, 5초 단위로 자료를 수집하여 배출가스 발열량은 평균하고 유량의 경우 측정결과를 적산하여 저장.
- 15분 측정결과는 측정시작 시간에 대한 결과. 예를 들면, '00'분~'14'분까지 수집 및 저장되는 자료는 '00'분 측정결과.
- 저장장치에서 정상 측정자료 여부를 확인하기 위해 측정기의 비정상 여부를 확인할 수 있는 상태표시 (교정 중, 보수 중, 동작불량, 전원단절, 정상) 자료를 수립.
- 관리대상물질 20종의 측정결과가 ppmv 단위로 기록 및 저장.
- 각 측정값과 플레어스택 연소구간 총발열량 산정결과는 해당 연도 종료일로부터 3년 동안 보관.

- 발열량 산정을 위한 측정항목 외 비산배출시설 신고 증명서 상의 관리대상물질을 측정
- 관리 대상물질의 배출여부를 판단하는 최소농도는 질량분석법 측정기 또는 가스크로마토그래피법 측정기에서 관리대상 물질들의 농도의 합이 50,000ppm 이상인 것을 말한다.



< 그림 4-36 > 플레어스택 연소구간 발열량 기준 준수를 위한 보조인자 제어시스템 개요도

발열량 측정기 별 비교 - 운영 비용

Option 1 질량분석법 측정기를 단독 설치

① Mass Spectrometer (Prima Pro)

◆ 유틸리티: Power, Instrument Air, N2(Ex-proof)

→ Carrier Gas, Fuel Gas 불 필요

추후 Maintenance cost 감소(Parts & Labor)

Analyzer House Size가 축소 되어 설치 공간 확보 유리



Option 2 GC 와 Calorimeter를 함께 설치

① Gas Chromatograph

◆ 유틸리티: Power, Instrument Air, Carrier Gas, Fuel Gas

→ GAS Cylinder 주기적인 교체 비용 및 Labor Costs 발생

② Calorimeter

◆ 유틸리티: Power, Instrument Air(연소용)



< 그림 4-33 > 플레어스택 발열량 측정기(가스크로마토그래피법) 예시

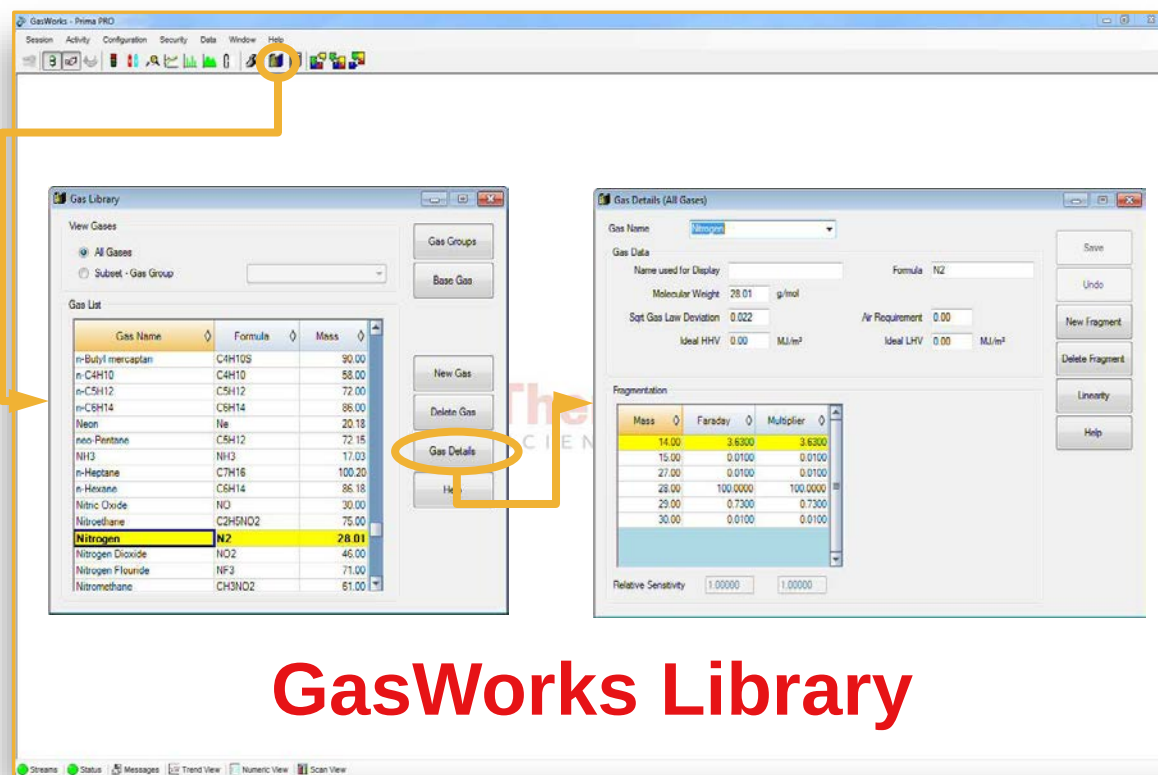
< 그림 4-34 > 플레어스택 연소구간 발열량 측정기(발열량법) 예시

발열량 측정기 별 비교 - 측정 유연성

Option 1 소프트웨어로 보정가능

① Mass Spectrometer (Prima Pro)

- ◆ 초기 예측된 샘플 성분이 실제 프로세스 성분과 다를 경우, 혹은 공정조건 변화로 배출가스 성분이 달라질 경우 하드웨어 교체없이 소프트웨어로 보정 가능



Option 2 제한적, 하드웨어 교체 필요

① Gas Chromatograph

- ◆ 실제 프로세스 샘플 성분 정보가 다를 경우, 하드웨어(컬럼 혹은 디텍터)를 교체하여야 함

② Calorimeter

- ◆ 모든 범위의 열량을 측정하는 것은 아니며 실제 샘플이 측정 가능한 열량 범위를 넘으면 측정이 제한적임
- ◆ 측정 범위: 0 ~ 30,000 or 0 ~ 50,000 kcal/nm3

- 배출가스 성분 분석은 플랜트 공정에 발생된 문제의 원인을 찾는 데 도움. 공정 조건 변화로 성분과 농도가 시간에 따라 크게 달라질 수 있으며 문제가 되는 배출가스 출처를 파악하여 플랜트 특정 부분의 문제를 찾아 내는데 도움.

발열량 측정기 별 비교

Option 1 질량분석법 측정기

① Mass Spectrometer (Prima Pro)

- ◆ 가스 성분 분석 : Sample Gas를 전자충격방식으로 이온화하여 검출기로 성분을 측정 후 열량으로 계산
- ◆ 성분분석 및 열량 분석, 정확도: Typically, 0.1%
- ◆ 측정 시간: Typically, 10 ~ 30초
- ◆ 멀티 측정: 여러 스트림을 하나 분석기로 측정가능
- ◆ 보증기간: 36 months



Option 2 GC 와 Calorimeter

① Gas Chromatograph

- ◆ 가스 성분 분석: Sample Gas를 분리관내(Column)에서 개별 성분으로 분리시키고 검출기로 측정 후 열량으로 계산
- ◆ 성분분석 및 열량 분석, 정확도: Typically, 0.5-1%
- ◆ 측정 시간: Typically, 300 ~ 1,200초
- 측정 성분이 많을 경우, 기준시간인 15분을 넘을 가능성 있음

② Calorimeter

- ◆ 가스 연소식: Sample Gas를 촉매 연소 후 잔여 산소를 지르코니아 O2 Sensor로 측정하여 열량으로 계산
- ◆ 열량만 분석, 정확도: Typically, 1%
- ◆ 측정 시간: Typically, 150초
- ◆ 성분 측정이 안되어 수소 보정 값을 적용하지 못함.

공정 Prima Pro (Mass Spectrometr) 분석 기술 사양

- 신속 분석: Stream 당 20초 이내 (20 성분 측정 기준)

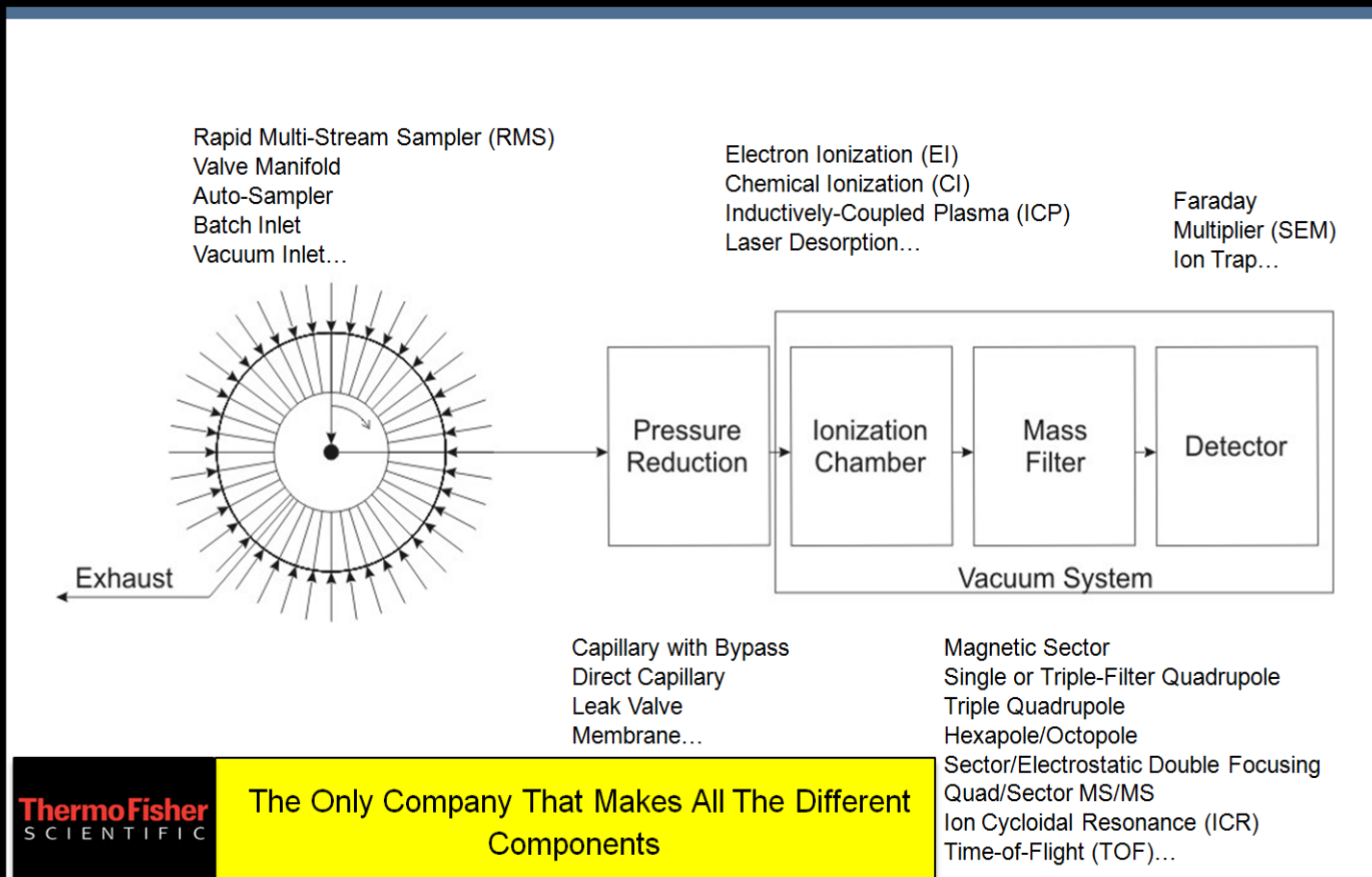
- 높은 상대 정밀도와 정확도

전형적으로 0.1% ~ 0.5% 사이의 상대 정확도

- 다중 성분 분석 능력
- 단독 장비로 많은 다른 성분 가스 분석 유연성
- ppb ~ %의 측정범위를 가진 넓은 동적 측정범위
- 유지보수 비용이 적음
- Multi Stream 분석 능력

1-64 streams

The Basic Components of a Mass Spectrometer





질량분석기 주요 구성

질량분석계는 아래와 같이 구성된다.

- Ion source
 - 가스들을 양이온 또는 음이온으로 변환
- Mass filter
 - 자기장 또는 전기장의 세기로 가스 이온들을 분리
- Detection system
 - 가스 이온들을 검출

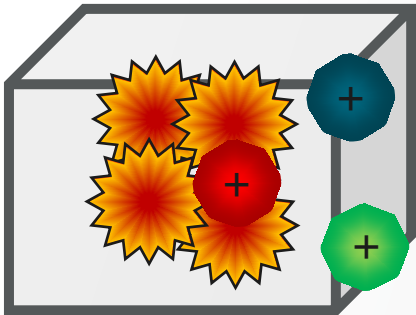
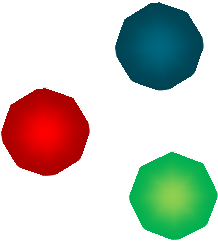
Electron Impact (EI) ionisation (전자 이온화)

Hot filament



Electrons from filament 70eV

Sample Gas



- 1000V



Ions to mass filter



Trap

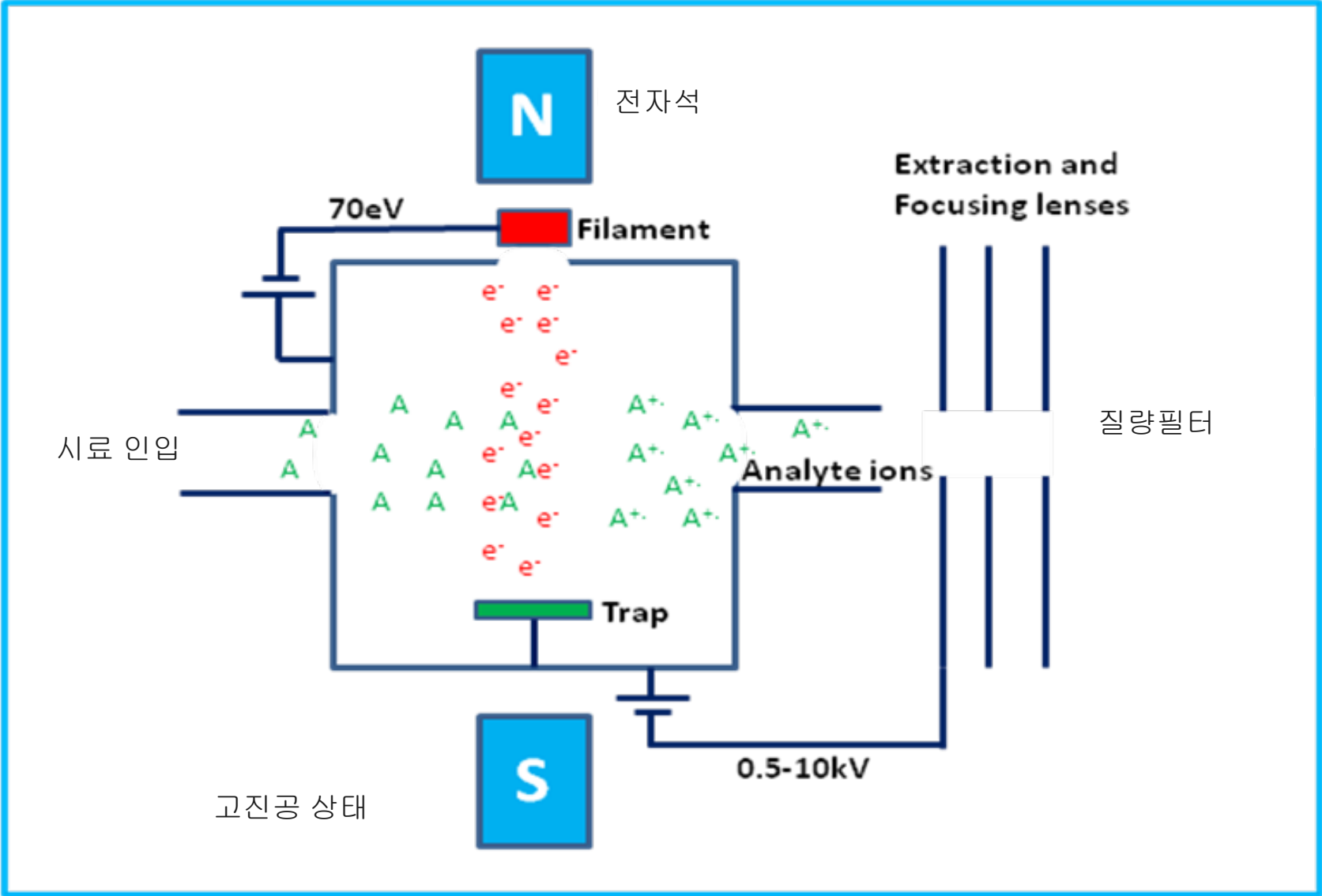


Spare filament

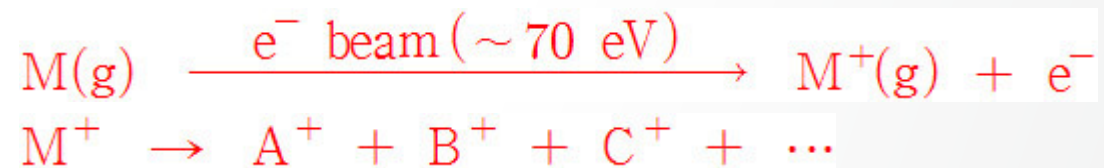
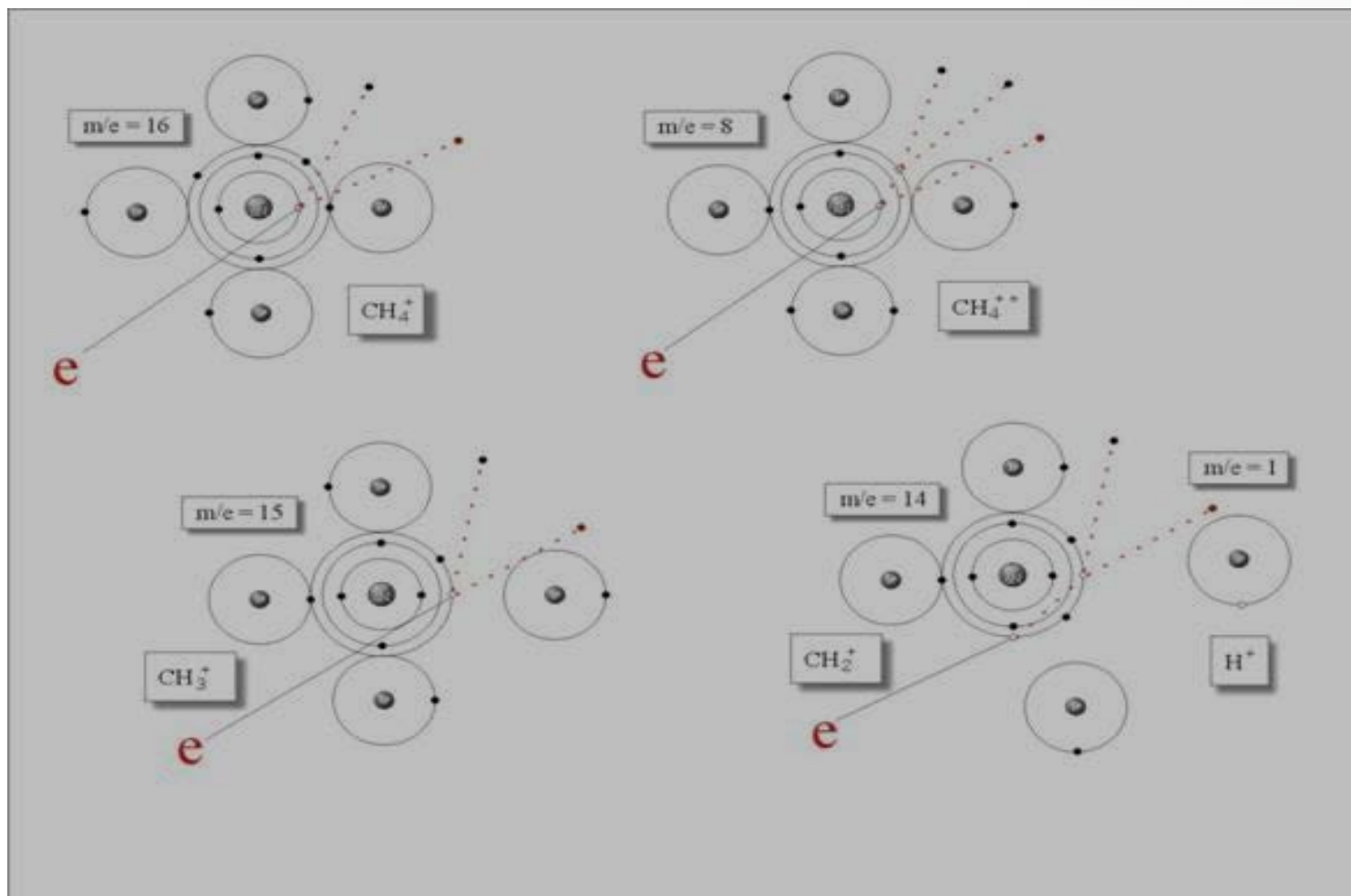


Process takes place under vacuum to protect filaments and avoid ion collisions

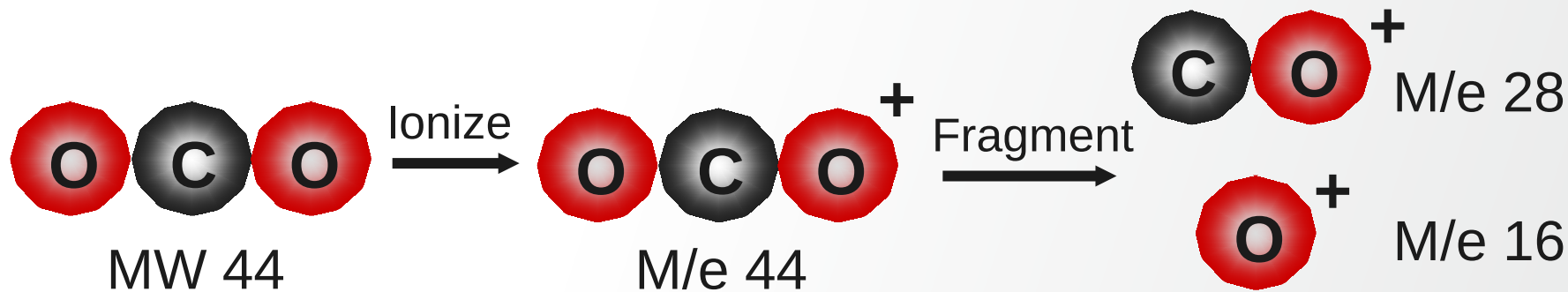
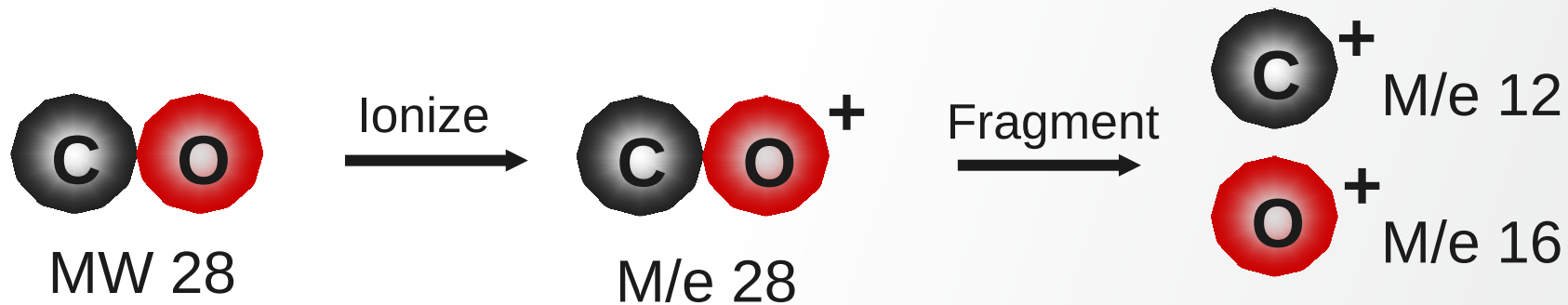
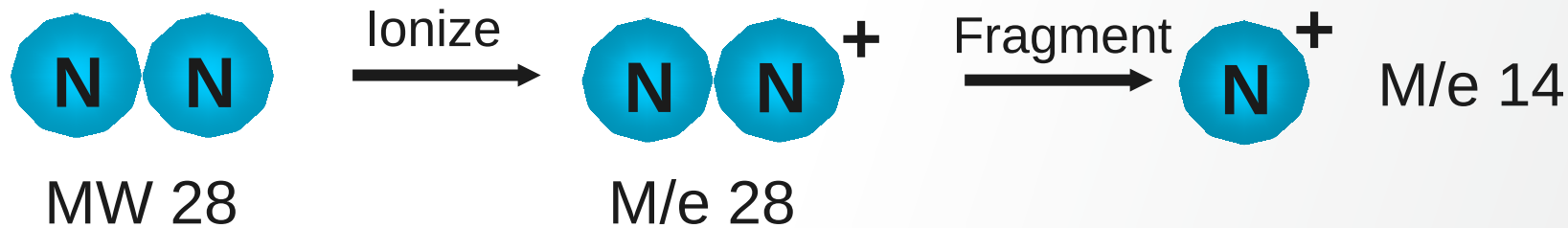
전자이온화(Electron Ionization, EI)



Ionization & Fragmentation (이온화 & 이온 파편화)

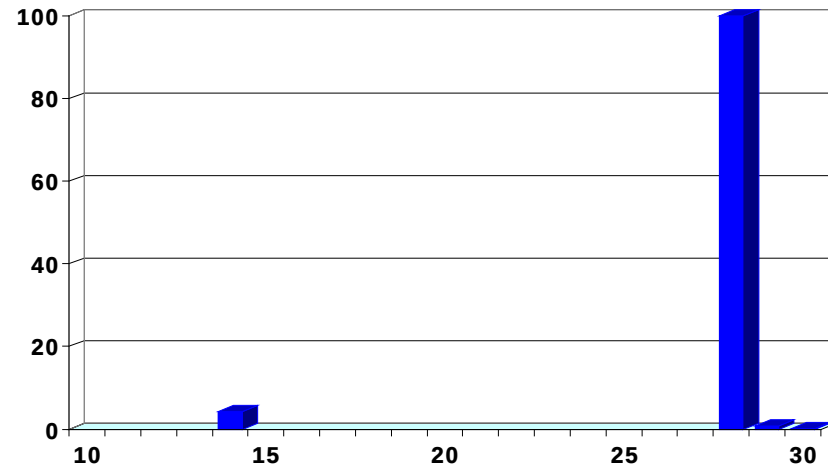


Ionization & Fragmentation (이온화 & 이온 파편화)



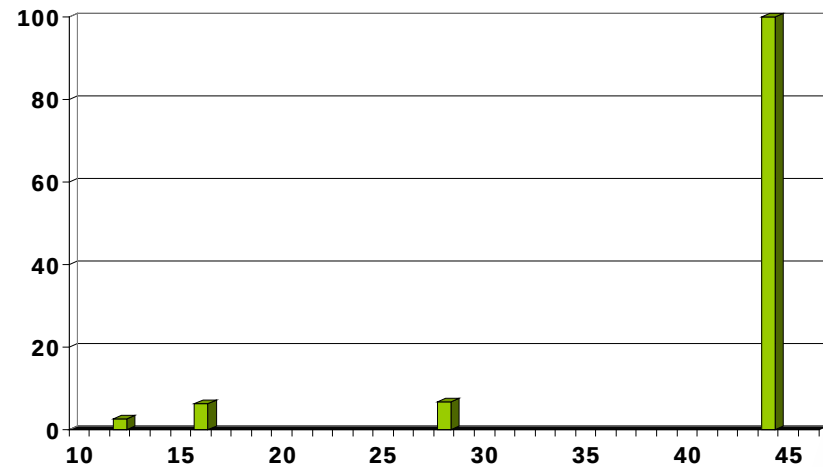
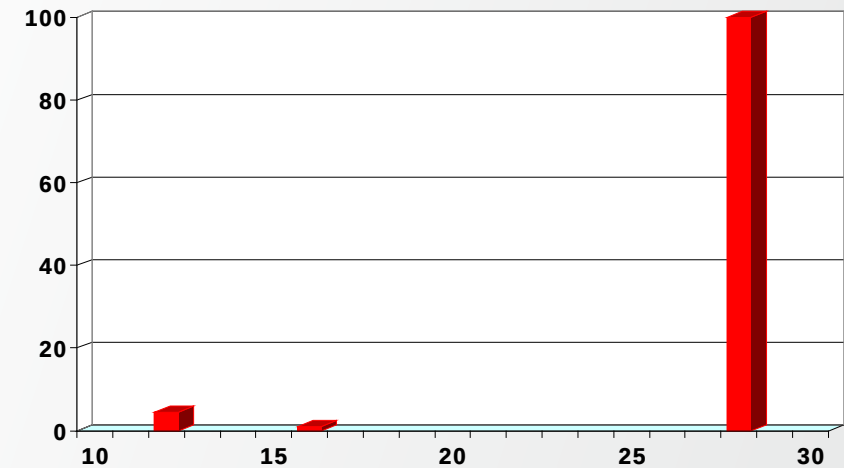


MS Spectra – ‘Fingerprints’ (MS 스펙트럼 – 지문)



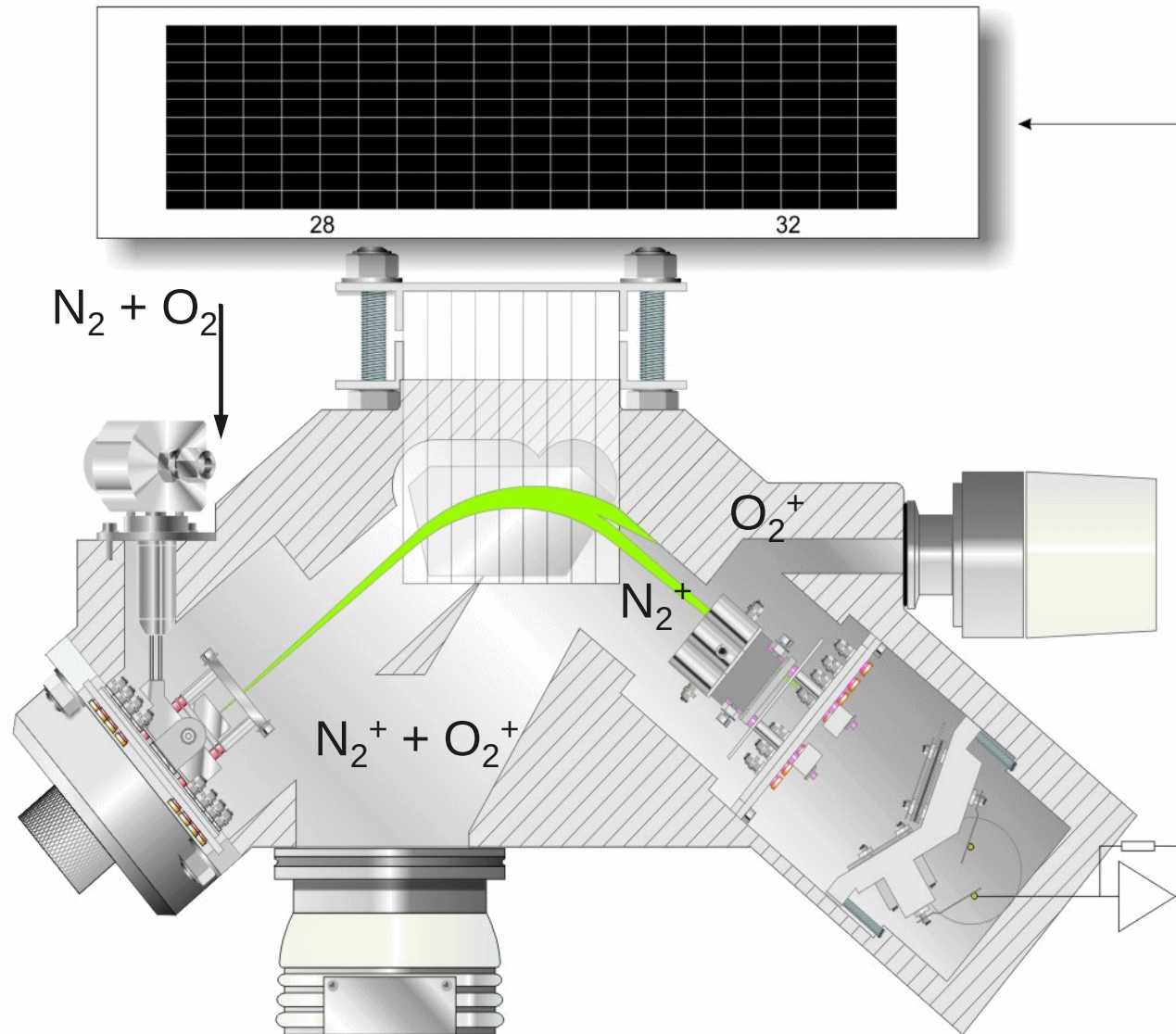
← Nitrogen N_2

Carbon Monoxide CO



← Carbon Dioxide CO_2

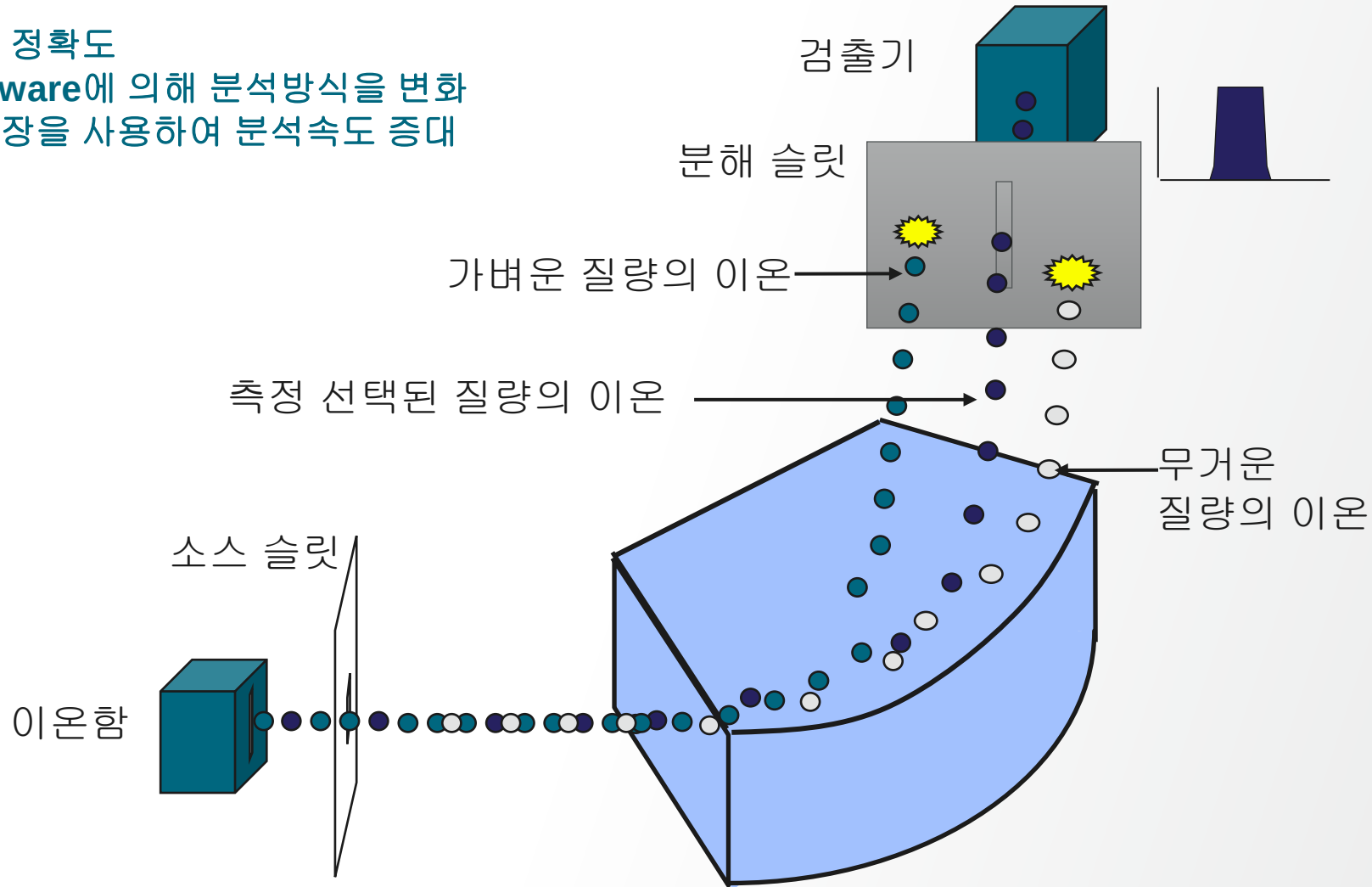
Prima PRO magnetic sector MS: 마그네틱 섹터(자기장형) 질량 분석기



- Sample gas (here, N_2 and O_2) enters ion source and is converted to positive ions by collision with high energy electrons from filament
 - 샘플 가스는 전자 충돌을 통해 이온되어 분리
- $N_2 \rightarrow N_2^+$, 28 AMU, $O_2 \rightarrow O_2^+$, 32 AMU
- Ions are accelerated into variable magnetic field and move in circular path
 - 가변 자기장 진입. 로런츠 힘. 원형 궤도.
- Radius depends on ion's mass, charge & energy and magnet field strength
- Vary magnet field strength - bring ions sequentially onto a single detector
 - 자기장 세기 변화. 다양한 이온 검출기 유입.
- Peak height is directly proportional to concentration
 - 이온의 양은 피크 높이에 정비례
- Magnetic sector analyzer produces characteristic flat top peak – don't need to measure dead centre of peak
 - 공정 분석에 적합한 질량 분석 방법.

Magnetic Sector 방식의 가스 성분 분리 및 검출

- 높은 정확도
- **Software**에 의해 분석방식을 변화
- 자기장을 사용하여 분석속도 증대

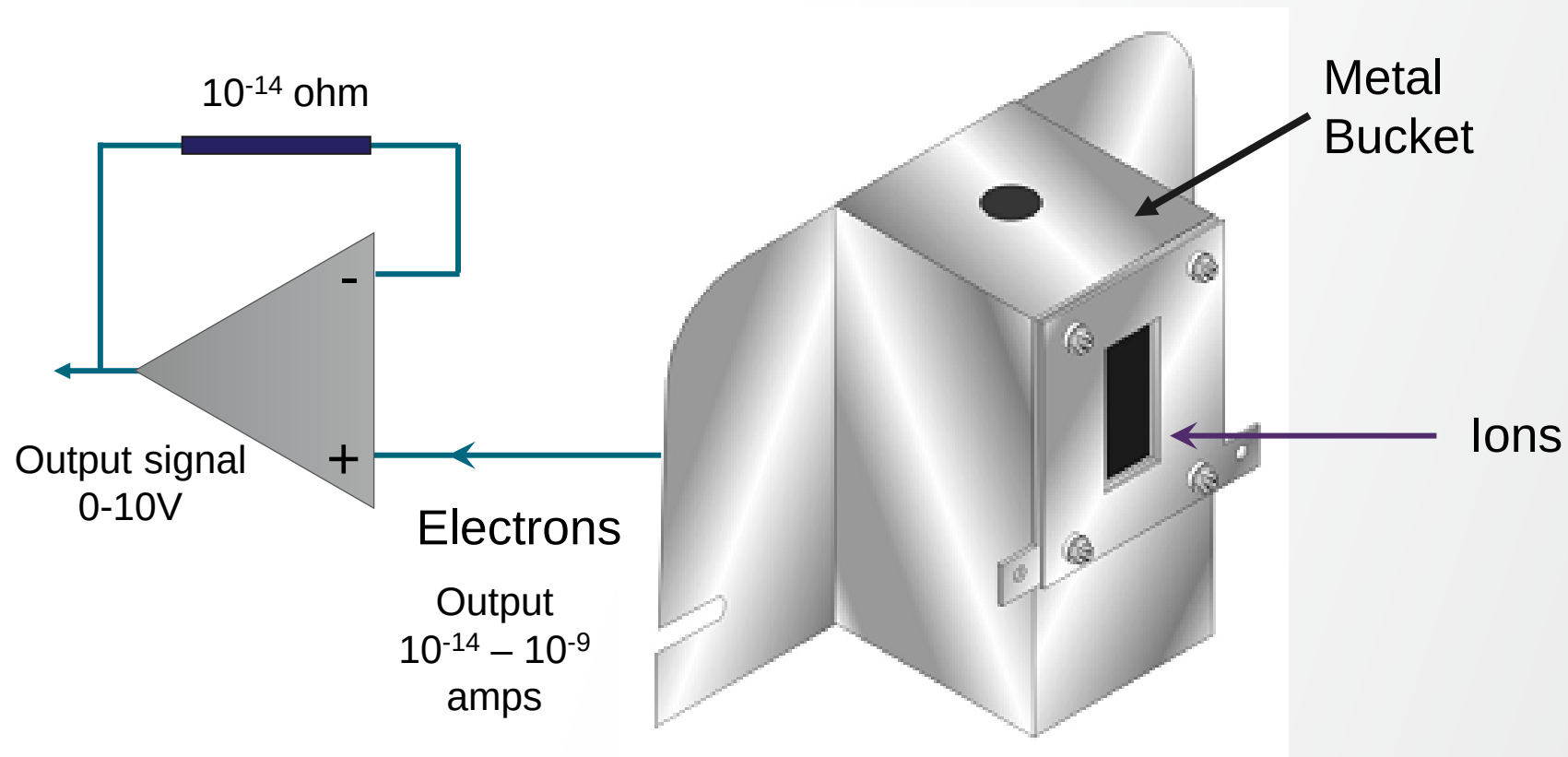


Detectors (검출기)

- 두 개의 Detector 사용
 - Faraday Cup or Bucket
 - Secondary Electron Multiplier (SEM)
- 측정될 농도 범위에 따라 검출기가 선택
 - Faraday Cup : xxx ppm ~ 100 %
 - SEM : xxx ppb ~ xxx ppm



Deep Cup Faraday Detector (패러데이 검출기)

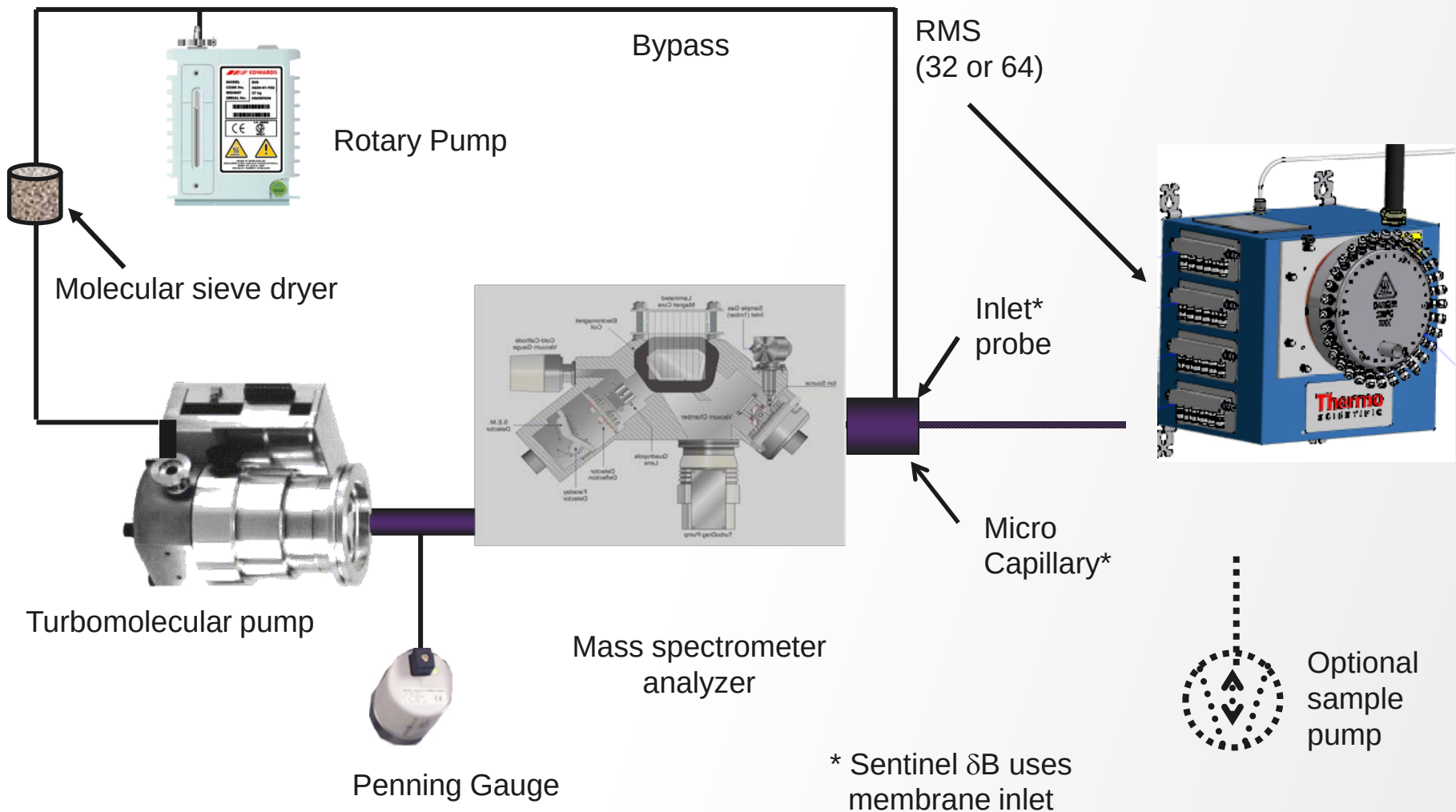




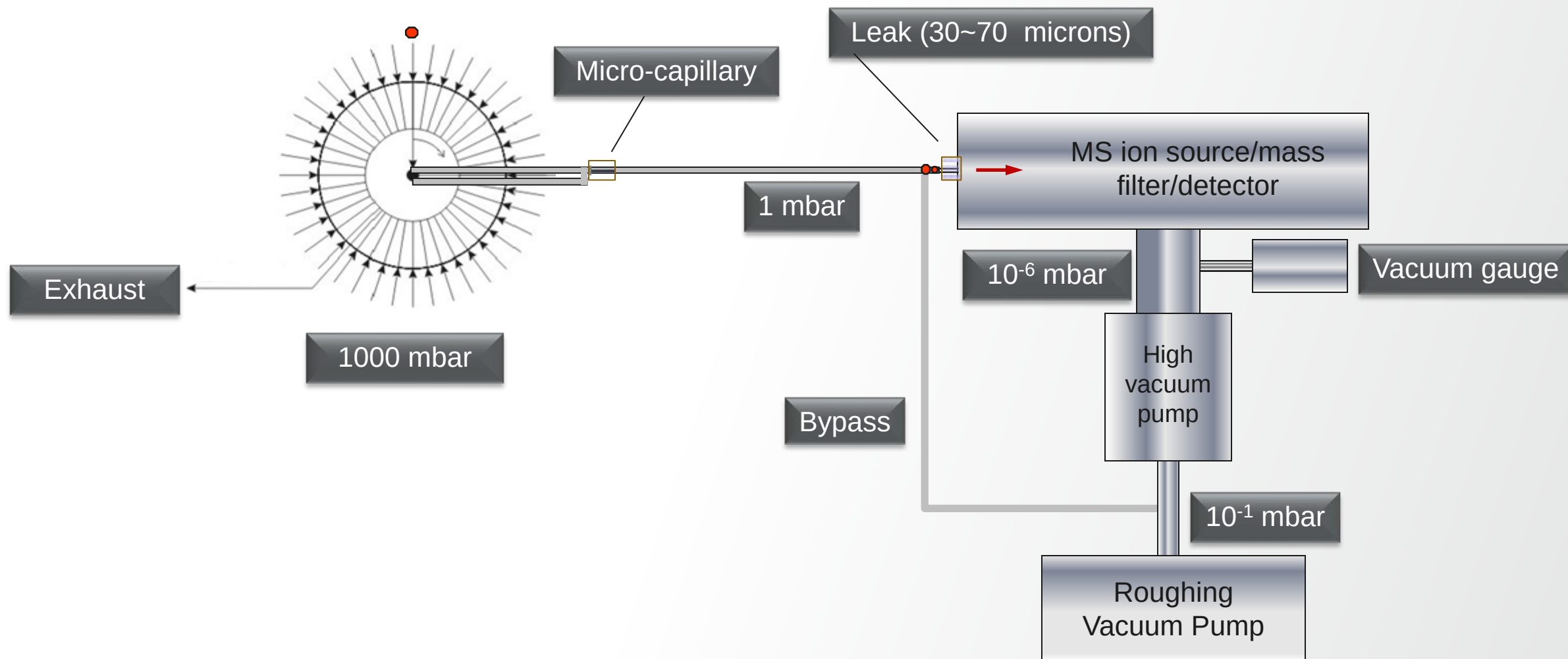
The Need For Vacuum (진공의 필요성)

- 모든 공정 질량분석계는 진공상태에서 동작한다.
 - Ion source
 - Analyzer
 - Detector
- 전형적으로 진공압: 10^{-6} millibar
- 진공은 이온화와 분해능에 대해서 필수적이다.
- Rotary와 turbomolecular pump의 조합으로 진공을 형성한다.

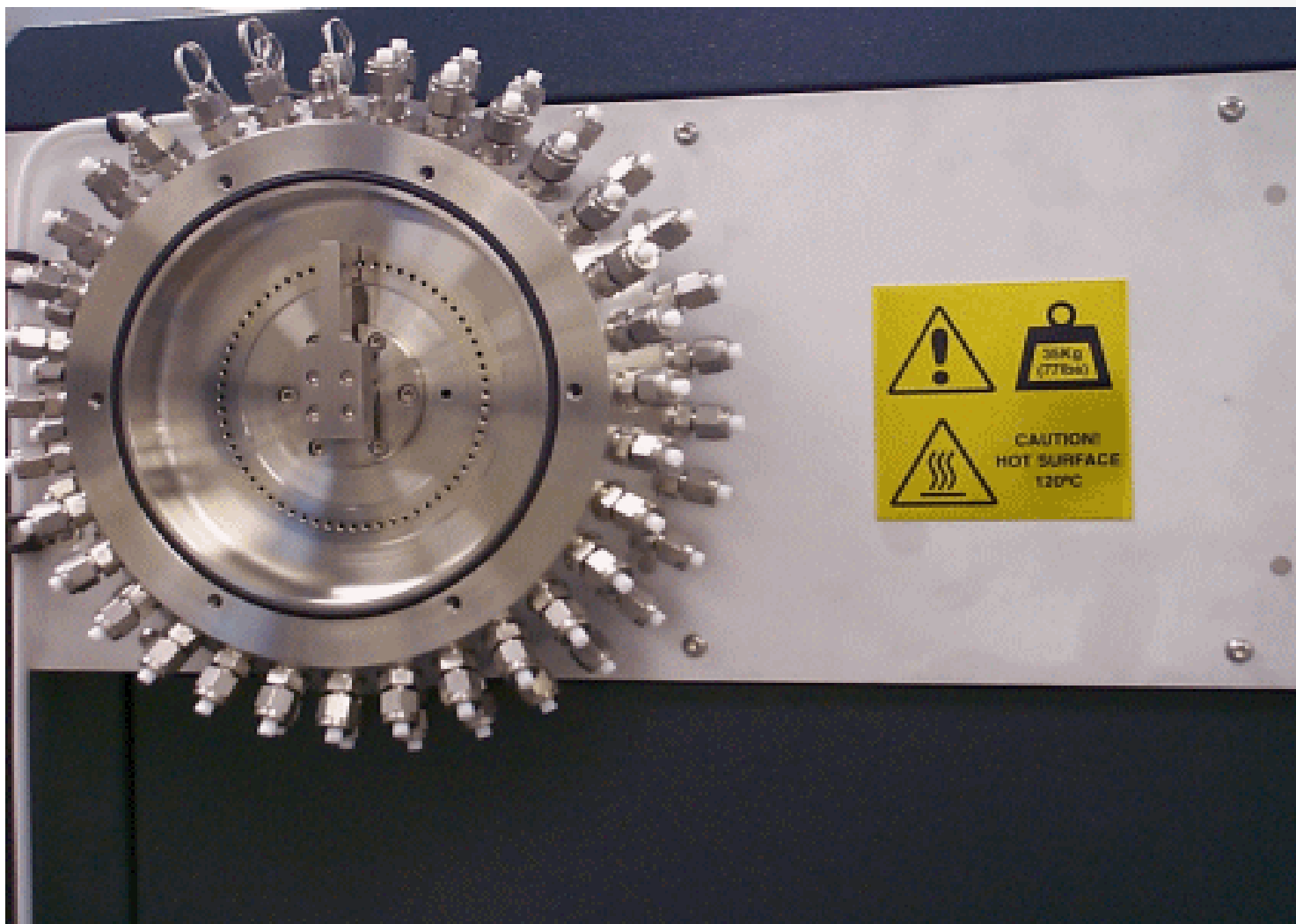
MS Vacuum System (MS 진공 시스템 구성)



Basic components of a process MS (진공 시스템 구성)



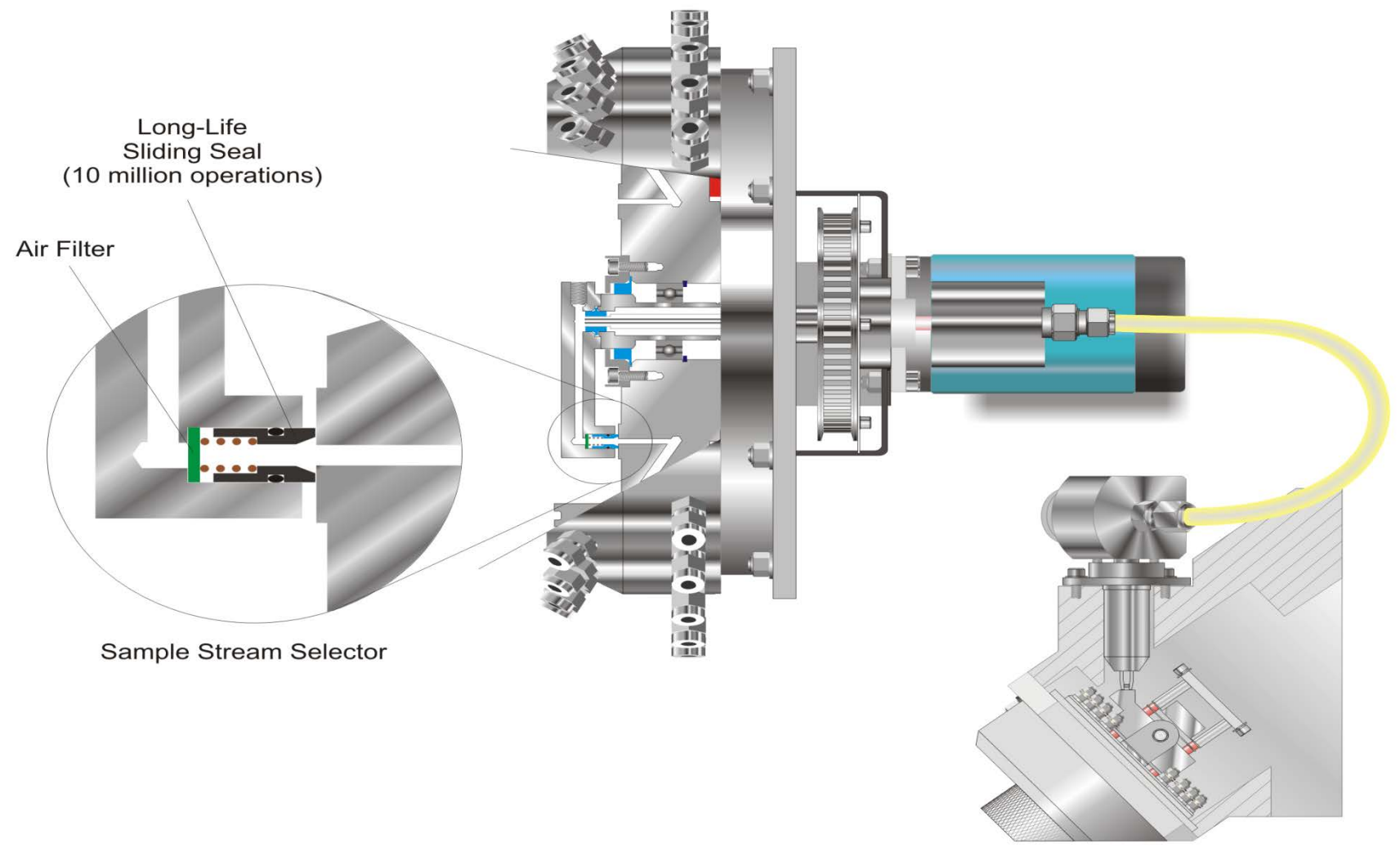
Rapid Multi-stream Sampler (RMS)



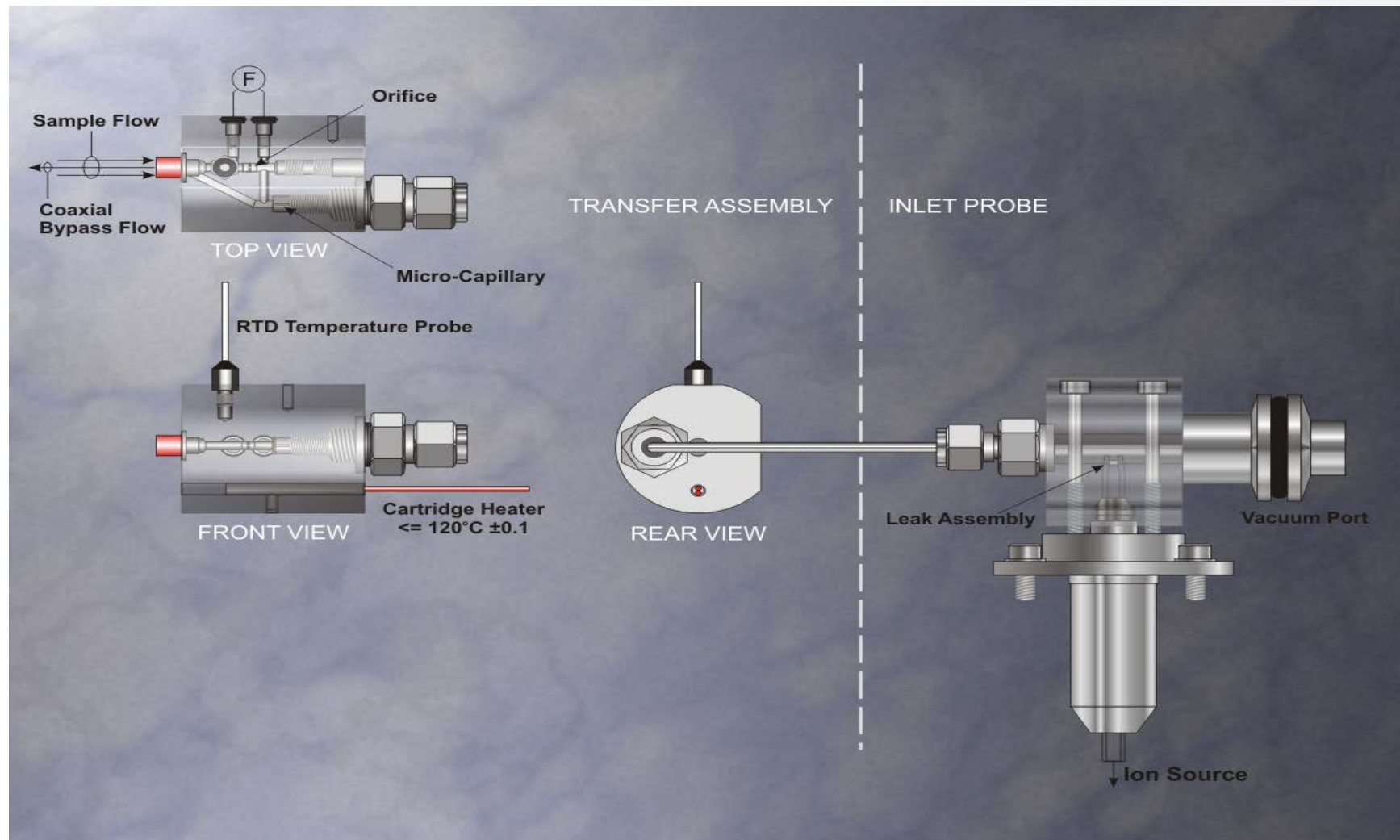
Rapid Multi-stream Sampler (RMS) 이점

- Zero dead volume
 - 스트림 전환시간을 최소화
- 최소 기계적 마모(Minimal mechanical wear)
 - 5,000,000 이상 동작
- 유연한 스트림 샘플링을 유연하게 배열 및 조작
 - 사용자가 샘플링 방법을 결정한다.
- 높은 신뢰성
 - 3 year warranty

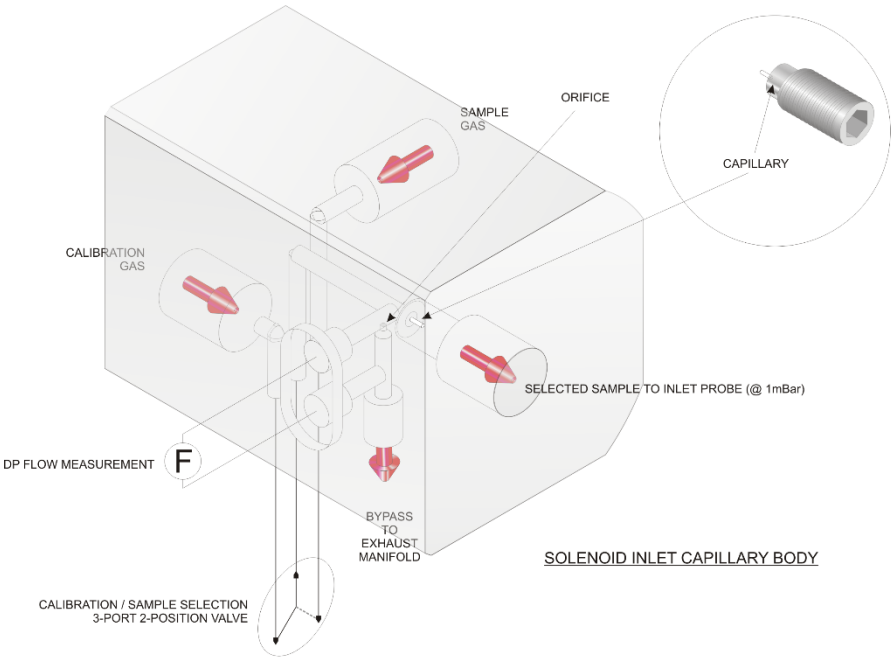
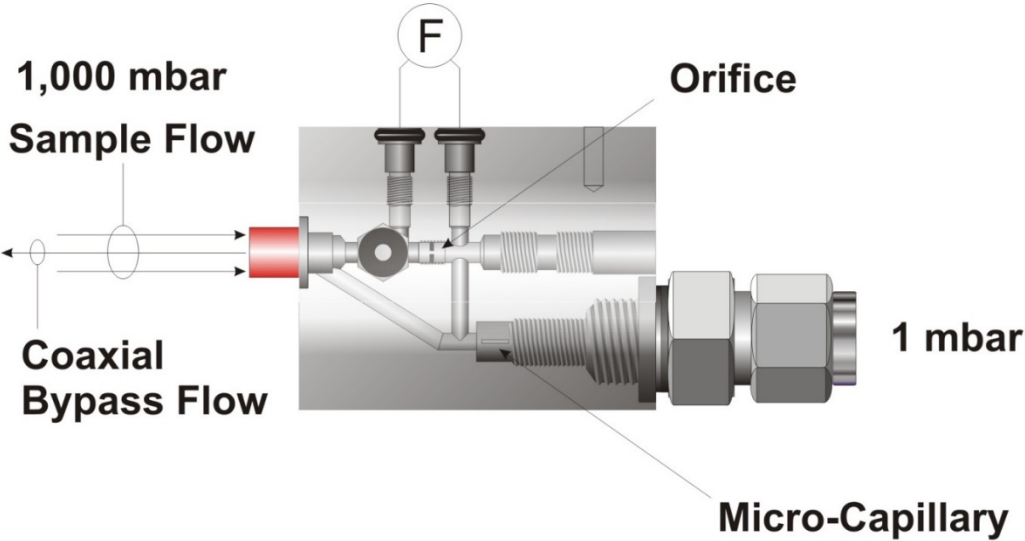
Rapid Multi-stream Sampler (RMS)



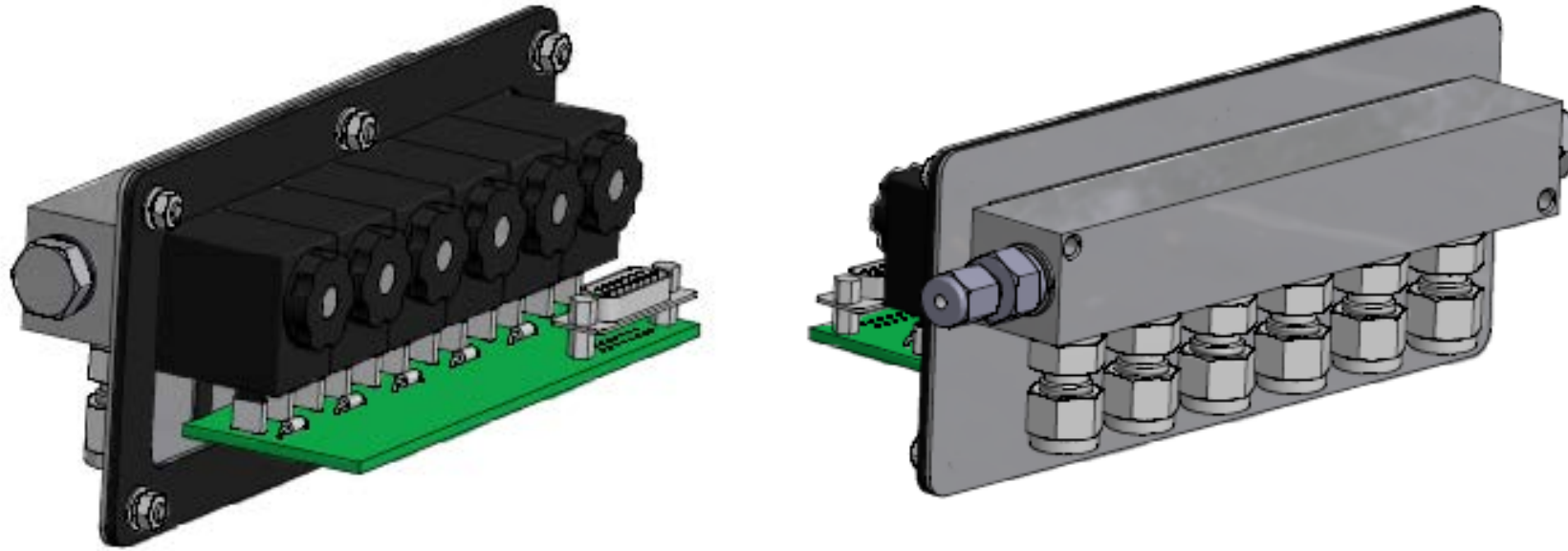
Prima Pro Sample Flow(RMS)



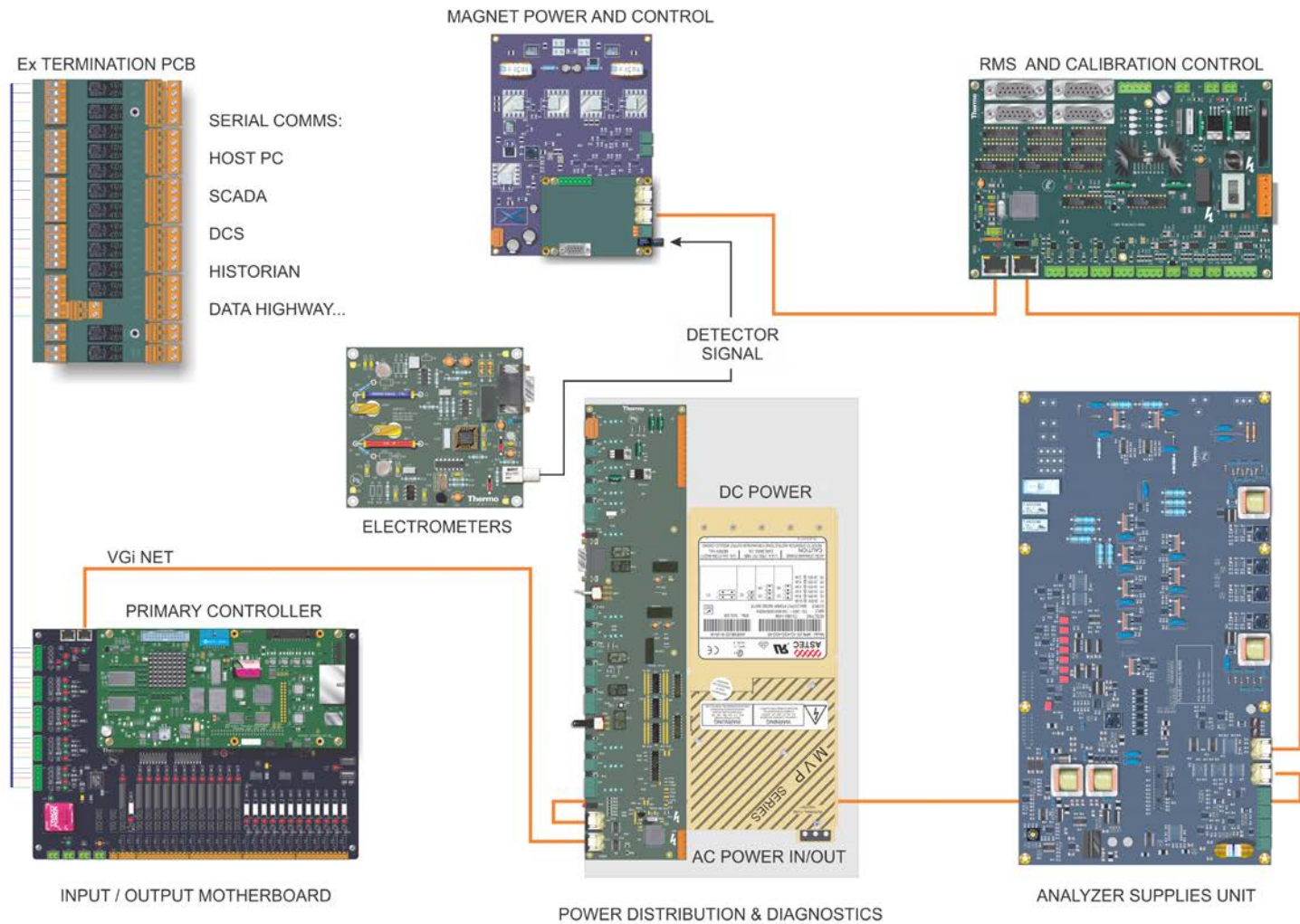
Prima Pro Micro Capillary Assembly



6 Way Calibration Manifold



Prima Pro Electronics (VGi.Net)



Flare Stack Monitoring Application - Review



40가지 성분을 50초 이내 측정

Component Name	Formula	Mol Mass	Analysis Requested? (Yes/No)	Conc unit	Normal conc			Notes on Analysis by Prima PRO
					Case1	Case2	Case3	
Hydrogen	H2	2	Yes	%mol	0.01	7.39	8.47	Measured as H2
Methane	CH4	16	Yes	%mol	0.16	12.43	14.24	Measured as CH4
H2O	H2O	18	No	%mol	0.01	2.72	3.11	
Acetylene	C2H2	26	Yes	%mol	0.01	0.25	0.28	Measured as C2H2
CO	CO	28	No	%mol	0	0.02	0.02	
Ethylene	C2H4	28	Yes	%mol	0.46	13.77	15.78	Measured as C2H4
Ethane	C2H6	30	Yes	%mol	0.11	2.22	2.54	Measured as C2H6
Methylacetylene	C3H4	40	Yes	%mol	0.4	1.22	1.4	
Propadiene	C3H4	40	Yes	%mol	0.25	0.49	0.57	Measured combined as C3H4
Propene	C3H6	42	Yes	%mol	62.04	19.6	22.46	Measured as C3H6
CO2	CO2	44	No	%mol	0	0.01	0.01	
Propane	C3H8	44	Yes	%mol	0.74	0.62	0.71	Measured as C3H8
Vinylacetylene	C4H4	52	Yes	%mol	0.1	0.22	0.25	Measured as C4H4
1,3 Butadiene	C4H6	54	Yes	%mol	8.18	5.37	6.16	
1,2 Butadiene	C4H6	54	Yes	%mol	0	0.26	0.29	Measured combined as C4H6
Ethylacetylene	C4H6	54	Yes	%mol	0	0.09	0.1	
i-Butene	C4H8	56	Yes	%mol	1.41	1.73	1.99	
1-Butene	C4H8	56	Yes	%mol	1.07	1.31	1.5	Measured combined as C4H8
tr2-Butene	C4H8	56	Yes	%mol	0.34	0.37	0.42	
cis2-Butene	C4H8	56	Yes	%mol	0.23	0.25	0.29	
i-Butane	C4H10	58	Yes	%mol	3.92	3.08	3.53	Measured as i-C4H10
n-Butane	C4H10	58	Yes	%mol	0.24	1.19	1.37	Measured as n-C4H10
1,3-Cyclopentadiene	C5H6	66	Yes	%mol	0.01	0.39	0.45	
trans-3-Penten-1-Yne	C5H6	66	Yes	%mol	0	0.11	0.13	Measured combined as C5H6
1,4 Pentadiene	C5H8	68	Yes	%mol	0.01	0.21	0.24	
Isoprene	C5H8	68	Yes	%mol	0.01	0.63	0.72	Measured combined as C5H8
Cyclopentene	C5H8	68	Yes	%mol	0	0.17	0.2	
1-Pentene	C5H10	70	Yes	%mol	0	0.17	0.19	
Cyclopentane	C5H10	70	Yes	%mol	0	0.14	0.16	Measured combined as C5H10
trans-2-Pentene	C5H10	70	Yes	%mol	0	0.15	0.17	
2-Methyl-2-Butene	C5H10	70	Yes	%mol	0	0.11	0.13	
i-Pentane	C5H12	72	Yes	%mol	0	0.16	0.18	
n-Pentane	C5H12	72	Yes	%mol	0	0.58	0.67	Measured combined as C5H12
Benzene	C6H6	78	Yes	%mol	14.87	14.35	5.75	Measured as C6H6
Methylcyclopentadiene	C6H8	80	Yes	%mol	0	0.09	0.11	Measured as C6H8
1-Hexene	C6H12	84	Yes	%mol	0	0.15	0.18	Measured as C6H12
n-Hexane	C6H14	86	Yes	%mol	0	1.04	1.19	Measured as C6H14
Toluene	C7H8	92	Yes	%mol	0	2.57	2.94	Measured as C7H8
2Norbornene	C7H10	94	No	%mol	0	0.03	0.03	
Cycloheptene	C7H12	96	No	%mol	0	0.01	0.01	
n-Heptane	C7H16	100	No	%mol	0	0.01	0.01	
Styrene	C8H8	104	Yes	%mol	0	0.13	0.15	Measured as C8H8
E-Benzene	C8H10	106	Yes	%mol	5.44	3.88	0.54	
p-Xylene	C8H10	106	Yes	%mol	0	0.06	0.06	Measured combined as C8H10
m-Xylene	C8H10	106	Yes	%mol	0	0.14	0.16	
o-Xylene	C8H10	106	Yes	%mol	0	0.06	0.07	
2,3-Dimethylhexane	C8H18	114	No	%mol	0	0.01	0.01	
Nonane	C9H20	128	No	%mol	0	0.06	0.06	

		Conc %mol	Prima PRO Standard Deviation %mol
Hydrogen	H2	5%	≤0.01%
Helium	He	Bal	≤0.05%
Methane	CH4	5%	≤0.01%
Acetylene	C2H2	0.50%	≤0.01%
Nitrogen	N2	20%	≤0.03%
Ethylene	C2H4	5%	≤0.01%
Ethane	C2H6	1%	≤0.005%
Oxygen	O2	0.50%	≤0.003%
Propylene	C3H6	20%	≤0.03%
Propane	C3H8	0.50%	≤0.005%
1,3-Butadiene	C4H6	1%	≤0.005%
i-Butene	C4H8	1%	≤0.005%
i-Butane	i-C4H10	1%	≤0.005%
Benzene	C6H6	0.05%	≤0.001%
Net Heating Value			≤0.2% relative

개별 Standard Deviation 은 0.01% 이하

Flare Stack Monitoring Application - Summary

우리나라도 플레어 가스 발열량 측정 기준이 도입됩니다.



Flare Gas Monitoring System 'PRIMA Pro' 주요 특징

- 높은 에너지(1000 eV) 사용으로 내부 진공 구성품을 오염시킬 수 있는 샘플로 부터 보호하여 매우 안정된 성능 발휘
- 높은 퍼센트 수준의 유기화합물 농도를 드리프트나 오염없이 측정하는데 입증된 실적
- 넓고 다양한 범위의 샘플을 측정할 수 있어 다양한 성분이 혼합된 플레어가스를 측정하는데 적합
- 외부 시험기관인 EffecTech UK에서 테스트 완료
- 수 초 단위의 짧은 측정 반응 시간
- Carrier Gas 및 Fuel Gas가 필요 없어 운용비 절감
- 3년 Warranty 보증

프로세스 질량분석법은 정밀하고 빠른 다중 성분 분석이어서
플레어 배출 가스를 측정하는 데 적합

수소, 질소, C6까지의 탄화수소를 포함한 30개 성분을 단 30초
내로 측정이 가능함

Component	Concentration %mol	Standard Deviation %mol (8 hours)
Hydrogen	10	≤0.02
Methane	64.53	≤0.05
Carbon Monoxide	5	≤0.05
Nitrogen	10	≤0.05
Ethylene	2	≤0.02
Ethane	2	≤0.02
Oxygen	1	≤0.001
Hydrogen Sulfide	0.05	≤0.0005
Propylene	1	≤0.01
Carbon Dioxide	1	≤0.01
Propane	1	≤0.01
1,3 Butadiene	0.1	≤0.005
Butenes	0.5	≤0.005
i-Butane	0.5	≤0.005
n-Butane	0.5	≤0.005
Carbonyl Sulfide	100 ppm	≤1ppm
Pentenenes	0.1	≤0.005
i-Pentane	0.3	≤0.005
n-Pentane	0.3	≤0.005
Carbon Disulfide	100 ppm	≤1ppm
n-Hexane	0.1	≤0.005
NHV (BTU/scf)		≤0.1 % relative