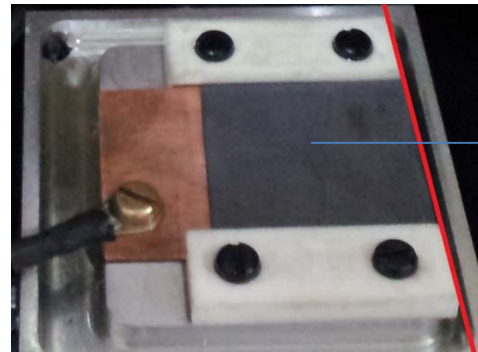


Particle & Wear Debris 분석을 위한 새로운 혁신 기술

# CYCP Metal Analyzer

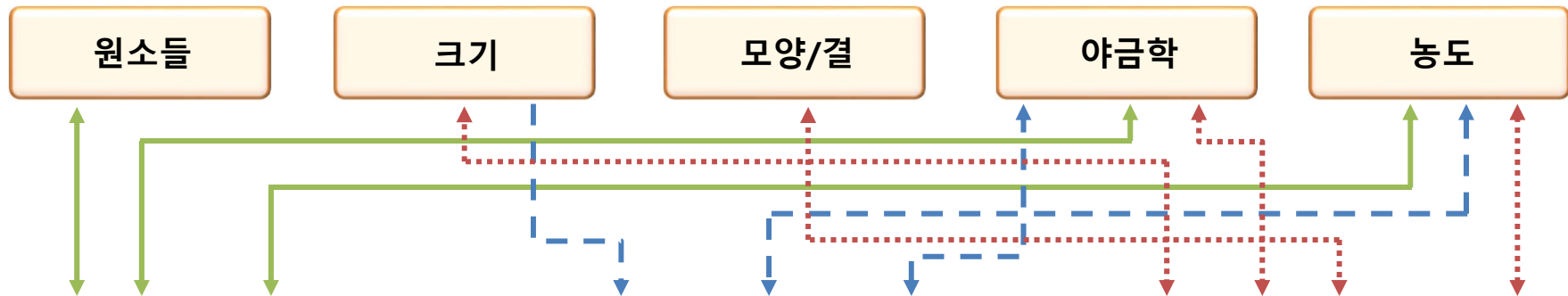
윤활유, 연료유, 그리스 세가지 유체 중 metal 정성/정량 분석이 가능한 유일한 원소분석기  
입자감지한계(3미크론 이하)없이 전 사이즈의 Metal 원소 감지가 가능한 유일한 원소분석기



세계 최초의 Flat 타입의 전극:  
입자 사이즈에 관계없이 감지 가능

# 원소분석기에 대한 기본적인 이해

# 마모입자 분석에 사용되는 기술들



## 분광분석

- X-선 형광 분석(XRF)
- 회전 디스크 전극 (RDE)
- 유도결합 플라즈마 (ICP)

결과 PPM

## 철분 농도 분석

- 직독식 페로그래피(DR)
- 철분 입자 계수
- 홀 효과 (Hall Effect) 철분 농도

다양한 농도 단위들

## 마모입자 확인

- 해석 페로그래피
- 패치 페로그래피
- 광학식 영상법
- 주사전자 현미경 (SEM)

입자 특성화

# 원소분석기(Spectrometric Analysis)의 용도

## 1. 원소분석기의 용도/중요성

- 윤활유 중 금속 마모분의 종류와 농도를 측정함으로써 회전체의 마모 심각도와 마모의 출처 진단을 통한 정확한 설비 상태 진단
- 윤활유 중 외부 오염물(냉각수, 먼지, 그리스오염)의 정도를 진단하여 오염관리 가능
- 윤활유의 첨가제 종류와 농도를 측정함으로써 윤활유의 기능상 열화를 진단

## 2. 원소분석기 적용 시 이점

- 신속한 고장 감지와 정확한 고장 원인을 진단하여 보전 비용 절감.
- 예기치 않은 다운타임 감소
- 설비 신뢰성 증대
- 윤활제 사용량 절감(첨가제 소실 판정을 통한)



# 원소분석기(Spectrometric Analysis) 사용 근거

아래의 내용은 ISO/TC 108/SC 5/WG4에서 “Condition Monitoring and Diagnostics of Machines–Tribology based Machine” 에 명문화 된 원소분석기의 사용에 관한 내용으로 회전기계의 유분석 시 마모진단, 오염진단, 첨가제 소실 진단을 위하여 원소분석법이 추천된다는 내용임

## 7.3.1 Spectrometric Analysis

A technique for detecting and quantifying metallic elements in a used oil resulting from wear, contamination and additives. The oil sample is energised to make each element emit or absorb a quantifiable amount of energy, which indicates the element's concentration in the oil. The results reflect the concentration of all dissolved metals (from additive packages) and very fine particulate. This test is the backbone for all oil analysis laboratories today, as it provides information on machine contamination and wear condition relatively quickly and accurately. Its major limitation is that its particle detection efficiency is poor for particles  $> 5$  microns ( $\mu\text{m}$ ) in size or greater. Particles greater than  $10 \mu\text{m}$  in major diameter are generally the result of abnormal wear modes, and these particles must be quantified in order to detect the onset of severe wear. Fine Wear Metals are usually measured with an Atomic Emission Spectrometer, Rotary Disc Electrode (RDE) or Inductively Coupled Plasma(ICP). The wavelength dispersive X-Ray fluorescence spectrometer process does not suffer this particle size limitation to the same degree, and can often provide more realistic concentrations of elements present. The technique can be used to some advantage when quantification of debris in a filter or on a filtergram is required, and acid digestion of the debris captured would be inappropriate. The following Table 2 lists the most common sources of each element analysed by the spectrometer.

# 원소분석기(Spectrometric Analysis)로 감지 가능 원소



## 금속아모분

Iron  
Chromium  
Lead  
Copper  
Tin  
Aluminum  
Nickel  
Silver  
Molybdenum  
Magnesium  
Zinc  
Titanium  
Vanadium

## 오염물

Silicon  
Boron  
Sodium

## 첨가제

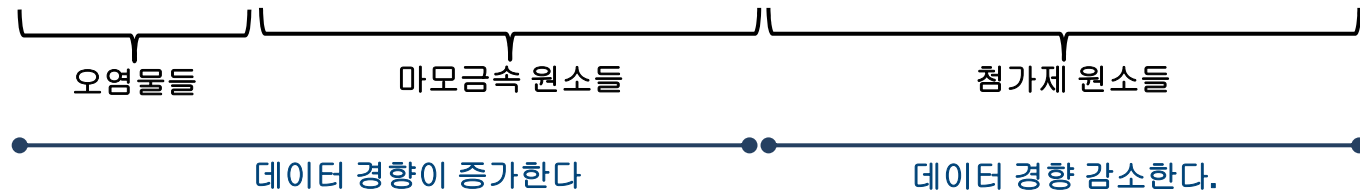
Copper  
Silicon  
Boron  
Magnesium  
Calcium  
Barium  
Phosphorus  
Zinc  
Molybdenum

# 원소분석 결과 사례



PPM (parts per million)

시료 번호	시료 채취 일자	Silicon	Sodium	Potassium	Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Boron	Phosphorous	Zinc	Calcium	Barium	Magnesium	Molybdenum
신유:		7	1	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1071	1343	1496	2	449	1
11/04 - 1001	10/10/31	5	12	2	6	1	0	4	2	2	1	5	1096	1371	1467	1	427	2
09/29 - 1001	10/09/25	3	0	1	13	1	0	2	0	2	1	2	986	1276	1237	1	0	1
08/25 - 1000	10/08/16	3	0	1	13	1	1	3	1	2	1	1	801	1173	1109	0	0	1
06/12 - 1031	10/06/02	3	0	1	8	0	0	1	0	2	1	1	853	1258	1565	2	0	1
05/06 - 1001	10/05/01	3	0	2	8	1	0	3	1	2	0	1	778	1290	1502	2	0	2
04/02 - 1001	10/03/29	2	0	2	5	1	0	2	1	2	1	1	1080	1318	1670	2	0	2



# 유 중 금속들의 발생원(1)

## Ca

경수  
 염수  
 엔진유 첨가제  
 탄광 분진  
 그리스  
 석회석  
 슬래그  
 고무  
 백토  
 갈탄  
 시멘트 분진  
 도로 먼지  
 석고  
 녹 억제제  
 청정제

## V

터빈 깃  
 밸브  
 일부 연료에서 발견

## B

냉각액 부식 억제제  
**EP** 첨가제  
 오일 세척제  
 봉산(수처리)

## 은(Ag)

베어링 표면막  
 은납땜 (오일 컬러)  
 일부 니들 베어링  
**EMC** 리스트 핀 부싱

## Ti

가스터빈 베어링  
 페인트  
 터빈 깃

## Cd

저널 베어링  
 도금

## Mg

경수  
 엔진유 청정 첨가제  
 터빈 금속  
 해수  
 백토  
 도로 분진

## K

냉각액 부식억제제  
 비산 재  
 제지기 분진  
 도로 먼지  
 화강암  
 연료 미량 원소

## Zn

**AW** 첨가제  
 황동  
 도금  
 전기도금  
 그리스

## P

**AW/EP** 첨가제  
 일부 기어 표면 처리  
 세척 청정제

## Ba

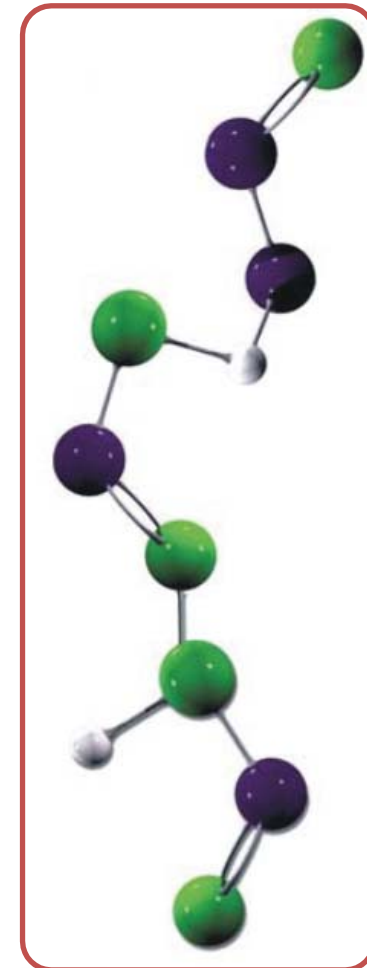
엔진 유 첨가제  
 그리스  
 연료 첨가제

## Pb

배비트  
 저널 베어링 표면막  
 가솔린 첨가제  
 페인트  
 납땜  
 청동 합금

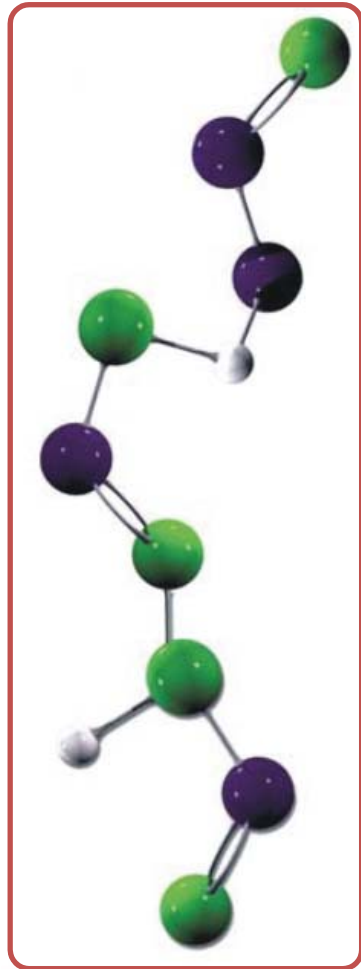
## Na

냉각액 억제제  
 염수  
 일부 첨가제  
 그리스  
 기유 (미량)  
 흙  
 도로 먼지  
 소금 (도로 소금)  
 비산 재  
 활성 알루미늄  
 제지기 분진





# 유 중 금속들의 발생원(1)



## Fe

마모입자  
강  
주철  
녹  
압연 스케일 녹  
광석분진  
비산재  
페인트  
제지기 분진  
석면(**asbestos**)  
활석(**talca**)  
비석(**Zeolite**)  
세척 청정제

## Ni

스테인레스강 합금원소  
도금  
스텔라이트(코발트-니켈-텅스텐-몰리브덴의 합금)  
경강 합금

## Sn

베어링 케이지(청동)  
땀납  
배비트  
저널 베어링 표면막

## Cu

**AW** 첨가제  
청동  
황동  
베어링 케이지  
냉각기 코어  
동 광산  
페인트  
배비트  
슬링거 링  
부싱, 와셔

## Mo

**EP** 첨가제  
철 합금 금속 원소  
링

## Si

도로 분진  
밀봉액  
소포제  
강 합금 금속  
합성 윤활제  
습식 클러치  
유리 제조  
냉각액 첨가제  
주물사 분진  
필터 섬유(유리)  
비산재  
슬래그  
운모  
시멘트 분진  
석면  
화강암  
석회암  
활석

## Cr

링 도금  
크롬 도금 페인트  
스테인레스 강

## Al

도로 분진  
베어링 금속  
페인트  
연마재  
알루미늄 공장 (알루미나)  
석탄 오염물  
비산재  
주물공장 분진  
활성 알루미나  
보크사이트 원광  
화강암  
촉매  
마모입자

# 측정 방식에 따른 원소분석기의 종류



## 1) 원자흡광분광기: Atomic Absorption Spectrometers (AAS)

→ 더 이상 윤활유쪽 애플리케이션에 사용되지 않는다.

## 2) 원자방출분광기: Atomic Emission Spectrometers (AES)

- ICP: 유도결합플라즈마 분석법(범용분석분석기)

범용분석기로 윤활유 용으로 사용하기 위해서는 시료 전처리가 (산에 금속 용해) 필요하고 입자 감지 범위가 (1미크론 이하임) 좁아서 윤활유용으로 거의 사용되지 않음.

- RDE: 회전디스크 전극 방식(SPECTRO MC/W 적용방식)(윤활유전용분광분석기)

- FDE: 평판디스크 전극방식(CYCP Oil Analyzer적용방식)(윤활유전용분광분석기)NEW!!!

- OES: 광학식 아크방전 방식(OnePass Oil Analyzer 적용방식)(윤활유전용분광분석기)

## 3) X-RAY 형광분석법(XRF)

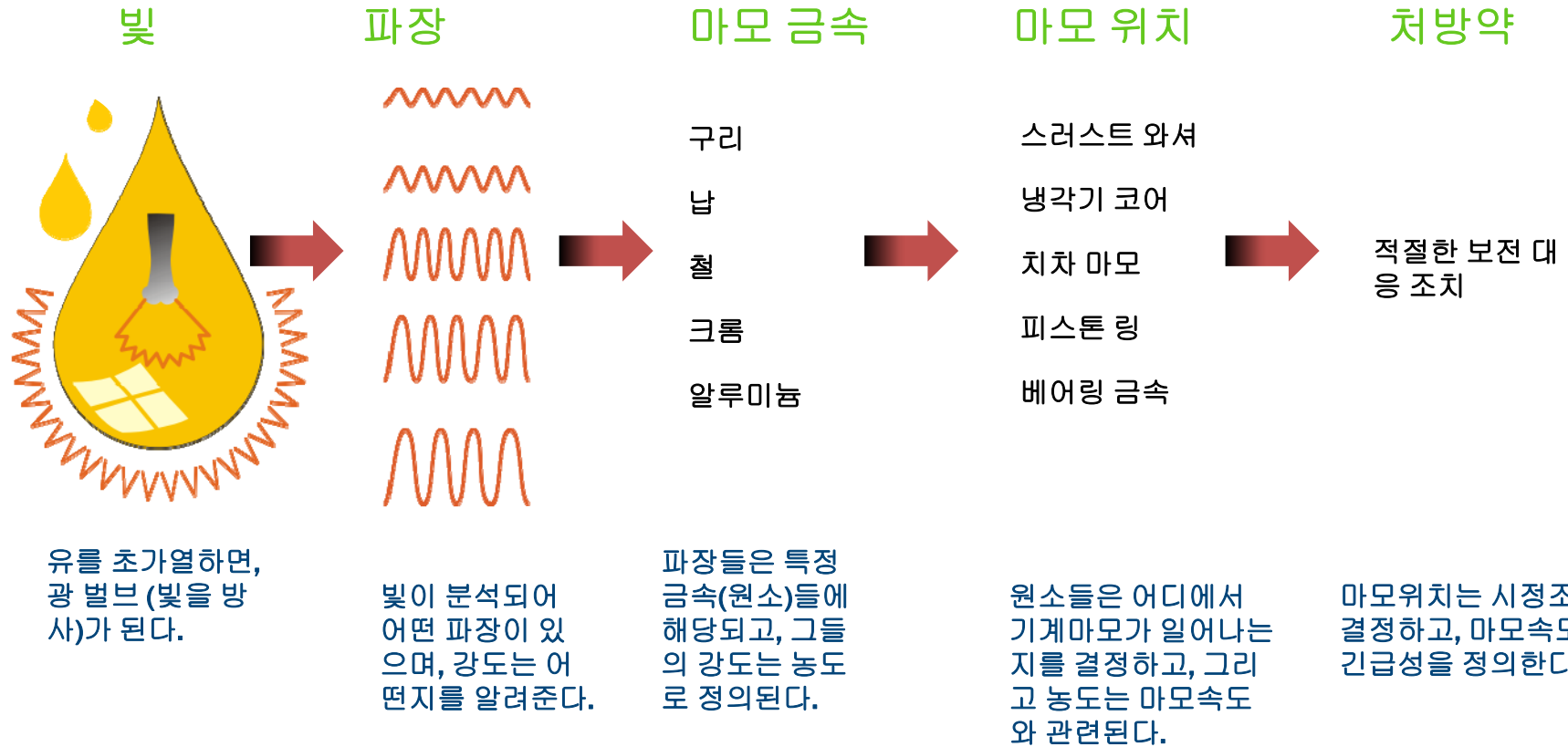
- 미량 농도 감지불가(대부분의 원소가 100PPM 이상 되어야 감지 가능)

- 원자번호 12번 이하 원소 감지 불가

- NO ASTM Method

- 장점: 시료전처리가 필요없고 감지 사이즈 범위가 넓고 시료 손상이 없는 장점이 있어 부분 사용되고 있음

# 분광 원소분석 작동원리



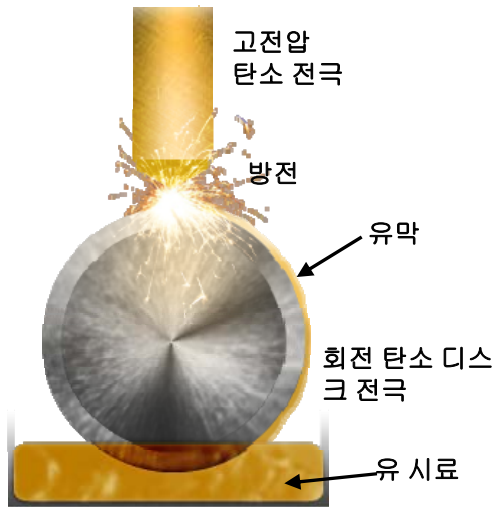
# 원자 발광 분광분석기(AES)의 해부

## 발광

### Spark

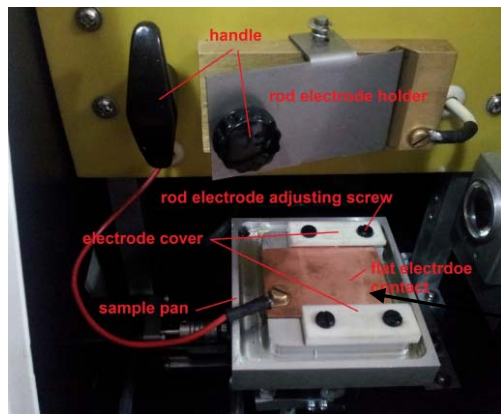
회전 디스크 전극 분광분석기

ASTM D6595

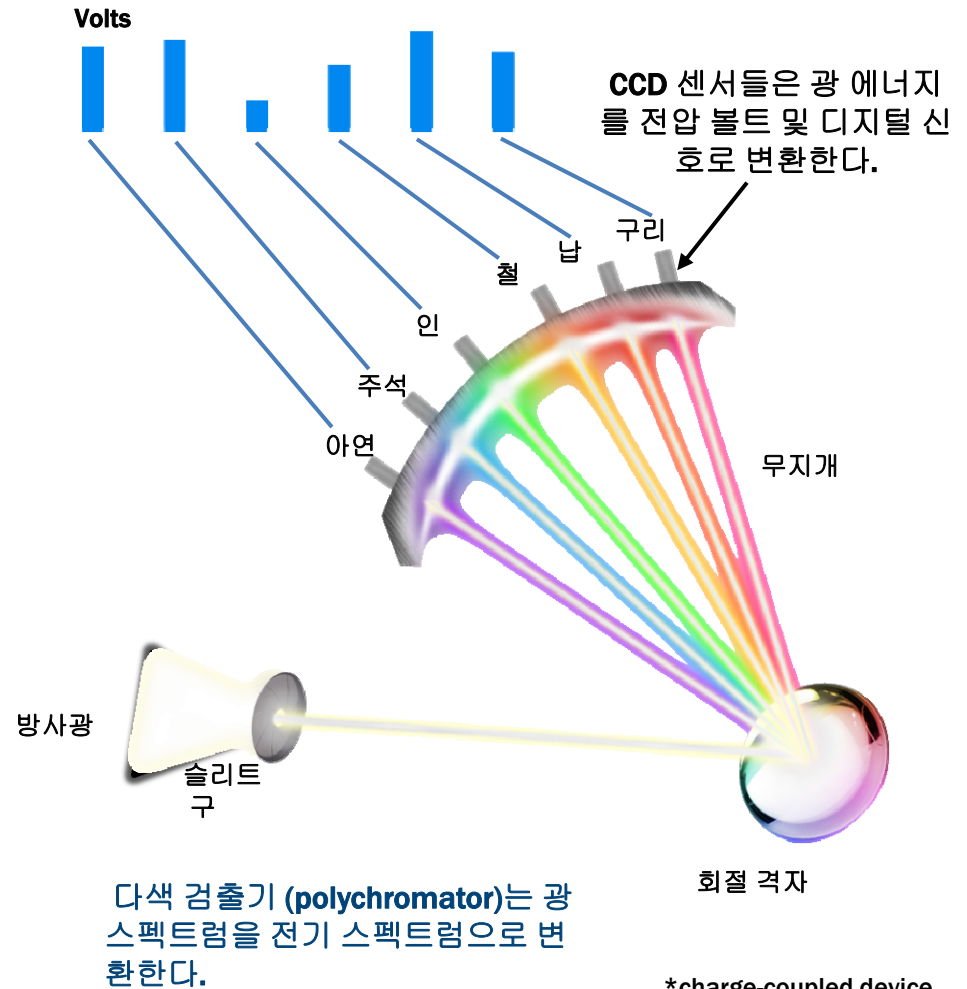


- OR -

평판 디스크 전극 분광분석기



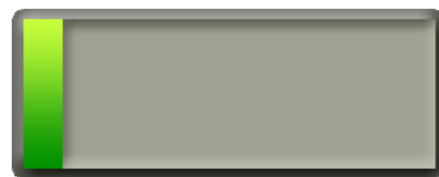
## 광학



# 마모입자 크기가 분광분석에 어떤 영향을 미치나?

원소	유 중 입자 크기 범위	실제 농도	발광 분광분석기를 사용하여 측정된 량
철	1 - 5 microns	100 ppm	73 ppm
	1 - 11 microns	100 ppm	21 ppm
크롬	1 - 5 microns	100 ppm	38 ppm
	1 - 11 microns	100 ppm	17 ppm
구리	1 - 5 microns	100 ppm	25 ppm
	1 - 11 microns	100 ppm	7 ppm

큰 입자들은 시험 중에 충분히 증기화 되지 않기 때문에, 그들의 농도는 정확히 측정되지 않는다. 이에 더하여, 입자들은 자동 샘플러 트레이상의 등유 희석된 시료유 중에서 침전한다. (일부 현대적 분석기에 의해 시정됨) 더욱이, ICP 분무장치는 3미크론 초과하는 입자들을 안개화 할 수 없다.



10%

큰 자유 금속 입자들



50%

작은 정상 마모 및 부식 마모 입자들



100%

미크론 미만 입자들 및 용해된 금속들(흄)

**Note:** 실리카는 일반적으로 3미크론을 초과하면 검출되지 않는다. 실리카 흄은 분광분석기에 의해서 실리콘으로 측정된다..

REF: Spectro, Northeastern Univ



# CYCP Oil Analyzer 소개

## 제품의 특징



1. 기존 윤활유 전용 원소분석기가 가진 성능 한계를 개선한 혁신 제품
  - 입자 감지한계가 없는 유일한 원소분석기  
(기존 3미크론 이상의 입자 감지 불가)
  - 고체상 (그리스) 중 원소 함량 분석이 가능한 유일한 원소분석기
  - 시료 점도에 관계 없이 원소 함량 분석이 가능한 유일한 원소분석기
  - 시료 중 금속원소의 크기별(대입자, 소입자) 원소함량 구분이 가능한 유일한 원소분석기
2. 기본 23개 원소를 3분이내에 분석이 가능함 → 시간당 20개 샘플 분석이 가능함.
3. ASTM D6595 Compatible
4. 신속한 캘리브레이션: 3가지 농도의 검정용 시약으로 9분이내 캘리브레이션
5. 1회 시험 비용이 2,000원 내외로 매우 경제적임.
6. Wavelength 캘리브레이션이 필요없음
7. 내부 누유나 막힘이 없는 구조임
8. No Flushing/Cleaning Time
9. 교차 오염이 없는 구조임
10. 매우 간편한 사용법

## 제품의 사양



1. 분석 방식: Spark OES(Graphite Electrode)
2. Upper Electrode: Regular Rod Graphite Electrode
3. Lower Electrode: Flat Graphite Electrode
4. Calibration Standard:  
21 or 21+ K(50 혹은 100PPM)  
MA4(Ca 5000ppm, P,Mg,Zn:1,600ppm  
Li:1,000PPM  
Blank Oil
5. 감지 원소: 기본 23개원소, 추가 원소 가능
6. 최소감지농도:0.1ppm
7. 입자감지사이즈한계: No Limitation
8. 측정가능원소: 윤활유,기어유,엔진유,연료유,그리스
9. Main Spectrometer Resolution: 0.1nm(FWHM)
10. 측정시간: 시료당 3분이내
11. 소모시료량: 2ml
12. 캘리브레이션 소모 시료량: 2ml
13. Power Supply: 97-230VAC/50-60Hz,14Amps
- 14.. 치수/무게: 32x27x22,36lbs(Large Model)  
14x15x14,28lbs(Small Model)



## 제품의 소모품



1. Calibration Standard:
  - 21 or 21+ K(50 혹은 100PPM)
  - MA4(Ca 5000ppm, P,Mg,Zn:1,600ppm)
  - Li:1,000PPM
  - Blank Oil
2. Flat Graphite Electrode( 개당 2,000원 정도임)

# 보고서 샘플

Element	ug/g (ppm)	Comments
Al	41.6	
Fe	1358.1	
Cu	247.8	
Cr	26.7	
Pb	138.9	
Sn	31.7	
Si	70.3	
Na	0.0	
K	0.0	
Ca	0.0	
P	1364.0	
Zn	1964.4	
Mg	8.8	
B	260.2	
Mo	0.0	
Ni	0.0	
Ag	0.0	
Ti	6.1	
Cd	0.0	
Mn	23.3	
V	0.0	
Ba	0.0	
Li	0.0	
Particle Contributions		
Al Image: Fine: 38.2, Coarse: 50.3, Largest: 59.3		
Cu Image: Fine: 93.7, Coarse: 112.8, Largest: 134.8		
Fe Image: Fine: 708.4, Coarse: 956.4, Largest: 1157.8		

대소입자별  
농도표시가능

